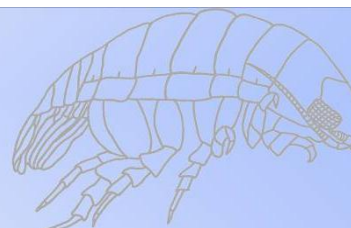


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 34 – 2013

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Kåholmen og Heggvika i Fillifjorden Hitra kommune, januar 2013*

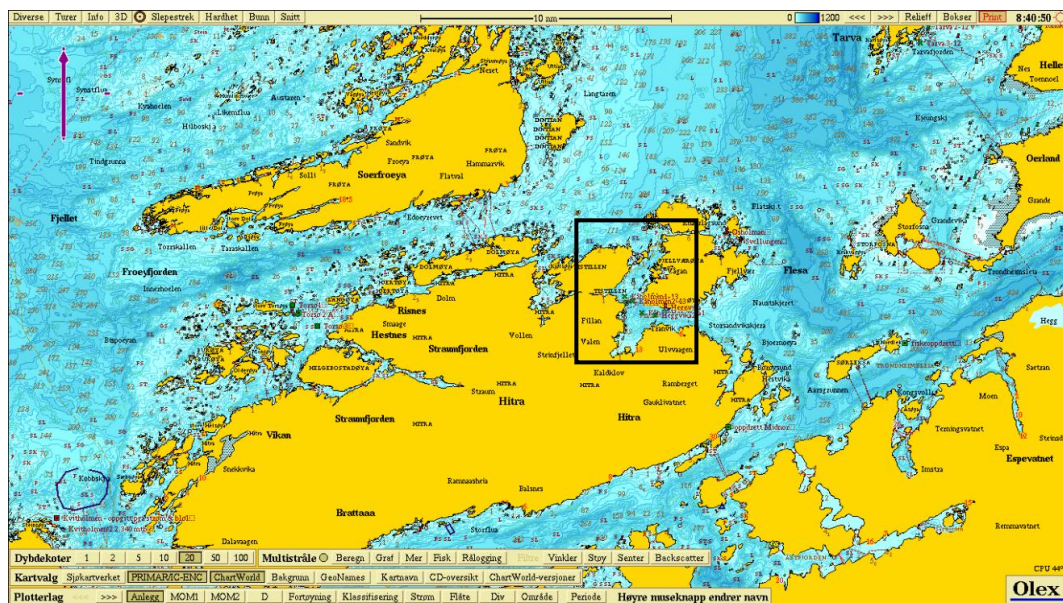
Vidar Strøm



Kristin Hatlen

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen

Thomas Dahlgren



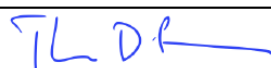
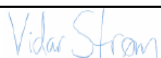
	<b>SAM-Marin</b>	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse fra lokalitetene Kåholmen og Heggvika i Fillfjorden, Hitra kommune, januar 2013.	Dato: Felt: 23.01.2013 Rapport: 23.08.2013 Antall sider og bilag: 54
Forfatter(e): Vidar Strøm, Ragni Torvanger, Kristin Hatlen, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen, Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807288

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

Abstract: : On assignment from Marine Harvest AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farms Kåholmen and Heggvika, which is located in Hitra, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, five different stations were chosen for sampling; Kåh1-13, which is located in the transition zone by Kåholmen, Kåh2-13 which also is located in the transition zone of the fish farm, Kåh3-13, which lies in the distant zone of both farms, Hegg1 which lies in the near zone of Heggvika, and Hegg2, which is located in the transition zone of Heggvika. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels at Hegg2, Kåh2-13, and Kåh3-13 (classification IV-V), and moderate levels at Hegg1 and Kåh1-13. The organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content on all five stations. The sediment from Kåh1-13 and Hegg1 consisted mostly of sand, while the sediment from Kåh2-13 and Kåh3-13 belonged in the clay and silt fraction. The sediment from Hegg2 consisted of a mixture of several sediment categories. The hydrographical data showed that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'very good' according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions on all four stations that were investigated.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos Sediment, MOM C,	Emneord: Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr Sediment, MOM C	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 34-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23. august 2013	
Prosjektet / undersøkelsen:	23. januar, 2013	

---

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Aqua Kompetanse

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** SAM-marin

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

**Rapportering utført av:** SAM-marin

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** SAM-marin

**Ikke akkreditert:**

Glødetap utført av SAM-marin

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** -

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Umwelt Ost GmbH. Freiberg **akkrediteringsnummer**  
se M&M-kapittel for nærmere opplysninger

Akkreditert: TOC, metall, tørrstoff

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -




Kontoradresse: Miljøbygget, Lauvsnes  
 Postadresse: Miljøbygget 7770 Flatanger  
 Telefon: 74 28 84 30  
 Mobil: 909 43 493  
 E-post: post@aqua-kompetanse.no  
[www.aqua-kompetanse.no](http://www.aqua-kompetanse.no)  
 Bankgiro: 4400.07.25541  
 Org. Nr.: 982 226 163

## MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika, i januar 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika i Fillfjorden på Hitra, i januar 2013.		
Rapport-nummer:	6-1-13C	Lokalitetens navn:	Kåholmen
Lokalitetsnummer:	12348	GPS, senter i anlegg:	63°37.031N 8°59.648Ø
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Hitra
MTB-tillatelse:	3900 tonn	Driftsleder:	Ingar Kyrkjebø
Dato undersøkelse:	23.01.2013	Dato rapport:	26.06.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest region midt		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Stasjon 2 (nærsonen)	Stasjon 1 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
Parametere				
GPS (prøvestasjoner):		63° 37,025'N 09° 00,022'Ø	63° 37,232'N 08° 59,341'Ø	63° 36,580'N 09° 00,869'Ø
<b>Fauna</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	73	79	82
	Antall individer:	2953	2205	1370
	Jevnhet (0-1):	0,56	0,66	0,73
	Shann.Wien. ( <b>H</b> ) SW, tilst.klasse:		3,92 TK I (Meget god)	4,34 TK I (Meget god)
	Hurl.ind.( <b>ES</b> <sub>n=100</sub> ) Hurl.,tilst.klasse:		22,70 TK II (God)	28,23 TK I (Meget god)
	MOM-tilstand:	1, Meget god		
<b>Normal. TOC</b>	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	51,24 TK V, Meget dårlig	30,11 TK III, moderat	40,43 TK IV, Dårlig
<b>Elementer</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	140 TK I, Meget god	58,0 I, Meget god	100 TK I, Meget god
	P (g/kg): P, kommentar:	2,0 Lavt nivå	0,88 Lavt nivå	0,88 Lavt nivå
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	28 TK I, Meget god	10,0 TK I, Meget god	21,00 TK I, Meget god
<b>Oksygen</b>	Målt verdi (%): O <sub>2</sub> , tilst.klasse:	69 % TK I, Meget god	80 % TK I, Meget god	70 % TK I, Meget god
<b>Sedimentkarakteristikk</b> (MOMB-parameter):		Hard leire, litt skjellsand. Lyst overflatelag, normal lukt.	Leire og litt skjellsand. Lyst overflatelag, normal lukt.	Hovedsakelig leire. Lyst overflatelag, normal lukt.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika i Fillfjorden på Hitra, i januar 2013.		
Rapport-nummer:	6-1-13C	Lokalitetens navn:	Heggvika
Lokalitetsnummer:	13503	GPS, senter i anlegg:	63°36.636N 9°03.044Ø
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Hitra
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Ingar Kyrkjebø
Dato undersøkelse:	23.01.2013	Dato rapport:	26.06.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest region midt		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
Parametere				
GPS (prøvestasjoner):		63° 36,563'N 09° 02,903'Ø	63° 36,463'N 09° 02,010'Ø	63° 36,580'N 09° 00,869'Ø
<b>Fauna</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	100	Ikke opparbeidet	82
	Antall individer:	1092	Ikke opparbeidet	1370
	Jevnhet (0-1):	0,78	Ikke opparbeidet	0,73
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		Ikke opparbeidet	4,34 TK I (Meget god)
	Hurl.ind.(ES <sub>n=100</sub> ) Hurl.,tilst.klasse:		Ikke opparbeidet	28,23 TK I (Meget god)
	MOM-tilstand:	1, Meget god		
<b>Normal. TOC</b>	TOC (mg/g):	27,93	35,3	40,43
	TOC, tilst.klasse:	TK III, Moderat	TK IV, Dårlig	TK IV, Dårlig
<b>Elementer</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	54,0	81,0	100
	Zn, tilst.klasse:	TK I, Meget god	I, Meget god	TK I, Meget god
	P (g/kg):	0,76	0,53	0,88
	P, kommentar:	Lavt nivå	Lavt nivå	Lavt nivå
<b>Oksygen</b>	Cu (mg/kg)	10,0	16,0	21,00
	Cu, tilst.klasse:	TK I, Meget god	TK I, Meget god	TK I, Meget god
<b>Oksygen</b>	Målt verdi (%):	70 %	71 %	70 %
	O <sub>2</sub> , tilst.klasse:	TK I, Meget god	TK I, Meget god	TK I, Meget god
<b>Sedimentkarakteristikk</b> (MOMB-parameter):		Silt og grus, lyst overflatelag. Normal lukt.	Silt, leire, og grus. Lyst overflate, normal lukt.	Hovedsakelig leire. Lyst overflatelag, normal lukt.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

# INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	7
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	8
2.1 Undersøkelsesområdet.....	8
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....	8
2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....	15
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	16
3.1 Hydrografi .....	16
3.2 Sediment.....	23
3.3 Kjemi.....	25
3.4 Bunndyr .....	26
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	34
<b>5 TAKK</b> .....	35
<b>6 LITTERATUR</b> .....	36
<b>7 VEDLEGG</b> .....	37
Generell vedleggsdel .....	37
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	43
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser .....	52
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	53

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika i Fillfjorden, Hitra kommune. Innsamlingene ble gjennomført 23. januar 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika. 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 KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

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

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

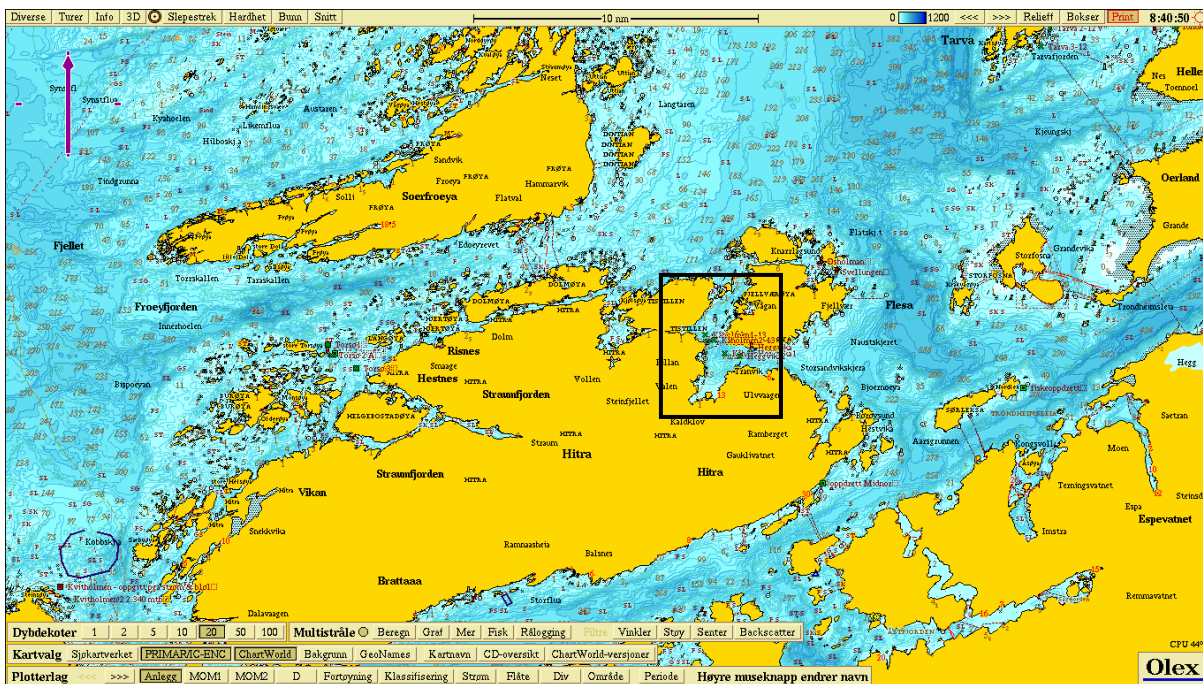
Lokalitetene ligger i Fillfjorden, Hitra kommune i Sør-Trøndelag. Fillfjorden ligger mellom Hitra og Fjellværøya. Oppdrettslokalitet Kåholmen ligger på 100-150 meters dyp, mens Heggvika ligger på 50-100 meters dyp (figur 2.1 og 2.2). Fillfjorden har en terskel ved utløpet til Kråkvågfjorden (i østlig retning for stasjonene) på ca. 140 meter, og med dypeste punkt i undersøkelsesområdet på omtrent 200 meter. For sammenlikningsgrunnlagets del, ble stasjonene Kåh 113, Kåh 2-13, og Kåh 3-13 tatt på samme punkt som i den forrige MOM C-undersøkelse i denne fjorden (se SAM e-rapport nr. 2-2010). Kåh 3-13 fungerer denne gangen som en felles fjernsone for begge anleggene. Kåh 1-13 ligger cirka 400 meter nordvest for anlegget ved Kåholmen, Kåh 2-13 ligger cirka 300 meter sørøst for anlegget, mens den felles fjernsonestasjonen Kåh 3-13 ligger cirka 1,3 km sørøst for Kåholmen og cirka 1,5 km vest for Heggvika. Ved Heggvika ble to nye stasjoner valgt; Hegg 1 ligger i nærsone, mens Hegg 2 ligger i overgangssone knappe 700 meter vestenfor anlegget på Heggvika.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

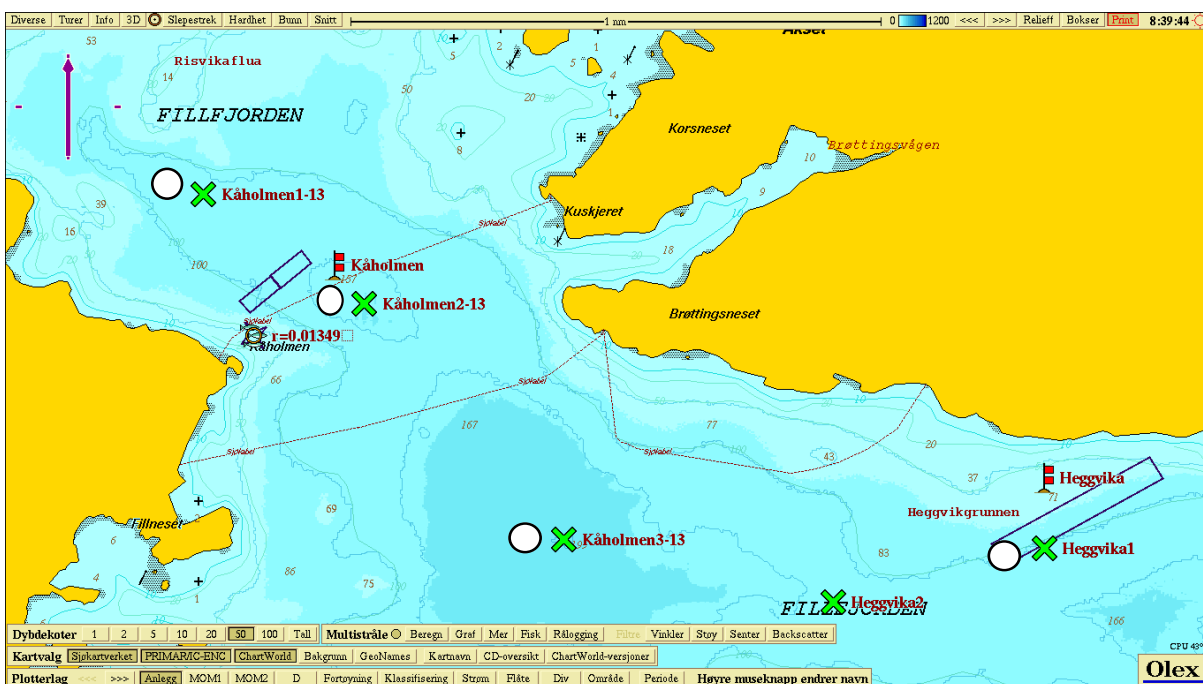
Prøveinnsamlingene ble gjort 23. januar, 2013. Det ble tatt prøver fra fem stasjoner i Fillfjorden; to i overgangssone til Kåholmen, én felles fjernsonestasjon i dypet av fjorden, samt en stasjon i overgangs- og nærsone til anlegget på Heggvika. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS.

