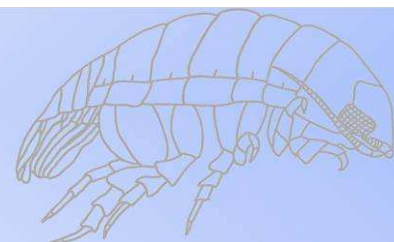


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin



e-Rapport nr. 17-2011



MOM C-undersøkelse ved Steinholmen i Aure kommune, 2011

Rune Haugen

Jon Hestetun



Utforming av sammendrag SAM e-rapport

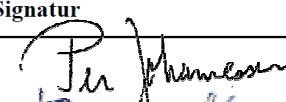
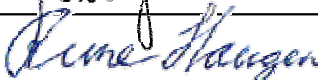
| | | |
|---|--|--|
|  | SAM-Marin |  <small>Test 157</small> |
| SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25 | Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA | |

| | |
|--|--|
| Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Steinholmen i Aure kommune, 2011 | Dato: 16.01.2012 Antall sider og bilag: 38 |
| Forfatter(e): Rune Haugen, Jon Hestetun | Prosjektleder: E. Heggoy Prosjektnummer: 805940 |

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

Abstract: A MOM C investigation was conducted in June 2011 at 3 sites near the aqua culture locality Steinholmen. 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 phosphor was detected. The faunal composition indicated good to very good bottom conditions at all stations. No adverse environmental condition related to the operation of the farm were found.

| | | |
|---|---|--|
| Keywords: MOM C, marine environmental monitoring, Aqua culture, Steinholmen | Emneord: MOM C, marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Steinholmen | ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 17-2011 |
|---|---|--|

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|------------|--|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 16.01.2012 |  |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 16.01.2012 |  |

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: Havbruktjenesten 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: Haugen og Hestetun

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Grønning

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

| | |
|--|-----------|
| 1 INNLEDNING | 5 |
| 2 MATERIALE OG METODER..... | 6 |
| 2.1 Undersøkelsesområdet..... | 6 |
| 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder | 6 |
| 2.2.1 Hydrografi | 7 |
| 2.2.2 Sediment..... | 7 |
| 2.2.3 Kjemiske analyser | 8 |
| 2.2.4 Bunndyr | 8 |
| 2.3 Produksjonsdata fra anlegget | 11 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON..... | 12 |
| 3.1 Sediment..... | 12 |
| 3.3 Kjemi..... | 13 |
| 3.4 Bunndyr | 14 |
| 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON..... | 19 |
| 5 LITTERATUR..... | 21 |
| 6 VEDLEGG..... | 22 |

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Steinholmen, Aure kommune, lokalitetsnummer 30056. Innsamlingen ble gjennomført den 15. juni 2011.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Steinholmen. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstands- beskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Steinholmen ble tatt i bruk første gang i desember 2010.

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.

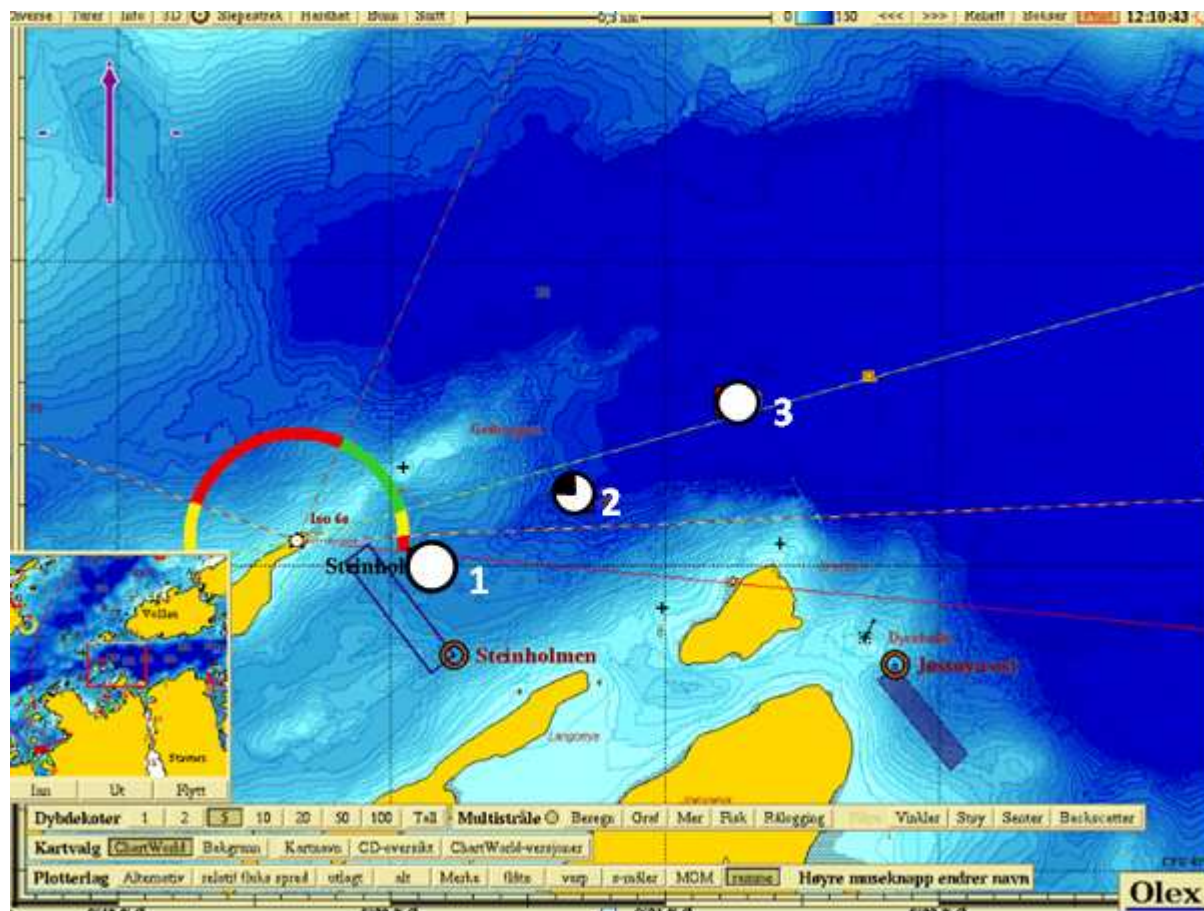
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger ytterst i Gjerdavika, ut mot Edøyfjorden (Figur 2.1). Bunnen under anlegget skråer slakt nedover fra omtrent 60 m innerst til 82 m i ytre del av anlegget. Bunnen skråer videre nedover til 185 m øst for anlegget.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbruksstjenestens egen båt "Blåstål" den 15. juni 2011 med Havbruksstjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Arild Kjerstad. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (Sth 1), en i overgangssonen (Sth 2), samt en fjernsone (Sth 3) i en litt dypere del innover i Gjerdavika.



