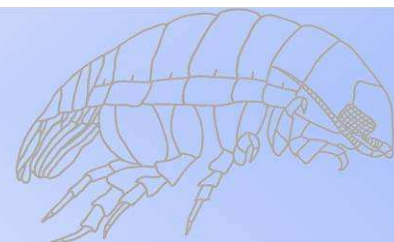


# SAM e-Rapport

Uni Research  
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapport nr. 21-2011

*MOM C-undersøkelse ved Singsholmen i Hitra kommune,  
2011.*

Arild Kjerstad  
Jon Hestetun



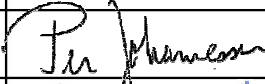

	<b>SAM-Marin</b>	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Singsholmen i Hitra kommune, 2011	Dato: 03.02.2012
	Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Arild Kjerstad, Jon Hestetun	Prosjektleder: E. Heggoy
	Prosjektnummer: 806032

Oppdragsgiver: SalMar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

Abstract: A MOM C investigation was conducted in October 2011 at 3 sites near the aqua culture locality Singsholmen. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as an analyses of the composition of benthic fauna. No chemical contamination from copper, zink or phosphorous was detected. Loss on ignition (LOI) and TOC-values indicated low to no organic contamination. The faunal composition indicated very good bottom conditions at the intermediate and distant station, but some organic enrichment at the station closest to the farm, however well below the limit in the MOM standard. No other adverse environmental condition related to the operation of the farm were found in the investigation.

Keywords: MOM C, marine environmental monitoring, Aqua culture, Singsholmen	Emneord: MOM C, marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Singsholmen	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 21-2011
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	03.02.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	03.02.2012	

**Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport**

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til MOM C analyser, samlet av:** Havbruksstjenesten AS

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Tveiten, Korableva, Ekrene, Ensrud og Amin

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Alvestad og Johannessen

**Rapportering utført av:** Kjerstad og Hestetun

**Ikke akkreditert:**

**Geologiske analyser utført av:** Grønning

Stasjon Sin 1: Grunnet steinete bunn var det tross mange forsøk kun mulig å få ett hugg til biologisk analyse fra stasjon Sin 1, dermed er ikke biologisk analyse utført akkreditert for denne stasjonen.

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Blåstål

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

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, total tørrstoff

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 Hydrografi .....	7
2.2.2 Sediment.....	7
2.2.3 Kjemiske analyser .....	8
2.2.4 Bunndyr .....	9
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>11</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Hydrografi.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>16</b>
<b>4 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSE.....</b>	<b>22</b>
<b>5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>22</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>24</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>25</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Singsholmen, Hitra kommune, lokalitetsnummer 24115. Innsamlingene ble gjennomført 24. oktober 2011.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Singsholmen. Med resipient menes her et sjøområde som vil mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Singsholmen har vært i bruk siden våren 2005.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av 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).

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Uni Miljø, SAM-Marin på oppdrag fra SalMar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved forskningsselskapet Uni Research AS, har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blandt annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 20 år og utført miljøundersøkelser i 10 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

## 2 MATERIALE OG METODER

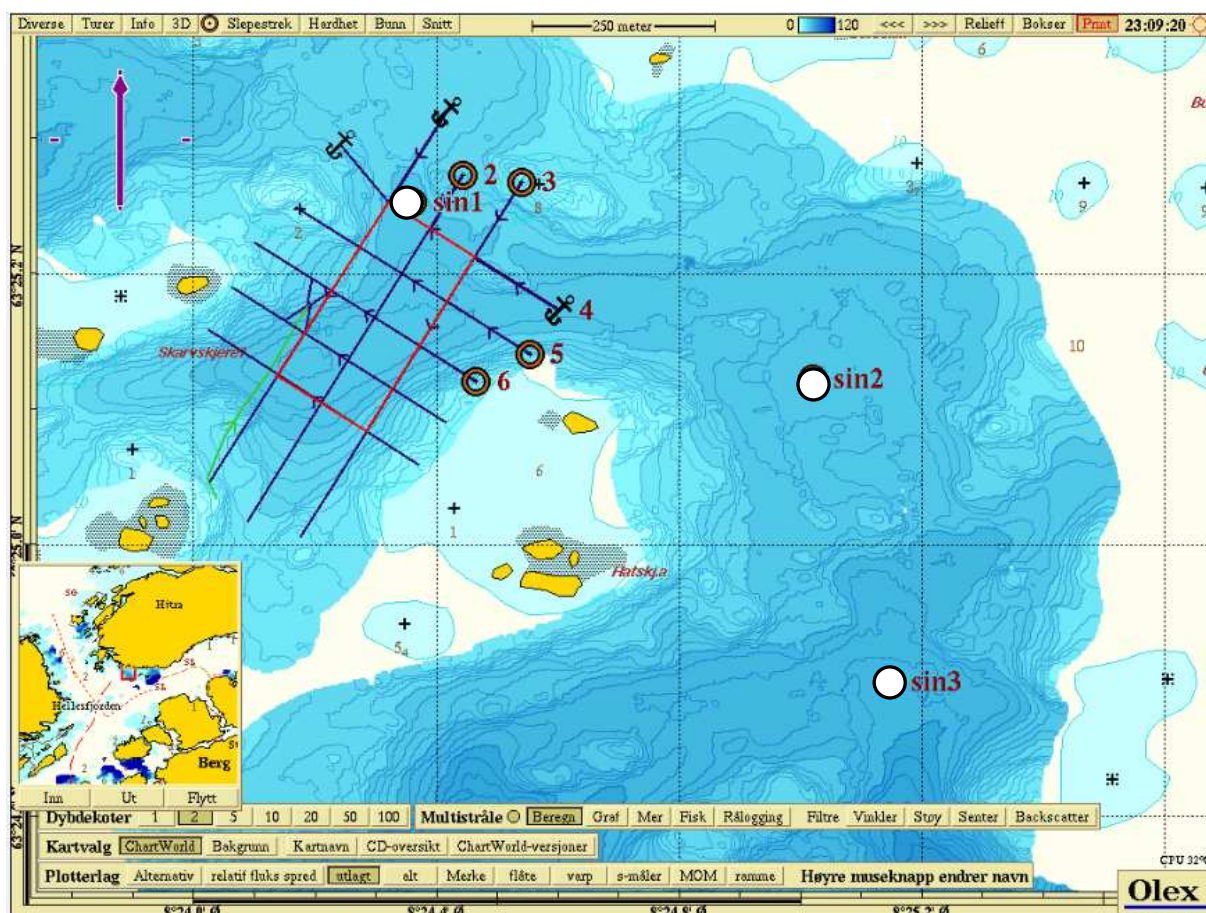
### 2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger på sør vest siden av Hitra, ved Forsnes (Figur 2.1). Anlegget ligger mellom holmer i et grunt område. Lokaliteten er meget sterkt strøm og bølge eksponert.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbrukstjenestens egen båt "Blåstål" den 24. oktober 2011 med Havbrukstjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Arild Kjerstad. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (sin 1), en i overgangssonen (Sin 2), samt en fjernsone (Sin 3). Prøve stedene ble valgt ut fra dominerende strømreretning som går mot øst.

**Figur 2.1.** Oversiktskart (innfelt bilde) og mer detaljert kart ved lokaliteten Singsholmen. Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.



**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Singsholmen, Hitra i oktober 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m<sup>2</sup> til alle prøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Sin 1 24.10-2011	Forsnes 63° 25.261 N 08° 24.340 Ø	32	1	5,1	Kjemi, og geologi Biologi, pH og $E_h$ Sand Tok 12 hugg. Avslutte pga hard bunn.
Sin 2 24.10-2011	Forsnes 63° 25.122 N 08° 25.018 Ø	38	1 2 3	3,81 4,51 3,81	Kjemi og geologi Biologi Biologi, pH og $E_h$ Sand i alle
Sin 3 24.10-2011	Forsnes 63° 24.899 N 08° 25.148 Ø	47	1 2 3	3,81 2,01 5,51	Kjemi og geologi Biologi Biologi, pH og $E_h$ Sand i alle

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og 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. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og 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 ett av huggene til analyse av kjemiske parametre. 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. Analysen av Nitrogen-Kjelldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

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



## 2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste 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 bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

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

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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.

Klima og forurensingsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppa Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQII beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. 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). Både Shannon-Wiener indeks ( $H'$ ) og NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens  $H'$  kun sier noe om diversiteten, gir NQII et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse				
			I Bakgrunn (svært/meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQII		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

**Tabell 2.3.** Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen 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> .