Det ble også målt hydrografiske parametre fra stasjonene. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.





Figur 2.1: Oversiktskart over øyene Hitra og Frøya og øymylderet rundt. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Kåholmen og Heggvika.



Figur 2.2: Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Fillfjorden på Hitra. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, som tar prøve av et overflateareal på 0.1m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (full grabb 16,3 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Kåh 1 23.01.13	Fillfjorden 63° 37,232'N 08° 59,341'Ø	121	1	16,3	Leire og litt skjellsand. Lyst overflatelag og normal lukt. Uttak til faunaprøve. NB! Liten lekkasje grunnet skjell i grabbåpning.
			2	16,3	Hovedsakelig leire. Lyst overflatelag, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Kåh 2 23.01.13	Fillfjorden 63° 37,025' N 09° 00,022'Ø	159	1	16,3	Hard leire, litt skjellsand. Lyst overflatelag, normal lukt.
			2	16,3	Observerte børstemark og slangestjerne. Uttak til faunaprøve.
			3	16,3	Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Kåh 3 23.01.13	Fillfjorden 63° 36,580'N 09° 00,869'Ø	201	1	16,3	Hovedsakelig leire. Lyst overflatelag, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Hovedsakelig leire. Lyst overflatelag, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3	16,3	Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Hegg 1 23.01.13	Fillfjorden 63° 36,563'N 09° 02,903'Ø	107	1	1,0	Silt og grus. Lyst overflatelag, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	1,0	Silt og grus. Lyst overflatelag, normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Hegg 2 23.01.13	Fillfjorden 63° 36,463'N 09° 02,010'Ø	138	1	0,25	Silt, leire og grus. Lys overflatefarge og normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	0,5	Silt, leire og grus. Lys overflatefarge og normal lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

### 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 ( $H_2S$ ), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. På grunn av avvik knyttet til analysemetoden kan ikke gjødetapet rapporteres akkreditert. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan

sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins Umwelt Ost GmbH. Freiberg på vegne av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

### 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  $0,1 \text{ m}^2$ . 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  $0,1 \text{ m}^2$  grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil

si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

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

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

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og ømfintlighets-indeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg

til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generell vedleggsdel. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederene. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2:** Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanddirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
<b>Dypvann</b>	Oksygen*	97:03	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES <sub>100</sub>	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500	

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

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

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <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

### Heggvika

På lokalitet Heggvika startet produksjonen i 2011. Anlegget har lagt i nåværende posisjon ca 3 år. Anlegget 480 meter langt og består av 6 merder. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (23. januar, 2013) var ca. 1154383 kg. Oversikt over fôrforbruk de siste tre år vises i tabell 2.4. Fisken er av 2012 årgang (høst) og skal utslaktes 2013. Anlegget skal deretter brakklegges fram til august 2014.

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

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	1043 tonn	ca. 1000 tonn
Siste 3 år	5523 tonn	Ca 6000tonn

### Kåholmen

På lokalitet Kåholmen startet produksjonen i årstall. Anlegget har lagt i nåværende posisjon ca 8 år. Anlegget 300 meter og består av 20 merder på 24\*24 meter. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (23. januar, 2013) var ca. 487000 kg. Oversikt over fôrforbruk de siste tre år vises i tabell 2.5. Fisken er av 2012 årgang (høst) og skal utslaktes i 2014. Anlegget skal deretter brakklegges fram til 01.09.2014.

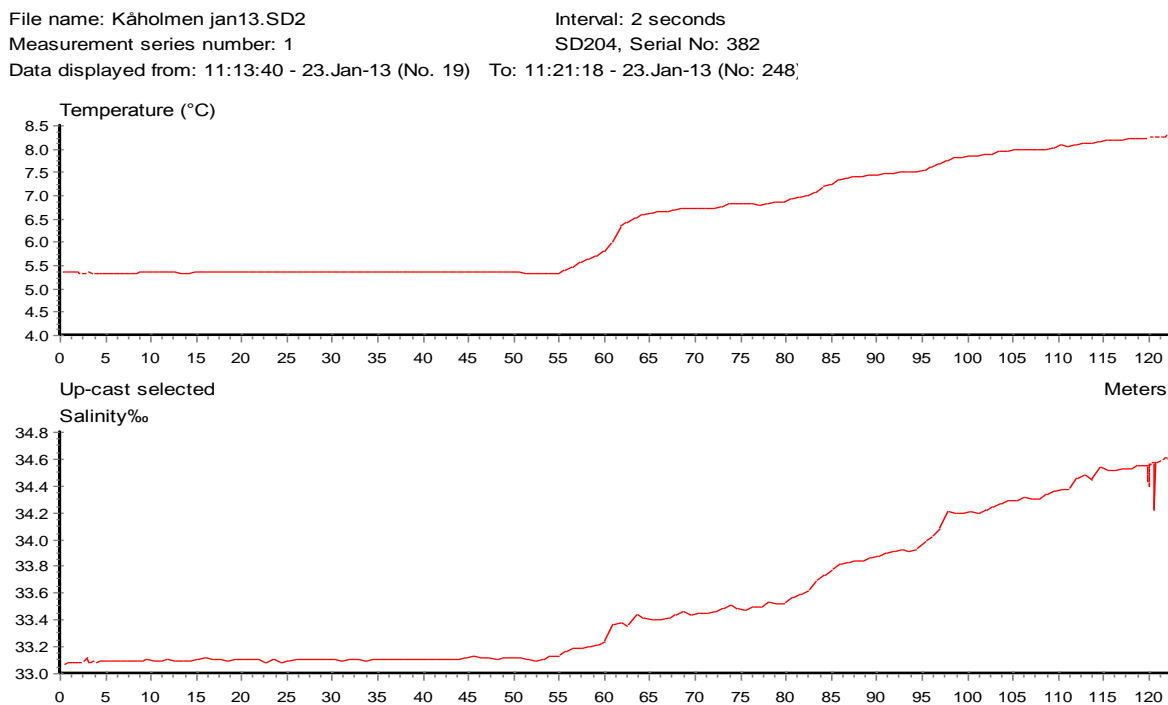
**Tabell 2.5.** Fôrforbruk i tonn på Kåholmen de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	393 tonn	ca.393 tonn
Siste 3 år	7274 tonn	ca. 6437 tonn

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på alle 5 stasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres nedenfor (Figur 3.1-3.10).



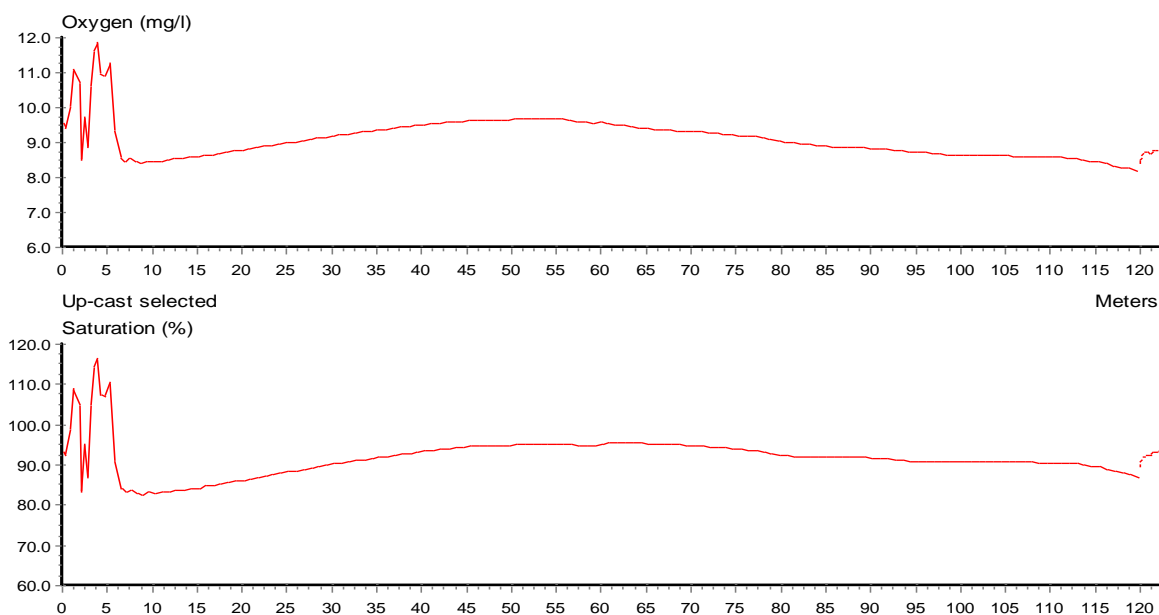
**Figur 3.1:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 121 meters dyp på stasjon Kåholmen 1-13 den 23. januar 2013.

Sjøtemperaturen ved overgangssonestasjonen Kåholmen 1-13 var på undersøkelsestidspunktet 5,4 °C fra sjøoverflaten og ned til 55 meters dybde. Saliniteten var også jevn i disse vannmassene og lå jevnt på 33,1 ‰. Fra 50 meter og videre nedover i vannsøyla stiger sjøtemperaturen gradvis opp til 8,1 °C ved bunnen. Saliniteten stiger også jevnt nedover mot bunnen, der den er 34,5 ‰.



### SAM-Marin og Aqua Kompetanse

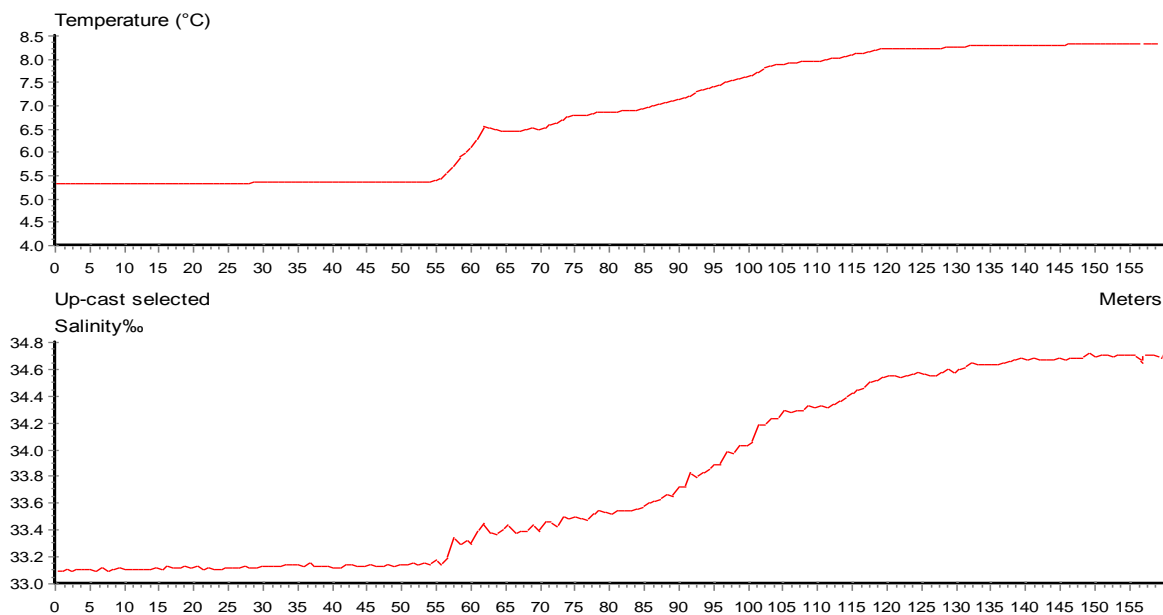
File name: Kåholmen jan13.SD2 Interval: 2 seconds  
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382  
Data displayed from: 11:13:40 - 23.Jan-13 (No. 19) To: 11:21:18 - 23.Jan-13 (No: 248)



**Figur 3.2:** Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 121 meters dyp på stasjon Kåholmen 1-13 1 den 23. januar 2013.

