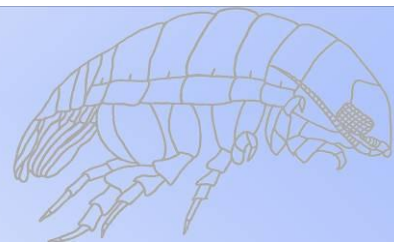


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Miljø



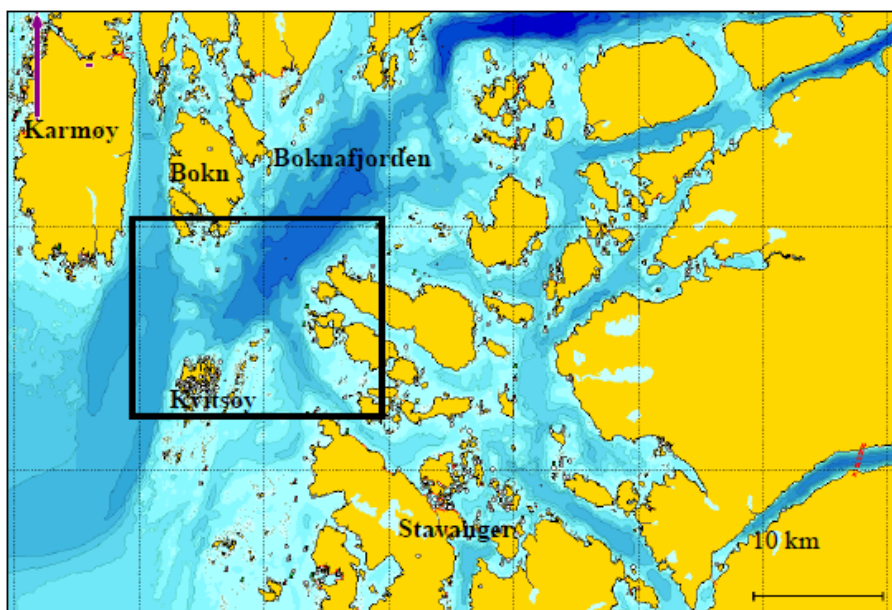
e-Rapport nr.: 4-2013



## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hestholmen, Kvitsøy kommune i oktober 2012*

Silje Hadler-Jacobsen

Ragni Torvanger

Per-Otto Johansen



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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hestholmen, Kvitsøy kommune i 2012	Dato: 05.03.2013 Antall sider og bilag: 48
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen Ragni Torvanger Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen Prosjektnummer: 807024

Oppdragsgiver: Grieg Seafood Rogaland AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

<b>Abstract:</b> This report describes the MOM-C analyses conducted 16th and 17th of Oktober 2012 in order to map the environmental condition of the sea floor around the fish farm Hestholmen in Kvitsøy municipality. The results have been compared with the MOM-C of 2008 which indicated good conditions and with the MOM-C of 2011 which indicated bad conditions in close vicinity to the farm, but good conditions in the deepest part of the fjord.  No pollution of copper, zink or phosphor was detected and the bottom fauna did not seem to be affected by the fish farm in and bottom in the two transition zone stations.  Near the fish pen copper pollution was detected and the benthic fauna was characterized by low diversity and species tolerant to stress. The on the other hand, there is a slight improvement compared with the results from 2011.
---

Keywords: MOM C, Fish farm, Recipient, Benthos, Sedimen	Emneord: MOM C, Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr, Sediment
ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 4-2013	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	5.3.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	5.3.2013	<i>Silje Hadler-Jacobsen</i>

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

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

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

**Rapportering utført av:** Silje Hadler-Jacobsen, Ragni Torvanger, Per-Otto Johansen

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop, Kvitsøy Sjøtjendester

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

# INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Sediment.....	9
2.2.2 Kjemiske analyser .....	10
2.2.3 Bunndyr.....	10
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>14</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Sediment.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Kjemi.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Bunndyr .....</b>	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>	<b>24</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>25</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>26</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Hestholmen ved Kvitsøy i Boknafjorden, Kvitsøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 16. og 17. oktober 2012.

På lokalitet Hestholmen var det ørretproduksjon fra 1992 - 1999, fra 2001 – 2003, 2008 til dags dato. Total produksjon var 1400 tonn i tidsrommet 2001 - 2003. Alt ble utslaktet i november 2003. I perioden 2003 til 2008 var det ikke vært produksjon på lokaliteten. Det settes ut vårfisk annet hvert år og mellom generasjonene er det 3 måneder med brakklegging. Ved undersøkelsestidspunktet var det produksjon i hele anlegget. Biomassen var ca. 990 tonn. Fisken er av årsklasse V12. Strømmålinger på lokaliteten viser at man har en relativt god vannutskiftingsstrøm og bunnstrømmen som hovedsakelig går i sørlig retning (Vassdal og Johansen 2012). Det har tidligere blitt gjennomført to MOM C undersøkelser ved lokaliteten, en forundersøkelse som viste gode forhold på lokaliteten i februar 2008 (Vassenden og Johansen 2008), og en oppfølgende undersøkelse i oktober 2011 som viste at både nærsonen og overgangssonen var påvirket av driften ved anlegget (Hadler-Jacobsen og Johannessen 2012). Disse resultatene vil bli sammenlignet med årets undersøkelse.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Hestholmen. Med resipient menes her sjøområdet som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Bakgrunnen for denne undersøkelsen er en søknad om utvidelse av lokaliteten.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) og mot C- delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410. I samråd med fylkesmannen i Rogaland ble ikke forholdene ved fjernstasjonen tilhørende denne lokaliteten undersøkt i siden det forelå data fra 2011 på denne stasjonen. Fjernstasjonen Bokn 1 viste gode forhold 13. oktober 2011: Oksygenivået ved sjøbunnen lå i tilstandsklasse I – meget god, kobber, sink og fosfornivået var lavt og bunnfaunen på denne stasjonen ble klassifisert til tilstandsklasse I – meget god (Hadler-

Jacobsen og Johannessen 2012). I stedet for å ta nye prøver fra fjernstasjonen, ble det valgt å opprette en ny stasjon i overgangssonen sør for anlegget, Kvit 3 (fig. 2.3).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland AS. SAM-Marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, gløderest, kornfordeling, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## **2 MATERIALE OG METODER**

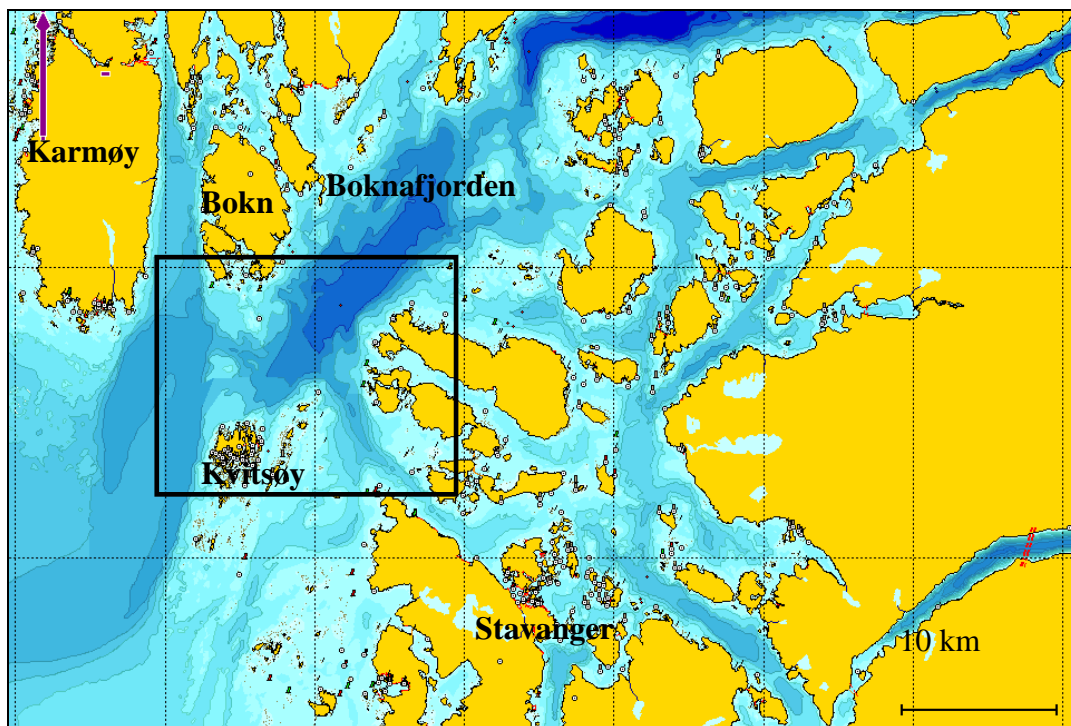
### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsesområdet ligger øst for Krågøya ved Kvitsøy i Boknafjorden (Figur 2.1, 2.2, 2.3 og 2.4). Lokaliteten ligger i et sund, kalt Krågøyosen, som går i nord-sør-retning og har forholdsvis jevn dybde på 70-80 meter midt i sundet. Fjorden nord for Krågøyosen skråer ned mot dypet av Boknafjorden på 580m.

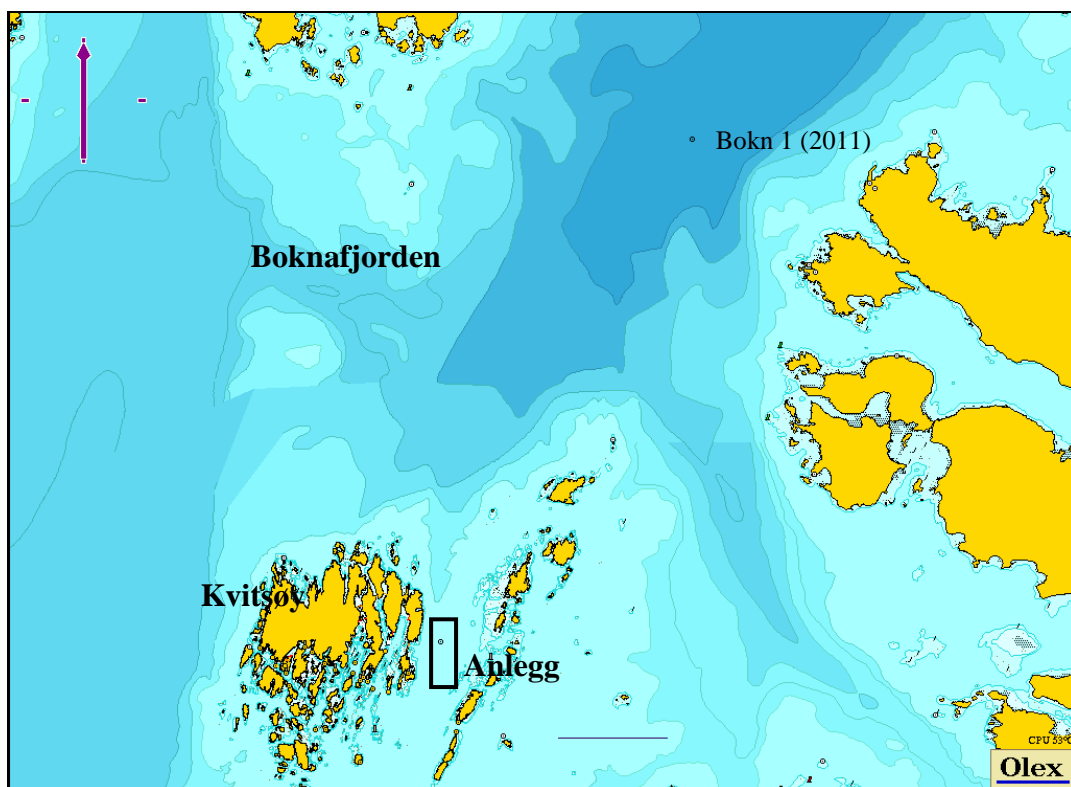
### **2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder**

Prøveinnsamlingene ble gjort den 16. og 17. oktober 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen rett vest for anlegget og en i overgangssonen sør for anlegget. Personell fra SAM-Marin var Stian E. Kvalø og Frøydis Lygre.

Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

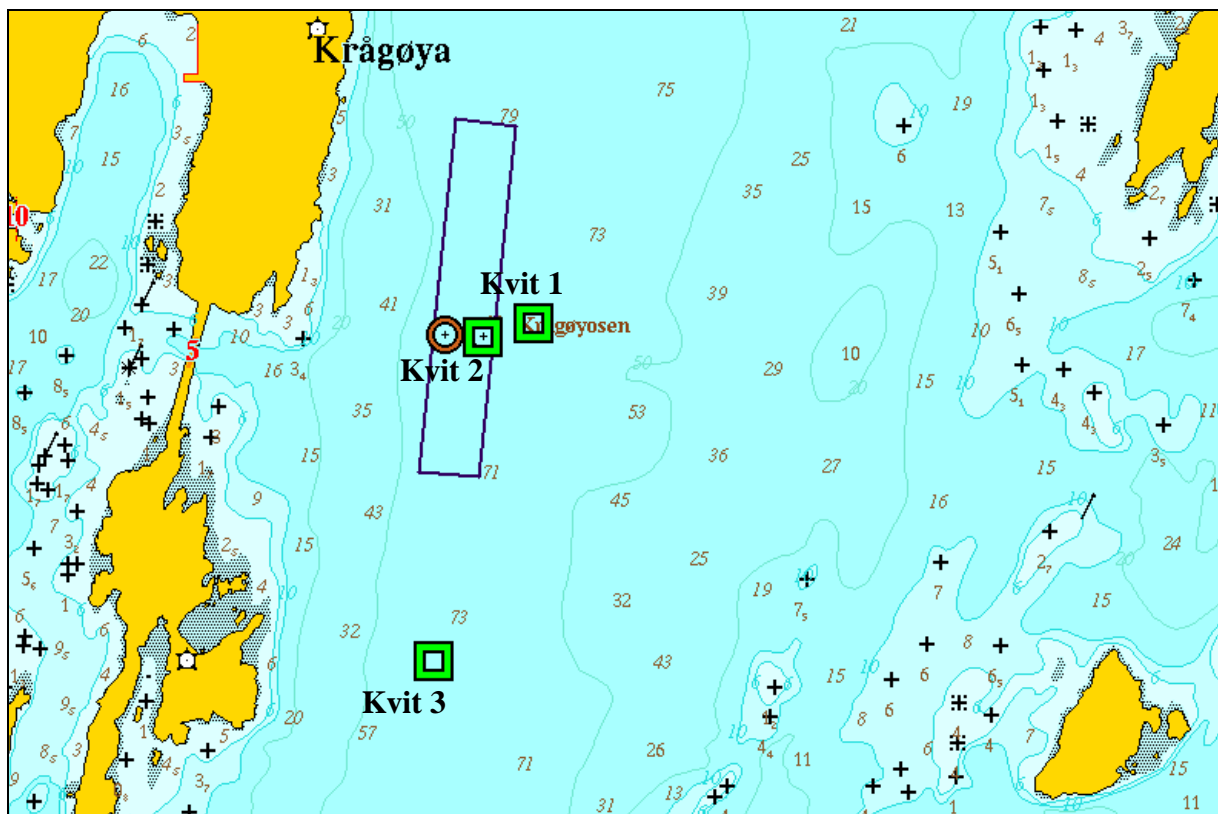


**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Kvitøya avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.

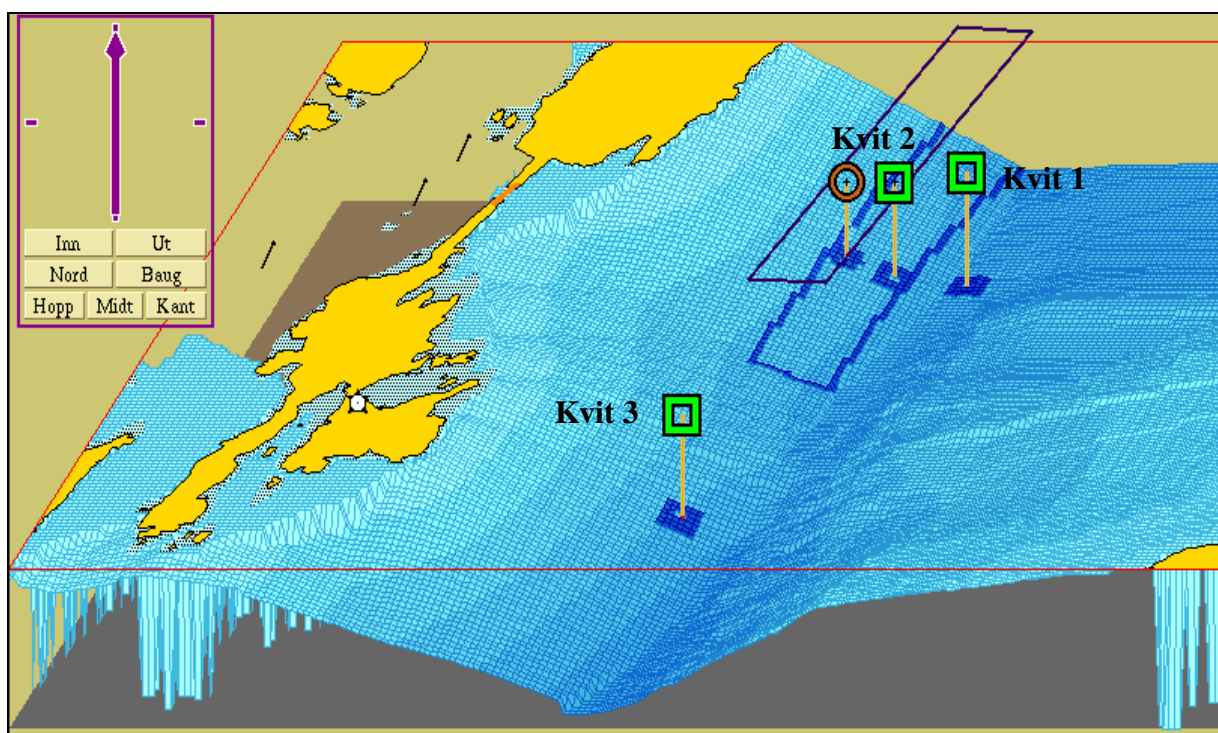


**Figur 2.2.** Utsnitt av Boknafjorden med referansestasjonen i dypet og skisse av anlegget ved Kvitøya. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.





**Figur 2.3.** Detaljkart over lokaliteten med stasjonsplasseringene (grønn firkant) og skisse av anlegget inntegnet. Hjørnene på figuren inntegnet angir ankerpunkt for anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.4.** Detaljkart i 3D over lokaliteten med stasjonsplasseringene (grønn firkant) og skisse av anlegget samt areal for grabbhuigg på havbunnen inntegnet. Hjørnene på figuren inntegnet angir ankerpunkt for anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



**Tabell 2.1** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 16. og 17. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Kvit 2 16.10.2012	Hestholmen 59° 03,657'N 05° 26,771'Ø	64	1	2	Kjemi og geologi Biologi Biologi Nærsone
			2	4	
			3	3	
St. Kvit 1 17.10.2012	Hestholmen 59° 03,670'N 05° 26,860'Ø	69	1	3	Kjemi og geologi Biologi Biologi Siktedyp: 7m Overgangssone Fin sand
			2	4	
			3	5	
St. Kvit 3 17.10.2012	Hestholmen 59° 03,360'N 05° 26,682'Ø	73	1	3	Kjemi og geologi Biologi Biologi Siktedyp: 11m Overgangssone Skjellsand og grov sand m småstein.
			2	4	
			3	6	

### 2.2.1 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. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### **2.2.2 Kjemiske analyser**

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

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

### **2.2.3 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 bløtbunnsartene 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 bunndyrprøver fra uforurensede områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. En full 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. 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 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksene ISI og AMBI. ISI er en indeks som har begrenset verdi siden den ikke tar hensyn til antallet individer på hver art. Dette betyr at en prøve med ett individ *Capitella capitata* får samme indeks som en prøve med 10.000 individer. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. Tabell 2.5 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se Vedlegg 1. 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. 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 veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I generelt vedlegg presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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.

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	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
	ISI	01:2009		>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

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

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minst 20 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 2 (god)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-19 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 3 (dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 til 4 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup></li> </ul>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> </ul>

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Hestholmen startet produksjonen av matfisk i 1992. Anlegget lå brakk fra 2003 og frem til 2008. Det har lagt i nåværende posisjon siden 2008. Merdene består av ringer på 120m og 160m. Det er produksjon i hele anlegget. Det settes ut vårfisk annet hvert år og mellom generasjonene er det 3 måneder med brakklegging. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (16-17. oktober 2012) var ca. 990 000 kg. Fisken var av årsklasse V12 (vår/ høst).

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk og brutto tilvekst i tonn på lokalitet Hestholmen i 2007 -2011

	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Forforbruk:	0	441	2451	1431	3866	1540
Brutto tilvekst:	-	401	2243	1276	3668	1359



### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Sediment

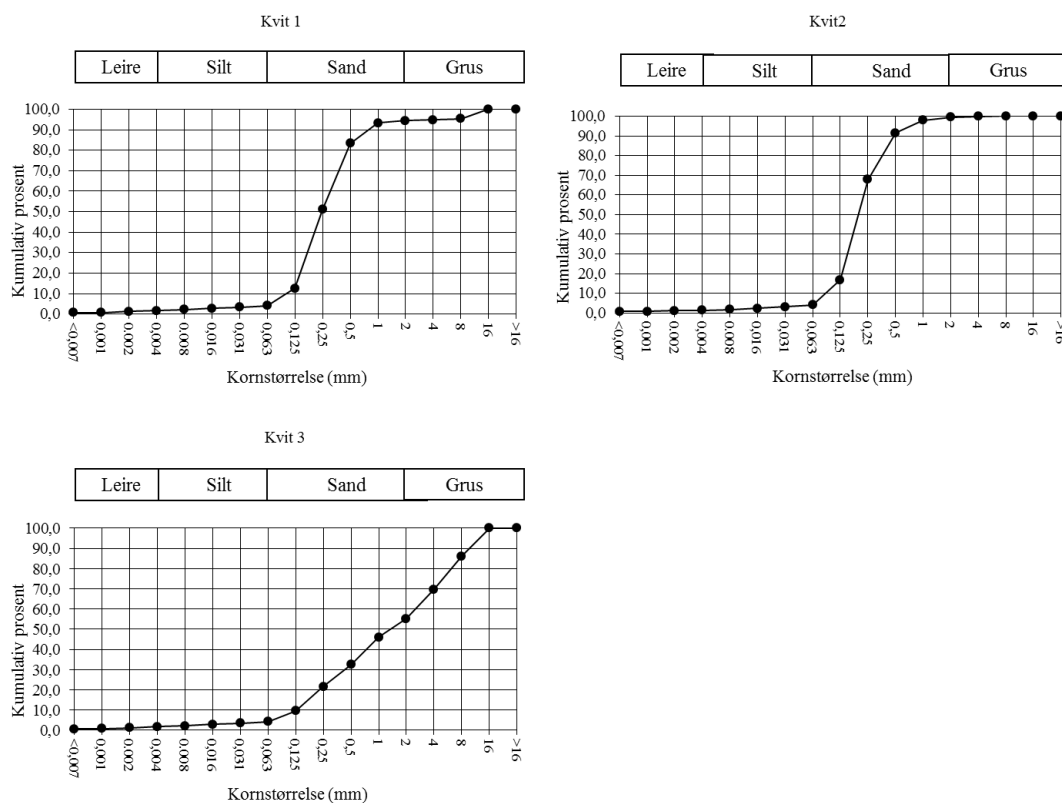
Resultatene fra sediment undersøkelsene fra 2008, 2011 og 2012 er presentert i Tabell 3.1.