Figur 2.1. Oversiktskart med fjordsystemet Gjerdavika, Edøyfjorden og Trondheimsleia (innfelt bilde) og mer detaljert over Steinholmen. 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 Steinholmen, Aure i juni 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m² til alle prøver (fullt kammer 17 l).

| Stasjon Dato | Sted Posisjon (WGS-84) | Dyp (m) | Hugg nummer | Prøve volum (l) | Andre opplysninger |
|--------------------|--|------------|----------------|--------------------|--|
| Sth 1 15/6-2011 | Gjerdavika 63° 17.005 N 08° 20.114 Ø | 85 | 1 | 11 | Kjemi, og geologi Biologi Biologi, pH og E_h Alle huggene var tilnærmet like med i hovedsak sand og silt. |
| | | | 2 | 10 | |
| | | | 3 | 12 | |
| Sth 2 15/6-2011 | Gjerdavika 63° 17.112 N 08° 20.685 Ø | 141 | 1 | 16 | Kjemi og geologi Biologi Biologi, pH og E_h Alle huggene bestod av i hovedsak silt og leire, og noe sand |
| | | | 2 | 15 | |
| | | | 3 | 15 | |
| Sth 3 15/6-2011 | Gjerdavika 63° 17.270 N 08° 21.233 Ø | 181 | 1 | 16 | Kjemi og geologi Biologi Biologi, pH og E_h Alle huggene bestod av en blanding av silt og leire, med litt sand. |
| | | | 2 | 16 | |
| | | | 3 | 16 | |

2.2.1 Hydrografi

Det ble ikke utført hydrografiske målinger ved denne MOM C-undersøkelsen. Det ble gitt spesiell dispensasjon fra Fylkesmannen i Møre og Romsdal for dette for denne undersøkelsen.

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 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.

2.2.3 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 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 m². 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 m² 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.

Grabbinnholdet 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 forurensningsdirektoratet (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 Direktorsgruppa 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 ₂ /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 ² . - 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 ² . - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . - 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 ² |
| Miljøtilstand 4 (meget dårlig) | - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . |

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Steinholmen startet første produksjonen i desember 2010. Under er fôrforbruket per måned siden oppstart fem til 15 juni d.å.

Tabell 2.4 Fôrforbruket i tonn per måned siden Steinholmen ble tatt i bruk i desember 2010 og frem til prøvetakingsdato den 15. juni 2011.

| Des. 2010 | Jan. 2011 | Feb. 2011 | Mars 2011 | April 2011 | Mai 2011 | Juni 2011 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| 78 | 110 | 131 | 132 | 142 | 250 | 206 |