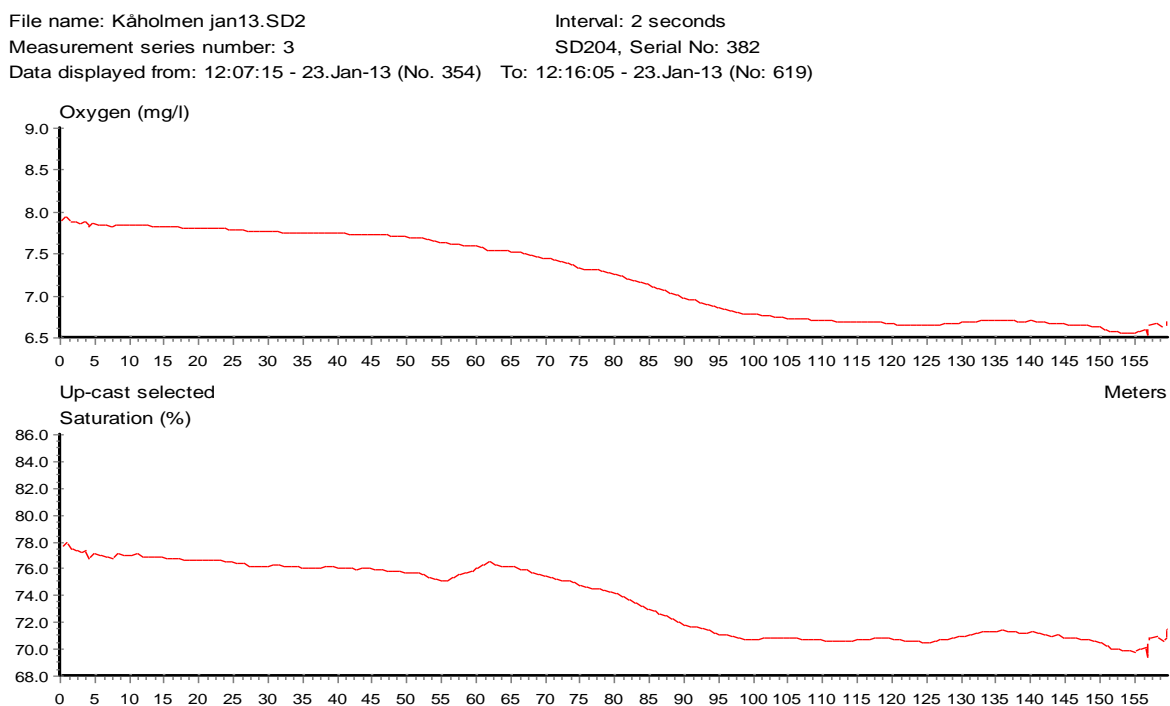
Oksygennivået er høyt i hele vannsøylen og ligger over 8,0 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann fra overflate til bunn. Metningen ligger over 80 % i hele vannsøyla.

File name: Kåholmen jan13.SD2 Interval: 2 seconds  
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382  
Data displayed from: 12:07:15 - 23.Jan-13 (No. 354) To: 12:16:05 - 23.Jan-13 (No: 619)



**Figur 3.3:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 159 meters dyp på stasjon Kåholmen 2-13 den 23. januar 2013.

Ved Kåholmen 2-13 ligger sjøtemperaturen stabil på 5,4 °C fra overflatelaget og ned til 55 meters dybde. Saliniteten er også jevn i dette sjiktet, og ligger på rundt 33,1 ‰. Videre nedover i vannsøyla får man et varmere og saltere vannlag. Ved sjøbunnen holder vannet 8,3 °C, og saliniteten er 34,7 ‰.



**Figur 3.4:** Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 159 meters dyp på stasjon Kåholmen 2-13 den 23. januar 2013.

Oksygenkonsentrasjonen ved Kåholmen 2-13 er 8,0 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann i overflatemassene. Ved bunnen har den avtatt noe, og ligger på 6,5 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 4,6 ml O<sub>2</sub>/liter sjøvann, og gir tilstanden 'Meget god' og oksygen i dypvann etter klassifiseringen i Molvær et al, 97 (se tabell 2.2). Metningen ligger over 65 % i hele vannsøyla.

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse

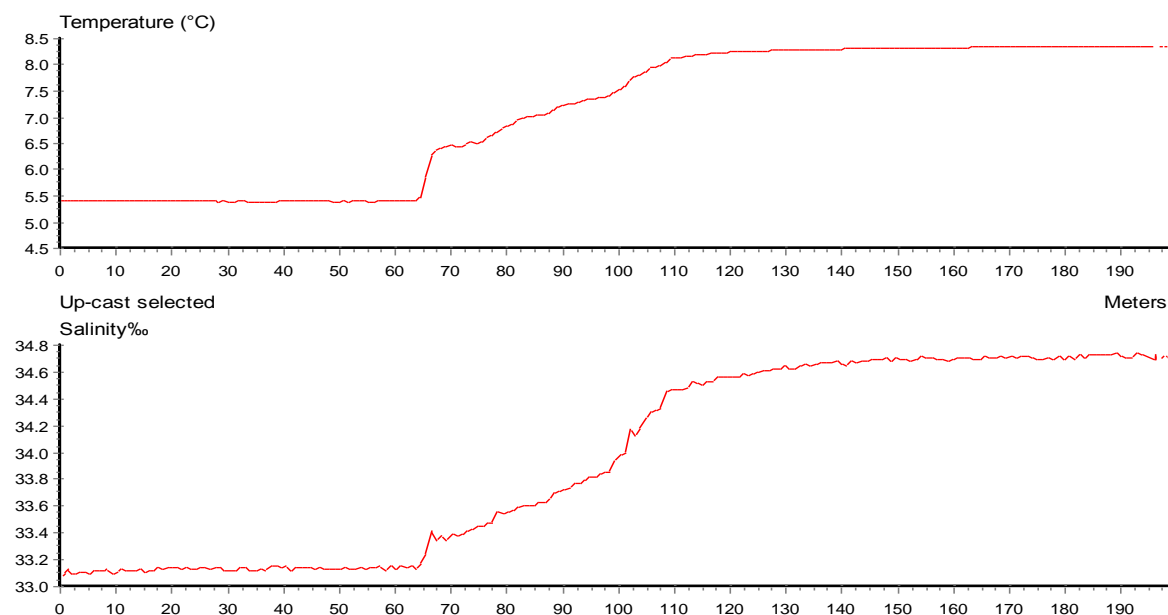
File name: Kåholmen jan13.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 6

SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 13:59:13 - 23.Jan-13 (No. 701) To: 14:10:05 - 23.Jan-13 (No. 1027)



**Figur 3.5:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 198 meters dyp på stasjon Kåholmen 3-13 den 23. januar 2013.

Ved den felles fjernsonestasjonen Kåholmen 3-13 har man vannmasser med jevne verdier både når det gjelder temperatur og salinitet i de øverste 60 meterne av vannsøyla. Temperaturen ligger på 5,5 °C, og saliniteten ligger på rundt 33,1 ‰. På 60 meters dyp har man et sprangsjikt, hvor vannet under dette holder en høyere temperatur og en høyere salinitet. Ved bunnen på 198 meters dyp holder vannet 8,3 °C og 34,7 ‰.

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse

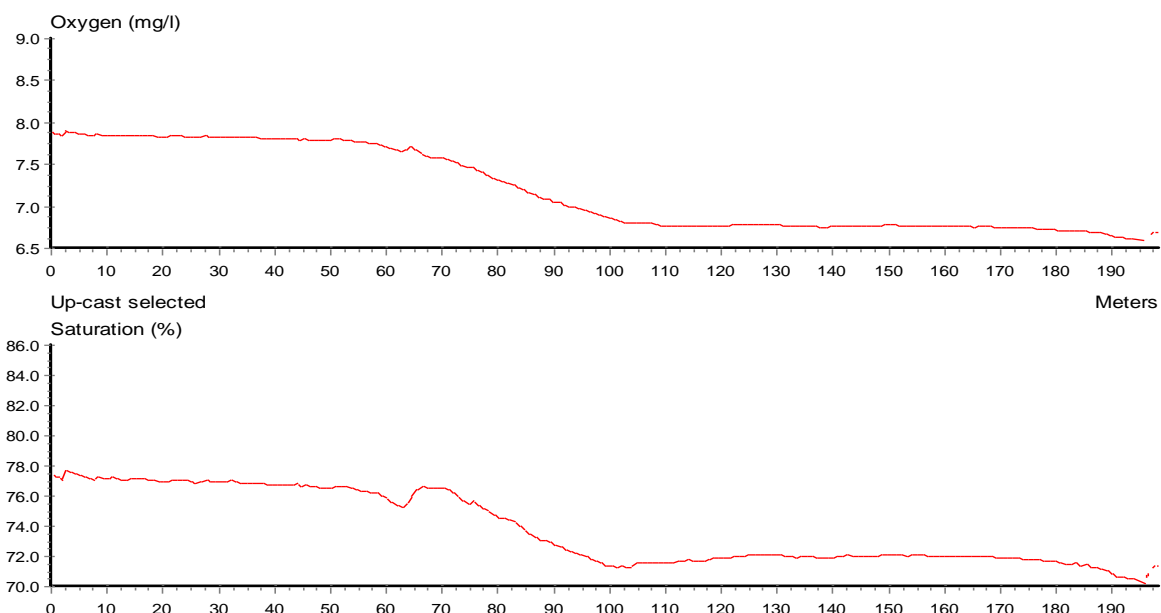
File name: Kåholmen jan13.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 6

SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 13:59:13 - 23.Jan-13 (No. 701) To: 14:10:05 - 23.Jan-13 (No. 1027)

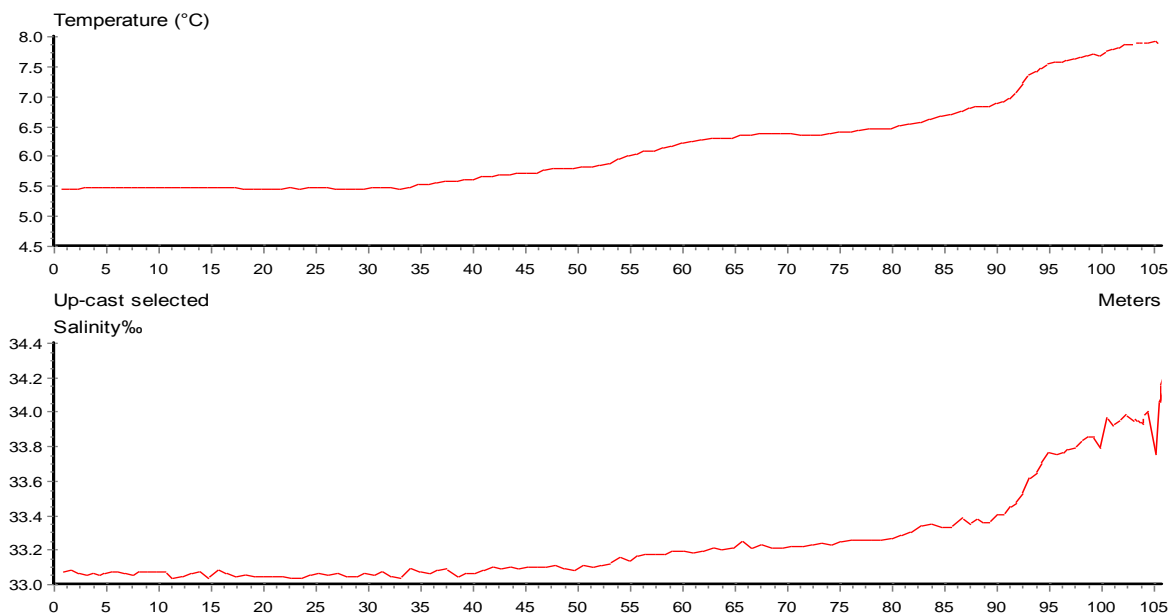


**Figur 3.6:** Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 198 meters dyp på stasjon Kåholmen 3-13 den 23. januar 2013.

Overflatevannet har en oksygenkonsentrasjon på i underkant av 8,0 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann. Fra 50 meters dyp og nedover avtar den gradvis. Ved bunnen er den 6,6 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann, noe som tilsvarer 4,65 ml O<sub>2</sub>/liter sjøvann og gir tilstandsklassen 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.

### SAM-Marin og Aqua Kompetanse

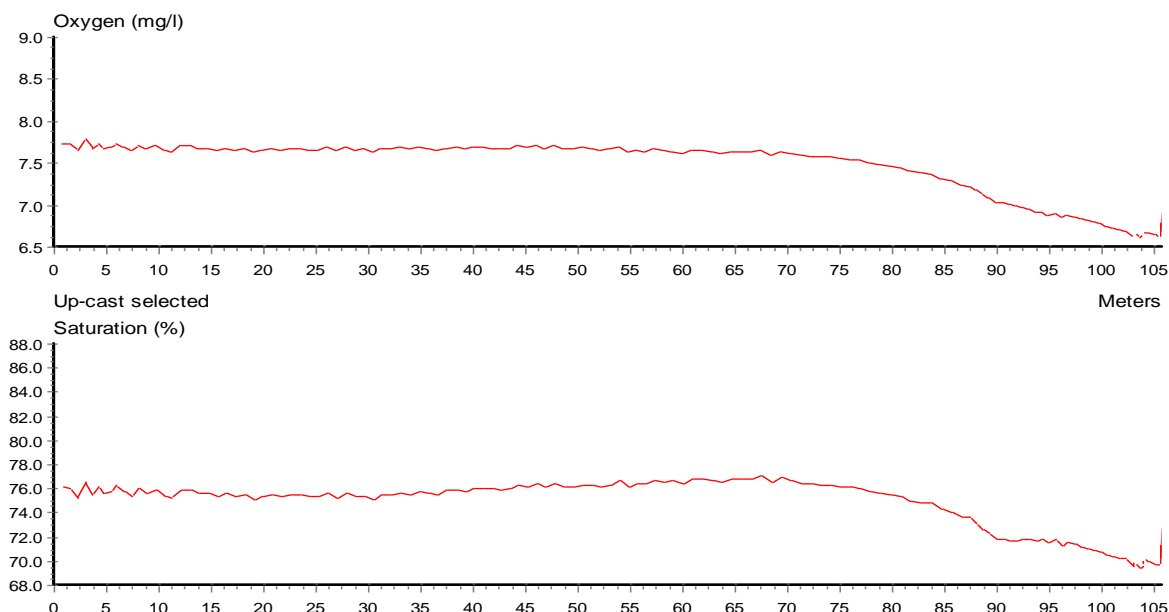
File name: Kåholmen jan13.SD2 Interval: 2 seconds  
Measurement series number: 10 SD204, Serial No: 382  
Data displayed from: 16:19:40 - 23.Jan-13 (No. 1439) To: 16:26:26 - 23.Jan-13 (No: 1642)



**Figur 3.7:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 105 meters dyp på stasjon Heggvika 1 den 23. januar 2013.