Figur 3.3 viser fordelingen av kornstørrelsen i 2012.

**Tabell 3.1.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Hestholmen i 2008, 2011 og 2012.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Kvit 1</b>	<b>2012</b>	<b>69</b>	<b>3,0*</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>90</b>	<b>6</b>
Kvit1	2011	69	2,6	2	3	5	94	1
Kvit1	2008	70	3,7	3	5	8	90	2
<b>Kvit 2</b>	<b>2012</b>	<b>64</b>	<b>4,6*</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>95</b>	<b>1</b>
Kvit 2	2011	66	3,6	2	3	4	96	0
<b>Kvit 3</b>	<b>2012</b>	<b>73</b>	<b>5,0*</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>51</b>	<b>45</b>

\*ikke akkreditert pga. avvik knyttet til analysemetoden på analysetidspunktet.



**Figur 3.4.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Kvit 1 (2012) og overgangssonen: Kvit 2 (2012) og Kvit 3 (2012).

Kvit 1 har et grovkornet sediment med mest sand og skjellsand (90 %) og noe grus. På stasjon Kvit 2 var glødetapet også lavt (4,6 %). Som på Kvit 1 er bunnen også her preget av grovkornet sediment (95 % sand).

På stasjon Kvit 3, sør for anlegget ser man også et grovkornet sediment der sand og grus dominerer og utgjør henholdsvis 51 % og 45 % av sedimentet. Denne grove sediment-typen i nærheten til anlegget og både øst og sør i overgangssonen for anlegget indikerer at det er gode strømforhold langs bunnen. Dette støttes også av det lave glødetapet. De tre stasjonene hadde et organisk innhold med et glødetap fra 3,0 % til 5 %. Da det er knyttet avvik til analysemetoden ved analysetidspunktet kan ikke glødetapet rapporteres akkreditert. Sammenlignet med de to forgående undersøkelsene ser vi at glødetapet ikke har endret seg nevneverdig i løpet av perioden. Dette viser at organisk materiale ikke akkumuleres på bunnen under anlegget.

## 3.2 Kjemi

### Sediment-analyser

Ved nærstasjonen Kvit 2 finner man også i år forhøyede kobberverdier (110 mg/kg) som gir tilstandsklasse IV– Dårlig. Sinkinnholdet er lavt (53 mg/kg) og er innenfor tilstandsklasse I. Fosforverdiene er her moderate har dermed steget siden forrige undersøkelse da de var betegnet som lave. Dette viser en økt tilførsel av næring. Totalt organisk karbon (TOC) får KLIFs tilstandsklasse III (Mindre god). Her ser lite endring siden forrige undersøkelse. Ettersom det fantes mye sand på stasjonen, trekker dette den normaliserte TOC verdien noe opp. Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993).

Ved Kvit 1, i overgangssonen 70 meter øst fra anlegget, har kobberinnholdet i sedimentet økt i forhold til de målte verdiene ved de forgående undersøkelsene og havner i tilstandsklasse II. Når det gjelder sink har man ingen endring og ligger også i år innenfor tilstandsklasse I, som er angitt å være bakgrunns verdier for metallene (Tabell 3.3). Mengden fosfor er lav sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser. Fosforverdiene ved Kvit 1 har heller ikke endret seg i forhold til resultatene ved de foregående undersøkelsene.

Ved Kvit 3 i overgangssonen, sør for anlegget, var verdiene for kobber og sink innenfor tilstandsklasse I, som er angitt å være bakgrunns verdier for metallene (Tabell 3.3). Mengden fosfor var lav om man sammenligner med andre MOM-C rapporter. Sammenlignet med

verdiene fra Kvit 1 fra de tidligere år finner man ikke store variasjoner. Detaljert innhold av de undersøkte kjemiske parameterne står listet i tabell 3.2.

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
<b>Kvit 1</b>	<b>2012</b>	<b>69</b>	<b>36</b>	<b>II</b>	<b>38</b>	<b>I</b>	<b>24,4</b>	<b>II</b>	<b>0,44</b>	<b>76,2</b>
Kvit 1	2011	69	7	I	29	I	<22,1	II	0,47	74,0
Kvit 1	2008	70	1,6	I	31	I	22,6	II	0,31	70,2
<b>Kvit 2</b>	<b>2012</b>	<b>64</b>	<b>110</b>	<b>IV</b>	<b>53</b>	<b>I</b>	<b>28,3</b>	<b>III</b>	<b>1,4</b>	<b>73,8</b>
Kvit 2	2011	65	57	IV	38	I	31,3	III	1,0	65,0
<b>Kvit 3</b>	<b>2012</b>	<b>73</b>	<b>12</b>	<b>I</b>	<b>41</b>	<b>I</b>	<b>26,3</b>	<b>I</b>	<b>0,66</b>	<b>70,8</b>

Resultatene fra pH og  $E_h$  sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Målingene av pH og  $E_h$  plasserte de tre stasjonene i beste tilstand i henhold til parameterne i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.3).

**Tabell 3.3.** Målte pH og  $E_h$  verdier i sedimentet fra alle de 3 undersøkte stasjonene i 2012, nærsone- og overgangssonestasjonen fra 2011 og nærsonestasjonen fra 2008. Den beregnede pH/ $E_h$  verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / År	pH	$E_h$	pH/ $E_h$ poeng	Tilstand
<b>Kvit 1 2012</b>	<b>8</b>	<b>238</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Kvit 1 2011	7,6	70	1	1
Kvit 1 2008	7,5	191	0	1
<b>Kvit 2 2012</b>	<b>7,57</b>	<b>156</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Kvit 2 2011	7,65	227	0	1
<b>Kvit 3 2012</b>	<b>8,1</b>	<b>371</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

### 3.3 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4, Tabell 3.5, Figur 3.5, Figur 3.6, Figur 3.7 og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2008 sammen med miljøforholdene i dypeste parti av fjorden. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremer) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk materiale.

På stasjonen ved anlegget, Kvit 2, ble det funnet 24 arter med til sammen 4926 individer. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 0,41 og en Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 4,3. Av alle individer var 4724 stk. og dermed ca. 96 % av individene børstemarken *Capitella capitata*. Dette er en art som takler dårlige bunnforhold og som derfor ofte dominerer under oppdrettsanlegg med mye organisk avfall. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir KLIF-tilstandsklassene henholdsvis «Dårlig»(0,34) og «Svært dårlig» (0,12), mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er «Svært forstyrret». I følge MOM-standarden er diversitets-indeksler 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 3 (dårlig) De geometriske klassene viser også at man ved denne stasjonen har et samfunn som man finner ved påvirkede lokaliteter. Ved forundersøkelsen ved denne oppdrettslokaliteten i 2008 var det planlagte anleggets plassering ikke kjent. Det finnes derfor ikke data fra et upåvirket samfunn som sammenligningsgrunnlag fra denne stasjonen. I den oppfølgende undersøkelsen ved lokaliteten foretatt 2011 så man et påvirket samfunn med økt tilførsel av organisk materiale i resipienten. Årets undersøkelse viser tilsvarende tendenser med et lavt artsantall og et bunnsamfunn som domineres av en art som tåler høy organisk belastning. Imidlertid har det

totale individantallet gått ned siden forrige undersøkelse, og man ser en svak forbedring når det kommer til diversitetsindeksene og artssammensetningen.

I overgangssonen rett vest for anlegget, Kvit 1, ble det funnet 1366 individer fordelt på 80 forskjellige arter. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,49 og en Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 24,5 som begge gir tilstandsklasse «God». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1: 0,71) og NQI2: 0,60) gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse «God». AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder at faunen på Kvit 1 er «Noe forstyrret». Den mest individrike arten på Kvit 1 var børstemarken *Galathowenia oculata* utgjorde ca. 46 % av det totale individantallet. De åtte mest tallrike artene var alle børstemark, og utgjorde til sammen 77 % av alle dyrene i prøven. Andre tallrike dyr var sjømus (gravende kråkebolle) og en skjell art. I forhold til forundersøkelsen ser man i år i likhet med i 2011 et forholdsvis høyt totalt individantall. Dette forklares i økt mengede tilført organisk materiale resipienten. Individtallene har imidlertid gått ned fra 2011 til 2012 i tillegg til at børstemarken *Capitella capitata* har forsvunnet fra ti på topplisten i 2012. Undersøkelsene viser at denne stasjonen har gått fra å være upåvirket i 2008 til å være noe påvirket i 2011 og 2012, noe de geometriske klassene også viser (Fig. 3.5). Verdiene totalt sett viser en negativ trend siden forundersøkelsen, mens det fra forrige oppfølgende undersøkelse viser en svak forbedring. Man ser bedring med tanke på diversitet indeksene, og NQI 1 og NQI2 har gått fra moderat i 2011 til god i 2012. MOM klassifiseringen gir stasjonen Miljøtilstand 1.