3 RESULTATER OG DISKUSJON

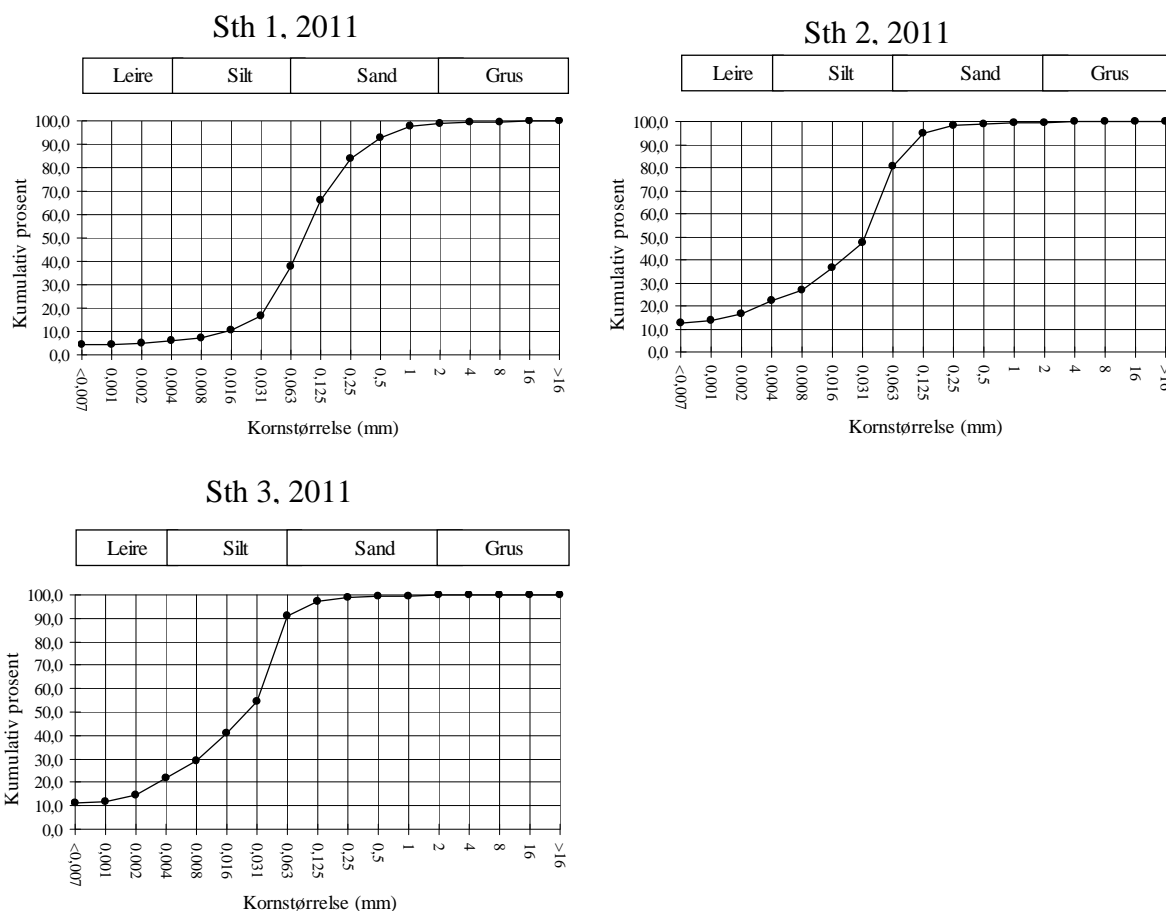
3.1 Sediment

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

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

| Stasjon | År | Dyp (m) | Organisk innhold (% glødetap) | Leire (%) | Silt (%) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|---------|------|------------|----------------------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Sth 1 | 2011 | 85 | 3,86 | 6 | 32 | 38 | 61 | 1 |
| Sth 2 | 2011 | 141 | 11,40 | 22 | 58 | 81 | 19 | 0 |
| Sth 3 | 2011 | 181 | 14,44 | 22 | 69 | 91 | 9 | 0 |

Tett på anlegget, på stasjon Sth 1 var sedimentet noe grovt, og bestod av mest sand (61 %) og silt (32 %), litt leire og én prosent grus. Ved overgangsstationen Sth 2 og fjernstationen Sth3 var sedimentet finkornet og ganske likt. Fraksjonene bestod i hovedsak av silt, og utgjorde henholdsvis 58 og 69 %. På Sth 2 var det 22 % leire og 19 % sand. Fjernstationen Sth 3, hadde lik andel leire som Sth 2, mens andelen sand var 9 %. Glødetapet var lavt på stasjon Sth 1 og middels høyt på stasjonene Sth 2 og 3. Forskjellen kan for det meste forklares ut fra høyere andel finkornet sediment på de to siste stasjonene, da de ligger dypere, og det da er mer sedimentering av finkornet materiale. Resultatene indikerer dermed ikke tilførsel av organisk materiale utover naturlige nivåer.



Figur 3.1. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Sth 1, Sth 2 og Sth 3.

3.2 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungmetallene kobber og sink var meget lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1, likeledes var andel fosfor lavt ved alle stasjoner (Tabell 3.2). Mengden organisk karbon (TOC) indikerte høy organisk belastning på stasjon Sth 2, som fikk dårligste tilstandsklasse V. TOC-verdiene ved stasjon Sth 1 og Sth 3 var henholdsvis klasse II og III, god til middels. 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), og resultatene bør derfor vurderes opp mot andre indikatorer slik som glødetap, et annet mål på organisk innhold i sedimentet, for å vurdere hvorvidt de gir et sannsynlig resultat. Glødetapet ved stasjon Sth 2 var middels lavt, noe som gjør at indikatorene for organisk belastning ved denne stasjonen spiker. Det

finkornede sedimentet ved stasjonene Sth 2 og Sth 3 gjør at man vil forvente høyere høyere verdier av glødetap og TOC.

Kombinasjonen av glødetap og TOC viser at det er en del sedimentering av organisk materiale ved stasjonene Sth 2 og Sth 3. TOC-klassifiseringsen kan ikke alene påvise utilbørlig høy organisk belastning grunnet modellens begrensninger, og da glødetapet viser moderat organisk tilførsel kan ikke resultatene påvise unormalt høy organisk belastning ved lokaliteten.

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 (%) |
|---------|---------|----------------|-----|--------------|-----|------------|------------------------|-----|---------------|---------------|
| Sth 1 | 85 | 7,7 | I | 34 | I | 9,1 | 20,26 | II | 0,41 | 59 |
| Sth 2 | 141 | 19 | I | 62 | I | 64 | 67,42 | V | 0,86 | 41 |
| Sth 3 | 181 | 25 | I | 91 | I | 32 | 33,62 | III | 0,83 | 36 |

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

3.3 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.2 - 3.3, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i juni 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På nærstasjonen Sth 1, på 85 m dyp, ble det funnet 1 332 individer fordelt på 82 arter. Det var flest individer av børstemark i slekten *Chaetozone* (403 stk., 30,3 %), på andreplass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (179 stk., 13,4 %) og på tredjeplass skjellet *Thyasira sarsii* (94 stk., 7,1 %).

Stasjonen får en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,24 og en jevnhet på 0,67, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse II (god) og I (meget god). MOM-standarder gir denne stasjonen tilstandsklasse 1 (meget god). Forholdene er svært gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer tilnærmet normal, uforstyrret sjøbunn, muligens stimulert med noe tilførsel av organisk materiale som indikert via et stort antall individer og arter.

På stasjon Sth 2, på 141 m dyp, ble det funnet 302 individer fordelt på 50 arter. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (65 stk., 21,5 %), på andre plass skjellet *Thyasira equalis* (39 stk., 12,9 %) og på tredje plass børstemark i slekten *Polydora* (32 stk., 10,6 %).