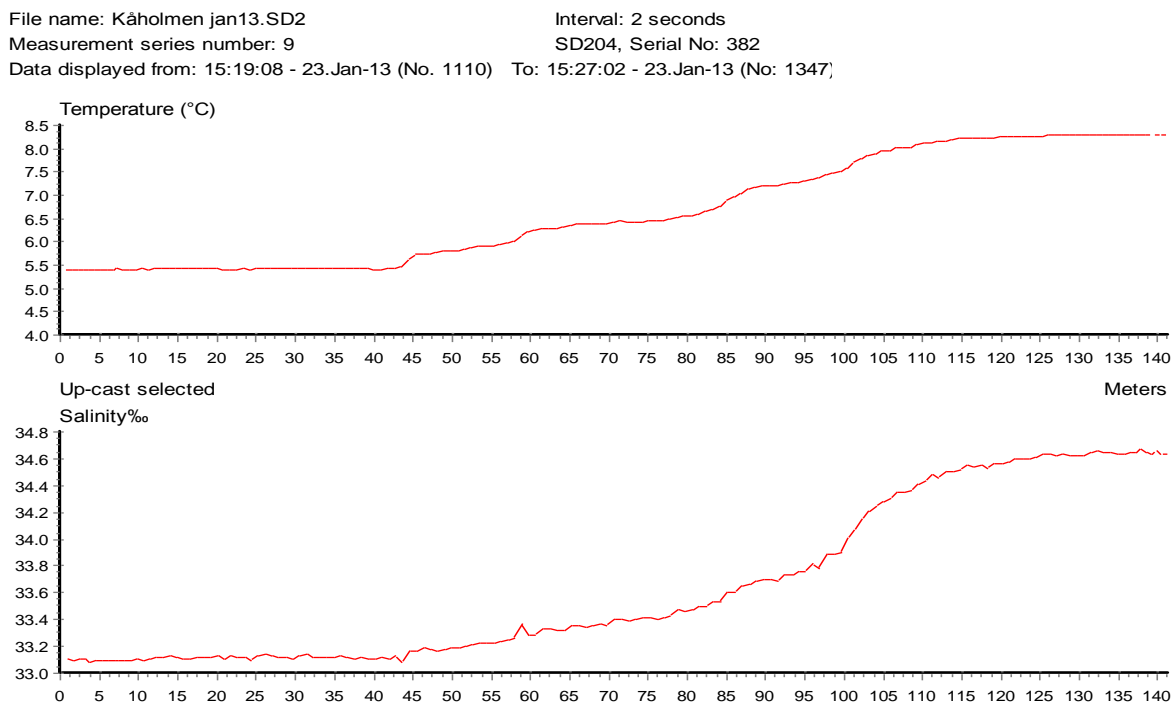
Ved nærsonestasjonen til Heggvika holder overflatevannet 5 °C og 33,1 ‰. Nedover i vannmassene stiger temperaturen gradvis. Ved bunnen er den 7,9 °C, saliniteten er 34,2 ‰.

File name: Kåholmen jan13.SD2 Interval: 2 seconds  
Measurement series number: 10 SD204, Serial No: 382  
Data displayed from: 16:19:40 - 23.Jan-13 (No. 1439) To: 16:26:26 - 23.Jan-13 (No: 1642)



**Figur 3.8:** Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 105 meters dyp på stasjon Heggvika 1 den 23. januar 2013.

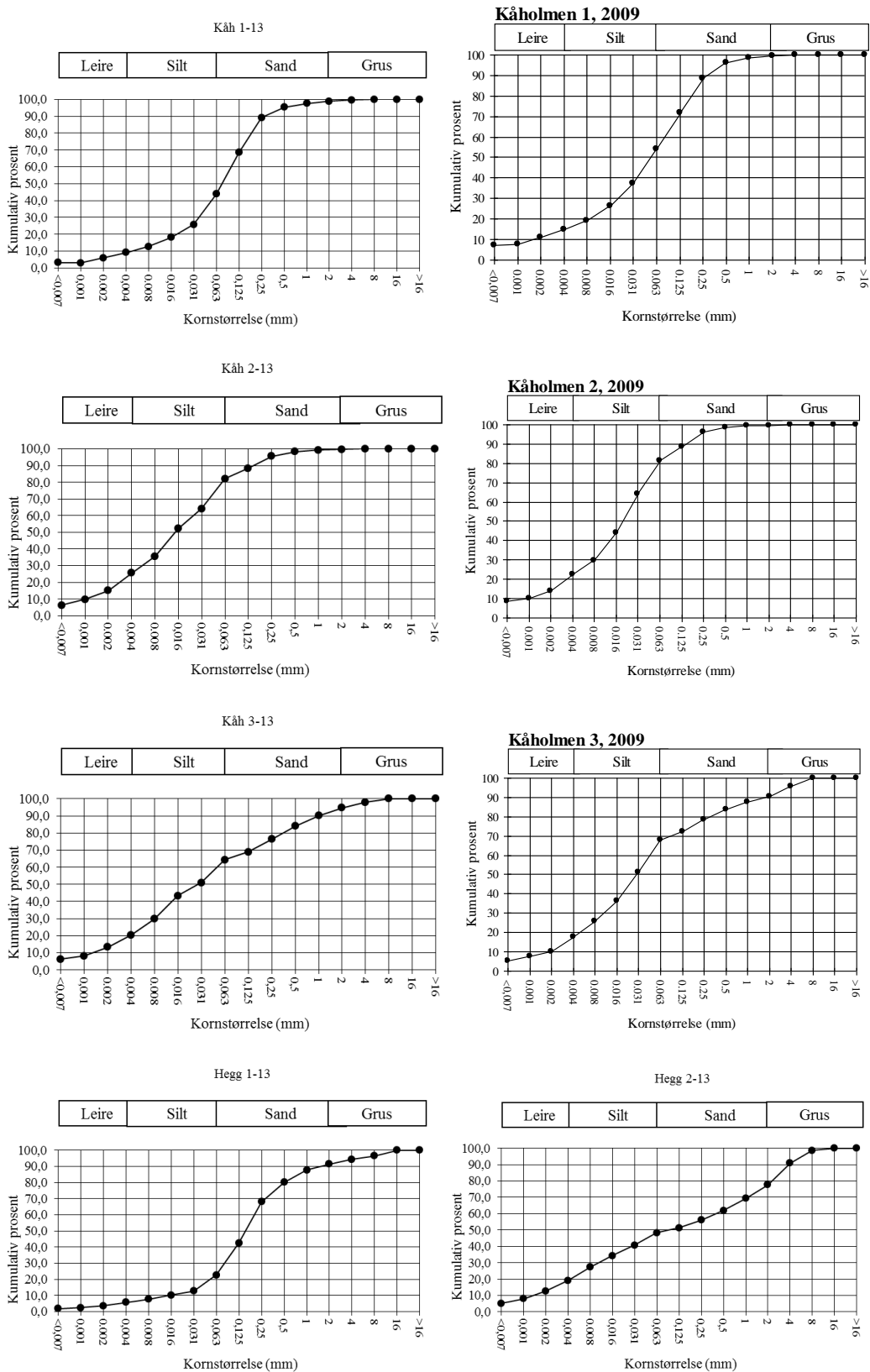
Oksygenkonsentrasjonen er 7,7 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann i overflatemassene. Den ligger så forholdsvis stabil på dette nedover i dypet. Bunnvannet har en konsentrasjon på 6,6 mg O<sub>2</sub>/liter sjøvann. Dette tilsvarer 4,65 ml O<sub>2</sub>/liter sjøvann og gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i tabell 2. Metningen er 75 % i overflatevannet, og rundt 70 % i bunnvannet.



**Figur 3.9:** Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 141 meters dyp på stasjon Heggvika 2 den 23. januar 2013.

Ved Heggvika 2 er temperaturen ved overflaten 5,5 °C, mens saliniteten er 33,1 ‰. Ved 50 meters dybde og videre nedover stiger både temperaturen og saliniteten gradvis. Ved bunnen på 141 meter er temperaturen steget opp til 8,3 °C, og saliniteten til 34,6 ‰.





**Figur 3.11:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitetene Kåholmen og Heggvika, januar 2013. De historiske figurene er hentet fra rapportene i 2009 og 2010.



Ved Kåh 1-13 utgjorde sand den største andelen med 55 % av sedimentet. Fraksjonen leire og silt utgjorde til sammen 44 % av sedimentet. Grus utgjorde 1 %. Glødetapet var 5,4 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Stasjon Kåh 2-13 hadde et finkornet sediment med 56 % silt og 26 % leire. De resterende 18 % besto av sand. Her var glødetapet høyere, 11,6 %, men dette er fortsatt å betegne som et lavt organisk innhold.

Fjernstasjonen, Kåh 3-13, ute i dypet av fjorden hadde en overvekt av finkornet sediment bestående av 20 % leire og 44 % silt, mens 30 % besto av sand og 5 % av grus. Glødetapet var 8,9 %. Dette er normalt for dype norske fjorder.

Nærsonestasjonen Hegg 1 hadde mest grovkornet materiale i form av 69 % sand og 9 % grus. Fraksjonen leire og silt utgjorde til sammen 23 %. Glødetapet var her 3,5 %, og er dermed å betrakte som et lavt nivå.

Overgangssonestasjonen Hegg 2 hadde en jevn fordeling mellom flere kornstørrelseskategorier. Den fordelte seg med 19 % leire, 29 % silt, 29 % sand, og 22 % grus. Glødetapet var også ved denne stasjonen lavt, med 8 %.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al.*, 1993).

TOC-verdiene viste høye verdier ved Kåh 2-13, Kåh 3-13 og Hegg 2, og gav dårlig tilstand. For Kåh 2-13 og Kåh 3-13 har det skjedd en forverring sammenliknet med resultatene fra 2009. Ved Kåh 1-13 og Hegg 1 var tilstanden for parameteren TOC moderat. For Kåh 1-13 har tilstanden også forverret seg fra tilstanden 'God' til 'Moderat'. Verdiene av sink og kobber viste lave nivåer og beste tilstand i sedimentprøvene fra alle fem stasjoner.

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen *et al.* 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

Stasjon	År	Totalt organisk carbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
<b>Kåh 1</b>	<b>2013</b>	<b>20</b>	<b>30,11</b>	<b>III</b>	<b>0,88</b>	<b>58</b>	<b>I</b>	<b>10</b>	<b>I</b>	<b>62,8</b>
Kåholmen 1	2009	18	26,3	II	0,96	44	I	8,4	I	48,9
<b>Kåh 2</b>	<b>2013</b>	<b>48</b>	<b>51,24</b>	<b>V</b>	<b>2,0</b>	<b>140</b>	<b>I</b>	<b>28</b>	<b>I</b>	<b>41,1</b>
Kåholmen 2	2009	36	39,4	III	1,2	63	I	16	I	43,5
<b>Kåh 3</b>	<b>2013</b>	<b>34</b>	<b>40,43</b>	<b>IV</b>	<b>0,88</b>	<b>100</b>	<b>I</b>	<b>21</b>	<b>I</b>	<b>49,3</b>
Kåholmen 3	2009	21	26,8	II	0,59	48	I	13	I	38,7
<b>Hegg 1</b>	<b>2013</b>	<b>14</b>	<b>27,93</b>	<b>III</b>	<b>0,76</b>	<b>54</b>	<b>I</b>	<b>10</b>	<b>I</b>	<b>70,0</b>
<b>Hegg 2</b>	<b>2013</b>	<b>26</b>	<b>35,3</b>	<b>IV</b>	<b>0,53</b>	<b>81</b>	<b>I</b>	<b>16</b>	<b>I</b>	<b>54,3</b>

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.12-3.14, og i Vedleggstabellene 1-2.

Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i januar 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Det er tidligere tatt prøver fra stasjonene og beregningene av årets data er derfor gjennomført sammen med de historiske, for og best mulig kunne sammenligne disse.

#### **Kåholmen:**

For lokalitet Kåholmen har man ved årets undersøkelse valgt å følge opp tidligere undersøkte stasjoner fra området rundt anlegget. Det foreligger av den grunn ikke materiale fra nærstasjonen. Både Kåh 1 og Kåh 2 ligger i overgangssonen og vil bli klassifisert ut i fra det.

Kåh 1 ligger i overgangssonen like nordvest for lokaliteten Kåholmen på 121 meters dyp. Det foreligger mangelfullt biologisk materiale fra denne stasjonen grunnet stein/skjell i grabbens åpning grunnet grov skjellsand på bunnen i området. Resultatene fra denne stasjonen kan

dermed ikke rapporteres akkreditert. Resultatene er likevel tatt med da de gir et bilde av hvilket samfunn som lever her.

På Kåh 1 ble funnet totalt 79 arter med til sammen 2205 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,92 og en Hulberts' diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 22,7 som tilsvarer tilstandsklasse henholdsvis «svært god» og «god». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet gir begge tilstandsklasse «god» (NQI1: 0,69 og NQI2: 0,62) mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen her er «noe forstyrret». Artene på denne stasjonen hadde en relativt jevn fordeling og de mest tallrike artene var arter av børstemarkslekten *Polydora* med 578 individer. Denne slekten utgjorde ca. 26 % av individene i prøven. *Polydora* er ikke bestemt til art ettersom slekten er svært artskompleks og krever spesialkompetanse. Den nest mest tallrike arten var skjellet *Abra nitida* med 262 individer og ca. 12 % av det totale individtallet. Den tredje mest individrike arten var børstemarken *Paramphinome jeffreysii*. Denne arten utgjorde ca. 10 %. Blant de 10 mest individrike artene finner man i tillegg seks arter av børstemark, en sjøpølse og et skjell. I følge MOM-standarden er diversitets-indekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (svært god). Resultatene fra undersøkelsen ved lokaliteten i 2009 viste artsrikt og upåvirket samfunn. Man ser fra årets undersøkelse at det totale artsantallet har gått litt ned, men at man også ved denne undersøkelsen har svært god miljøtilstand på stasjonen. Artssammensetningen indikerer gode forhold, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

Kåh 2 ligger i overgangssonen like øst for lokaliteten Kåholmen på 159 meters dyp. Her ble funnet totalt 73 arter med til sammen 2953 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,27 og en Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 18,35. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1 og NQI2 gav henholdsvis verdiene 0,66 og 0,56. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse «god». AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen her er «noe forstyrret». I henhold til MOM-standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (svært god). Også på denne stasjonen var den mest tallrike dyregruppen børstemarkslekten *Polydora* med 1053 individer og denne slekten utgjorde ca. 36 % av individene i prøven. Den nest mest tallrike arten var skjellet *Thyasira sarsii* med 448 individer og ca. 15 % av det totale individtallet. Den tredje mest individrike arten var skjellet *Abra nitida*. Denne arten utgjorde ca. 11 % med sine 317 individer. Blant de 10 mest individrike artene finner man i tillegg syv arter børstemark. Resultatene fra undersøkelsen ved

lokaliteten i 2009 viste artsrikt og upåvirket samfunn. Man ser fra årets undersøkelse at det totale artsantallet og individantallet har gått litt ned, men at man også ved denne undersøkelsen har svært god miljøtilstand på stasjonen.