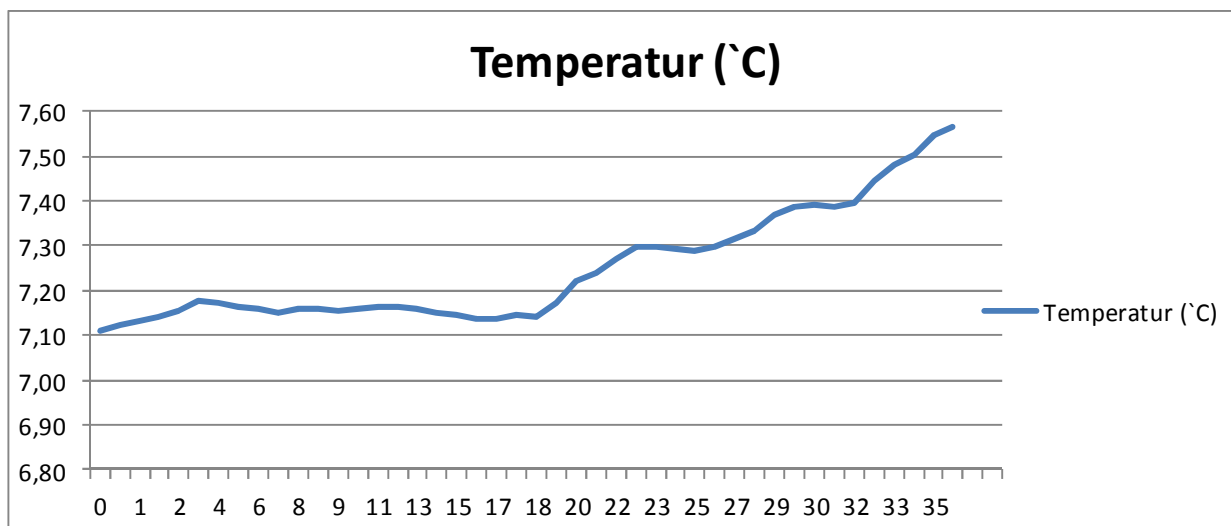
### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Singsholmen har det vært produksjon siden våren 2005. Mangler for data for generasjon vår 2005. Generasjon vår 2007 (mars 2007 til nov. 2008) ble fremfôret på lokaliteten og det ble totalt brukt 8 953 tonn fôr. Generasjon vår 2010 (mars 2010 til mars 2011) ble flyttet til Solværet i mars 2011. På denne generasjonen ble det benyttet 3 681 tonn fôr. På generasjonen vår 2011 (mai 2011- ) er det fra utsett til september benyttet 771 tonn fôr.

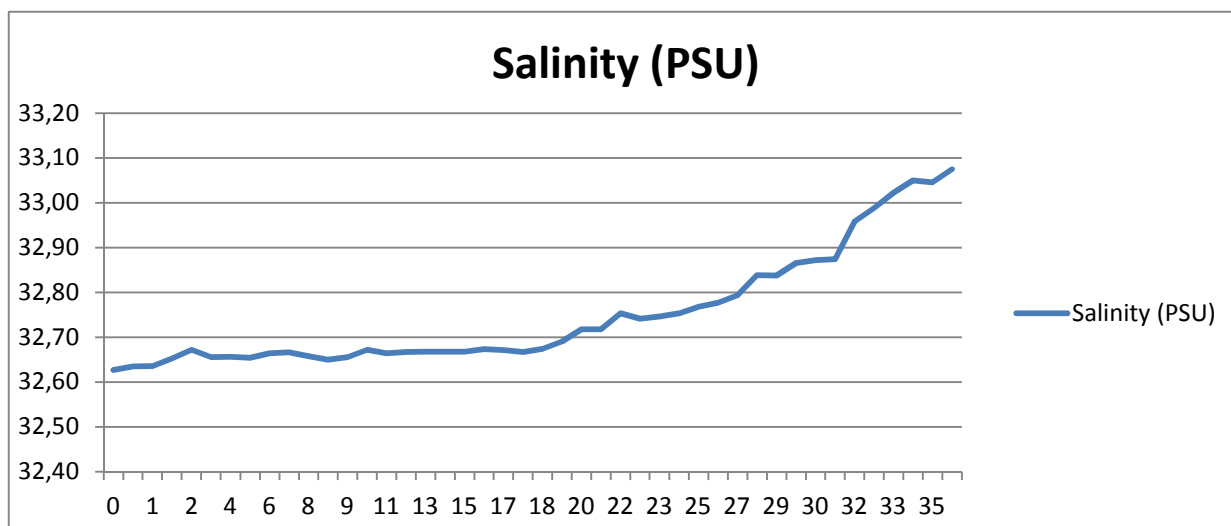
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi.

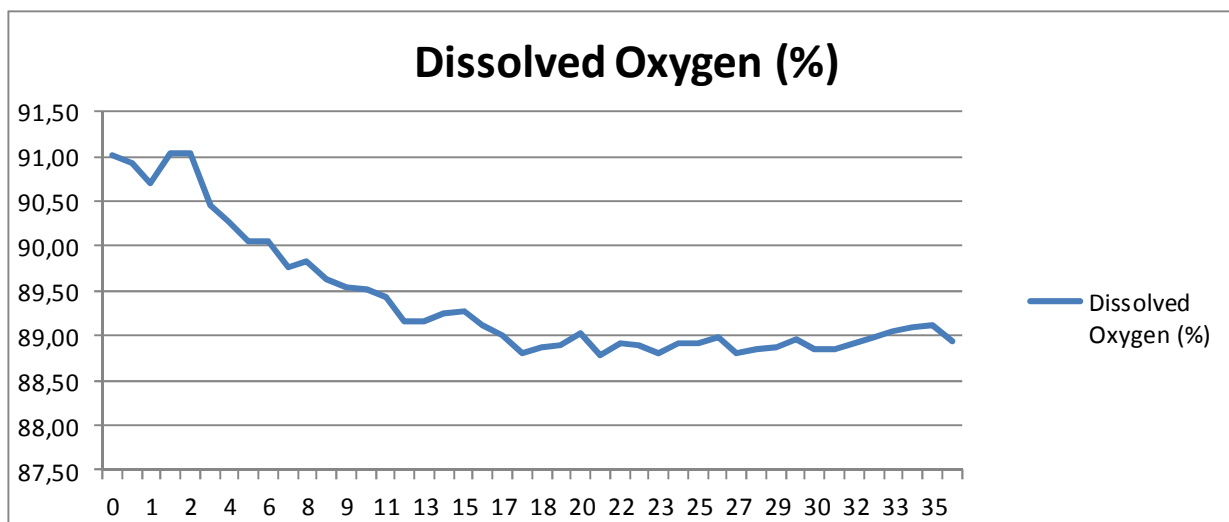
Målingene ble tatt 03.1.2012. Saltholdighet, temperatur og oksygenforhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon nr Sin 3. Resultatene er presentert i Figur 3.1.1 – 3.1.4.



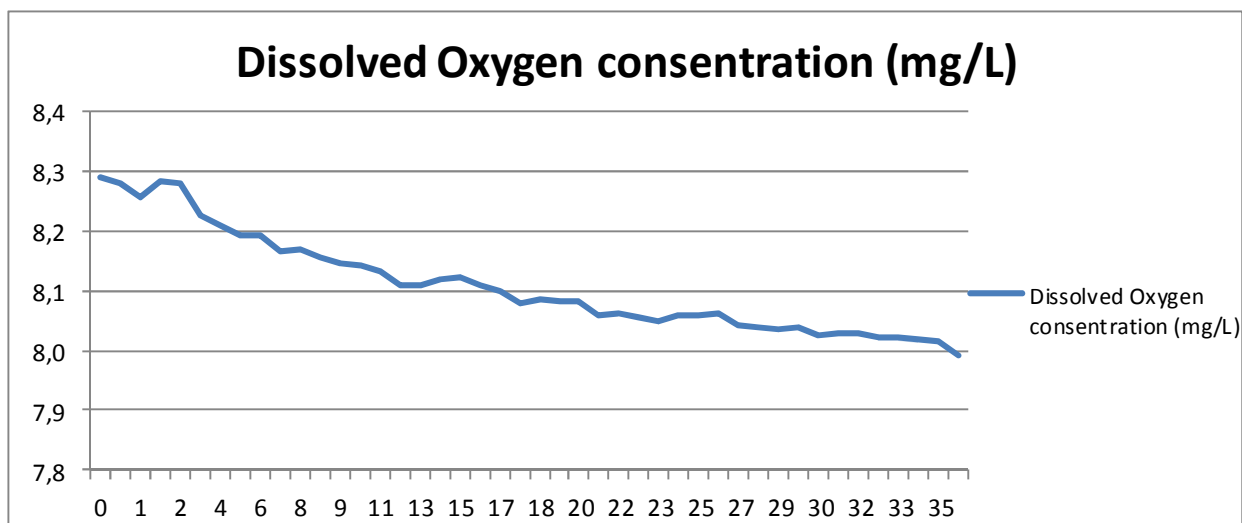
Figur 3.1.1. Temperatur fra overflaten til 35 meters dyp.