Det var færre dyr enn ved foregående stasjon, med jevn artsfordeling, og stasjonen får en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,34 og en jevnhet på 0,77, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse I (meget god). MOM-standarder gir denne stasjonen tilstandsklasse 1 (meget god). Forholdene er svært gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

På stasjon Sth 3, på 181 m dyp, ble det funnet 95 individer fordelt på 31 arter. Arten med flest individer var skjellet *Thyasira equalis* (19 stk., 20,0 %), på andre plass børstemark i slekten *Polydora* (15 stk., 15,8 %) og på tredje plass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (9 stk., 9,5 %).

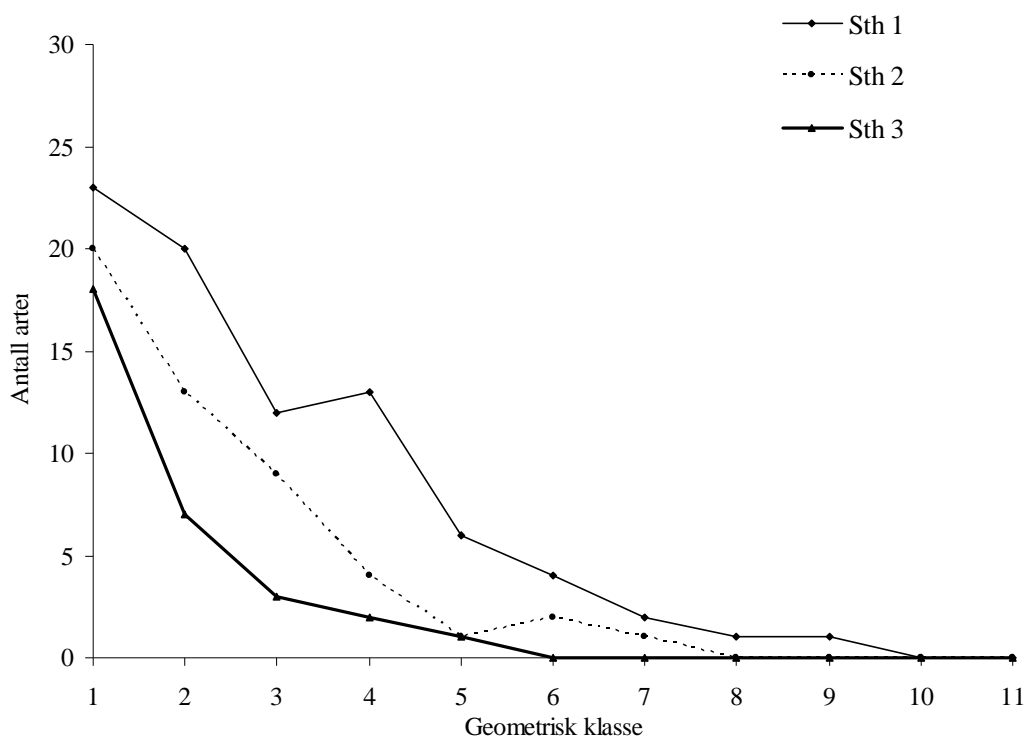
Denne stasjonen ligger noe dypere enn de foregående, og det er jevnt over færre dyr, men med god spredning mellom mange arter. Stasjonen får en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,13 og en jevnhet på 0,83, noe som gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god). AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "litt forstyrret", og de sammensatte indeksene som beskriver både artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse II (god) og I (meget god). MOM-standarder gir denne stasjonen tilstandsklasse

1 (meget god). Forholdene er svært gode ved denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

Resultatene ved alle tre stasjonene er svært gode. Det er tegn til noe tilførsel av organisk materiale ved stasjon Sth 1, basert på det store antall individer ved denne stasjonen, men denne tilførselen er ikke stor nok til at det gir utslag i dominans av opportunistiske enkeltarter, og artsantallet ved denne stasjonen er høyt.

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).

| Stasjon | År | Hugg | Individer | Arter | Diversitet (H') | Jevnhet (J) | H'_{max} | AMBI | NQI1 | NQI2 | MOM TK | KLIF TK |
|---------|-------|------------|--------------|-----------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Sth 1 | 85 m | 2 | 757 | 68 | 4,31 | 0,71 | 6,09 | | | | | |
| | | 3 | 575 | 61 | 4,00 | 0,67 | 5,93 | | | | | |
| | | Sum | 1 332 | 82 | 4,24 | 0,67 | 6,36 | 2,74 | 0,72 | 0,66 | 1 | I |
| Sth 2 | 141 m | 2 | 142 | 38 | 4,26 | 0,81 | 5,25 | | | | | |
| | | 3 | 160 | 38 | 4,07 | 0,78 | 5,25 | | | | | |
| | | Sum | 302 | 50 | 4,34 | 0,77 | 5,64 | 2,53 | 0,73 | 0,68 | 1 | I |
| Sth 3 | 181 m | 2 | 44 | 21 | 3,65 | 0,83 | 4,39 | | | | | |
| | | 3 | 51 | 19 | 3,82 | 0,90 | 4,25 | | | | | |
| | | Sum | 95 | 31 | 4,13 | 0,83 | 4,95 | 2,58 | 0,71 | 0,66 | 1 | I |