### **Heggvika:**

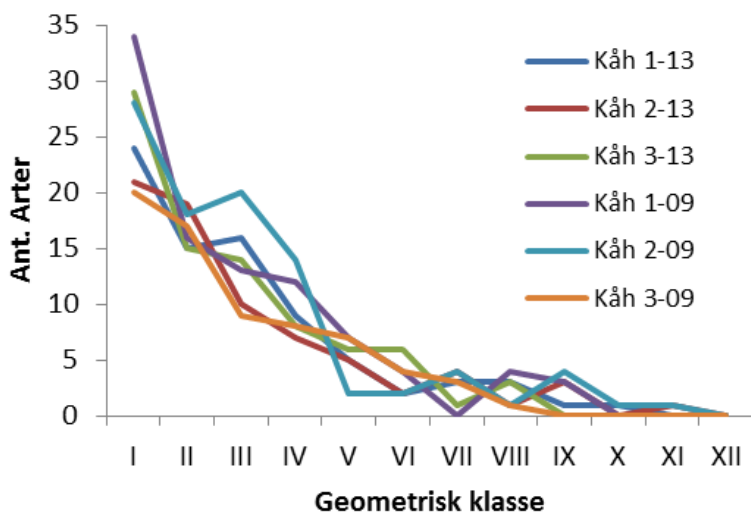
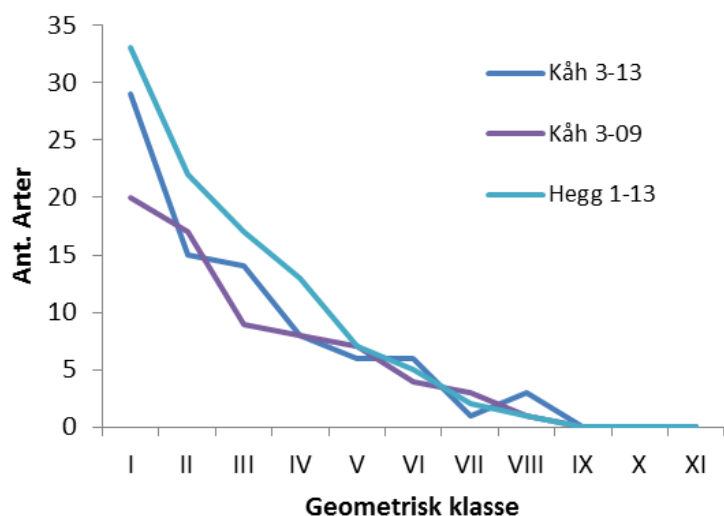
Hegg 1 ligger på 107 meters dyp sør i nærsonen på lokalitet Heggvika. Det foreligger mangelfullt biologisk materiale fra denne stasjonen grunnet problemer med å få tilstrekkelig mengde sediment i grabben. På grunn av dette kan ikke resultatene fra Hegg 1 rapporteres akkreditert. Resultatene er likevel tatt med da de gir et tilfredsstillende bilde av hvilket samfunn som lever her.

På Hegg 1 ble funnet totalt 100 arter med til sammen 1092 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 4,86 og en Hulberts' diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 36,13. NQI1 og NQI2 er indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, disse hadde henholdsvis verdiene 0,79 og 0,76. AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder på at faunen her er «moderat forstyrret». I følge MOM-standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (svært god). Artene på denne stasjonen hadde en svært jevn fordeling. Den mest tallrike arten var skjellet *Thyasira sarsii* med 188 individer og utgjorde ca. 17 % av individene i prøven. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Sabellides octocirrata* med 123 individer og ca. 11 % av det totale individtallet. Blant de 10 mest individrike artene finner man i tillegg syv arter av børstemark og en sjøpølse. Artssammensetningen indikerer svært gode forhold, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

**Fjernstasjon for Kåholmen og Heggvika:** Fjernstasjonen til anleggene, Kåh 3, ligger sørøst for Kåholmen og vest for Heggvika på 201 meters dyp. Her fant man totalt 82 arter med til sammen 1370 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Shannon Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) ble beregnet til 4,34 og Hulberts' diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) ble beregnet til 28,23. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,74 og 0,7. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse I – Svært God. De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* med 234 individer (ca. 17 %), *Galathowenia oculata* med 229 individer (ca. 17 %), og *Diplocirrus glaucus* (190 stk., ca. 14 %). Blant de ti mest individrike artene fant man ytterlige fire børstemarkarter, to skjellarter og

en pølseorm. Artssammensetningen er svært jevn og indikerer gode forhold på stasjonen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

Dendrogrammet viser at Kåh 1 og Kåh 2 hadde om lag 60 % likhet og skilte seg fra Kåh 3 med ca. 45 % likhet. Fjernstasjonen Kåh 3 skilte seg fra Hegg 1 med ca. 35 % likhet. MDS-grafen viser at det er større likhet innen år enn innen samme stasjon. Dette kan bety at det har skjedd en utvikling på alle stasjonene ved Kåholmen fra 2009 til 2013.



**Figur 3.12:** Antall arter (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. \*) På stasjon Kåh 1 var det en liten lekkasje i åpningen av graben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1 var det ikke mulig å få nok sediment. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

**Tabell 3.3:** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. MOM-tilstanden baseres på summen av to grabbhugg, mens de resterende indeksene baseres på gjennomsnitt. Firkant angir tallmateriale for MOM-klassifisering. De historiske dataene er beregnet på nytt for best mulig å kunne sammenligne med årets verdier. \*)På stasjon Kåh 1 var det en liten lekkasje i åpningen av grabben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1 var det ikke mulig å få nok sediment til akkreditert prøve. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

Stasjon	År	Hugg	Ant. Ind.	Ant, Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES <sub>100</sub>	Veil, 01:2009 TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Kåh 1	2013	1	1058	61	3,83	0,68	0,61	22,31		2,88	0,65	5,93	
		2	1147	64	4,01	0,69	0,64	23,09		2,77	0,67	6,00	
Sum			2205	79	3,96			22,81			0,63	6,30	1
<b>Snitt</b>			<b>1102,5</b>	<b>62,5</b>	<b>3,92</b>	<b>0,69</b>	<b>0,62</b>	<b>22,70</b>	<b>God</b>	<b>2,83</b>	<b>0,66</b>	<b>5,97</b>	
Kåh 1	2009	1	1549	80	4,23	0,69	0,64	24,80		2,95	0,67	6,32	
		2	743	62	4,21	0,70	0,65	25,32		2,87	0,71	5,95	
Sum			2292	93	4,29			25,21			0,66	6,54	1
<b>Snitt</b>			<b>1146</b>	<b>71</b>	<b>4,22</b>	<b>0,69</b>	<b>0,64</b>	<b>25,06</b>	<b>God</b>	<b>2,91</b>	<b>0,69</b>	<b>6,14</b>	
Kåh 2	2013	1	1283	55	2,99	0,62	0,50	17,88		3,52	0,52	5,78	
		2	1670	59	3,56	0,69	0,62	18,81		2,54	0,60	5,88	
Sum			2953	73	3,42			18,70			0,55	6,19	1
<b>Snitt</b>			<b>1476,5</b>	<b>57</b>	<b>3,27</b>	<b>0,66</b>	<b>0,56</b>	<b>18,35</b>	<b>God</b>	<b>3,03</b>	<b>0,56</b>	<b>5,83</b>	
Kåh 2	2009	1	2610	74	3,35	0,64	0,53	18,03		3,43	0,54	6,21	
		2	1964	75	3,71	0,67	0,58	20,04		3,18	0,60	6,23	
Sum			4574	95	3,54			18,98			0,54	6,57	1
<b>Snitt</b>			<b>2287</b>	<b>74,5</b>	<b>3,53</b>	<b>0,65</b>	<b>0,56</b>	<b>19,04</b>	<b>God</b>	<b>3,30</b>	<b>0,57</b>	<b>6,22</b>	
Kåh 3	2013	1	688	56	4,24	0,73	0,69	25,95		2,35	0,73	5,81	
		2	682	66	4,43	0,76	0,72	30,51		2,15	0,73	6,04	
Sum			1370	82	4,42			28,77	<b>Svært</b>		0,70	6,36	-
<b>Snitt</b>			<b>685</b>	<b>61</b>	<b>4,34</b>	<b>0,74</b>	<b>0,70</b>	<b>28,23</b>	<b>God</b>	<b>2,25</b>	<b>0,73</b>	<b>5,93</b>	
Kåh 3	2009	2	449	58	4,63	0,74	0,72	32,09		2,38	0,79	5,86	
		3	489	48	4,32	0,70	0,67	26,53		2,70	0,77	5,58	
Sum			938	69	4,60			29,84			0,75	6,11	-
<b>Snitt</b>			<b>469</b>	<b>53</b>	<b>4,47</b>	<b>0,72</b>	<b>0,69</b>	<b>29,31</b>		<b>2,54</b>	<b>0,78</b>	<b>5,72</b>	
Hegg 1	2013	1	374	67	4,78	0,81	0,77	36,39		1,73	0,79	6,07	
		2	718	84	4,94	0,77	0,75	35,88		2,22	0,77	6,39	
Sum			1092	100	5,03			36,52			0,76	6,64	1
<b>Snitt</b>			<b>546</b>	<b>75,5</b>	<b>4,86</b>	<b>0,79</b>	<b>0,76</b>	<b>36,13</b>		<b>1,98</b>	<b>0,78</b>	<b>6,23</b>	
			I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV – Dårlig		V – Meget dårlig					

**Tabell 3.4:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. \*)På stasjon Kåh 1 var det en liten lekkasje i åpningen av graben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1 var det ikke mulig å få nok sediment til akkreditert prøve. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

Kåh 1-13	Ant.ind.	%	Kum %	Kåh 1-09	Ant.ind.	%	Kum %
<i>Polydora</i> sp.	578	26,2	26,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	300	13,1	13,1
<i>Abra nitida</i>	262	11,9	38,1	<i>Myriochele oculata</i>	295	12,9	26,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	218	9,9	48,0	<i>Polydora</i> sp.	279	12,2	38,1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	217	9,8	57,8	<i>Thyasira sarsii</i>	227	9,9	48,0
<i>Thyasira sarsii</i>	180	8,2	66,0	<i>Abra nitida</i>	226	9,9	57,9
<i>Pholoe baltica</i>	112	5,1	71,1	<i>Chaetozone</i> sp.	215	9,4	67,3
<i>Maldanidae</i> indet.	112	5,1	76,1	<i>Diplocirrus glaucus</i>	144	6,3	73,6
<i>Galathowenia oculata</i>	85	3,9	80,0	<i>Pholoe baltica</i>	55	2,4	76,0
<i>Synaptidae</i> indet.	41	1,9	81,9	<i>Aphelochaeta</i> sp.	44	1,9	77,9
<i>Chaetozone</i> sp.	39	1,8	83,6	<i>Labidoplax buskii</i>	40	1,7	79,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	27	1,2	84,9				

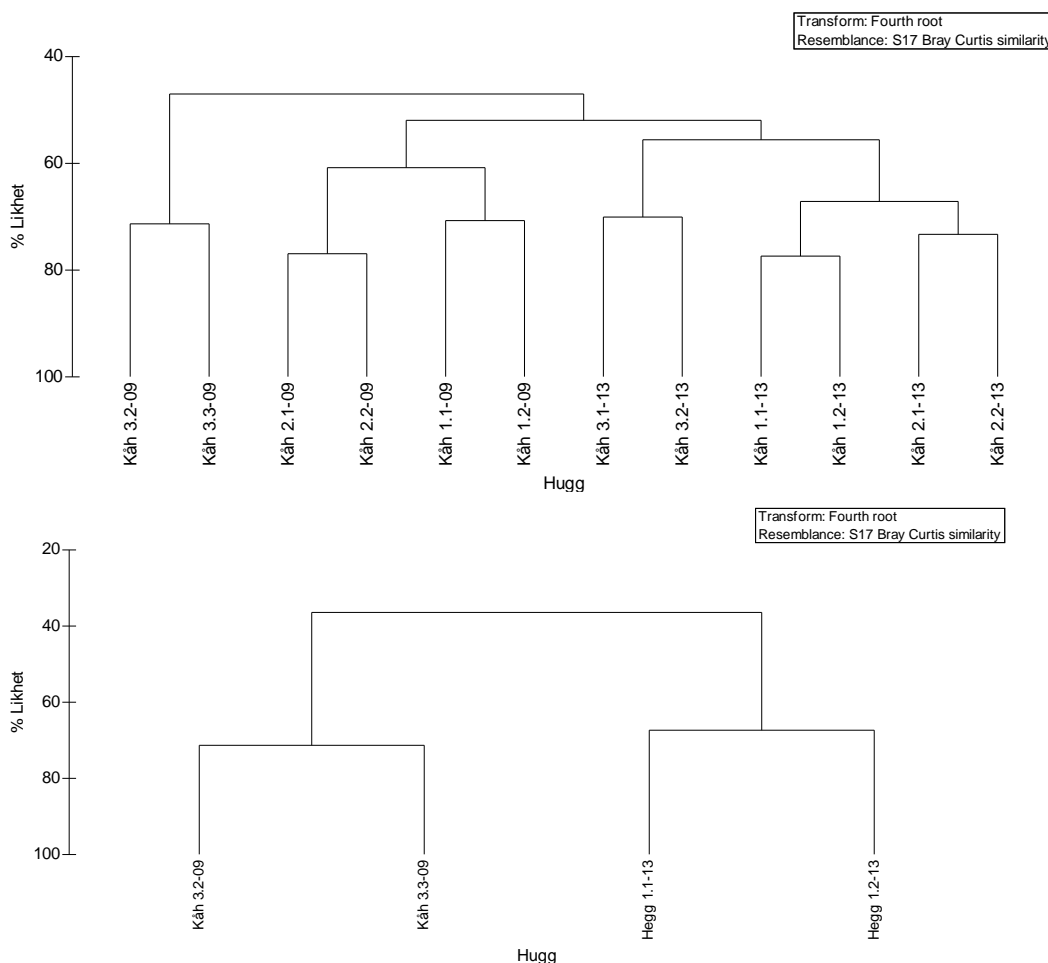
Kåh 2-13	Ant.ind.	%	Kum %	Kåh 2-09	Ant.ind.	%	Kum %
<i>Polydora</i> sp.	1053	35,7	35,7	<i>Polydora</i> sp.	1600	35,0	35,0
<i>Thyasira sarsii</i>	448	15,2	50,8	<i>Myriochele</i> spp.	554	12,1	47,1
<i>Abra nitida</i>	317	10,7	61,6	<i>Chaetozone</i> sp.	402	8,8	55,9
<i>Owenia borealis</i>	282	9,5	71,1	<i>Thyasira sarsii</i>	400	8,7	64,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	152	5,1	76,3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	359	7,8	72,5
<i>Galathowenia oculata</i>	90	3,0	79,3	<i>Diplocirrus glaucus</i>	286	6,3	78,7
<i>Pholoe baltica</i>	84	2,8	82,2	<i>Abra nitida</i>	190	4,2	82,9
<i>Maldanidae</i> indet.	84	2,8	85,0	<i>Owenia borealis</i>	86	1,9	84,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	65	2,2	87,2	<i>Pholoe baltica</i>	83	1,8	86,6
<i>Mediomastus fragilis</i>	51	1,7	88,9	<i>Heteromastus filiformis</i>	83	1,8	88,4