Figur 3.1.2. Salinitet fra overflate til 35 meters dyp.



Figur 3.1.3. Oppløst oksygen fra overflate til 35 meters dyp.



Figur 3.1.4. Oppløst oksygenkonsentrasjon fra overflate til 35 meters dyp.

Temperaturen på stasjon Sin 3 var 7,1 °C i overflaten og økte til 7,55 °C grader på 35 m dyp. Saltholdigheten var tilnærmet lik i vannsøylen. Oksygeninnholdet var høyest på overflaten (8,3 mg/l) og sank svakt nedover med økende dybde. Bunnen hadde et godt nivå av oksygen, noe som plasserer vannet i KLIF`s tilstandsklasse 1 (meget god).

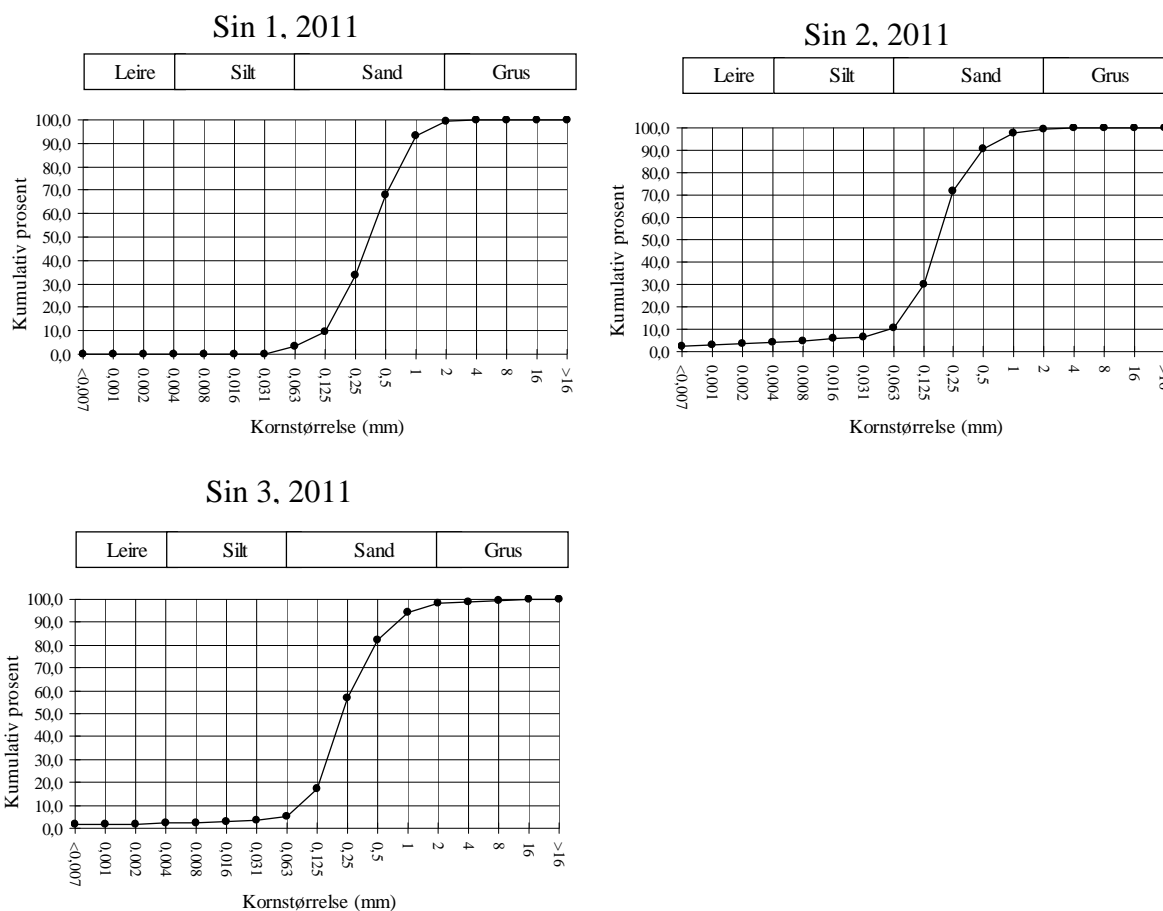
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2011 er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Sin 1	2011	32	4,63	0	3	3	96	1
Sin 2	2011	38	3,53	4	6	10	89	1
Sin 3	2011	47	3,09	2	3	5	93	2

Sedimentet ved alle tre stasjoner er forholdsvis likt. Stasjonene ligger grunt, og sedimentet er grovt, med sand som dominerende komponent. På stasjon Sin 1 nærmest anlegget besto sedimentet av 96 % sand, på stasjon Sin 2 89 % og på stasjon Sin 3 93 %. Organisk innhold i sedimentet beregnet ut fra glødetapet er svært lavt (mellom 3-5 % for alle stasjonene), og som forventet ut fra sedimentsammensetningen. Glødetapet gir dermed ikke indikasjon på tilførsel av organisk materiale utover naturlige nivåer.



**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Sin 1, Sin 2 og Sin 3. Sandfraksjonen dominerer kornfordelingen.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Innholdet av tungmetallene kobber og sink var meget lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.2).

Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. De opprinnelige verdiene ved alle tre stasjoner var alle ved eller under målegrense (<5 g/kg) men ved normalisering havner maks grensen av verdiene over i tilstandsklasse II (Tabell 3.3). Det er dermed ikke mulig å sikkert si noe om TOC-verdiene tilsier tilstandsklasse I eller II, men verdiene er alle svært lave, og tilsvarer mest sannsynlig tilstandsklasse I (meget god) selv etter normalisering.

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

Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Sin 1	32	4,7	I	28	I	<5	<22,5	I / II	0,97	62
Sin 2	38	3,2	I	19	I	<5	<21,9	I / II	0,48	70
Sin 3	47	2,2	I	21	I	<5	<22,5	I / II	0,32	69

### Måling av pH og redokspotensial ( $E_h$ )

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. Kjemiske målinger (pH og  $E_h$ ) ga gode pH- og  $E_h$ -verdier for alle stasjonene, noe som ga tilstand 1, beste, for disse stasjonene (se Vedleggstabell 1).

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.3 - 3.4, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i oktober 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjon Sin 1, på 32 m, ble det funnet 204 individer fordelt på 29 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 3,32 og en jevnhet på 0,68. Det var flest individer av børstemark i slekten *Chaetozone* (82 stk., 40,2 %), på andre plass børstemarken *Capitella capitata* (27 stk., 13,2 %) og på tredje plass børstemarken *Scoloplos armiger* (19 stk., 9,3 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse II (god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse "moderat", mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "moderat forstyrret".

Analysene er basert på data fra kun ett istedenfor to hugg da det tross gjentatt prøvetaking viste seg vanskelig å få flere hugg ved denne stasjonen grunnet grovt og steinete sediment: Det ble totalt tatt 12 hugg. Kun ett kunne benyttes. Biologien ved denne stasjonen er dermed ikke utført akkreditert. Indeksverdiene vil statistisk sett være marginalt lavere enn ved samplingdata fra to hugg da antall samlede arter i henhold til teoretiske beregninger vil være høyere enn økningen i antall individer ved større prøvestørrelse (jamfør huggverdiene mot



sumverdiene for stasjonene Sin 2 og Sin 3 i Tabell 3.3). Da indeksene tar utgangspunkt i fordelingen av arter over individer heller enn absolutte tall over antall arter og individer kan en mindre prøve likevel være representativ. En kvalitativ vurdering av artssammensetningen viser også at de to gruppene med flest individer, slekten *Chaetozone* og arten *Capitella capitata*, er arter som dukker opp i sedimentet i større antall etterhvert som man får en tilførsel av organisk materiale. Ved stasjon Sin 1 er disse likevel ikke tilstede i tilstrekkelig antall for at forholdene skal regnes som dårlige, men det er altså mulig å påvise noe organisk berikelse av sedimentet, noe som støttes av de moderat gode diversitets- ( $H'$ ) og sammensatte (NQI1, NQI2) indeksene. Som nærstasjon skal denne stasjonen vurderes etter kriteriene i MOM-standarden. I henhold til disse kriteriene er forholdene ved stasjonen meget gode, det vil si at graden av påvirkning ved stasjonen er klart under det som regnes som akseptabelt ved nærstasjonen til et oppdrettsanlegg.