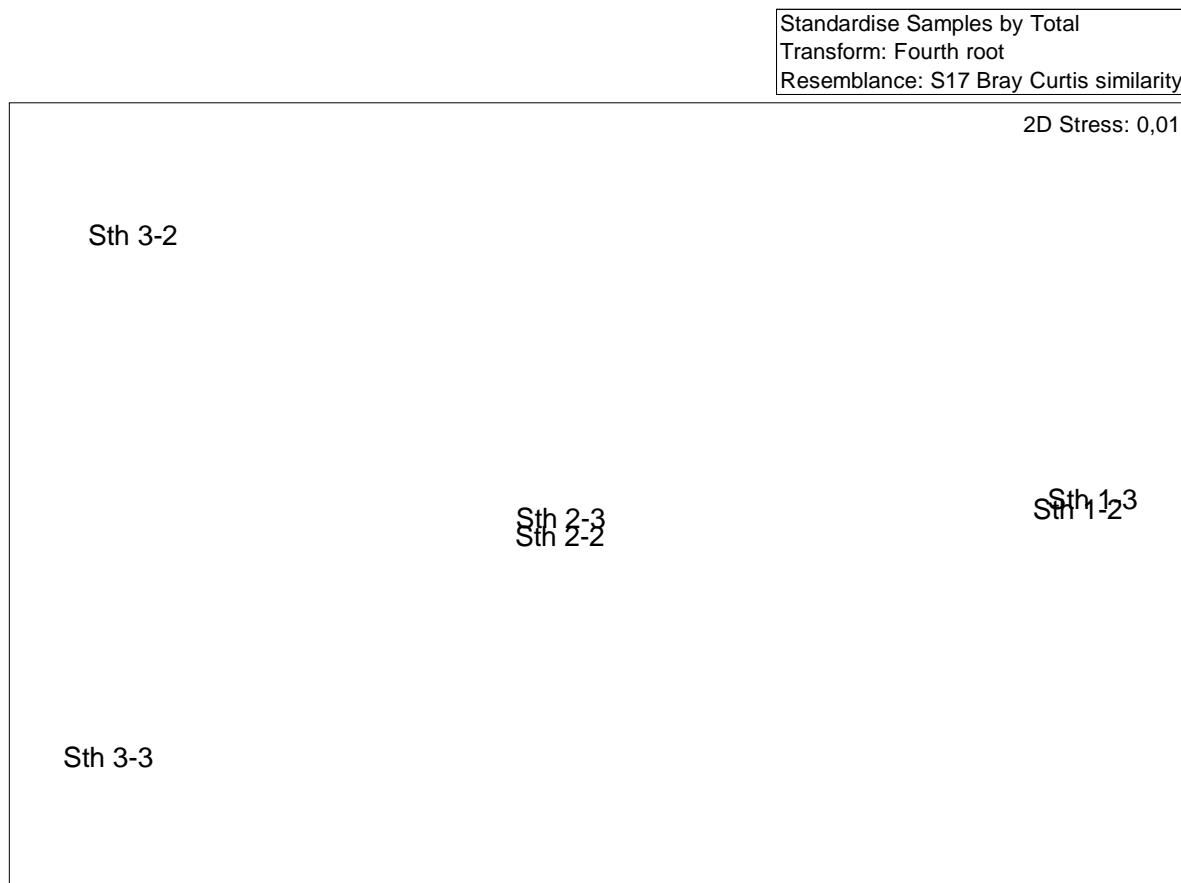


Figur 3.2. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

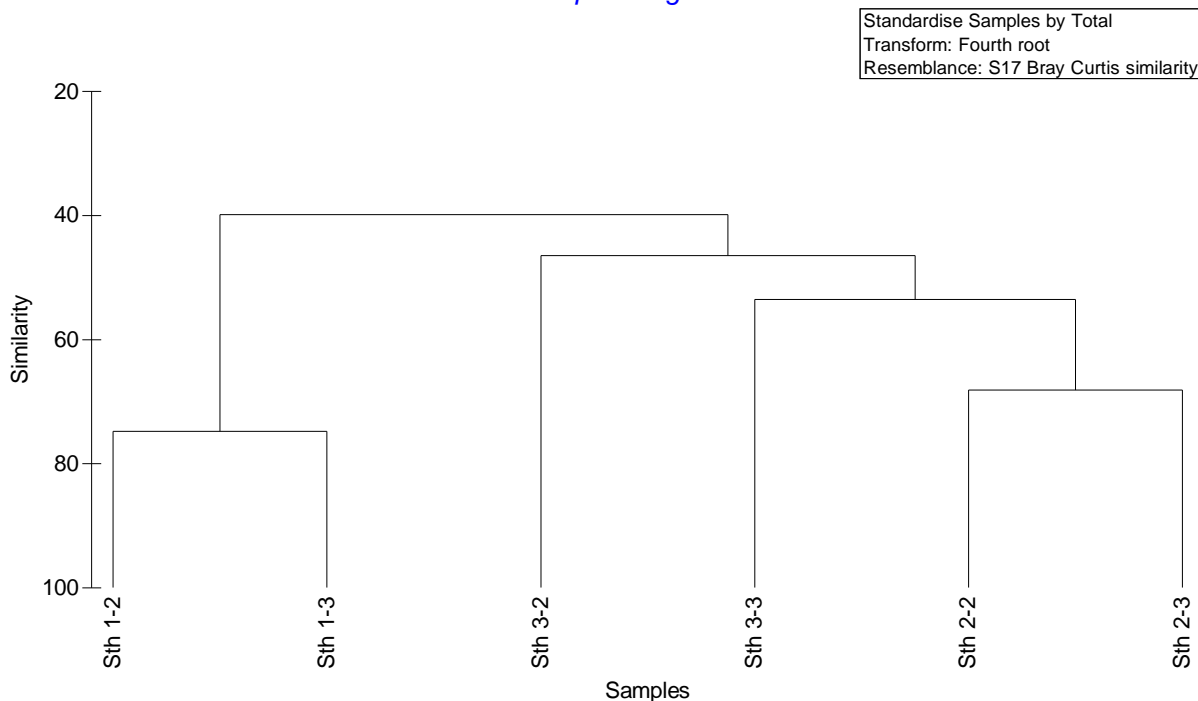
Tabell 3.4. De ti mest tallrike artene per stasjon. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