Kåh 3-13	Ant.ind.	%	Kum %	Kåh 3-09	Ant.ind.	%	Kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	234	17,1	17,1	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	157	16,7	16,7
<i>Galathowenia oculata</i>	229	16,7	33,8	<i>Myriochele oculata</i>	114	12,2	28,9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	190	13,9	47,7	<i>Thyasira equalis</i>	87	9,3	38,2
<i>Thyasira equalis</i>	70	5,1	52,8	<i>Polydora</i> sp.	66	7,0	45,2
<i>Scalibregma inflatum</i>	54	3,9	56,7	<i>Aphelochaeta</i> sp.	49	5,2	50,4
<i>Abra nitida</i>	53	3,9	60,6	<i>Scalibregma inflatum</i>	46	4,9	55,3
<i>Chaetozone</i> sp.	52	3,8	64,4	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	42	4,5	59,8
<i>Polydora</i> sp.	43	3,1	67,5	<i>Abra nitida</i>	41	4,4	64,2
<i>Pholoe baltica</i>	32	2,3	69,9	<i>Diplocirrus glaucus</i>	28	3,0	67,2
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	32	2,3	72,2	<i>Drilonereis filum</i>	21	2,2	69,4

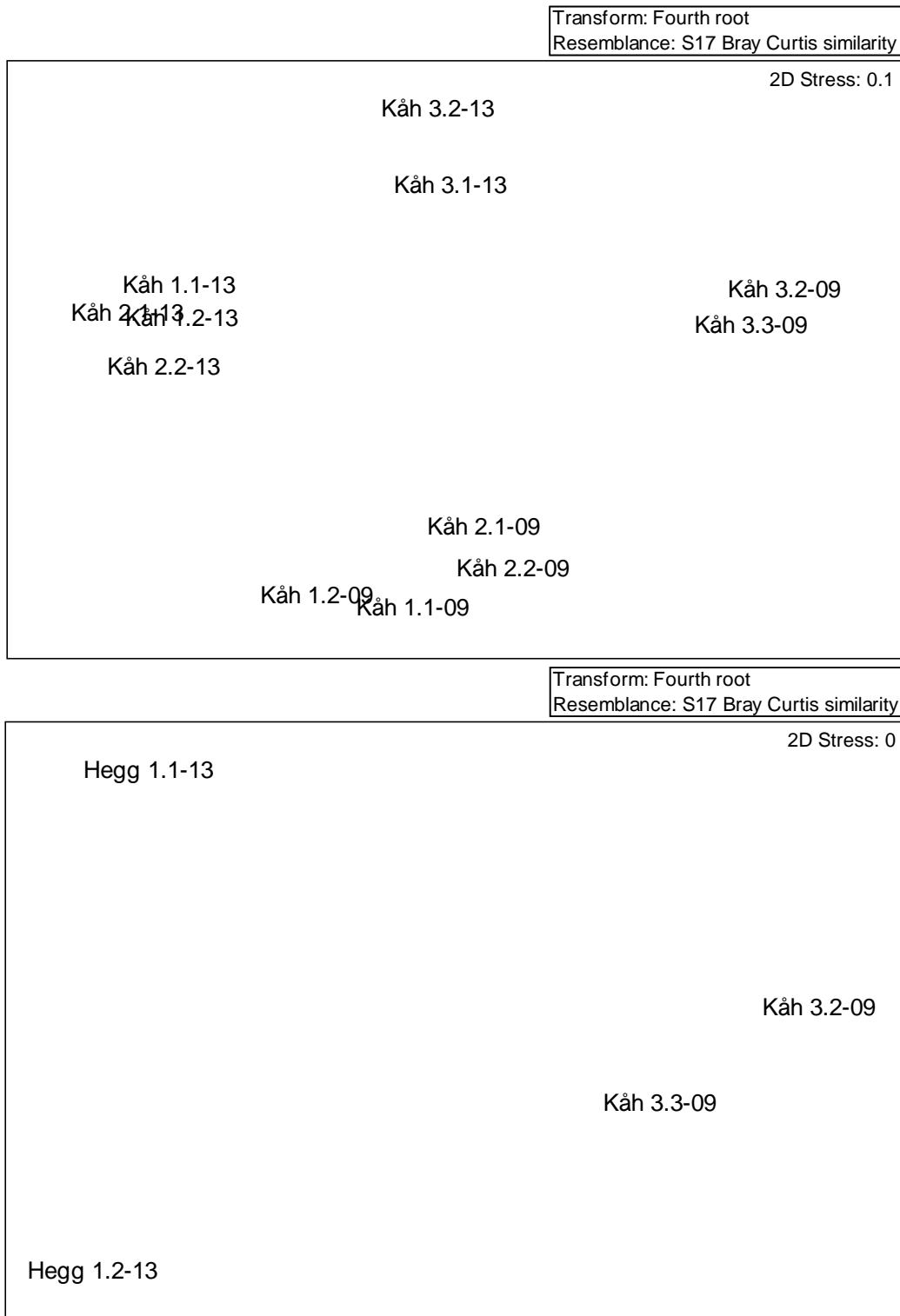
**Tabell 3.4 forts:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. \*)På stasjon Kåh 1 var det en liten lekkasje i åpningen av graben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1 var det ikke mulig å få nok sediment til akkreditert prøve. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

Hegg 1-13	Ant.ind.	%	Kum %
<i>Thyasira sarsii</i>	188	17,2	17,2
<i>Sabellides octocirrata</i>	123	11,3	28,5
<i>Pholoe baltica</i>	74	6,8	35,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	63	5,8	41,0
<i>Polydora</i> sp.	55	5,0	46,1
<i>Amythasides macroglossus</i>	48	4,4	50,5
<i>Synaptidae</i> indet.	39	3,6	54,0
<i>Capitella capitata</i>	37	3,4	57,4
<i>Phisidia aurea</i>	28	2,6	60,0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	25	2,3	62,3



**Figur 3.13:** MDS plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i januar 2013 og august 2009. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. \*)På stasjon Kåh 1-13 var det en liten lekkasje i åpningen av graben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1-13 var det ikke mulig å få nok sediment til akkreditert prøve. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.





**Figur 3.14:** Cluster plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i januar 2013 og august 2009. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. \*)På stasjon Kåh 1 var det en liten lekkasje i åpningen av graben. Noe sediment kan ha lekket ut. Ved Hegg 1 var det ikke mulig å få nok sediment til akkreditert prøve. Data fra Kåholmen 2009 er hentet fra SAM e-rapport 2-2010 (Olsen et al. 2010). Prøvene er tatt på samme posisjon i 2009 som i 2013 og er derfor direkte sammenlignbare.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokalitetene Kåholmen og Heggvika i Hitra kommune, Sør-Trøndelag. Lokalitetene eies av oppdrettskonsernet Marine Harvest Norway AS. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 23. januar 2013. Det ble samlet prøver fra fem stasjoner. Ved 3 av stasjonene ble det også tatt prøver etter MOM C-metodikken i 2009. Dette medfører at det ikke er tatt prøve i nærsone til Kåholmen i 2013, da prøvene ble tatt på samme posisjon som i 2009. Fjernsonestasjonen til Kåholmen fra 2009, fungerer denne gangen som en fellesstasjon for både Kåholmen og Heggvika. Ved Heggvika er det tatt to nye stasjoner; i nærsone og i overgangssone til anlegget.

Kornfordelingsanalysen viste at stasjonene Kåh 1-13 og Hegg 1 hadde en hovedvekt av partiklene i kategorien grus, mens Kåh 2-13 og Kåh 3-13 hadde de fleste partiklene i størrelseskategoriene leire og silt. I prøven fra Hegg 2 fordelte partiklene seg forholdsvis jevnt innen kategoriene leire, silt, sand, og grus. Den kjemiske analysen viste høye nivå av total organisk karbon (TOC) på Kåh 2-13, Kåh 3-13, og Hegg 2. Ved Kåh 1-13 og Hegg 1 viste denne parameteren moderate nivå. Sammenliknet med undersøkelsen fra 2009 er tilstanden for TOC forverret med en eller to tilstandsklasser for alle 3 Kåholm-stasjonene. Det bør samtidig nevnes at metoden for å regne ut normalisert TOC er beregnet på bunnsediment fra utaskjærs lokaliteter, og man skal således ikke tillegge TOC for mye vekt. Glødetapet indikerer et lavt organisk innhold i sedimentet fra alle 5 stasjoner, men det er høyest på Kåh2-13, noe som samsvarer med det TOC viser.

Den hydrografiske undersøkelsen viste at man i de øverste 50 meterne på undersøkelsestidspunktet hadde vannmasser med jevn temperatur og salinitet. Saliniteten lå rundt 33,1 ‰ ved alle stasjoner og temperaturen like rundt 5,5 °C. Under sjiktet på rundt 50 meter steg sjøtemperaturen noe nedover i dypet, til over 7 °C, samt at saliniteten økte til over 34 ‰ i bunnvannet. Oksygenverdiene var også jevne i disse massene. Dette betyr at vannmassene i Fillfjorden har et saltinnhold som tilsvarer oseanisk vann. Bunnvannet ved alle 5 stasjoner hadde et oksygeninnhold som gav tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann.

Bunndyrsanalysen viste gode forhold på overgangssonestasjonen Kåh1-13. Shannon-Wiener gav en diversitet på 3,92 og Hulberts' diversitetsindeks gav verdien 22,7, som tilsvarer henholdsvis tilstandsklassen «svært god» og «god». AMBI-verdien tydet på at faunaen var «noe forstyrret». Artene hadde en jevn fordeling, og de mest tallrike artene var børstemarken innen slekten *Polydora*. Individuer innen denne slekten er ikke artsbestemt på grunn av kompleksiteten, hvor enkelte arter krever DNA analyse for å kunne bestemmes. Siden 2009 har artstallet gått noe ned, men man har fortsatt svært god miljøtilstand på denne lokaliteten. Samtlige indekser plasserte overgangssonestasjonen Kåh 2-13 i tilstandsklassen «god». AMBI-verdien tydet på en «noe forstyrret» fauna. Børstemarkslekten *Polydora* var mest tallrik med 1053 individer. Siden 2009 har det totale arts- og individtallet gått litt ned, men man har fortsatt svært god miljøtilstand på denne stasjonen.

Ved nærsoneestasjonen Hegg1 antyder AMBI-verdiene en «moderat forstyrret» bunnfauna. MOM-systemet gav stasjonen miljøtilstanden «svært god». Den mest tallrike arten var skjellet *Thyasira sarsii* med 188 individer, og utgjorde cirka 17 % av individene i prøven. Artssammensetningen og fordeling av de geometriske klassene indikerer svært gode forhold.

Bunnfaunaen ved den felles fjernsoneestasjonen Kåh 3-13 havnet i tilstandsklassen «svært god» hos samtlige indekser. De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Paramphinoe jeffreysii*, *Galathowenia oculata*, og *Diplocirrus glaucus*. Artssammensetningen er jevn og indikerer gode forhold på stasjonen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser. Dette var også tilfellet i 2009.

Oppsummert kan man si at de marine miljøforholdene ved de to oppdrettslokalitetene i Fillfjorden på Hitra er gode. Forholdene er lite endrede fra år 2009, noe som tyder på at driftsregimet til anleggene er innenfor bæreevnen til Fillfjorden.

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam og Natalia Korbaleva. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad fra SAM-Marin.

## 6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Olsen A.W., Kristiansen M., Hatlen K., Johansen P-O, 2010. Marin miljøundersøkelse i Fillfjorden, 2009. SAM e-rapport 2-2010.

## 7 VEDLEGG

**Generell vedleggsdel****Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 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.

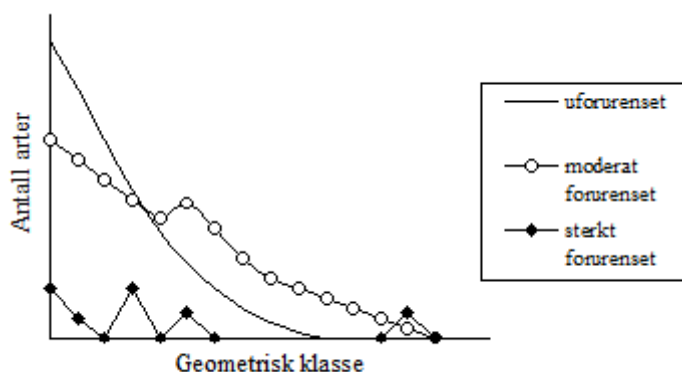
**Geometriske klasser**

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:

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

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

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

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

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

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

**Diversitetsindekse  $SN$**  er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet.

NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for 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 01:2009\*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES <sub>100</sub>	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

\* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanttper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanttper.