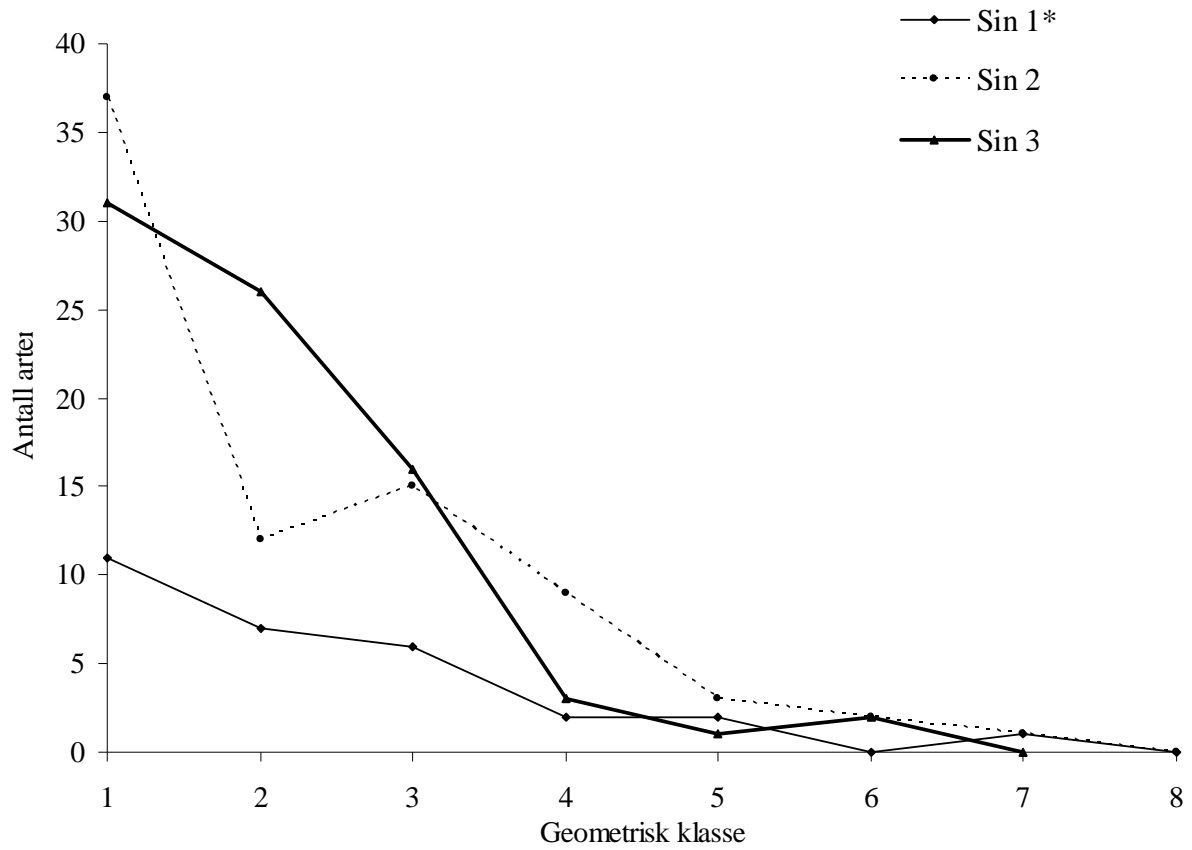
På stasjon Sin 2, på 38 m, ble det funnet 476 individer fordelt på 79 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 5,00 og en jevnhet på 0,79. Arten med flest individer var skjellet *Thyasira flexuosa* (74 stk., 15,5 %), på andre plass børstemark i slekten *Chaetozone* (57 stk., 12,0 %) og på tredje plass børstemark i slekten *Polydora* (40 stk., 8,4 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse "svært god", mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "lett forstyrret". Forholdene er svært gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

På stasjon Sin 3, på 47 m, ble det funnet 425 individer fordelt på 51 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 5,25 og en jevnhet på 0,83. Arten med flest individer var børstemarken *Galathowenia oculata* (49 stk., 15,5 %), på andre plass en børstemark i samme slekt *Galathowenia fragilis* (40 stk., 12,6 %) og på tredje plass børstemarken *Owenia borealis* (18 stk., 5,7 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse "svært god", mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "lett forstyrret". Forholdene er svært gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

Forholdene ved overgangsstasjonen og fjernstasjonen er svært gode etter alle miljøindekser og indikerer normal, uforstyrret sjøbunn. Forholdene ved nærstasjonen viser at det er noe organisk tilførsel, sannsynligvis fra driften av anlegget. Denne tilførselen er likevel klart under det som regnes som akseptabel belastning i henhold til MOM-standarden (MOM-klasse 1: meget god).

**Tabell 3.3.** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ), beregnet maksimal diversitet ( $H'_{max}$ ), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Gul: moderat/mindre god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel). \*Merk at det bare er ett hugg på stasjon Sin 1 for biologisk analyse, noe som betyr at denne stasjonen ikke kan regnes som utført akkreditert.

Stasjon	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet	Jevnhet	$H'$ -	MOM			KLIF	
					( $H'$ )	( $J$ )	max	AMBI	NQI1	NQI2	TK	TK
Sin 1*	2011	1	204	29	3,32	0,68	4,86	3,77	0,60	0,51	1	II
Sin 2	2011	2	196	54	4,97	0,86	5,75					
		3	280	59	4,69	0,80	5,88					
		Sum	476	79	5,00	0,79	6,30	2,52	0,76	0,74	1	I
Sin 3	2011	1	159	49	4,44	0,79	5,61					
		3	158	59	5,35	0,91	5,88					
		Sum	317	79	5,25	0,83	6,30	1,86	0,82	0,80	1	I