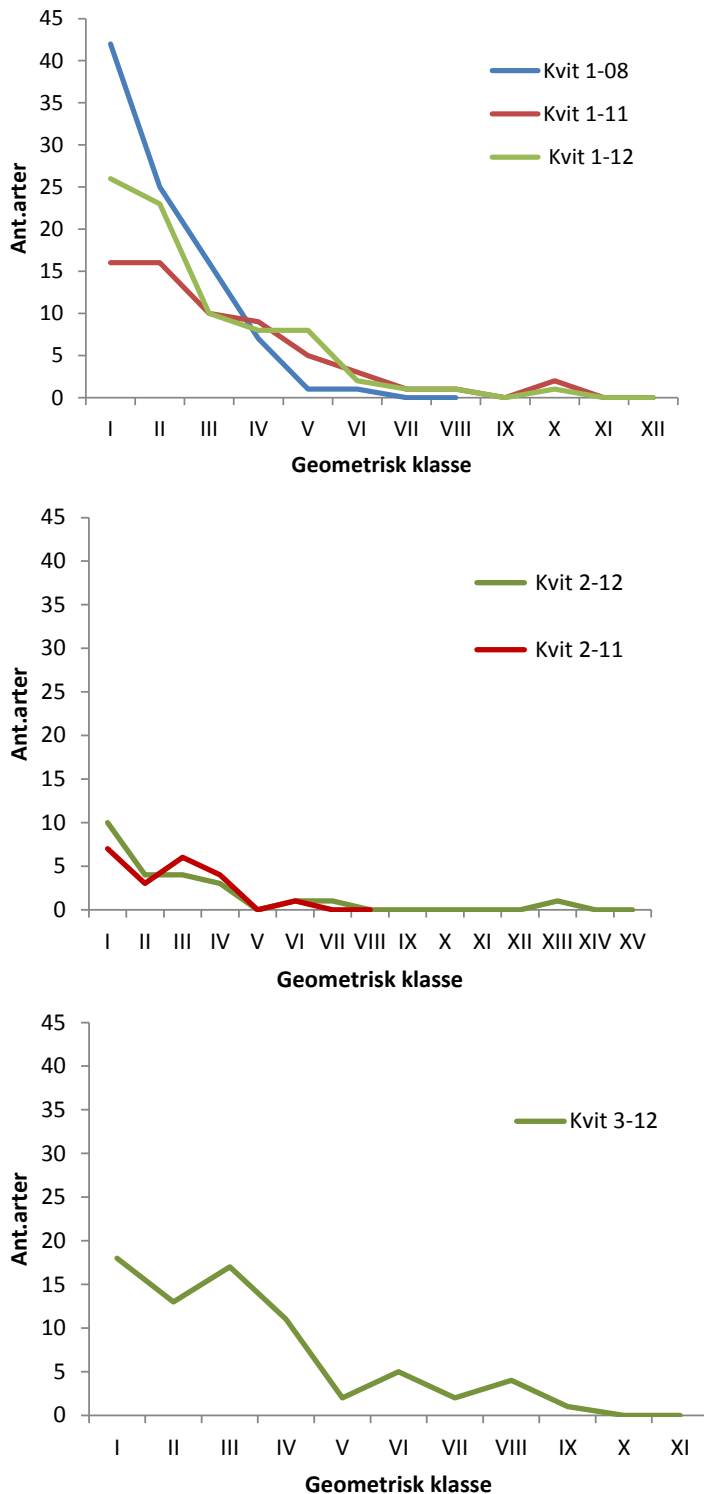
Kvit 3, i overgangssonen sør for anlegget, er en nyopprettet stasjon i 2012. Her ble det funnet 1691 individer fordelt på 73 forskjellige arter. Dette ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 4,20 og en Hulbert's diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 25,0 som begge gir tilstandsklasse «Svært god». Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1: 0,70) og NQI2: 0,66) gir stasjonen tilstandsklassene henholdsvis «God» og «Svært god». AMBI-verdiene (ømfintlighet) antyder at faunen på Kvit 3 er «Noe forstyrret». Den mest individrike arten var børstemarken *Aonides paucibranchiata*, og den utgjorde 18,3 % av det totale individantallet. Blant de mest tallrike artene finner vi syv børstemark, en fåbørstemark, en krageorm, og to slangestjerner. Ingen av artene dominerer, som også jevnhetsverdien (0,72) viser og de geometriske klassene viser. MOM klassifiseringen gir stasjonen Miljøtilstand 1.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom de to huggene fra samme stasjon (Figur 3.7) Like grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen på stasjonen. MDS-plottet viser at stasjon Kvit 1-08 (før anlegg) skiller seg fra Kvit-1-11 og Kvit 1-12 (anlegg i drift), og at man her har hatt en endring i samfunnet i tiden etter etablering av anlegg (fig. 3.6). Det viser også at stasjonen i nærsonen skiller seg fra overgangssonene. Cluster-diagrammet viser at stasjonene er mest lik seg selv over årene (fig. 3.7).

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$  og  $ES_{100}$ ), jevnhet ( $J$ ), beregnet maksimal diversitet ( $H'_{max}$ ), ømfintlighet (AMBI og ISI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Firkan angir tallmateriale for MOM-klassifisering.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet ( $H'$ )	NQI1	NQI2	$ES_{100}$	ISI	AMBI	KLIF TK	Jevnhet ( $J$ )	$H'_{max}$	MOM TK
Kvit 1-12	2. hugg	746	59	3,10	0,71	0,57	22,3	9,01	2,59		0,53	5,88	
	3. hugg	620	62	3,87	0,72	0,63	26,8	8,29	2,67		0,65	5,95	
	Sum	1366	80	3,54	-	-	24,6	-	-		0,56	6,32	1
<b>Snitt</b>		<b>683</b>	<b>60,5</b>	<b>3,49</b>	<b>0,71</b>	<b>0,60</b>	<b>24,5</b>	<b>8,65</b>	<b>2,63</b>	<b>God</b>	<b>0,59</b>	<b>5,92</b>	<b>(meget god)</b>
Kvit 1-11	1. hugg	1294	56	2,92	0,61	0,48	17,0	-	3,68		0,50	5,81	
	2. hugg	796	45	3,21	0,63	0,53	19,3	-	3,33		0,58	5,49	
	Sum	2090	63	3,07	-	-	18,1	-	-		0,51	5,98	1
<b>Snitt</b>		<b>1045</b>	<b>50,5</b>	<b>3,06</b>	<b>0,62</b>	<b>0,51</b>	<b>18,2</b>	<b>-</b>	<b>3,50</b>	<b>God</b>	<b>0,54</b>	<b>5,65</b>	<b>(meget god)</b>
Kvit 1-08	1. Hugg	162	68	5,51	0,84	0,83	50,9	-	1,75		0,91	6,09	
	2.Hugg	146	57	5,11	0,80	0,78	46,0	-	2,05		0,88	5,83	
	Sum	308	92	5,68	-	-	50,3	-	-	Svært	0,87	6,52	1
<b>Snitt</b>		<b>154</b>	<b>62,5</b>	<b>5,31</b>	<b>0,82</b>	<b>0,81</b>	<b>48,4</b>	<b>-</b>	<b>1,90</b>	<b>god</b>	<b>0,89</b>	<b>5,96</b>	<b>(meget god)</b>
Kvit 2-12	2. hugg	3683	20	0,32	0,34	0,11	3,5	6,66	5,90		0,07	4,32	
	3. hugg	1243	16	0,50	0,34	0,13	5,0	5,43	5,82		0,13	4,00	
	Sum	4926	24	0,37	-	-	3,9	-	-	Svært	0,08	4,58	
<b>Snitt</b>		<b>2463</b>	<b>18</b>	<b>0,41</b>	<b>0,34</b>	<b>0,12</b>	<b>4,3</b>	<b>6,04</b>	<b>5,86</b>	<b>dårlig</b>	<b>0,10</b>	<b>4,16</b>	<b>3 (dårlig)</b>
Kvit 2-11	1. hugg	9185	14	0,10	0,29	0,08	1,8	-	5,97		0,03	3,81	
	2. hugg	8718	20	0,09	0,32	0,08	1,7	-	5,98		0,02	4,32	
	Sum	17903	22	0,09	-	-	1,7	-	-	Svært	0,02	4,46	
<b>Snitt</b>		<b>8951,5</b>	<b>17</b>	<b>0,09</b>	<b>0,31</b>	<b>0,08</b>	<b>1,7</b>	<b>-</b>	<b>5,97</b>	<b>dårlig</b>	<b>0,02</b>	<b>4,06</b>	<b>3 (dårlig)</b>
Kvit 3-12	2. hugg	912	63	4,32	0,72	0,69	26,3	8,80	2,43		0,72	5,98	
	3. hugg	779	51	4,07	0,68	0,64	23,8	7,98	2,84		0,72	5,67	
	Sum	1691	73	4,36	-	-	26,0	-	-	Svært	0,70	6,19	1
<b>Snitt</b>		<b>845,5</b>	<b>57</b>	<b>4,20</b>	<b>0,70</b>	<b>0,66</b>	<b>25,0</b>	<b>8,39</b>	<b>2,63</b>	<b>God</b>	<b>0,72</b>	<b>5,82</b>	<b>(meget god)</b>





**Figur 3.5.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. 2008: Før anlegg etableres etter brakkleggingsperiode. 2011: Anlegg i drift i 3 år. 2012: Anlegg i drift i 4 år.

**Tabell 3.5.** De ti mest tallrike artene på Kvit 1 i 2008, 2011 og 2012, Kvit 3 i 2012 og Kvit 2 i 2011 og 2012. Tabellene oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

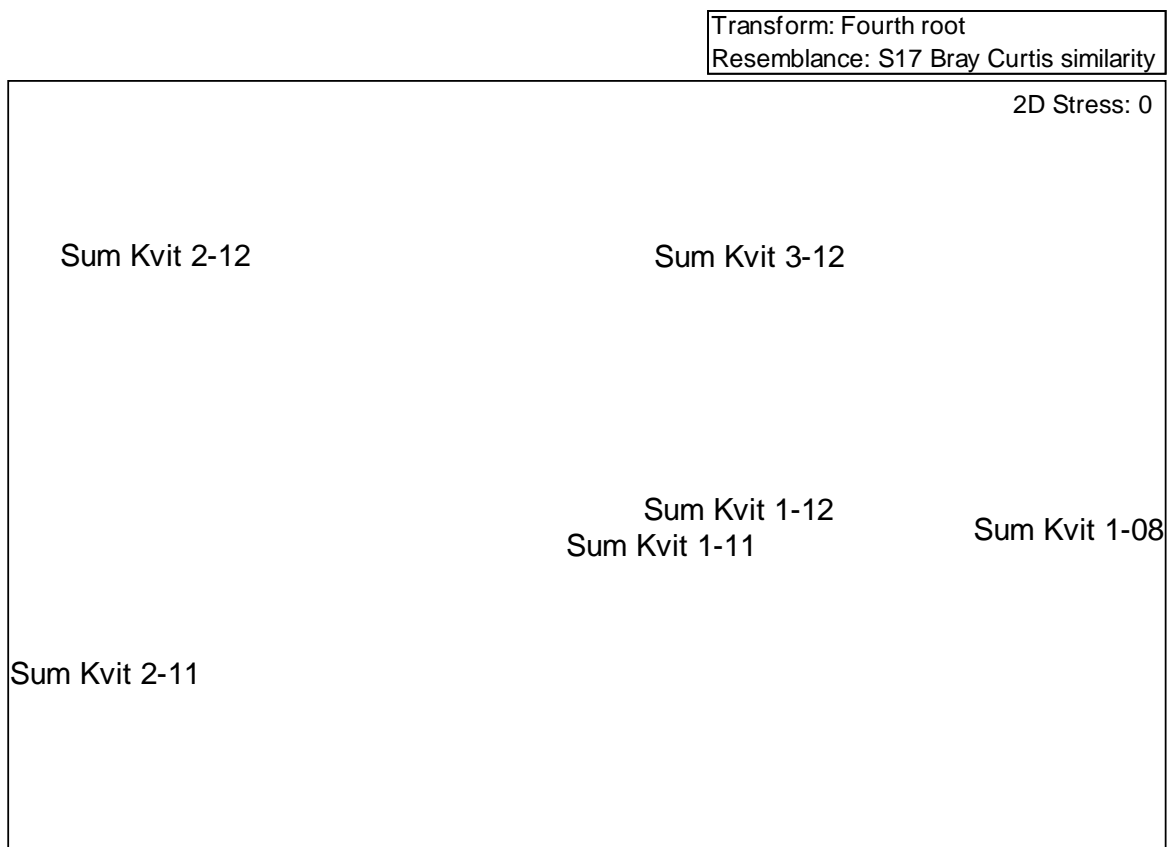
Kvit 1-12	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %	Kvit 1-11	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %
	Ind.	%			Ind.	%	
<i>Galathowenia oculata</i>	624	45,7	45,7	<i>Galathowenia oculata</i>	810	38,8	38,8
<i>Scoloplos armiger</i>	168	12,3	58,0	<i>Capitella capitata</i>	529	25,3	64,1
<i>Galathowenia fragilis</i>	68	5,0	63,0	<i>Scoloplos armiger</i>	228	10,9	75,0
<i>Pectinaria spp.</i>	63	4,6	67,6	<i>Echinocardium flavescens</i>	89	4,3	79,2
<i>Paraonis sp.</i>	55	4,0	71,6	<i>Thyasira flexuosa</i>	49	2,3	81,6
<i>Prionospio cirrifera</i>	31	2,3	73,9	<i>Thyasira sarsii</i>	49	2,3	83,9
<i>Aonides paucibranchiata</i>	24	1,8	75,6	<i>Echinocardium cordatum</i>	35	1,7	85,6
<i>Exogone sp.</i>	23	1,7	77,3	<i>Goniada maculata</i>	27	1,3	86,9
<i>Cochlodesma praetenu</i>	22	1,6	78,9	<i>Paraonis sp.</i>	25	1,2	88,1
<i>Echinocardium flavescens</i>	20	1,5	80,4	<i>Amphiura chiajei</i>	18	0,9	88,9