| Sth 1 | Antall | % | Kum. % | Sth 2 | Antall | % | Kum. % |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| <i>Chaetozone</i> sp. | 403 | 30,3 % | 30,3 % | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 65 | 21,5 % | 21,5 % |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 179 | 13,4 % | 43,7 % | <i>Thyasira equalis</i> | 39 | 12,9 % | 34,4 % |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 94 | 7,1 % | 50,8 % | <i>Polydora</i> sp. | 32 | 10,6 % | 45,0 % |
| <i>Pholoe baltica</i> | 79 | 5,9 % | 56,7 % | <i>Pista cristata</i> | 23 | 7,6 % | 52,6 % |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 52 | 3,9 % | 60,6 % | Lumbrineridae indet. | 13 | 4,3 % | 57,0 % |
| Maldanidae indet. | 44 | 3,3 % | 63,9 % | <i>Aphelochaeta</i> sp. | 13 | 4,3 % | 61,3 % |
| <i>Labidoplax buskii</i> | 40 | 3,0 % | 66,9 % | <i>Chaetozone</i> sp. | 12 | 4,0 % | 65,2 % |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 39 | 2,9 % | 69,8 % | <i>Thyasira sarsii</i> | 8 | 2,6 % | 67,9 % |
| <i>Abra nitida</i> | 28 | 2,1 % | 71,9 % | Maldanidae indet. | 7 | 2,3 % | 70,2 % |
| <i>Amphiura chiajei</i> | 26 | 2,0 % | 73,9 % | Caudofoveata indet. | 7 | 2,3 % | 72,5 % |

| Sth 3 | Antall | % | Kum. % |
|--------------------------------|--------|--------|--------|
| <i>Thyasira equalis</i> | 19 | 20,0 % | 20,0 % |
| <i>Polydora</i> sp. | 15 | 15,8 % | 35,8 % |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 9 | 9,5 % | 45,3 % |
| Lumbrineridae indet. | 7 | 7,4 % | 52,6 % |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 5 | 5,3 % | 57,9 % |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 4 | 4,2 % | 62,1 % |
| <i>Spiophanes kroeyeri</i> | 3 | 3,2 % | 65,3 % |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 3 | 3,2 % | 68,4 % |
| <i>Rhodine loveni</i> | 3 | 3,2 % | 71,6 % |
| Maldanidae indet. | 3 | 3,2 % | 74,7 % |



Group average



Figur 3.3. MDS- og cluster plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

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

Dybden varierte fra nær- til fjernstasjonen (85-181 m). Sedimentet bestod hovedsakelig av en blanding av silt og sand på nærstasjonen Sth 1 (85 m), med overvekt av sand. Mellom- (Sth 2) og fjernstasjonen (Sth 3) var på dypere vann (141 og 181 m), og sedimentet her var mer finkornet med i hovedsak silt og leire.

Det var ingen lukt av H₂S, mørkere farge eller andre sensoriske indikatorer på organisk forurensing ved noen av stasjonene, og verdier for pH og redokspotensiale påviste beste tilstand ved alle tre stasjoner. De kjemiske analysene viste lave verdier, noe som ga beste tilstand for kobber og sink. Andelen fosfor var lav. Ved den grunnere nærstasjonen var mål på organisk sedimentering, glødetap, lavt. Ved de dypere stasjonene med mer finkornet sediment var glødetapet middels høyt. Dette er som forventet gitt sedimentsammensetningen ved stasjonene.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var lavt ved stasjon Sth 1 og moderat på stasjon Sth 3, men svært høyt ved overgangsstasjonen Sth 2, som fikk dårligste tilstandsklasse V. Alene kan likevel ikke TOC-verdiene påvise unormal organisk belastning, og glødetapetsverdien var ikke tilsvarende høye ved stasjonen. Grunnet de andre målte parametrene i denne undersøkelsen kan det i en helhetsvurdering av stasjonen ikke ses at de høye TOC-verdiene i seg selv påviser betydelig påvirkning fra naturlige eller industrirelaterte kilder, og det kan antas at målingen enten ikke er representativ for stasjonen grunnet en atypisk subsample, eller at begrensninger i klassifiseringsmodellen gjør at denne parameteren gir et så sprikende utslag i forhold til resterende parametre.

Diversiteten av bunnfauna var god til meget god og indikerer normal, uforstyrret fauna på alle tre prøvestasjonene, imidlertid med tegn til noe tilførsel av organisk materiale på nærstasjonen da det var et stort antall dyr på denne stasjonen. Artssamfunnene ved mellom-

og fjernstasjonene hadde betydelige overlapp, noe som viser tilsvarende type bunnforhold ved disse stasjonene.

Totalt sett er det gode til svært gode og tilnærmet naturlige forhold ved alle stasjoner, og det kan ikke påvises noen negativ påvirkning. De høye TOC-målingene ved Sth 2 kan ikke i seg selv vise betydelig organisk belastning ved denne stasjonen i fravær av andre indikatorer som skulle tilsi dette.

5 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.
- 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*.

6 VEDLEGG

| | |
|---|-----------|
| <i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i> | <i>23</i> |
| <i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i> | <i>31</i> |
| <i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> | <i>32</i> |
| <i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i> | <i>36</i> |
| <i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i> | <i>37</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 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

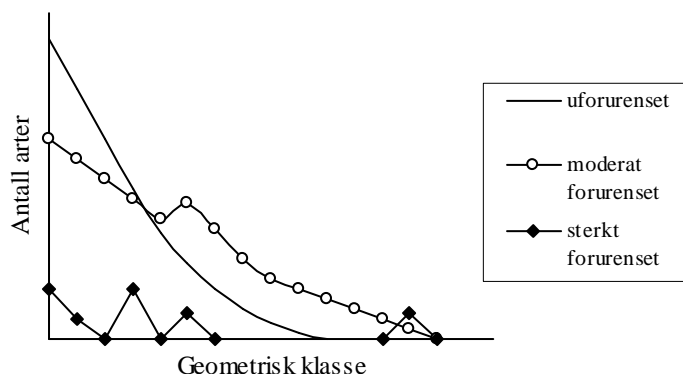
Geometriske klasser

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:

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

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:

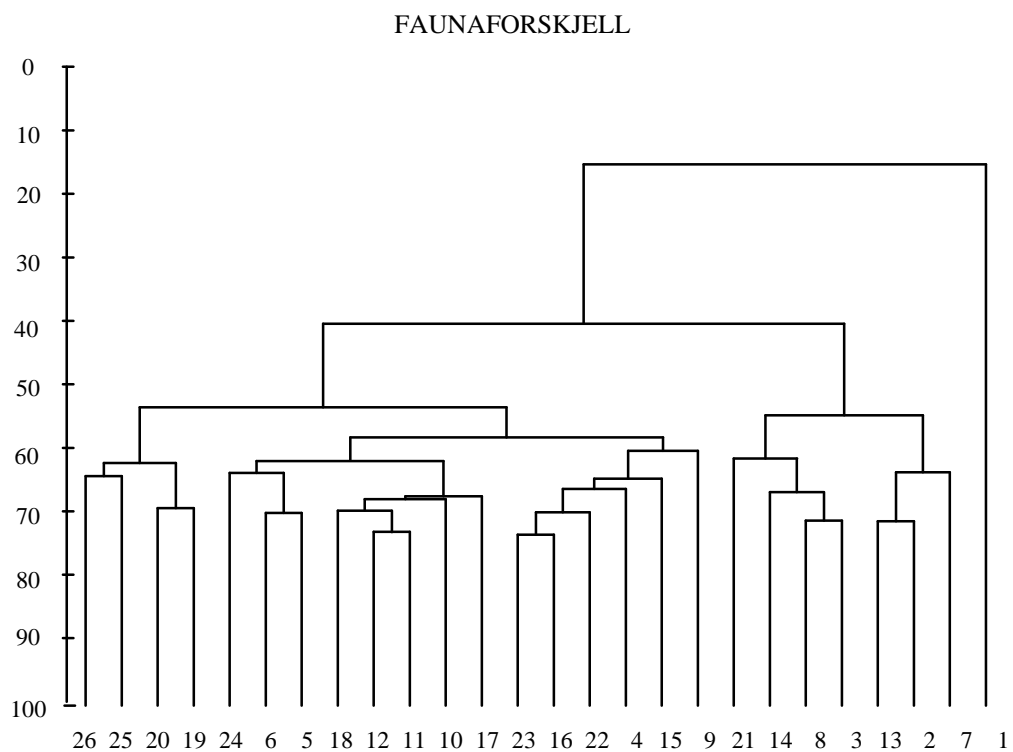
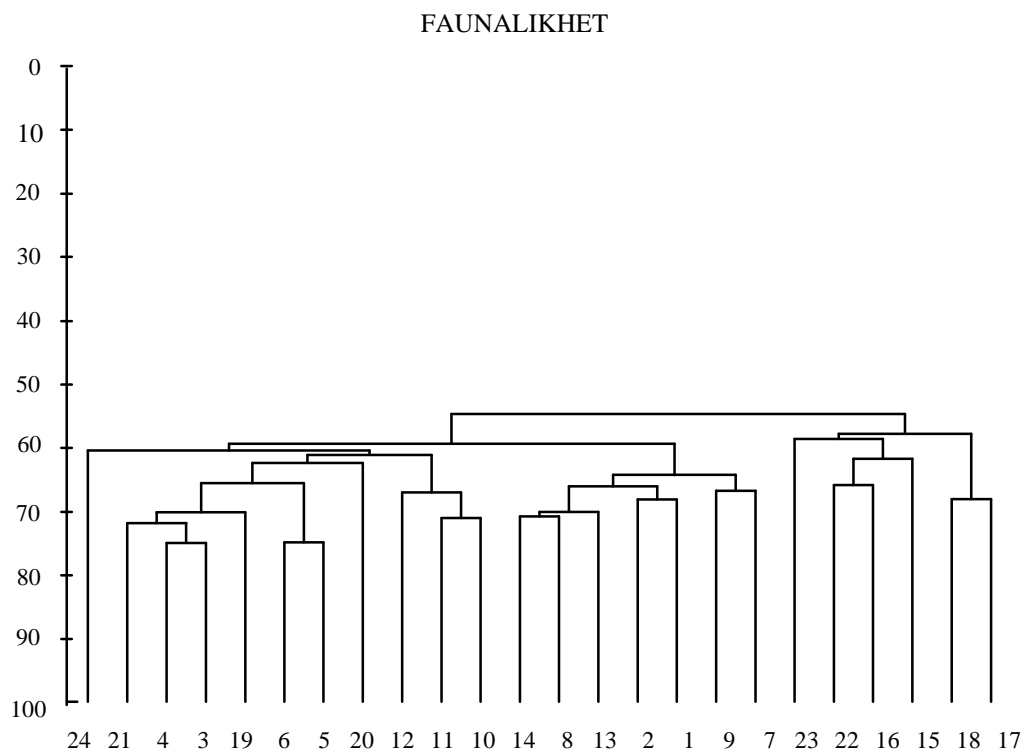
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