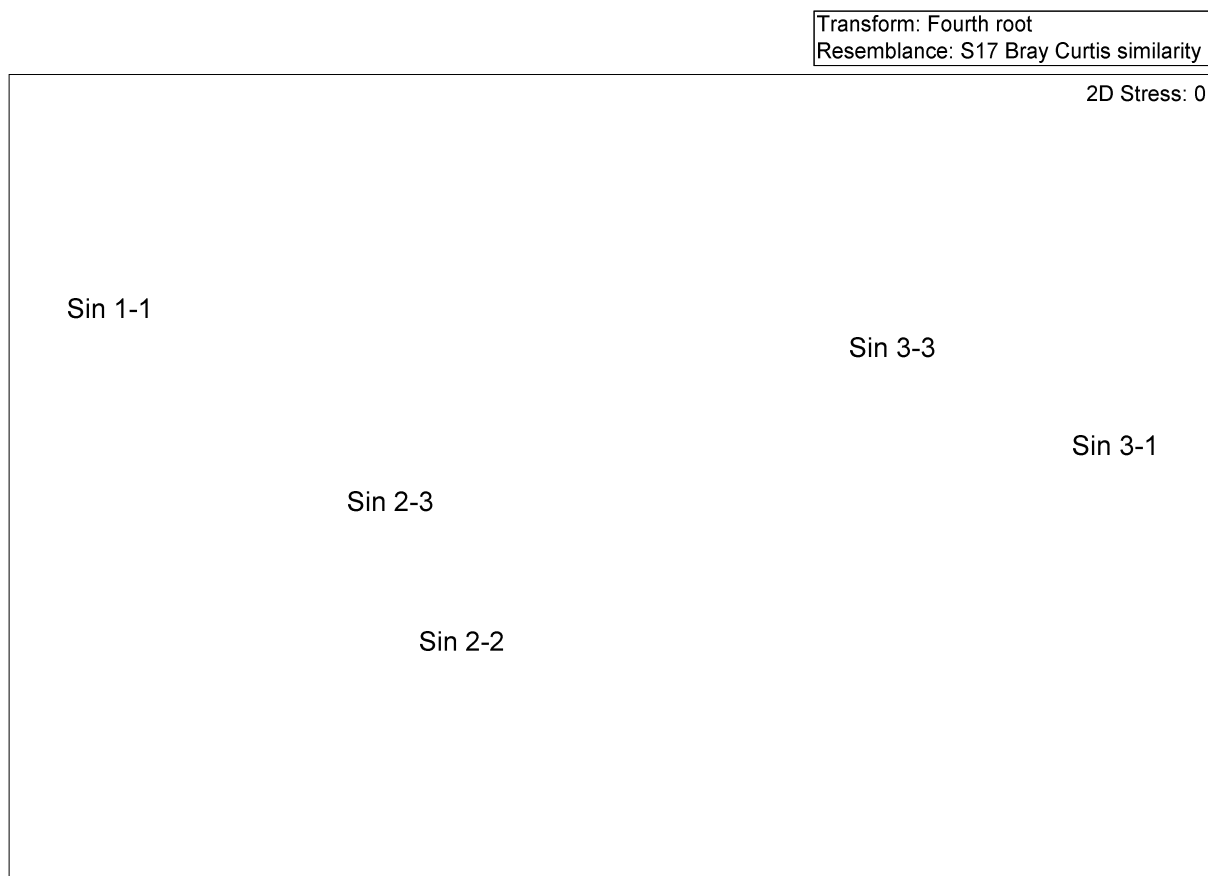


**Figur 3.3.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. \*Biologisk analyse av Sin 1 er ikke utført akkreditert (se tekst).

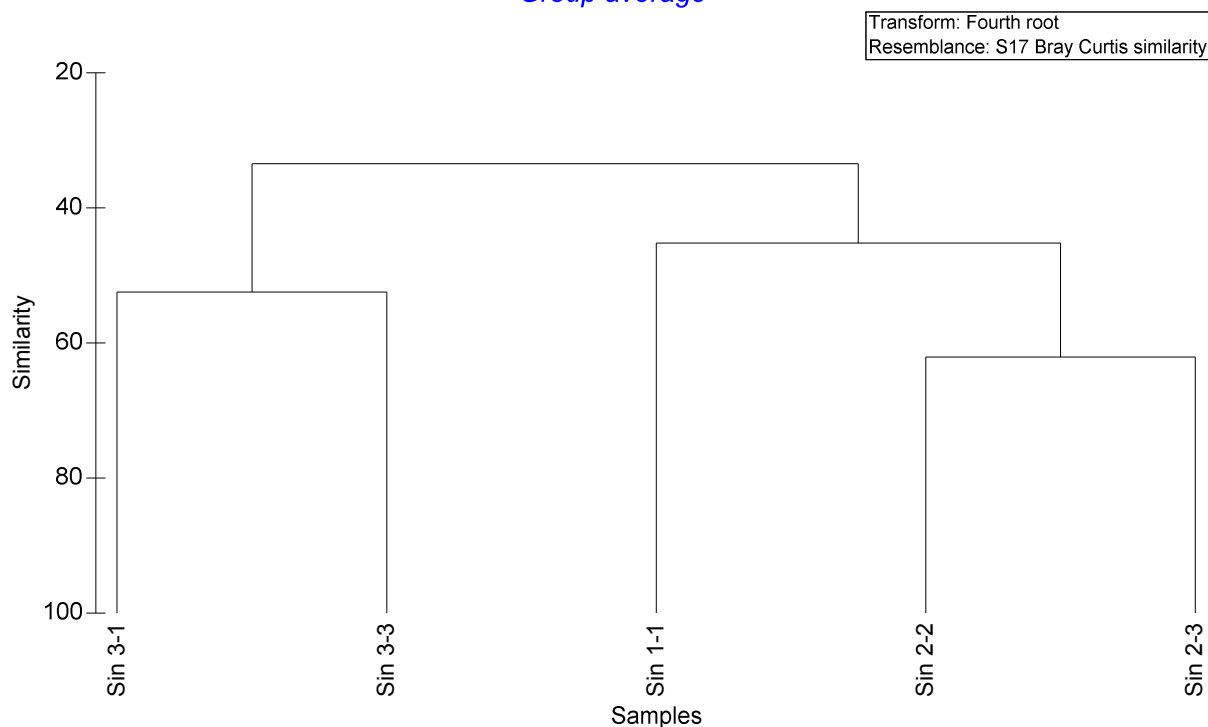
**Tabell 3.4.** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. \*Biologisk analyse av Sin 1 er ikke utført akkreditert (se tekst).

<b>Sin 1*</b>	Antall	%	Kum. %	<b>Sin 2</b>	Antall	%	Kum. %
<i>Chaetozone</i> sp.	82	40,2 %	40,2 %	<i>Thyasira flexuosa</i>	74	15,5 %	15,5 %
<i>Capitella capitata</i>	27	13,2 %	53,4 %	<i>Chaetozone</i> sp.	57	12,0 %	27,5 %
<i>Scoloplos armiger</i>	19	9,3 %	62,7 %	<i>Polydora</i> sp.	40	8,4 %	35,9 %
<i>Spio</i> sp.	12	5,9 %	68,6 %	<i>Pectinaria auricoma</i>	25	5,3 %	41,2 %
<i>Eteone longa</i>	11	5,4 %	74,0 %	<i>Scoloplos armiger</i>	20	4,2 %	45,4 %
Syllidae indet.	5	2,5 %	76,5 %	Syllidae indet.	16	3,4 %	48,7 %
<i>Prionospio fallax</i>	5	2,5 %	78,9 %	<i>Pholoe baltica</i>	15	3,2 %	51,9 %
<i>Mediomastus fragilis</i>	5	2,5 %	81,4 %	<i>Prionospio cirrifera</i>	14	2,9 %	54,8 %
<i>Prionospio cirrifera</i>	4	2,0 %	83,3 %	<i>Anobothrus gracilis</i>	14	2,9 %	57,8 %
<i>Owenia borealis</i>	4	2,0 %	85,3 %	<i>Jasmineira</i> sp.	14	2,9 %	60,7 %
<i>Pectinaria koreni</i>	4	2,0 %	87,3 %				

<b>Sin 3</b>	Antall	%	Kum. %
<i>Galathowenia oculata</i>	49	15,5 %	15,5 %
<i>Galathowenia fragilis</i>	40	12,6 %	28,1 %
<i>Owenia borealis</i>	18	5,7 %	33,8 %
<i>Thyasira flexuosa</i>	15	4,7 %	38,5 %
<i>Leptochiton asellus</i>	13	4,1 %	42,6 %
Spirorbidae indet.	10	3,2 %	45,7 %
<i>Sosane sulcata</i>	7	2,2 %	47,9 %
<i>Pholoe baltica</i>	6	1,9 %	49,8 %
<i>Nephtys hombergii</i>	6	1,9 %	51,7 %
<i>Melinna elisabethae</i>	6	1,9 %	53,6 %
<i>Polycirrus norvegicus</i>	6	1,9 %	55,5 %
Caudofoveata indet.	6	1,9 %	57,4 %
<i>Leptosynapta</i> sp.	6	1,9 %	59,3 %



*Group average*



**Figur 3.4.** MDS- og clusterplot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

#### **4 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSE**

Viser til rapport ”Kartlegging av miljøforhold rundt lokaliteten Singsholmen”, datert 02.03.2009 (Kjerstad, 2009). Feltarbeid på denne undersøkelsen ble utført 21.01.2009. Dette var en utvidet MOM B-undersøkelse for å sjekke forholdene rundt lokaliteten.

I denne MOM C-undersøkelsen ble det tatt prøver fra tre prøvestasjoner: Sin 1, Sin 2 og Sin 3. Ved prøvestasjon Sin 1 (nærsonen) var det meget vanskelig å få opp sediment. Av 12 forsøk på ulike steder rundt anlegget fikk vi kun en gyldig prøve. Nærsonen ble da ikke utført akkreditert. Der vi fikk opp sediment har vi ikke prøver fra tidligere undersøkelse. En har likevel ingen indikasjoner på at nærsonen er mye påvirket, verken fra MOM C-undersøkelsen eller fra undersøkelsen i 2009 (prøvestasjon nr 3, 5 og 8).