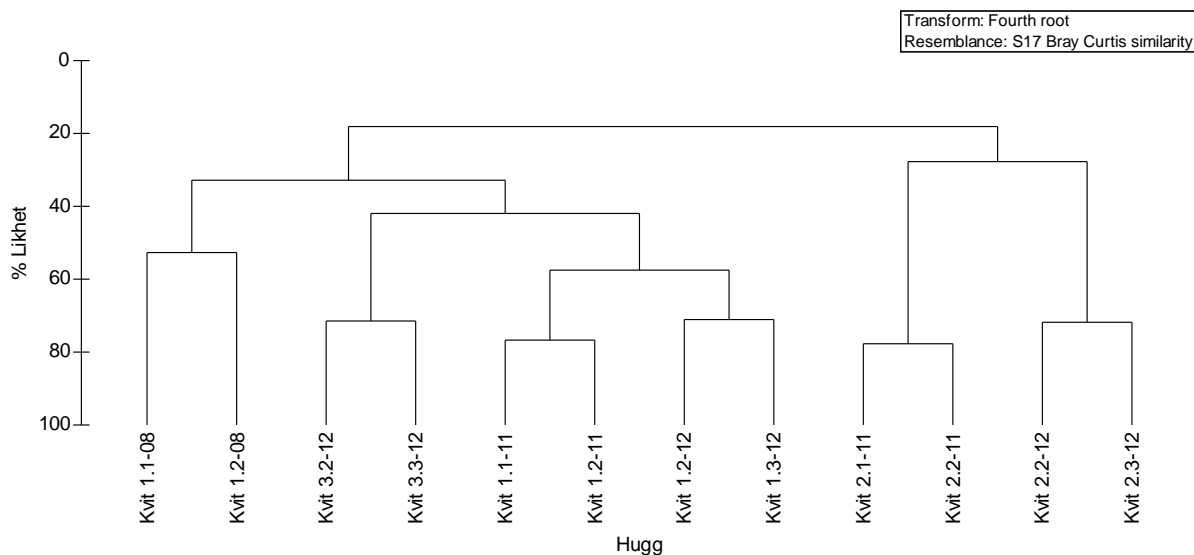
Kvit 1-08	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %	Kvit 3-12	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %
	Ind.	%			Ind.	%	
<i>Spiophanes kroyeri</i>	42	13,6	13,6	<i>Aonides paucibranchiata</i>	310	18,3	18,3
<i>Owenia borealis</i>	22	7,1	20,8	<i>Galathowenia oculata</i>	161	9,5	27,9
<i>Synaptidae indet.</i>	14	4,5	25,3	<i>Jasmineira sp.</i>	161	9,5	37,4
<i>Paraonis sp.</i>	11	3,6	28,9	OLIGOCHAETA indet.	153	9,0	46,4
<i>Prionospio cirrifera</i>	9	2,9	31,8	<i>OphiocTen affinis</i>	145	8,6	55,0
<i>Pista cristata</i>	9	2,9	34,7	<i>Paraonis sp.</i>	122	7,2	62,2
<i>Glycera lapidum</i>	8	2,6	37,3	<i>Glycera lapidum</i>	85	5,0	67,2
<i>Galathowenia fragilis</i>	8	2,6	39,9	ENTEROPNEUSTA indet.	62	3,7	70,9
<i>Galathowenia oculata</i>	8	2,6	42,5	<i>Ophiura albida</i>	56	3,3	74,2
<i>Notomastus latericeus</i>	7	2,3	44,8	<i>Mediomastus fragilis</i>	44	2,6	76,8
<i>Verruca stroemi</i>	7	2,3	47,1	<i>Prionospio cirrifera</i>	44	2,6	79,4

Kvit 2-11	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %	Kvit 2-12	Antall 0,2 m <sup>2</sup>		Kum %
	Ind.	%			Ind.	%	
<i>Capitella capitata</i>	17762	99,2	99,2	<i>Capitella capitata</i>	4724	95,9	95,9
<i>Eteone longa</i>	47	0,3	99,5	<i>Phyllodoce mucosa</i>	81	1,6	97,5
<i>Tellina fabula</i>	14	0,1	99,6	<i>Scoloplos armiger</i>	39	0,8	98,3
<i>Ophryotrocha sp.</i>	12	0,1	99,6	<i>Mediomastus fragilis</i>	15	0,3	98,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	12	0,1	99,7	<i>Eteone longa</i>	15	0,3	98,9
<i>Exogone sp.</i>	9	0,1	99,7	<i>Prionospio steenstrupii</i>	13	0,3	99,2
<i>Galathowenia oculata</i>	7	0,0	99,8	<i>Philine scabra</i>	7	0,1	99,4
<i>Pholoe baltica</i>	6	0,0	99,8	<i>Exogone sp.</i>	5	0,1	99,5
<i>Arenicola marina</i>	6	0,0	99,8	<i>Thyasira sarsii</i>	4	0,1	99,5
<i>Lucinoma borealis</i>	5	0,0	99,9	<i>Mytilidae indet.</i>	4	0,1	99,6



**Figur 3.6.** MDS-plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2008, 2011 og 2012. Grafen viser en tidsutvikling på kvit 2 fra 2011 til 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Sum Kvit 1-12 er summen av stasjon Kvit 1 i 2012 osv.



**Figur 3.7.** Cluster plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2008, 2011 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Sum Kvit 1-12 er summen av stasjonen og Kvit 1.2-12 er andre hugg fra Kvit 1 i 2012 osv.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Hestholmen, Kvitsøy kommune i Rogaland. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 16. og 17. oktober 2012. Det ble samlet prøver fra 3 stasjoner, en i nærheten av anlegget og to i overgangssonen. Tabell 4.1 oppsummerer resultatene. Det ble utført en forundersøkelse (MOM-C) i februar 2008. Det ble i denne rapporten konkludert med gode forhold på begge stasjonene og resultatet er et godt sammenligningsgrunnlag for senere undersøkelser (Vassenden og Johansen 2008). I 2011 ble det utført en oppfølgende undersøkelse (MOM C) ved lokaliteten. Det ble her konkludert med at prøvene tatt like ved anlegget indikerte at driften ved anlegget påvirket bunnfaunaen negativt og at lokaliteten burde følges nøye for å unngå opphopning av fekalier og fôrrester under anlegget. På undersøkelsestidspunktet var det generelt lavt innhold av organisk materiale på stasjonene (glødetap) (Hadler-Jacobsen og Johannessen 2012).

På nærstasjonen, Kvit 2, bestod sedimentet hovedsakelig av sand. De kjemiske analysene tyder på svak forurensing av kobber. Kobber og sink har økt i mengde siden forrige undersøkelse i 2011. Diversiteten og jevnhet av artene som utgjør bunnfauna var lav og havner i KLIFs tilstandsklasse svært dårlig. NQI-verdiene indikerer et svært påvirket artsamfunn, noe også de geometriske klassene viser. Etter MOM-standarden får stasjonen miljøtilstand 3 – Dårlig. En art (*Capitella capitata*) utgjorde over 95 prosent av artsamfunnet. Dette er en art som ofte dominerer i sediment som blir tilført mye organisk materiale. Sammenlignet med forholdene på stasjonen i 2011 viser årets undersøkelse tilsvarende forhold med et lavt artsantall og et bunnsamfunn som domineres av en art som trives under høy organisk belastning.

På Kvit 1, i overgangssonen rett øst for anlegget, inneholdt sedimentet mye sand. Ved denne stasjonen var det ingen indikatorer på organisk forurensing. De kjemiske verdiene for kobber, sink og fosfor var lave. Analysene av bunnfauna tydet på gode forhold. MOM standarden gir stasjonen miljøtilstand 1- Meget god. De geometriske klassene viser en endring i den biologiske sammensetningen siden forundersøkelsen i 2008, men årets undersøkelse kommer noe bedre ut enn ved forrige undersøkelse. Dette viser seg også ved at NQI1 og NQI2 har gått fra tilstandsklasse «moderat» i 2011 til «God» i 2012.

Som konklusjon ser man ved lokalitet Hestholmen en svak forbedring siden forrige undersøkelse, og lokaliteten ser derfor ut til å takle den nåværende produksjonen ved anlegget. Nærsonen er imidlertid presset og man bør derfor ved fremtidig drift følge bunnforholdene under anlegget nøye. Dette for å unngå opphopning av metaller, fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

**Tabell 4.1 Oppsummering av resultatene**

Stasjon	Dyp (m)	Fauna T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber
Kvit 1	69	God	1	I	II
Kvit 2	64	Svært dårlig	3	I	I
Kvit 3	73	Svært God	1	I	IV

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt med Scallop. På toktet deltok Frøydis Lygre og Stian E. Kvalø fra Sam-Marin og båtfører Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester. Sediment analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

## 6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. SFT 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.
- Hadler-Jacobsen S. og Johannessen P. 2012. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hestholmen, Kvitsøy Kommune 2012. SAM e-rapport nr. 20-2012. 50 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.

- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Vassenden G. og Johansen P-O. 2008. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hestholmen, Kvitsøy kommune i 2008. SAM e-rapport nr 14-2008

## 7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata .....</i>	<i>27</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere. ....</i>	<i>27</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>46</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>47</i>



## GENERELL VEDLEGGSEDEL

### 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.

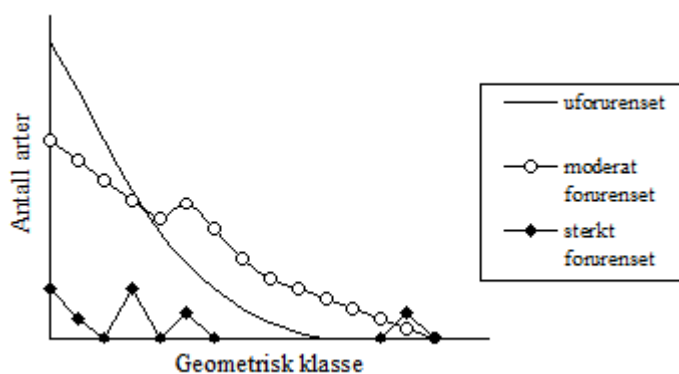
##### Geometriske klasser

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 Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

### Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Diversitetsindekse SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009\*:

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

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

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

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

### Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

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

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

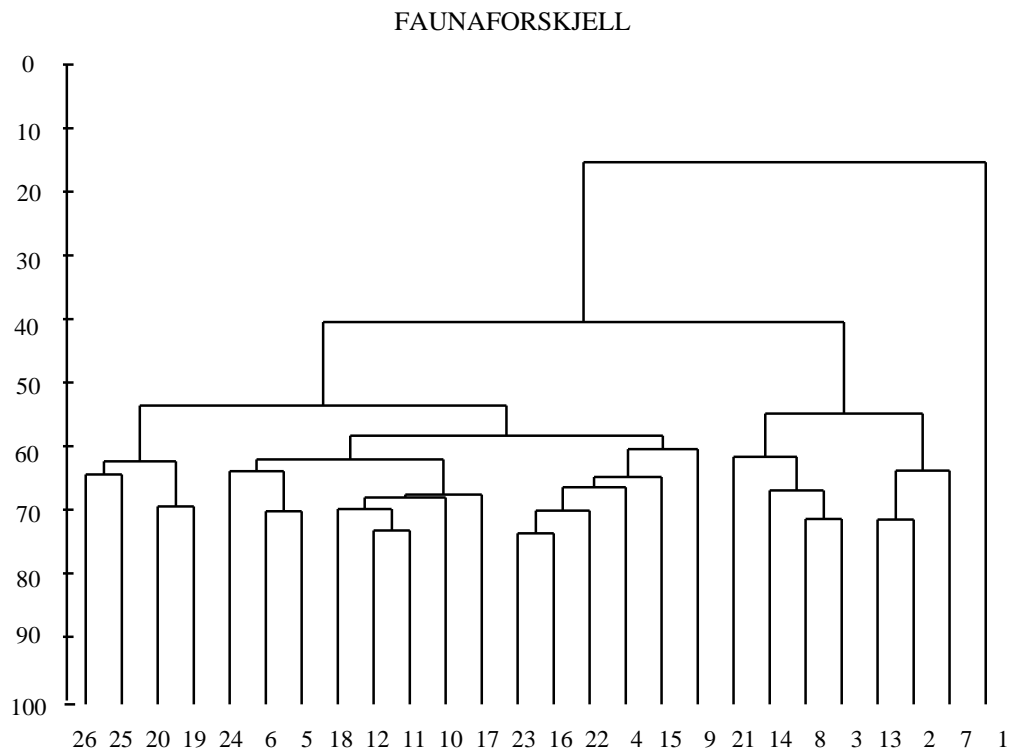
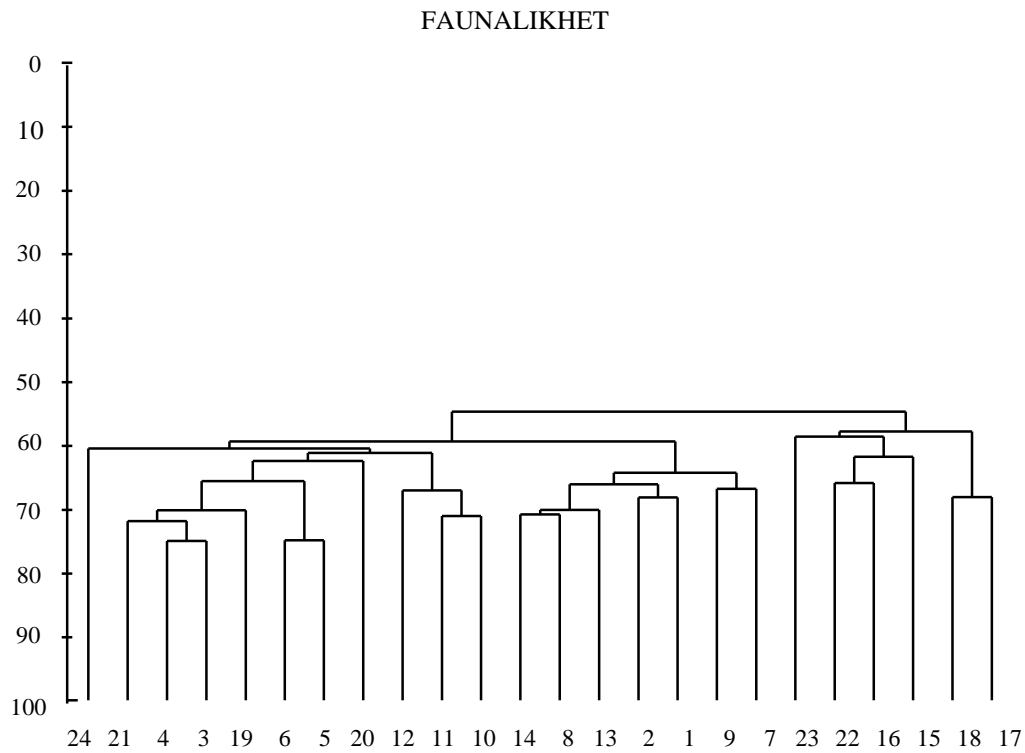
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

### Dataprogrammer

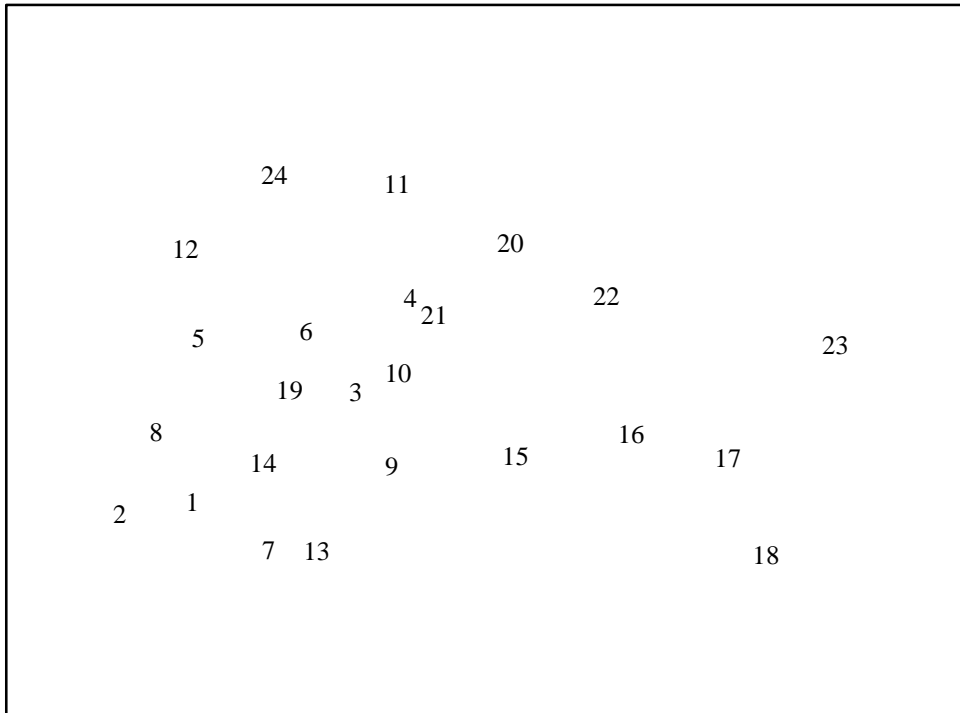
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

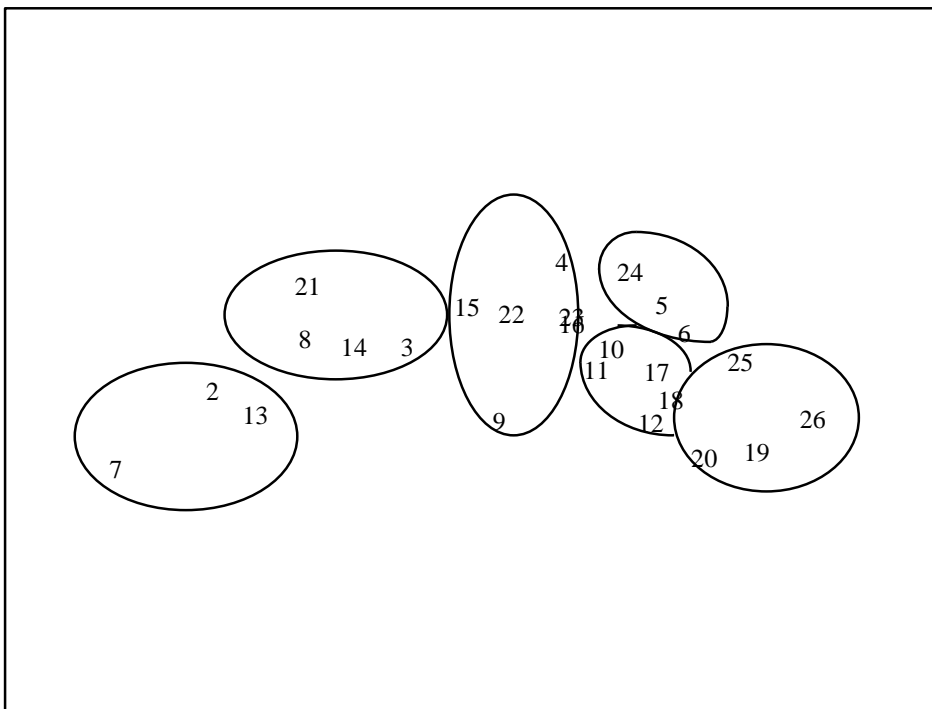


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

**Litteratur til Generelt Vedlegg**

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



**Vedleggstabell 1. MOM-B parametre**

Vedlegg SF-SAM-830.04

B1a

SAM-Marin

**PRØVESKJEMAET, B.1**

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS  
 Lokaltet: Hestholmen  
 Lokaltetstype:

Dato: 16./17. okt. 2012  
 Konesjonsnr: 14136

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr				Indeks
			Kvit 1	Kvit 2	Kvit 3		
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0		0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A				
II	pH	verdi	8,00	7,57	8,10		
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	27,00	-55,00	160,00		
		+ ref. verdi	238	156	371		
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	0	0		0,0
		Tilstand, prøve		1	1	1	
		Tilstand, gruppe II	1				
			Buffer t 11,8 pH sjø: 8,08		Temp sjø: 12 Eh sjø: 199	Temp sediment: 11 Ref. elektrode: 211	
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):							
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0		
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0		
		Brun/Sort = 2					
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0		
		Noe = 2					
		Sterk = 4					
	Konsistens	Fast = 0	0		0		
		Myk = 2		2			
		Løs = 4					
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0					
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1	1	1			
v ≥ 3/4 = 2							
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0			
	2 - 8 cm = 1						
	! ≥ 8 cm = 2						
	SUM		1	3	1		
	Korrigert sum (*0,22)		0,22	0,66	0,22		0,4
	Tilstand prøve		1	1	1		
	Tilstand gruppe III		1				
	Middelverdi gruppe II og III		0,11	0,33	0,11		0,2
	Tilstand gruppe II og III		1				
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand			Lokaltetstilstand	
	< 1,1	1	Gruppe I	Gruppe II og III		Lokaltetstilstand	
	1,1 - < 2,1	2	A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	
	2,1 - < 3,1	3	4	1, 2, 3		1, 2, 3	
	≥ 3,1	4	4	4		4	
						LOKALTETSTILSTAND	1

Korrekturlest: 28/1-13  
 dato

RT  
 Sign.