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 for bløtbunnsfauna	Hulberts indeks (ESn=100)	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>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:

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

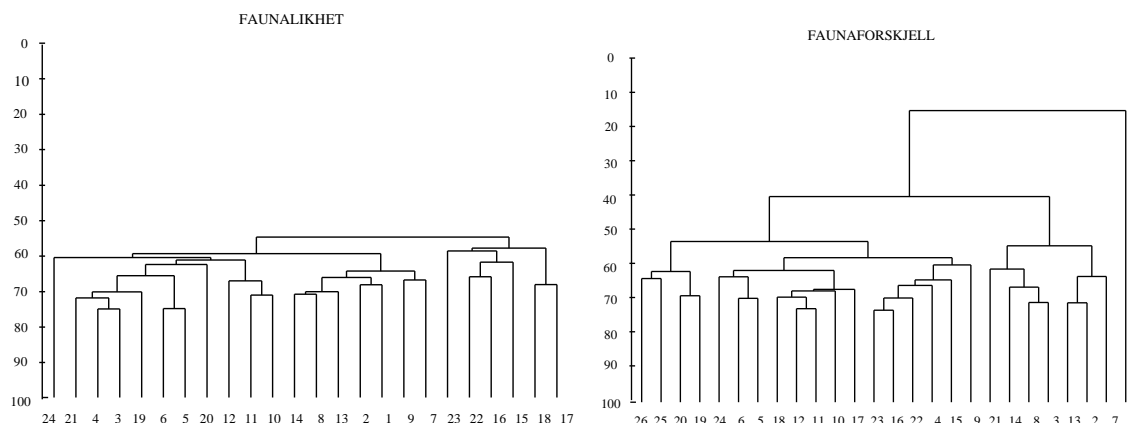


Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3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

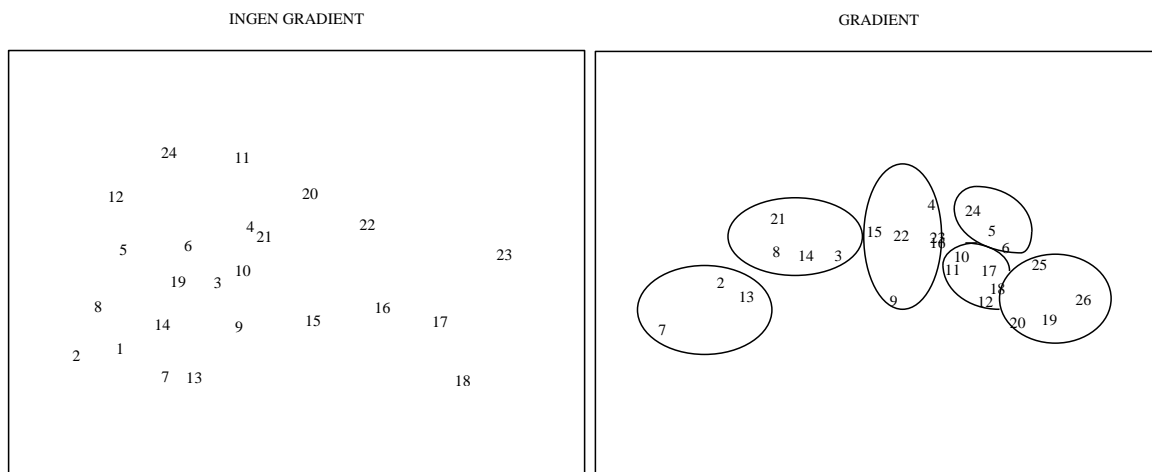
**Dataprogrammer**

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 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.



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

## Litteratur til Generelt Vedlegg

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

## Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse):** Marin Harvest Norway AS, region Midt

**Prosjekt nr.:** 807288

**Prøvetakingssted (område):** Kåholmen og Heggvika

**Dato for prøvetaking:** 23.01.2013

**Ansvarlig for prøvetaking (firma):** Aqua Kompetanse AS

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:** På Kåh 1-13 1.hugg var det lekkasje i grabben. På begge huggene på Hegg 1 var det hardbunn.

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

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input checked="" 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:9 sider.

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

Signatur: *Tom Alvestad*  
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/9 Stasjon	Kåh 1-13	Kåh 1-13	Kåh 2-13	Kåh 2-13	Kåh 3-13	Kåh 3-13	
Dato	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	
Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m	
Arter	Hugg	1*	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.			+		+	+	
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.			+	+	+		
* ANTHOZOA							
<i>Stylatula elegans</i>		1		1			1
<i>Virgularia mirabilis</i>			1/1	2			
<i>Epizoanthus incrustatus</i>		1					
<i>Actiniaria indet.</i>				1			
* PLATYHELMINTES indet.	1		2	1	1		1
* NEMERTINI indet.	5	10	11	17	16		20
* NEMATODA indet.	14	13		1	5		12
PRIAPULIDA							
<i>Priapulus caudatus</i>	4	4	3	12			
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	98	120	18	47	121		113
* <i>Siboglinum fiordicum</i>	+	+		+	+		+
<i>Bylgides sp.</i>							1
<i>Harmothoe antilopes</i>			1				2
<i>Pholoe baltica</i>	47	65	21	63	18		14
<i>Pholoe pallida</i>					11		12
<i>Sthenelais limicola</i>	1						
<i>Phyllodoce mucosa</i>			1				
<i>Eumida bahusiensis</i>	3/1	1/1	2				1
<i>Protomystides exigua</i>							2
<i>Eteone foliosa</i>	1						
<i>Eteone longa</i>	1	2	1	2	3		3
<i>Gyptis rosea</i>		1		1			
<i>Kefersteimia cirrata</i>	1						
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>	1		1				
<i>Syllidae indet.</i>	6	13	11	10			2
<i>Exogone sp.</i>	2			2			
<i>Ceratocephale loveni</i>					2		
<i>Nephtys ciliata</i>	1/3	1/3					
<i>Nephtys hombergi</i>		0/1	0/2	0/2			
<i>Glycera alba</i>		0/1		0/2			0/1
<i>Glycera lapidum</i>		0/1	0/1	0/4	0/1		
<i>Goniada maculata</i>		1		2	0/1		
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>							1
Lumbrineridae indet.	6	7	5	5	7		8
<i>Drilonereis filum</i>	1		1	2	2		4
<i>Scoloplos armiger</i>	2	4	14	8			
<i>Polydora sp.</i>	306	272	622	431	40		3
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	2	1					
<i>Prionospio cirrifera</i>	1	3	1				1
<i>Prionospio fallax</i>	2	2	1		1		2
<i>Scolecopsis korsuni</i>							0/2
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	2/1	2/3					0/1
<i>Apistobranchnus sp.</i>							7
<i>Aricidea sp.</i>					1		
<i>Levinsenia gracilis</i>		1			3		
<i>Paraonis sp.</i>		1					1
<i>Aphelochaeta sp.</i>					7		8
<i>Chaetozone sp.</i>	16	23	9	23	29		23
<i>Cirratulus cirratus</i>		1					
<i>Brada villosa</i>					1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/9 Stasjon	Kåh 1-13	Kåh 1-13	Kåh 2-13	Kåh 2-13	Kåh 3-13	Kåh 3-13	
Dato	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	
Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m	
Arter	Hugg	1*	2	1	2	1	2
<i>Diplocirrus glaucus</i>		105	112	49	103	95	95
<i>Scalibregma inflatum</i>		10/7	3/5	2/4	0/2	2/26	2/24
<i>Capitella capitata</i>					1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		13	14	2	11	16	14
<i>Mediomastus fragilis</i>				24	27		
<i>Notomastus latericeus</i>		3	4	13/3	4/9	4	8
<i>Chirimia biceps</i>					1/1		
<i>Maldane sarsi</i>		2					
<i>Rhodine loveni</i>		2	4	4	4		4
<i>Maldanidae indet.</i>		45	67	51	33	13	7
<i>Myriochele heeri</i>		1				5	14
<i>Owenia borealis</i>		7/1	1/7	0/18	2/262	0/1	0/1
<i>Galathowenia oculata</i>		43	42	36	54	104	125
<i>Pectinaria auricoma</i>		2	2/2		1/1		1
<i>Pectinaria koreni</i>		0/1	1/4		1/1		
<i>Pectinaria belgica</i>						0/3	0/2
<i>Ampharete falcata</i>		1	5				
<i>Ampharete lindstroemi</i>		11	14	3/2	2/9		
<i>Sabellides octocirrata</i>			1				
<i>Sosane sulcata</i>		0/1					
<i>Anobothrus gracilis</i>		1					
<i>Amythasides macroglossus</i>		4	1				
<i>Sosanopsis wireni</i>							0/2
<i>Melinna cristata</i>				0/1	0/1	0/1	
<i>Melinna albicincta</i>		2/1					
<i>Melinna elisabethae</i>		1	0/1		1		
<i>Paramphitrite birulai</i>		10	5	3/1	1/2	2/1	0/4
<i>Pista cristata</i>		0/2	0/3	1	4/4	3/3	2/2
<i>Streblosoma bairdi</i>				1	4	1/2	5/5
<i>Polycirrus medusa</i>		0/4	0/2				
<i>Polycirrus plumosus</i>		0/3	0/4	1/2		0/2	0/4
<i>Lysilla loveni</i>				1			
<i>Trichobranchus roseus</i>		1/1	1/3	1/2			0/4
<i>Terebellides stroemi</i>		0/3	1/1	1	0/6	0/14	0/7
<i>Sabellidae indet.</i>		3	4	2	1	3	1
<i>Jasmineira sp.</i>			12				
ECHIURA							
<i>Echiurus echiurus</i>							1
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula indet.</i>							1
<i>Phascolion strombus</i>				1		0/1	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		1	1			18	14
CRUSTACEA							
* <i>Cylindroleberis mariae</i>					1		
* <i>Philomedes lilljeborgi</i>							1
* <i>Macrocypris mimma</i>							1
<i>Sarsinebalia typhlops</i>						1	1
<i>Eudorella truncatula</i>		2	1		1		2
<i>Diastylis cornuta</i>						1	4
* <i>Tanaidacea indet.</i>						1	
* <i>Amphipoda indet.</i>			2	2	3		3
* <i>Anapagurus laevis</i>			2				
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>		1	1		1	1/1	1/3
<i>Philine scabra</i>			2	0/1	2/3	2	2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/9		Stasjon	Kåh 1-13	Kåh 1-13	Kåh 2-13	Kåh 2-13	Kåh 3-13	Kåh 3-13
		Dato	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13	23/01/13
		Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
Arter	Hugg		1*	2	1	2	1	2
<i>Cylichma cylindracea</i>						2		
<i>Cylichmina umbilicata</i>							3	
<i>Scaphander punctostriatus</i>			0/1					
<i>Nucula tumidula</i>								1
<i>Nuculana minuta</i>					0/1	0/1		
<i>Yoldiella lucida</i>								0/1
<i>Yoldiella nana</i>								1/1
<i>Mytilidae indet.</i>					0/1		0/1	
<i>Mytilus edulis</i>					0/1	0/1		
<i>Thyasira flexuosa</i>			7	3/2	3	1		
<i>Thyasira obsoleta</i>							1	
<i>Thyasira sarsii</i>			84/4	73/19	150/21	262/15	11/6	6/7
<i>Thyasira equalis</i>			6	5	6	5	34/2	31/3
<i>Mendicula feruginosa</i>			3			2	1	6
<i>Adontorhina similis</i>			2		2	1	1	
<i>Kurtiella bidentata</i>					1	1		
<i>Parvicardium minimum</i>				3	1		3	7
<i>Abra alba</i>					1			
<i>Abra nitida</i>			117/10	130/5	127/7	165/18	22/11	13/7
<i>Kelliella abyssicola</i>							5	2
<i>Corbula gibba</i>				1				
<i>Cuspidaria obesa</i>								1
<i>Cuspidaria rostrata</i>							1	
<i>Tropidomya abbreviata</i>							0/1	
<i>Entalina tetragona</i>							1	
ECHINODERMATA								
<i>Astropecten irregularis</i>								0/1
<i>Psilaster andromeda</i>						1		
<i>Amphipholis squamata</i>							2	1
<i>Amphiura chiajei</i>			5	2/2	0/1	3/2	3	8/1
<i>Amphiura filiformis</i>			0/2	1			1	0/1
<i>Ophiocten affinis</i>						1		
<i>Ophiura ophiura</i>				1				
<i>Ophiura sp.</i>							0/1	
<i>Spatangoida indet.</i>				0/1		0/1		
<i>Echinocardium flavescens</i>					1			
HOLOTUROIDEA								
<i>Leptopentacta elongata</i>			0/1					
<i>Synaptidae indet.</i>			12	29	11	5		1
ENTEROPNEUSTA indet.				2	1	3	3	7
* VARIA			+		+			

		Stasjon	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
		Dato	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09
		Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
Arter	Hugg		1*	2*	1	2	2	3
* PORIFERA indet.					+	+		
* HYDROZOA								
* Hydrozoa indet.			+		+			
* ANTHOZOA								
<i>Anthozoa indet.</i>							1	
<i>Virgularia mirabilis</i>			0/1		2/1	3/2		
<i>Pennatula cf. phosphorea</i>			0/1	1				
<i>Cerianthus lloydii</i>			1	1			1	
<i>Athenaria indet.</i>						1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 4/9	Stasjon	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	Dato	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09
	Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
	Arter	Hugg	1	2	1	2	2
	<i>Edwardsia sp.</i>		2				
	<i>Paraedwardsia sp.</i>				1		
*	NEMERTINI indet.	20	6	77	60	30	24
*	NEMATODA indet.	11	12	10	12	49	29
	PRIAPULIDA						
	<i>Priapulus caudatus</i>		1	1	1		
	POLYCHAETA						
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	215	85	204	155	91	66
*	<i>Siboglinum fiordicum</i>	+		+	+	+	+
	<i>Polynoidae indet.</i>	3	4			2	2
	<i>Pholoe baltica</i>	43	12	24/16	29/14	12	3
	<i>Pholoe pallida</i>	2	6/1	3	1	3	5
	<i>Phyllodoceidae indet.</i>				1		
	<i>Phyllodoce groenlandica</i>	7	1/1	2			
	<i>Sige fusigera</i>				1	1	
	<i>Eteone longa</i>	3	1	2			1
*	<i>Tomopteris sp.</i>			1			1
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1			1		
	<i>Syllidae indet.</i>	10	12	4	11	1	2
	<i>Exogone sp.</i>			4	1		
	<i>Ceratocephale loveni</i>	1			1		
	<i>Nephtys ciliata</i>		1			0/1	1
	<i>Goniada maculata</i>	1/1	1/1	2	3		
	<i>Nothria conchylega</i>		0/1				
	<i>Paradiopatra quadricuspis</i>						1
	Lumbrineridae indet.	6	7	2	3	2	5
	<i>Drilonereis filum</i>	3	2	21	20	4	17
	<i>Orbinia sp.</i>				0/1		
	<i>Phylo kupperi</i>	1					
	<i>Phylo norvegica</i>				1		1
	<i>Scoloplos armiger</i>	1	1	2	1		
	<i>Laonice sarsi</i>					1/1	
	<i>Polydora sp.</i>	234	45	1030	570	10	56
	<i>Prionospio cirrifera</i>	13		5/4	1		
	<i>Prionospio fallax</i>			1			
	<i>Prionospio dubia</i>					1/1	
	<i>Scolecopsis korsuni</i>	1					1
	<i>Spiophanes kroyeri</i>	2/1		0/1			0/1
	<i>Apistobranchus tenuis</i>			2		8	1
	<i>Spiophanes wigleyi</i>		1				
	<i>Aricidea catherinae</i>	1		1		2	
	<i>Aricidea sp.</i>			1			
	<i>Levinsenia gracilis</i>	3	1	6	6	7	1
	<i>Aphelochaeta sp.</i>	23	21	44	36	28	21
	<i>Chaetozone sp.</i>	141	74	237	165	4	6
	<i>Cirratulus cirratus</i>		0/1				
	<i>Macrochaeta polyonyx</i>			2			
	<i>Brada villosa</i>		1			3	
	<i>Diplocirrus glaucus</i>	97	47	151	135	15	13
	<i>Pherusa falcata</i>					3	
	<i>Pherusa flabellata</i>			3	2		
	<i>Opheliidae indet.</i>		0/2				
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>			0/2	0/4		
	<i>Lipobranchus jeffreysii</i>	0/1		2	1/1		
	<i>Scalibregma inflatum</i>	4/1	2	5/5	10/16	11/19	9/7

## SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 5/9	Stasjon	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	Dato	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09
	Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
Arter	Hugg	1	2	1	2	2	3
<i>Capitella capitata</i>		1		2	2		
<i>Heteromastus filiformis</i>		11	4	37	46	0/9	0/11
<i>Notomastus latericeus</i>		14/5	4	5/1	5		
<i>Praxillella affinis</i>				2			
<i>Lumbriclymene cylindrica</i>		1					
<i>Asychis biceps</i>						3/1	0/2
<i>Maldane sarsi</i>		0/1					
<i>Rhodine loveni</i>		2/3	2/1		4/1	1	0/1
<i>Maldanidae indet.</i>		8	3	6	3		
<i>Myriochele fragilis</i>						2	1
<i>Myriochele heeri</i>						5	12
<i>Myriochele oculata</i>		181	114			40	74
<i>Myriochele danielsseni</i>			1				
<i>Myriochele spp.</i>				259	295		
<i>Owenia borealis</i>		12/4	2/1	32/10	35/9	2/8	0/7
<i>Pectinaria auricoma</i>		1		1			1
<i>Pectinaria koreni</i>		0/1	1		0/2		
<i>Pectinaria belgica</i>						2	
<i>Ampharete falcata</i>		6	3	5			
<i>Ampharete lindstroemi</i>		4	2	2	3		
<i>Sabellides octocirrata</i>		1/6	2/4				
<i>Anobothrus gracilis</i>						0/1	
<i>Mugga wahrbergi</i>				5			
<i>Amythasides macroglossus</i>		19	3				
<i>Echysippe vanelli</i>							0/2
<i>Melinna cristata</i>		3	1	0/2	0/3		
<i>Melinna elisabethae</i>		0/7	2/1				0/1
<i>Eupolyornia nebulosa</i>		9/1	17	2/1	1/3		
<i>Pista malmgreni</i>		4		6/2	8/1	9/1	9
<i>Streblosoma bairdi</i>		1	2	1/1	5	4	7/1
<i>Streblosoma intestinale</i>		2		0/1			
<i>Polycirrus latidens</i>						1	
<i>Polycirrus medusa</i>		27	12	1/3	3/2		
<i>Polycirrus norvegicus</i>		0/2	1				
<i>Amaeana trilobata</i>		2		1/2			
<i>Lysilla loveni</i>		1			0/1		
<i>Trichobranchus roseus</i>		2	1	5	2		
<i>Terebellides stroemi</i>			0/1	2/1	5/5	1/1	0/4
<i>Sabellidae indet.</i>		24	4	1			
* HIRUDINEA indet.		1					
ECHIURA							
SIPUNCULA							
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		4	3	6	6	19	23
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		3	9	1	2	4	3
* <i>Anomalocera patersoni</i>					1		
* <i>Philomedes lilljeborgi</i>						1	
* <i>Asterope mariae</i>			1		1		
<i>Sarsinebalia typhlops</i>				1	1	1	
<i>Leucon nasica</i>				1	1	0/1	1
<i>Eudorella hirsuta</i>					1		
<i>Brachydiastylis resima</i>					2	1	2
<i>Campylaspis costata</i>				1			
* <i>Tanaidacea indet.</i>					1	1	1
<i>Pleurogonium inerme</i>		1					



## SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 6/9	Stasjon	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	Dato	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09
	Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
Arter	Hugg	1	2	1	2	2	3
<i>Pleurogonium rubicundum</i>				1			
* <i>Amphipoda indet.</i>				1		2	
* <i>Euphausiacea indet.</i>					1		1
* <i>Decapoda larve</i>		0/1		0/1	0/2		0/3
* <i>Brachyura indet</i>			0/1		0/1	0/1	0/1
* <i>Galathea intermedia</i>			0/1		0/1		
* <i>Munida sarsi</i>						0/1	
* PYCNOGONIDA indet.		1		1			
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>		5	3	1	1	3	
<i>Euspira montagui</i>				1	2		1
<i>Diaphana minuta</i>		1					
<i>Philine quadrata</i>		0/2	0/2				1
<i>Philine scabra</i>		1/1	3	6/2	5	2	2
<i>Cylichna cylindracea</i>		1	2	3	3		
<i>Cylichnina umbilicata</i>		1			2		
<i>Scaphander lignarius</i>		1			1		
<i>Nuculana minuta</i>			0/1				
<i>Yoldiella lucida</i>					1		
<i>Yoldiella nana</i>					1		1
<i>Yoldiella philippiana</i>		1		3	5	2	
<i>Mytilidae indet.</i>		0/1		0/3			
<i>Similipecten similis</i>		0/1			1		
<i>Thyasira flexuosa</i>			1				
<i>Thyasira sarsii</i>		37/122	35/33	167/73	124/36	4/8	0/7
<i>Thyasira equalis</i>		5/3	4/2	13/3	9/4	23/14	34/16
<i>Mendicula feruginosa</i>		0/2		8	5	5	10
<i>Adontorhina similis</i>		5	1	1	1		
<i>Kurtiella tumidula</i>			1	1			
<i>Astarte sulcata</i>						1	0/1
<i>Parvicardium minimum</i>				4	0/1	2/4	
<i>Phaxas pellucidus</i>					0/1		
<i>Abra nitida</i>		53/63	25/85	69/28	66/27	0/16	7/18
<i>Glossus humanus</i>					0/1		
<i>Corbula gibba</i>		1					
<i>Hiatella sp.</i>					0/1		
<i>Tropidomya abbreviata</i>		1		1	1		
<i>Antalis entalis</i>			1				
<i>Entalina tetragona</i>						1	2/1
<i>Pulsellum lofotense</i>		0/3			0/1	0/2	
BRACHIOPODA indet.							
* PHORONIDA indet.							
* BRYOZOA							
ECHINODERMATA							
<i>Ophiopholis aculeata</i>						0/1	
<i>Amphiura chiajei</i>		7/3	3/3	7/2	3/2	5	5/2
<i>Amphiura filiformis</i>						1	
<i>Amphilepis norvegica</i>				3/3	0/2	3/2	
<i>Ophiura carnea</i>				1/1	0/2	0/1	
<i>Echinoidea indet.</i>						0/1	
HOLOTUROIDEA							
<i>Pseudothyone raphanus</i>		1					
<i>Labidoplax buskii</i>		29	11				
ENTEROPNEUSTA indet.		2		4	2	2	2
* CHAETOGNATHA indet.					+		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 7/9	Stasjon	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	Dato	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09	17/08/09
	Dyp	121m	121m	159m	159m	201m	201m
Arter	Hugg	1	2	1	2	2	3
CHORDATA							
ASCIDIACEA							
* Egg				1			
* VARIA		+		+	+	+	

Arter	Hugg	Stasjon	Hegg 1-13	Hegg 1-13
		Dato	23/01/2013	23/01/2013
		Dyp	107m	107m
Arter	Hugg	1*	2*	
* HYDROZOA				
* Hydrozoa indet.		+		
* ANTHOZOA				
<i>Edwardsia sp.</i>				1
* PLATYHELMINTES indet.				1
* NEMERTINI indet.				3
* NEMATODA indet.		4		1
POLYCHAETA				
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		28		35
* <i>Siboglinum fiordicum</i>		+		+
<i>Harmothoe mariannae</i>		1		
<i>Pholoe baltica</i>		30		44
<i>Paranaitis uschakovi</i>				1
<i>Phyllodoce groenlandica</i>		1		
<i>Eumida bahusiensis</i>		1		
<i>Eteone longa</i>				3
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		0/2		
<i>Syllidae indet.</i>		2		4
<i>Exogone sp.</i>				2
<i>Nephtys hombergi</i>				0/3
<i>Glycera lapidum</i>				0/1
<i>Goniada maculata</i>		1/1		1
<i>Lumbrineridae indet.</i>		4		5
<i>Drilonereis filum</i>		1		1
<i>Scoloplos armiger</i>				2
<i>Polydora sp.</i>		14		41
<i>Pseudopolydora pulchra</i>				1
<i>Prionospio cirrifera</i>		3		10
<i>Spiophanes kroyeri</i>		2		2/1
<i>Spiophanes wigleyi</i>				1
<i>Poecilochaetus serpens</i>		1		
<i>Chaetozone sp.</i>		4		5
<i>Diplocirrus glaucus</i>		8		17
<i>Pherusa flabellata</i>		1/1		
<i>Ophelina acuminata</i>				1
<i>Ophelina sp.</i>		1		1
<i>Scalibregma inflatum</i>		0/2		1/1
<i>Capitella capitata</i>				37
<i>Heteromastus filiformis</i>				1
<i>Notomastus latericeus</i>		5/1		10/1
<i>Chirimia biceps</i>		0/2		0/1
<i>Rhodine loveni</i>		1		
<i>Maldanidae indet.</i>		5		6
<i>Owenia borealis</i>		3		6
<i>Galathovenia oculata</i>		5		13

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 8/9	Stasjon	Hegg 1-13	
	Dato	23/01/2013	23/01/2013
	Dyp	107m	107m
Arter	Hugg	1*	2*
<i>Pectinaria auricoma</i>		0/1	1/5
<i>Pectinaria koreni</i>		1/1	0/1
<i>Ampharete falcata</i>		2	1
<i>Ampharete lindstroemi</i>		5/1	3
<i>Sabellides octocirrata</i>		21/53	4/45
<i>Mugga wahrbergi</i>			2
<i>Amythasides macroglossus</i>		7	41
<i>Eclysippe vanelli</i>			3/1
<i>Sosanopsis wireni</i>		1	
<i>Melinna cristata</i>			0/1
<i>Melinna albicincta</i>			0/1
<i>Melinna elisabethae</i>		1	
<i>Amphitrite cirrata</i>			0/1
<i>Paramphitrite birulai</i>		3/1	1/1
<i>Pista cristata</i>		2/2	1/3
<i>Pista lornensis</i>			1/5
<i>Nicolea zostericola</i>			1
<i>Phisidia aurea</i>		13	15
<i>Streblosoma intestinale</i>		2	1/3
<i>Polycirrus medusa</i>		2/1	5/6
<i>Polycirrus norvegicus</i>			0/1
<i>Polycirrus plumosus</i>		1	3
<i>Amaeana trilobata</i>			1
<i>Trichobranchus roseus</i>		0/2	1/1
<i>Terebellides stroemi</i>			0/1
<i>Sabellidae indet.</i>		8	5
<i>Jasmineira sp.</i>		5	6
<i>Euchone sp.</i>		1	
* HIRUDINEA indet.			1
SIPUNCULA			
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		1	4
CRUSTACEA			
* <i>Tanaidacea indet.</i>			1
* <i>Gnathia sp.</i>		1	
* <i>Amphipoda indet.</i>		2	4
* <i>Caprellidae indet.</i>		1	
<i>Eriopisa elongata</i>		1	
* <i>Pandalina brevirostris</i>			1
MOLLUSCA			
<i>Caudofoveata indet.</i>		1	4
<i>Euspira montagui</i>			1/2
<i>Melanella sp.</i>			1
<i>Philine scabra</i>		4/1	3/1
<i>Cylichna cylindracea</i>			1/1
<i>Roxania utriculus</i>		1	
<i>Nucula nucleus</i>			3
<i>Nuculana minuta</i>		0/1	
<i>Yoldiella philippiana</i>		2	0/1
<i>Bathyarca pectunculoides</i>		0/1	
<i>Limatula gwyni</i>		0/1	
<i>Thyasira obsoleta</i>		2/1	3
<i>Thyasira sarsii</i>		33/11	82/62
<i>Thyasira equalis</i>		4/2	13/5
<i>Axinulus croulinensis</i>		1	8
<i>Mendicula feruginosa</i>		5/2	11/4

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 9/9	Stasjon	Hegg 1-13	Hegg 1-13
	Dato	23/01/2013	23/01/2013
	Dyp	107m	107m
	Hugg	1*	2*
Arter			
<i>Adontorhina similis</i>		6	15
<i>Astarte sulcata</i>		0/1	0/7
<i>Parvicardium scabrum</i>			0/1
<i>Abra nitida</i>		2	4/1
<i>Kelliella abyssicola</i>			1
<i>Thracia convexa</i>		0/1	
<i>Antalis agilis</i>			1
<i>Entalina tetragona</i>		1	1
ECHINODERMATA			
<i>Amphiura chiajei</i>		1/1	1
<i>Ophiocten affinis</i>			4/2
<i>Ophiura carnea</i>		1/1	2
<i>Echinocardium flavescens</i>			2
HOLOTUROIDEA			
<i>Pseudothyone raphanus</i>		1/2	2/1
<i>Leptopentacta elongata</i>			0/1
<i>Thyonidium drummondi</i>		1	1
<i>Synaptidae indet.</i>		12	27
ENTEROPNEUSTA indet.			2

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Geometrisk klasse	Kåh 1-13	Kåh 2-13	Kåh 3-13	Kåh 1-09	Kåh 2-09	Kåh 3-09	Hegg 1-13
I	24	21	29	34	28	20	33
II	15	19	15	16	18	17	22
III	16	10	14	13	20	9	17
IV	9	7	8	12	14	8	13
V	5	5	6	7	2	7	7
VI	2	2	6	4	2	4	5
VII	3	4	1	0	4	3	2
VIII	3	1	3	4	1	1	1
IX	1	3	0	3	4	0	0
X	1	0	0	0	1	0	0
XI	0	1	0	0	1	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0

## Vedleggstabell 3. 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-000556-01**



**EUNOBE-00005909**

Prøvemottak: 25.02.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 25.02.2013-08.03.2013  
Referanse: 807288 / 07/13

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2013-0225-088 23.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Kåholmen1-13, 121 m Hugg 3	441-2013-0225-089 23.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Kåholmen2-13, 159 m Hugg 3	441-2013-0225-090 23.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Kåholmen3-13, 201 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 880	mg/kg tv	a) 2000	mg/kg tv	a) 880	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 10	mg/kg tv	a) 28	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 58	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	a) 100	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 20	mg/g tv	a) 48	mg/g tv	a) 34	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 62.8	% (w/w)	a) 41.1	% (w/w)	a) 49.3	% (w/w)	EN 14346	0.1

Prøvenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2013-0225-091 23.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Heggvika1, 107 m Hugg 3	441-2013-0225-092 23.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Heggvika2, 138 m Hugg 3						
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 760	mg/kg tv	a) 530	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 10	mg/kg tv	a) 16	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 54	mg/kg tv	a) 81	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 14	mg/g tv	a) 26	mg/g tv			EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 70	% (w/w)	a) 54.3	% (w/w)			EN 14346	0.1

## Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-13-MX-000556-01



EUNOBE-00005909



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 08.03.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

---

Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2