Prøvestasjon Sin 2 (overgangstasjon) tatt på samme sted som stasjon nr 1 i undersøkelsen fra 2009. Begge undersøkelsene viser at området ikke er påvirket av oppdrettsvirksomhet.

Ved prøvestasjonen Sin 3 (fjernsone) har vi ikke prøver fra tidligere. Det var ikke tegn til påvirkning på denne stasjonen. Tilsvarende områder for ”fjernsone” fra undersøkelsen i 2009 er stasjon nr 4, 6, 7 (og 2). Disse stasjonene hadde lys skjellsand/sand og ingen tegn til påvirkning.

I forhold til undersøkelsen i 2009 er det i 2011 påvist noe organisk belastning på nærstasjonen, men klart under de krav som stilles i henhold til MOM-standarden som denne stasjonen skal vurderes ut fra.

#### **5 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON**

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Singsholmen i Hitra kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i oktober 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én lengre ut i fjorden.

Det ble ikke registrert klare sjiktinger i vannsøylen for tempertur, saltholdighet eller oksygenverdier. Det var ikke tegn på dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Resultatet av målingene plasserer vannet i KLIF's tilstandsklasse 1 (meget god).

Det var grunt på de tre prøvestasjonene, fra 32 til 47 meter. Sedimentet ved alle tre stasjoner var grovt, med sand som dominerende komponent. Det var svært utfordrende å ta prøver fra nærsjonen til anlegget (Sin 1) grunnet det grove og steinete sedimentet, og tross en rekke forsøk rundt anlegget var det derfor kun mulig å få ett hugg til opparbeiding av biologisk analyse istedenfor to. Følgelig er ikke den biologiske analysen utført akkreditert for stasjon Sin 1.

Det var ingen lukt av H<sub>2</sub>S, mørkere farge eller andre sensoriske indikatorer på organisk forurensing ved noen av stasjonene, og verdier for pH og redokspotensial påviste beste tilstand ved alle tre stasjonene. De kjemiske analysene viste lave verdier, noe som ga beste tilstand for kobber og sink. På alle stasjonene var glødetapet lite og andelen fosfor lav. Innholdet av organisk karbon (TOC) var lavt med god/meget god tilstand.

Analysene av bunnfauna påviste svært gode forhold ved overgangsstasjonen Sin 2 og fjernstasjonen Sin 3 i henhold til alle målte indekser og kvalitativ vurdering, og indikerer normal, uforstyrret sjøbunn. Diversitets- og sammensatte indekser for nærstasjonen Sin 1 viste moderate forhold med noe tilførsel av organisk materiale. Grunnet problemer med prøvetaking i området er analysene av denne stasjonen basert på kun ett hugg, og indeksverdiene må regnes som marginalt dårligere enn hvis begge huggene hadde vært analysert som ved stasjon Sin 2 og Sin 3. Dette er tatt med i vurderingen av denne stasjonen. Anleggets nærstasjon skal vurderes etter MOM-standarden, og etter denne var forholdene ved stasjon Sin 1 meget gode (tilstandsklasse 1). I sum vil dette si at det kan påvises noe organisk påvirkning fra anlegget ved nærstasjonen, men denne er godt under hva som regnes som akseptabel grad av påvirkning i henhold til MOM-standarden.

I undersøkelsen fra 2009 ble det ikke påvist noen negativ påvirkning fra oppdrettsvirksomhet. Analysen av bunnfauna viser at det kan påvises noe tilførsel av organisk materiale til nærstasjonen, men denne tilførselen er forholdvis liten og er klart under det som regnes som akseptabelt i henhold til MOM-standarden. Ellers ble det ikke påvist negativ påvirkning ved noen av stasjonene verken målt via kjemiske, geologiske eller biologiske parametere.

## 6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Niva Overvåkingsrapport 510/93. SFT TA 914/1993.
- 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 Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Kjerstad A. 2009. Kartlegginga av miljøforholdene på bunnen rundt lokaliteten Singsholman. Havbrukstjenesten AS.
- 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*.



## 7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata .....</i>	<i>26</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere. ....</i>	<i>34</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</i>	<i>35</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>41</i>

**GENERELL VEDLEGGSDDEL****Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

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

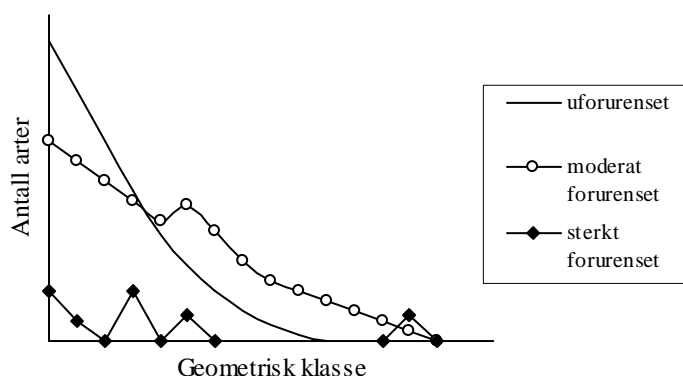
**Geometriske klasser**

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

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

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### 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:

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

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

**Diversitetsindeksen  $SN$**  er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene\*:

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.

### 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 miljøgradienter. 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:

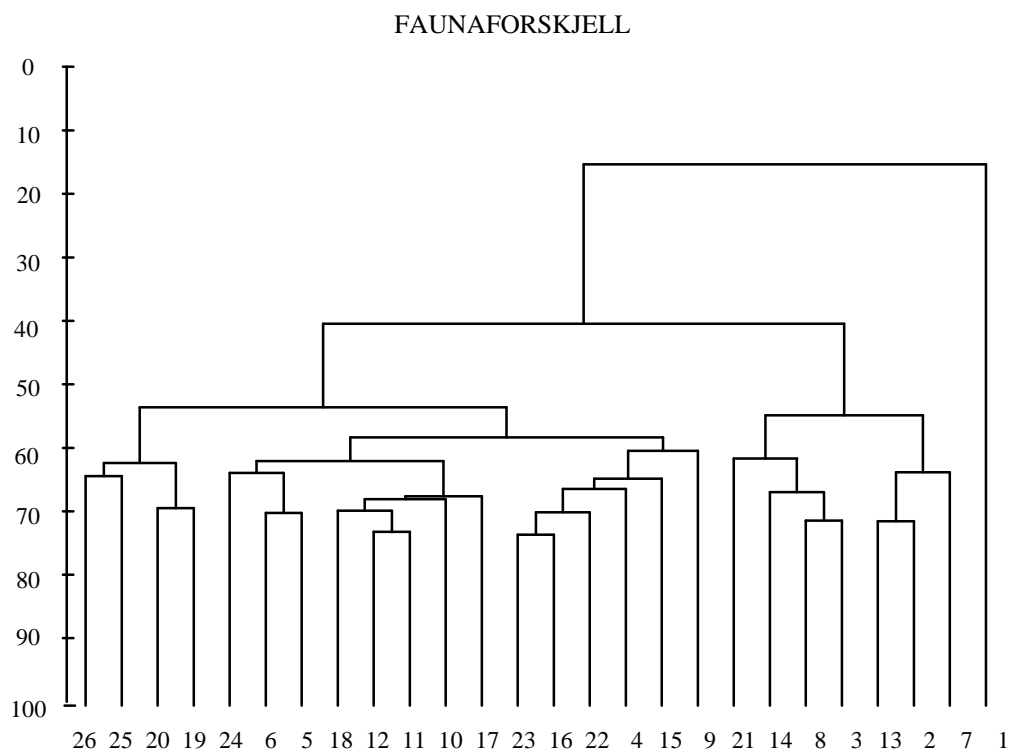
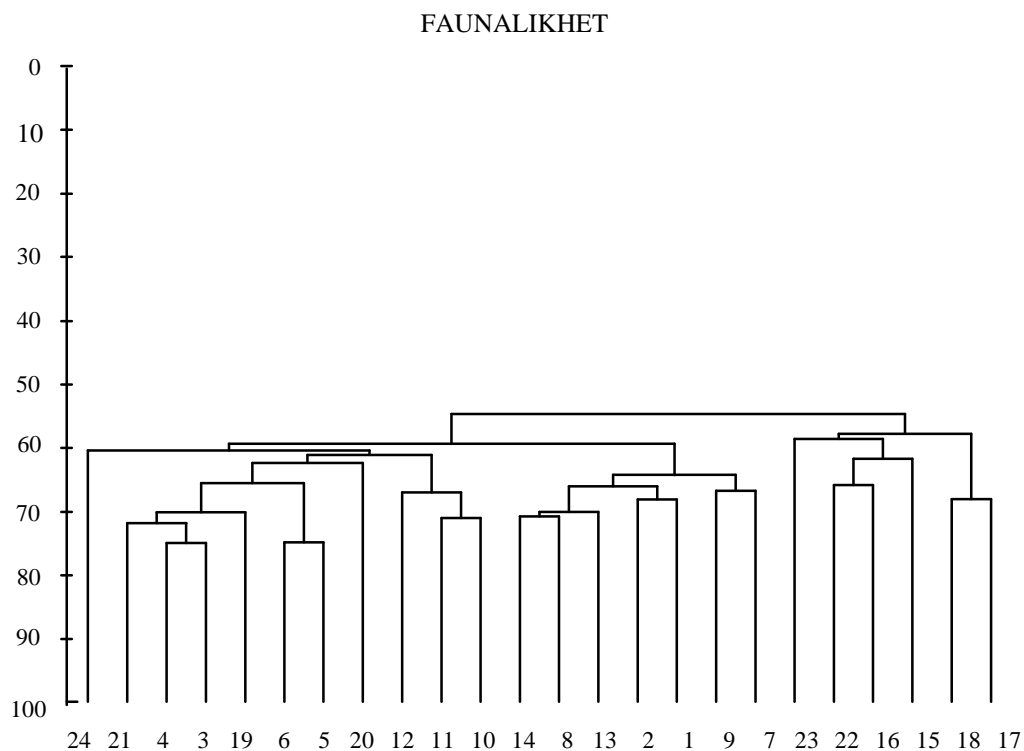
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