R  
 Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.04

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 16./17. okt. 2012

Lokalitet: Hestholmen

Konsesjonsnr: 14136

Lokalitetstype:

Prøvetakingssted (nr)	Kvit 1	Kvit 2	Kvit 3						
Dyp (m)	69	64	73						
Antall forsøk	10	3	8						
Bobling (i prøve)	N	N	N						
Primær-sediment	Grus		10 %						
	Skjellsand		10 %						
	Sand	100 %	100 %	80 %					
	Mudder								
	Silt								
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest:

28/1-13  
dato

PTP

Sign.

RS

Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

Side av .

## Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood Rogaland AS,**

**Helgøy, N-4174 Helgøysund**

**Prosjekt nr.: 804024**

**Prøvetakingssted (område): Kvitsøy i Rogaland**

**Dato for prøvetaking: 16-17/10-2012**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin**

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

**Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

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

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

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av:6 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad  
Godkjent taksonom

## SAM-Marin

s.1/8	<b>Stasjon:</b>	<b>Kvit 1</b>	<b>Kvit 1</b>	<b>Kvit 2</b>	<b>Kvit 2</b>	<b>Kvit 3</b>	<b>Kvit 3</b>
	Dybde:	69 m	69 m	64 m	64 m	73 m	73 m
	Dato:	17.10.12	17.10.12	16.10.12	16.10.12	17.10.12	17.10.12
<b>Arter:</b>	Hugg:	2	3	2	3	2	3
* PORIFERA indet.				+	+		
CNIDARIA							
* HYDROZOA							
* <i>Hydrozoa</i> indet.				+	+	+	
* ANTHOZOA							
<i>Cerianthus lloydii</i>		1	1				
<i>Gonactinia prolifera</i>						1	
<i>Edwardsia</i> sp.		6	7	1		5	9
<i>Actinidae</i> indet.						1	
* NEMERTINI indet.		25	24		1	7	27
* NEMATODA indet.		5	4	ca. 50	ca. 50	ca. 100	ca. 30
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>						1	
<i>Laetmonice filicornis</i>			0/1				
<i>Polynoidae</i> indet.		1					1
<i>Malmgreniella mcintoshii</i>						0/4	0/1
<i>Pholoe baltica</i>		3	1	1		23	4
<i>Pisione remota</i>						7	3
<i>Chaetoparia nilssoni</i>			1				
<i>Phyllodoce groenlandica</i>						2	1/1
<i>Phyllodoce mucosa</i>				59	22		
<i>Eumida ockelmanni</i>			1				
<i>Eulalia mustela</i>						3	8
<i>Mystides caeca</i>							1
<i>Eteone longa</i>				8	7	1	2/1
<i>Sige fusigera</i>			1				
<i>Gyptis rosea</i>						1	
<i>Kefersteinia cirrata</i>							2
<i>Syllidae</i> indet.		1				9	4
<i>Exogone</i> sp.		13	10	2	3	7	7
<i>Nephtys hombergi</i>		1					
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>		1	1				
<i>Sphaerodorum flavum</i>						2	2
<i>Glycera alba</i>		0/1	1				
<i>Glycera lapidum</i>		1/1	0/1			9/31	10/35
<i>Goniada maculata</i>		8/3	0/6		1		2/1
<i>Glycera capitata</i>				3554	1170		
<i>Lumbrineridae</i> indet.						2	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>						1	1
<i>Scoloplos armiger</i>		72	96	24	15	6	37
<i>Aonides paucibranchiata</i>		3	21			161	149
<i>Laonice bahusiensis</i>						6	
<i>Malacoceros fuliginosa</i>				1	1		
<i>Malacoceros</i> sp.						1	
<i>Polydora</i> sp.		7	5			1	
<i>Prionospio steenstrupii</i>				8	5		
<i>Prionospio cirrifera</i>		12	19	1	1	23	21

## SAM-Marin

s.2/8	Stasjon:	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 2	Kvit 2	Kvit 3	Kvit 3
	Dybde:	69 m	69 m	64 m	64 m	73 m	73 m
	Dato:	17.10.12	17.10.12	16.10.12	16.10.12	17.10.12	17.10.12
<b>Arter:</b>	Hugg:	2	3	2	3	2	3
<i>Prionospio fallax</i>		2					
<i>Scolelepis korsuni</i>							6
<i>Spio sp.</i>		3	1				
<i>Spiophanes bombyx</i>		1/2	4/4			3/5	0/3
<i>Spiophanes kroyeri</i>						0/4	1/1
<i>Apistobranchus tullbergi</i>						1	
<i>Aricidea catherinae</i>		1				1	1
<i>Aricidea wassi</i>		2	2				
<i>Aricidea ceruti</i>							2
<i>Paraonis sp.</i>		26	29			81	41
<i>Aphelochaeta sp.</i>		1					
<i>Caulleriella zetlandica</i>			2			2	4
<i>Chaetozone sp.</i>		6	6			1	4
<i>Macrochaeta clavicornis</i>						5	
<i>Diplocirrus glaucus</i>		3	3				
<i>Scalibregma inflatum</i>						1	0/2
<i>Capitella capitata</i>			2				
<i>Mediomastus fragilis</i>		1	2	7	8	22	22
<i>Notomastus latericeus</i>			2				
<i>Maldanidae indet.</i>			1			5	1
<i>Galathowenia fragilis</i>		30	38			3	2
<i>Galathowenia oculata</i>		403	221	1		28	133
<i>Owenia borealis</i>		5/1	2/1			5/2	3/2
<i>Pectinaria auricoma</i>						0/2	1/6
<i>Pectinaria koreni</i>					1		
<i>Pectinaria spp.</i>		1/40	0/22				
<i>Ampharete falcata</i>		2					
<i>Sabellides octocirrata</i>		1	1			1	
<i>Sosane sulcata</i>							1
<i>Anobothrus gracilis</i>			2				
<i>Terebellidae indet.</i>			0/1				
<i>Amphitrite cirrata</i>						2/2	
<i>Pista lornensis</i>							0/1
<i>Polycirrus medusa</i>						2	1
<i>Polycirrus plumosus</i>		0/1	1				
<i>Sabellidae indet.</i>			2			2	
<i>Jasmineira sp.</i>						90	71
<i>Hydroides norvegica</i>		0/1					
OLIGOCHAETA indet.						76	77
* HIRUDINEA indet.							
ECHIURA							
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula indet.</i>						4	2
<i>Phascolion strombus</i>		1					1
ARTHROPODA							
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>					1	1	
* <i>Centropages typicus</i>						1	1
* <i>Caligus sp.</i>							1

## SAM-Marin

s.3/8	Stasjon:	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 2	Kvit 2	Kvit 3	Kvit 3
	Dybde:	69 m	69 m	64 m	64 m	73 m	73 m
	Dato:	17.10.12	17.10.12	16.10.12	16.10.12	17.10.12	17.10.12
Arter:	Hugg:	2	3	2	3	2	3
<i>Cylindroleberis mariae</i>		1					
* <i>Nebalia</i> sp.						17	1
* <i>Bodotria scorpioides</i>							1
* <i>Tanaidacea</i> indet.			1				
* <i>Natatolana borealis</i>							1/1
<i>Arcturella dilatata</i>		1					
* <i>Astacilla longicornis</i>		0/3	0/3				4
* <i>Astacilla dilatata</i>						1	1
* <i>Amphipoda</i> indet.		7	8	1		44	32
* <i>Hyperiidæ</i> indet.						2	
* <i>Caprellidæ</i> indet.		1	2			1	
* <i>Pandalina brevirostris</i>						1	
* <i>Philocheras bispinosus</i>							1
* PYCNOGONIDA indet.		2					
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata</i> indet.		1					
<i>Leptochiton asellus</i>						2/1	
<i>Turitella communis</i>			1				
<i>Euspira pulchella</i>		1		1			
<i>Vitreolina</i> sp.						1	
<i>Acteon tornatilis</i>		1/2	0/2				
<i>Philine scabra</i>		0/4	1/3	1/1	2/3	0/1	3
<i>Cylichna cylindracea</i>		1	1				
<i>Nudibranchiata</i> indet.						3	
<i>Ennucula tenuis</i>		1					
<i>Yoldiella philippiana</i>		2/1					
<i>Mytilidæ</i> indet.				0/4			
<i>Mytilus edulis</i>					1		
<i>Similipecten similis</i>						1	7
<i>Lucinoma borealis</i>		0/2	0/2				
<i>Myrtea spinifera</i>		1/1					
<i>Thyasira flexuosa</i>		6	9/1				2
<i>Thyasira sarsii</i>		0/2	1	3	1	0/1	
<i>Kurtiella bidentata</i>		0/2					
<i>Astarte sulcata</i>			0/1			0/1	
<i>Spisula elliptica</i>			0/2				
<i>Tellina fabula</i>				0/1			
<i>Abra alba</i>				2			
<i>Clausinella fasciata</i>		0/1	0/2				
<i>Dosinia lupinus</i>			0/1				
<i>Corbula gibba</i>			8				
<i>Thracia phaseolina</i>		1					
<i>Cochlodesma praetenue</i>		9	9/4				
<i>Tropidomya abbreviata</i>							
<i>Antalis entalis</i>		3	3				
<i>Antalis occidentalis</i>			1				
* BRYOZOA							
* <i>Bryozoa skorpeformet</i>				+	+	+	+

## SAM-Marin

s.4/8	<i>Stasjon:</i>	<b>Kvit 1</b>	<b>Kvit 1</b>	<b>Kvit 2</b>	<b>Kvit 2</b>	<b>Kvit 3</b>	<b>Kvit 3</b>
	Dybde:	69 m	69 m	64 m	64 m	73 m	73 m
	Dato:	17.10.12	17.10.12	16.10.12	16.10.12	17.10.12	17.10.12
<b>Arter:</b>	Hugg:	2	3	2	3	2	3
* BRYOZOA							
* <i>Bryozoa skorpeformet</i>				+	+	+	+
ECHINODERMATA							
<i>Astropecten irregularis</i>		0/11	0/7	0/2	0/1	0/8	0/5
OPHIUROIDEA indet.				+			
<i>Amphipholis squamata</i>			1			10/7	0/1
<i>Amphiura chiajei</i>			0/1				
<i>Amphiura filiformis</i>			0/3				
<i>Amphiura securigera</i>						0/3	
<i>Ophiocten affinis</i>		2/2	3/5			4/112	4/25
<i>Ophiura albida</i>		0/1	0/1			2/47	0/7
<i>Echinus acutus</i>			0/1				
<i>Echinocyamus pusillus</i>		1/2	0/4			5/3	0/1
<i>Spatangus purpureus</i>						0/1	
<i>Echinocardium flavescens</i>		3/5	2/10	0/1		0/4	
<i>Pseudothyone raphanus</i>						0/1	
<i>Synaptidae</i> indet.		3	4		1	2	4
* POGONOPHORA indet.							
ENTEROPNEUSTA indet.		3	4			34	28
* CHAETOGNATHA indet.				1			
CHORDATA							
* VARIA				+	+	+	+