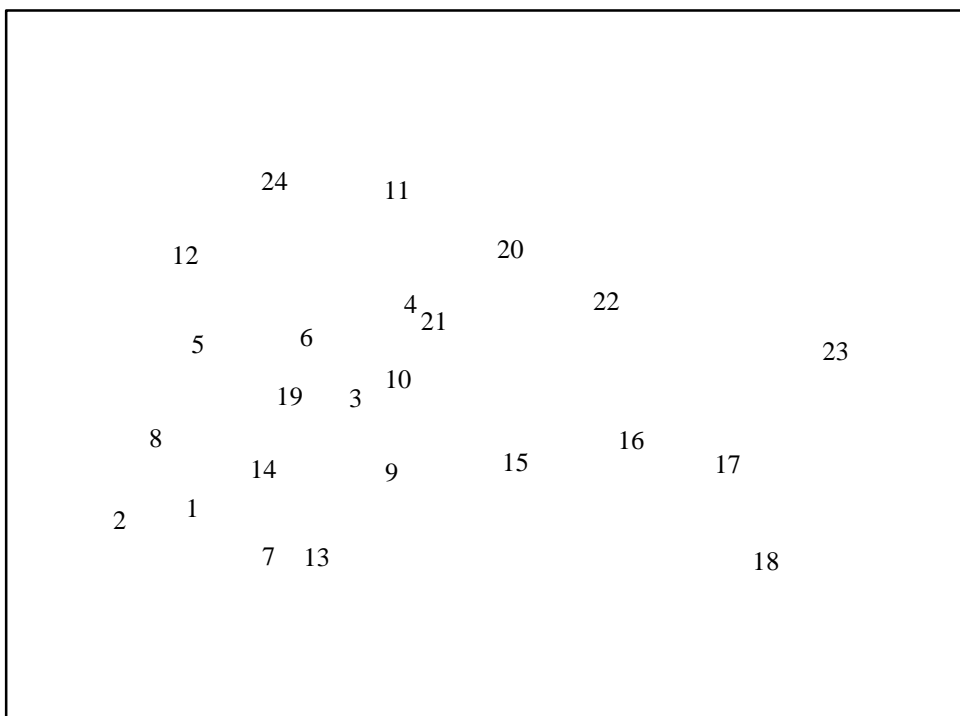
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro 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. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

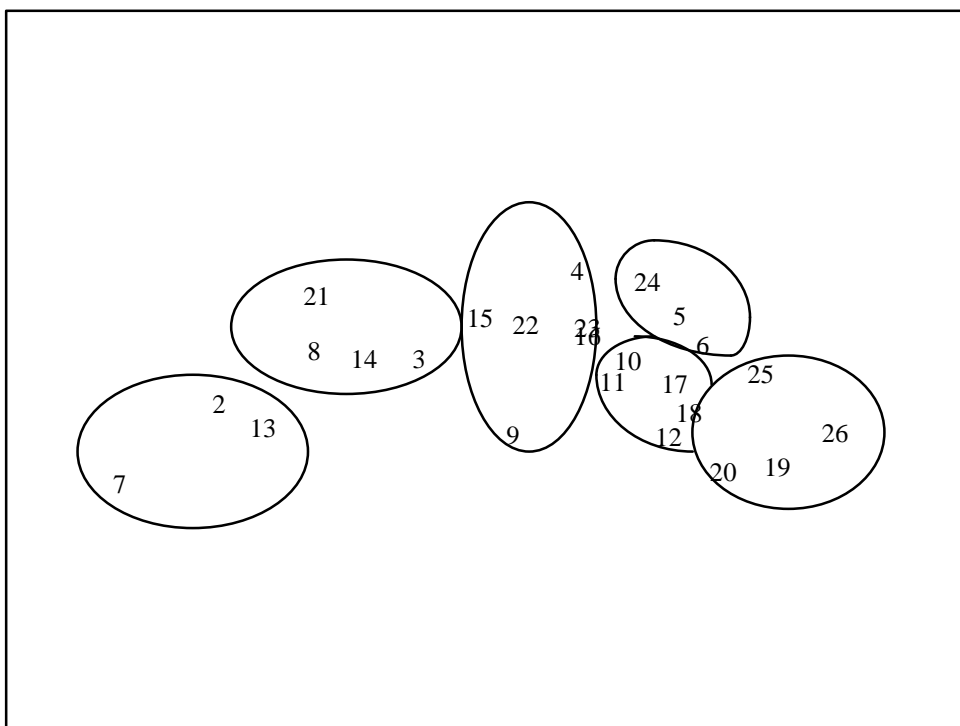


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: <b>SalMar Farming AS</b>									
Lokalitet: <b>Singsholmen</b>									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Sn1	Sn2	Sn3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
	pH	Målt verdi	7,65	7,60	7,34				
	Eh (mV)	Målt verdi	-70	30	24				
II		plus ref. potensial	161	261	255				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	0	0	1				0,33
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
	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)							
III	Konsistens	Fast (0)							
		Myk (2)	1	1	1				
		Løs (4)							
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)							
		$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)							
		$v \geq \frac{3}{4}$ (2)							
	Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0				
		$2 \text{ cm} \leq t < 8 \text{ cm}$ (1)							
		$t \geq 8$ cm (2)							
	Sum		1	1	1				
	Korr. Sum (0,22)		0,22	0,22	0,22				0,22
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,11	0,11	0,61				0,28
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand							
		<1,1	1						
		1,1 - <2,1	2						
		2,1 - <3,1	3						
	>3,1	4							
	Tilstand		1						
	Tilstand		1						
	Tilstand		1						
	Tilstand		1						

**Vedleggstabell 2. Artsliste**

Vedlegg SF-SAM-505.4

**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): SalMar Farming AS****Prosjekt nr.: 806032****Prøvetakingssted (område): Singsholmen****Dato for prøvetaking: 24.10.2011****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Kun ett hugg stasjon Sin 1.****Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen**

**Metode:** Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

**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.

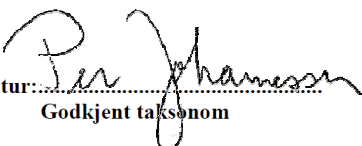
\* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av: 4 sider.

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

Signatur:   
Godkjent taksønom

## SAM-Marin / Havbruktstjenesten

24.10.2011 1/4	Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg	Singsholmen				
		Sin 1* 32 m 1	Sin 2 38 m 2	Sin 2 38 m 3	Sin 3 47 m 1	Sin 3 47 m 3
	* <b>CNIDARIA</b>					
	* <b>Hydrozoa</b>					
	* Hydrozoa indet.	+				
	* <b>Anthozoa</b>					
	Cerianthus lloydii		1			
	Edwardsia sp.	3		1		
	Actinidae indet.			1		
	Adamsia palliata			1		
	* <b>PLATYHELMINTES</b>					
	* Platyhelminthes indet.	1				
	* <b>NEMERTINI</b>					
	* Nemertini indet.	4		3	1	2
	* <b>NEMATODA</b>					
	* Nematoda indet.	13		1	1	2
	* <b>ANNELIDA</b>					
	* <b>Polychaeta</b>					
	Polynoidae indet.		2	1	2	
	Pholoe baltica		7	8	2	3/1
	Pholoe assimilis	1				
	Sthenelais limicola					1
	Nereiphylla lutea				0/1	
	Phyllodoce groenlandica		1	1	1	
	Phyllodoce mucosa	1	3	2		
	Eumida bahusensis			1		
	Eteone foliosa		1			
	Eteone longa	10/1	1	1		1
	Glycera alba	1	2	2		
	Glycera lapidum	1/1			0/1	0/1
	Goniada maculata	1/1	2/3	4	1	1
	Sphaerodoropsis minuta			1		
	Syllidae indet.	5	7	9	1	1
	Exogone sp.	1	1	2		
	Platynereis dumerilii				1	0/1
	Nephtys paradoxa		1			
	Nephtys hombergii		0/1	0/1	1/1	1/3
	Paramphinome jeffreysii				1	
	Hyalinoecia tubicola					0/1
	Nothria conchylega			1		1
	Lumbrineridae indet.				2	
	Ophryotrocha sp.			1		
	Scoloplos armiger	5/14	10/4	3/3		
	Levinsenia gracilis					1
	Paraonis sp.		1		2	1
	Aonides paucibranchiata					1
	Polydora sp.		15	25	1	4
	Prionospio cirrifera	3/1	7	5/2		2
	Prionospio fallax	5	1	1		
	Spiophanes kroeyeri				2	0/1
	Spio sp.	12		6		
	Aphelochaeta sp.			1	1	

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

24.10.2011 2/4	Lokalitetsnavn	Singsholmen				
	Stasjonsnavn	Sin 1	Sin 2	Sin 2	Sin 3	Sin 3
	Dybde	32 m	38 m	38 m	47 m	47 m
	Hugg	1	2	3	1	3
	Chaetozone sp.	82	22	35		2
	Cirratulus cirratus			1		
	Cirriformia tentaculata		0/1			
	Diplocirrus glaucus	0/1	3/3	1/1		
	Ophelina acuminata	1	1/2	1		
	Ophelina sp.					0/1
	Scalibregma inflatum		1	1/1		
	Capitella capitata	27				
	Mediomastus fragilis	5		6	1	
	Notomastus latericeus		4	4/1	1/1	1
	Maldanidae indet.		1		1	
	Galathowenia fragilis		1		30	10
	Galathowenia oculata		2	2	32	17
	Owenia borealis	3/1	3/1	1	8/1	9
	Pectinaria auricoma		6/2	8/9		1/1
	Pectinaria koreni	0/4	0/5	1/5		
	Ampharete lindstroemi			1	1	1
	Sabellides octocirrata		2	2		5
	Sosane sulcata				0/2	2/3
	Anobothrus gracilis	1	2/2	5/5	1	1/2
	Amphicteis gunneri		1	1		
	Amythasides macroglossus					2
	Melinna elisabethae				2	4
	Amphitrite cirrata				0/1	
	Eupolymnia nesidensis				1	
	Pista lornensis		1/1	2	0/1	
	Thelepus cincinnatus				0/1	
	Streblosoma intestinale		1			0/2
	Polycirrus norvegicus			2/1	5/1	
	Polycirrus plumosus					1
	Trichobranchus roseus		1		1	
	Terebellides stroemi				0/2	
	Euchone sp.					2
	Jasmineira sp.		4	10		
	Sabella pavonina					1
	Sabellidae indet.	1		1		2
	Hydroides norvegica				1	2
	Pomatoceros triqueter				0/2	
	Siboglinum fjordicum				+	+
	Spirorbidae indet				10	
	* <b>SIPUNCULA</b>					
	Sipuncula indet.	1			1	
	Phascolion strombus			7		1
	* <b>ARTHROPODA</b>					
	* <b>Crustacea</b>					
	* Calanus finmarchicus	8	4	1		1
	* Galathea intermedia		1/1			0/1
	* Paguridae indet.					0/1
	* Pagurus pridaux			1		
	* Anapagurus laevis					1

## SAM-Marin / Havbruktstjenesten

24.10.2011 3/4	Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg	Singsholmen				
		Sin 1 32 m 1	Sin 2 38 m 2	Sin 2 38 m 3	Sin 3 47 m 1	Sin 3 47 m 3
*	Liocarcinus sp.			0/1		
*	Amphipoda indet.	2	3	3	4	7
*	Caprellidae indet		1	1		
*	Eudorella truncatula		1			
*	<b>MOLLUSCA</b>					
*	<b>Aplacophora</b>					
	Solenogastres indet.		1			
	Caudofoveata indet.				3	3
*	<b>Polyplacophora</b>					
	Leptochiton asellus			0/1	1/3	6/3
*	<b>Gastropoda</b>					
	Eulima bilineata					0/1
	Vitreolina philippi				0/1	
	Lacuna vincta					1
	Euspira montagui			1		
	Euspira pulchella	1				
	Raphitoma aequalis			1		
	Eulimella scillae			1		
	Cylichnina umbilicata			1		
	Philine scabra	2	1	4	2	2
	Cylichna cylindracea		0/1	3/1		1
	Okenia leachii		0/1			
*	<b>Bivalvia</b>					
	Yoldiella philippiana					4
	Limatula gwyni				1	1/1
	Palliolum futivum				0/1	
	Monia squama				3	1
	Lucinoma borealis	0/1		0/1	1	4
	Thyasira flexuosa	2	10/11	49/4	6/3	2/4
	Thyasira obsoleta					1
	Thyasira sarsii		0/4			
	Mendicula ferruginosa					3/1
	Astarte sulcata					0/2
	Acanthocardia echinata		0/1			
	Parvicardium minimum			0/2		1
	Parvicardium scabrum		0/1			
	Spisula subtruncata	2				
	Tellina fabula		0/1			
	Arctica islandica		0/1			
	Timoclea ovata				1	1
	Thracia convexa			0/1		
	Thracia phaseolina					2
	Cochlodesma praetenu		0/2			
	Lyonsia norwegica		0/1			
*	<b>PHORONIDA</b>					
	Phoronida indet.		+			
*	<b>BRYOZOA</b>					
*	Bryozoa skorpeformet	+	+		+	+
*	Bryozoa grenet	+	+			
*	<b>ECHINODERMATA</b>					

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

24.10.2011 4/4	Lokalitetsnavn	Singsholmen				
	Stasjonsnavn	Sin 1	Sin 2	Sin 2	Sin 3	Sin 3
	Dybde	32 m	38 m	38 m	47 m	47 m
	Hugg	1	2	3	1	3
	Luidia sarsi			0/1		
	Amphipholis squamata					0/1
	Amphiura filiformis					1
	Ophiocten affinis		5/1	5		
	Echinocyamus pusillus		1		2	1
	Echinocardium flavescens		0/2	0/3		0/3
	Pseudothyone raphanus			0/1		
	Labidoplax buskii		6		1	3
	Leptosynapta sp.	2	1	1	1	5
	* <b>VARIA</b>				+	

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene for stasjonene Sin 1-3. \*Stasjon Sin 1 er ikke utført akkreditert da det kun er et utført hugg ved denne stasjonen.

Stasjonsnavn	Sin 1*	Sin 2	Sin 3
I	11	37	31
II	7	12	26
III	6	15	16
IV	2	9	3
V	2	3	1
VI	0	2	2
VII	1	1	0
VIII	0	0	

---



## Vedleggstabell 4. Analysebevis



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen

F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

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

AR-11-MX-001044-01



EUNOBE-00001295

Prøvemottak: 31.10.2011  
Temperatur:  
Analyseperiode: 31.10.2011-11.11.2011  
Referanse: 611101, 806032, ref: 60/11

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2011-1102-043</b>	Prøvetakingsdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	SIN 1	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	62	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	4.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	28	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	970	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	<b>441-2011-1102-044</b>	Prøvetakingsdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	SIN 2	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	70	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	3.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	19	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	480	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	<b>441-2011-1102-045</b>	Prøvetakingsdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	SIN 3	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	69	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	2.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	320	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

## Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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



**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 11.11.2011

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 :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 2 av 2