## SAM-Marin

s.5/8	Stasjon Dato	Kvit 1 20.2.08	Kvit 1 20.2.08	Kvit 1 4.10.2011	Kvit 1 4.10.2011	Kvit 2 6.10.2011	Kvit 2 6.10.2011
Arter:	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
* PORIFERA indet.		+					
* HYDROZOA							
* <i>Hydrozoa indet.</i>		+		+			++
* ANTHOZOA							
<i>Cerianthus lloydii</i>		2	0/1	1	2		
<i>Edwardsia sp.</i>		2		4	6		
<i>Paraedwardsia sp.</i>			1				
* NEMERTINI indet.		5	3	6	14	+	
* NEMATODA indet.		1	1	ca.30	8	ca. 30	ca.40
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
<i>Polynoidea indet.</i>				2			
<i>Gattyana cirrosa</i>							0/1
<i>Eunoe nodosa</i>		1	1				
<i>Pholoe assimilis</i>					1		
<i>Pholoe baltica</i>		0/1	1	12	5	1	5
<i>Sthenelais limicola</i>		1	2				
<i>Chaetoparia nilssoni</i>		1					
<i>Phyllodoce groenlandica</i>				1/1	1		
<i>Eumida bahusiensis</i>		1		0/1	1		
<i>Eteone longa</i>				4		34	13
<i>Sige fusigera</i>			1	1/1			
<i>Nereimyra punctata</i>				1			
<i>Syllidae indet.</i>		5					
<i>Exogone sp.</i>		4	2	3		6	3
<i>Glycera alba</i>				3/1	4		
<i>Glycera lapidum</i>		3	3/2				
<i>Glycinde nordmanni</i>			1				
<i>Goniada maculata</i>		2	2/2	5/5	14/3		
<i>Lumbrineridae indet.</i>		4	1	1			
<i>Ophryotrocha sp.</i>				2	1	9	3
<i>Schistomeringos sp.</i>			1				
<i>Scoloplos armiger</i>		0/2		59/85	18/66	2	0/2
<i>Aonides paucibranchiata</i>		1	1	5	1		
<i>Malacoceros fuliginosa</i>							3
<i>Polydora sp.</i>		0/1	2	1	2		
<i>Prionospio steenstrupii</i>						1	3
<i>Prionospio cirrifera</i>		3/1	5	10	3		
<i>Prionospio fallax</i>		1					
<i>Spiophanes bombyx</i>				1	3		
<i>Spiophanes kroyeri</i>		9/6	20/7		1		
<i>Aricidea catherinae</i>		1					
<i>Aricidea wassi</i>		1					
<i>Paraonis sp.</i>		6	5	17	8		
<i>Aphelochaeta sp.</i>		2	3				
<i>Chaetozone cf. chriestie</i>		2	2				
<i>Chaetozone sp.</i>		1	1	7	3		3
<i>Diplocirrus glaucus</i>		1		1	1		
<i>Ophelina cylindricaudata</i>			2				



## SAM-Marin

s.6/8	Stasjon	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 2	Kvit 2
	Dato	20.2.08	20.2.08	4.10.2011	4.10.2011	6.10.2011	6.10.2011
Arter:	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
<i>Scalibregma inflatum</i>				0/1			
<i>Capitella capitata</i>				365	164	9104	8658
<i>Heteromastus filiformis</i>		1				8	4
<i>Mediomastus fragilis</i>				4	3		
<i>Notomastus latericeus</i>		4/1	2		1		
<i>Arenicola marina</i>					1	1/1	3/1
<i>Praxillella affinis</i>			2/2				
<i>Praxillura longissima</i>		0/1					
<i>Galathowenia fragilis</i>		2	6	1			
<i>Galathowenia oculata</i>		4	4	ca.500	ca.310	4	3
<i>Owenia borealis</i>		5/9	4/4	5	3		
<i>Pectinaria auricoma</i>		1		0/3	1/1		
<i>Pectinaria koreni</i>				1/6	0/7		
<i>Ampharetidae</i> indet.		1	3				
<i>Ampharete falcata</i>			2				
<i>Ampharete finmarchica</i>			1				
<i>Sabellides</i> indet.		1	1				
<i>Sabellides octocirrata</i>			3/1	2			
<i>Amphicteis gunneri</i>			1/1				
<i>Amythasides macroglossus</i>			1				
<i>Eclysippe vanelli</i>			1				
<i>Sosanopsis wireni</i>			1				
<i>Samytha sexcirrata</i>			2				
<i>Melinna elisabethae</i>		1	1				
<i>Amphitrite cirrata</i>				1/1			
<i>Pista cristata</i>		1/5	0/3				
<i>Pista lornensis</i>				1			
<i>Polycirrus norvegicus</i>		1	0/1	1			
<i>Polycirrus plumosus</i>				2	2/1		
<i>Trichobranchus roseus</i>		1	0/1				
<i>Euchone papillosa</i>			1				
<i>Pomatoceros triqueter</i>		1					
OLIGOCHAETA indet.		3		1			
ARTHROPODA							
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		1		3	3	2	1
* <i>Candacia armata</i>						1	
<i>Verruca stroemi</i>		7					
* <i>Pterygocythereis jonesii</i>		2					
* <i>Eudorella truncatula</i>			2				
<i>Arcturella dilatata</i>				1/6	0/5		0/1
* <i>Janira maculosa</i>		1					
* <i>Munna</i> sp.		1					
* <i>Amphipoda</i> indet.		4	9	5	2	3	
* <i>Caprellidae</i> indet.				6	19		
* <i>Euphausiacea</i> indet.				0/1			
* <i>Decapoda</i> indet.					0/3		
* PYCNOGONIDA indet.			3	1			

## SAM-Marin

s.7/8	Stasjon	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 1	Kvit 2	Kvit 2
	Dato	20.2.08	20.2.08	4.10.2011	4.10.2011	6.10.2011	6.10.2011
Arter:							
Hugg:		1. Hugg	2.Hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>			1				
<i>Leptochiton asellus</i>		4/1	1				
<i>Anatoma crispata</i>		1					
<i>Jujubinus miliaris</i>		1					
<i>Capulus ungaricus</i>		0/1					
<i>Euspira pulchella</i>		1					
<i>Mangelia coarctata</i>			1				
<i>Melanella alba</i>			0/1				
<i>Eulimella compactilis</i>			1				
<i>Acteon tornatilis</i>		1			1/2		
<i>Philine scabra</i>				1/1			
<i>Cylichna cylindracea</i>			1	1/1	1		
<i>Nudibranchiata indet.</i>						1	
<i>Nucula nucleus</i>		0/1					
<i>Ennucula tenuis</i>				1			
<i>Yoldiella philippiana</i>		1					
<i>Modiolula phaseolina</i>		1					
<i>Mytilus edulis</i>							0/1
<i>Similipecten similis</i>			0/1				
<i>Lucinoma borealis</i>		0/1		2	0/2	3	2
<i>Myrtea spinifera</i>			1	4			
<i>Thyasira biplicata</i>				1			
<i>Thyasira flexuosa</i>				23/8	14/4	1/1	
<i>Thyasira sarsii</i>				5/22	13/9		1
<i>Thyasira pygmaea</i>			1				
<i>Astarte sulcata</i>		0/2	2				
<i>Parvicardium minimum</i>		1	1				
<i>Macoma calcarea</i>							1
<i>Tellina fabula</i>				1/1	1/2	8	6
<i>Abra prismatica</i>		1		2	1/1		
<i>Corbula gibba</i>				1/1	4/2		
<i>Cochlodesma praetenuae</i>				4/2	10		
<i>Tropidomya abbreviata</i>							
<i>Antalis entalis</i>		0/1	1	1	0/1		
BRACHIOPODA indet.							
<i>Crania anomala</i>		6					
<i>Terebratulina sp.</i>		2					
PHORONIDA indet.							
* BRYOZOA							
* <i>Bryozoa skorpeformet</i>		+	+	+	+	+	+
* <i>Bryozoa grenet</i>					+		++
ECHINODERMATA							
<i>Asteroidea indet.</i>		0/1	0/1				
<i>Astropecten irregularis</i>				0/4	0/7		0/1
<i>Ophiothrix fragilis</i>		1					
<i>Amphipholis squamata</i>		1					
<i>Amphiura chiajei</i>				0/6	0/12		

## SAM-Marin

s.8/8	Stasjon Dato	Kvit 1 20.2.08	Kvit 1 20.2.08	Kvit 1 4.10.2011	Kvit 1 4.10.2011	Kvit 2 6.10.2011	Kvit 2 6.10.2011
Arter: Hugg:		1. Hugg	2.Hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
<i>Ophiocten affinis</i>					0/1		
<i>Ophiura affinis</i>		1/1					
<i>Ophiura albida</i>				0/1			
<i>Echinocyamus pusillus</i>		1	1/2	0/1	0/2		
<i>Spatangus purpureus</i>			0/2				
<i>Echinocardium cordatum</i>		0/1		0/16	0/19		
<i>Echinocardium flavescens</i>				0/46	0/43		
<i>Holoturoidea indet.</i>				+			
<i>Trionidium drummondi</i>		1					
<i>Synaptidae indet.</i>		5	9				
* POGONOPHORA indet.							
* <i>Siboglinum fiordicum</i>		+					
ENTEROPNEUSTA indet.		2			1		
* CHAETOGNATHA indet.					1		
HEMICHORDATA							
<i>Pterobranchia indet.</i>		+					
ASCIDIACEA							
<i>Ascidacea indet.</i>		4					
<i>Pyura tessellata</i>		1					
CHORDATA							
* PISCES indet.							0/1
* <i>Diplecogaster bimaculatus</i>				1			
* VARIA		+	+			+	

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Geometrisk klasse	Kvit 1-08	Kvit 1-11	Kvit 2-11	Kvit 1-12	Kvit 2-12	Kvit 3-12
I	42	16	7	26	10	18
II	25	16	3	23	4	13
III	16	10	6	10	4	17
IV	7	9	4	8	3	11
V	1	5	0	8	0	2
VI	1	3	1	2	1	5
VII		1	0	1	1	2
VIII		1	0	1	0	4
IX		0	0	0	0	1
X		2	0	1	0	
XI			0		0	
XII			0		0	
XIII			0		1	
XIV			0			
XV			1			

## Vedleggstabell 4. 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  
Fax:

AR-12-MX-002893-03



EUNOBE-00004850

Prøvemottak: 23.10.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 23.10.2012-12.11.2012  
Referanse: 807024/74/12

## ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).  
Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.:	441-2012-1023-095	Prøvetakingsdato:	16.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerking:	Kvit 2, 64 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	1400	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	110	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	53	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	11	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	73.8	% (v/v)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1023-096	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerking:	Kvit 1, 69 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	440	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	36	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	38	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.1	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	76.2	% (v/v)		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 :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

‘a

AR-12-MX-002893-03



EUNOBE-00004850



Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-097</b>	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerking:	Kvit 3, 73 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	660	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	12	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	41	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9	mg/g tv		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	70.8	% (v/v)		EN 14346	0.1	

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

**Bergen 18.02.2013**

-----  
Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingenier

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2