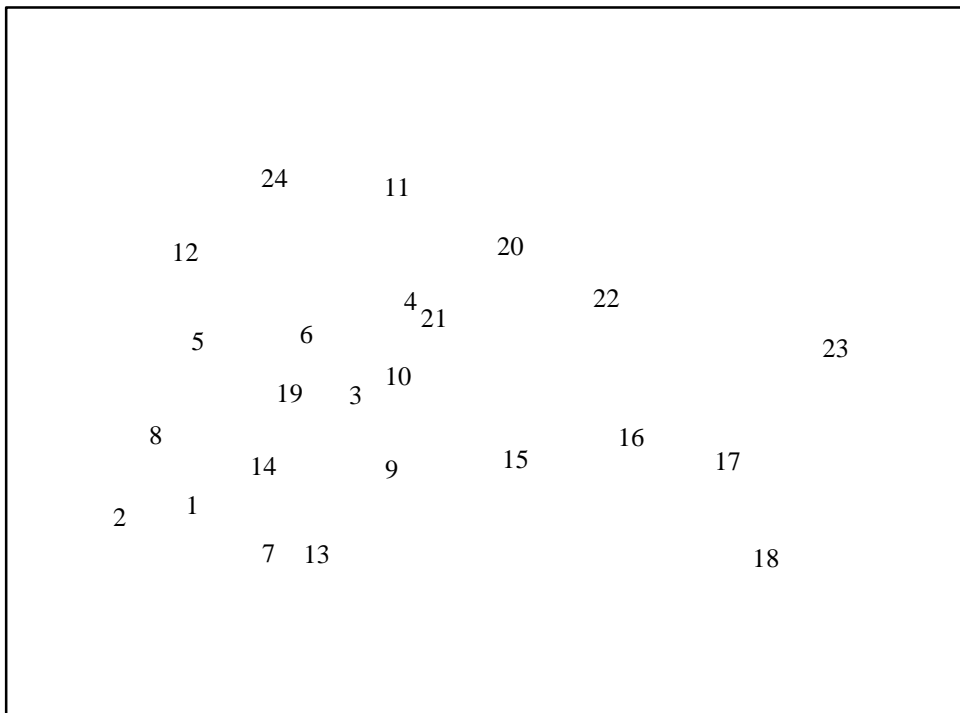
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

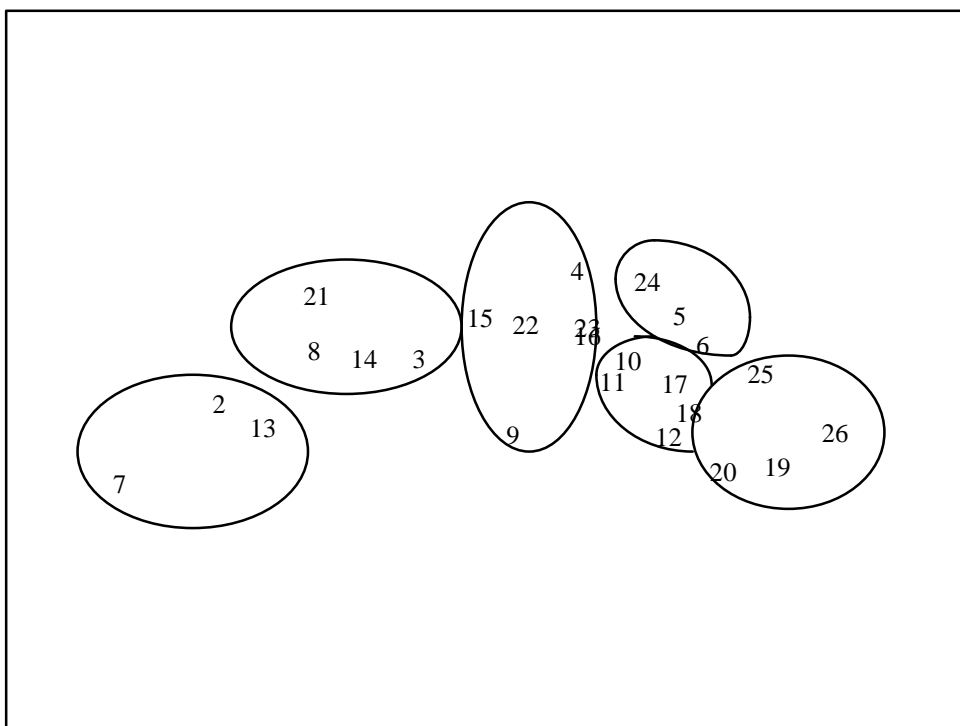


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

| Gr. | Parameter | Poeng | Prøvenummer | | | | | | Indeks |
|--|---|-----------------------|-----------------|---------|--------------|--|--|--|----------|
| | | | Ulv 1 | Ulv 2 | Ulv 3 | | | | |
| | Dyr | Ja (0) / Nei (1) | 0 | 0 | 0 | | | | 0,00 |
| I | Tilstand (Gruppe I) | | 1 | | | | | | |
| II | pH | Målt verdi | 7,57 | 7,50 | 7,72 | | | | |
| | Eh (mV) | Målt verdi | 11 | 11 | 6 | | | | |
| | | plus ref. potensial | 242 | 242 | 237 | | | | |
| | pH/Eh | Poeng (tillegg D) | 0 | 0 | 0 | | | | 0,00 |
| | Tilstand (prøve) | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | Tilstand (Gruppe II) | | 1 | | | | | | |
| III | Gassbobler | Ja (4) / Nei (0) | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | Farge | Lys/grå (0) | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | Brun/sort (2) | | | | | | | |
| | Lukt | Ingen (0) | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | Noe (2) | | | | | | | |
| | | Sterk (4) | | | | | | | |
| | Konsistens | Fast (0) | | | | | | | |
| | | Myk (2) | 1 | 1 | 2 | | | | |
| | | Løs (4) | | | | | | | |
| | Grabbvolum (v) | $v < \frac{1}{4}$ (0) | | | | | | | |
| $\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1) | | 1 | | | | | | | |
| $v \geq \frac{3}{4}$ (2) | | | 2 | 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 | | 2 | 3 | 4 | | | | |
| | Korr. Sum (0,22) | | 0,44 | 0,66 | 0,88 | | | | 0,66 |
| | Tilstand (prøve) | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | Tilstand (Gruppe III) | | 1 | | | | | | |
| | Middelverdi (Gruppe II & III) | | 0,22 | 0,33 | 0,44 | | | | 0,33 |
| | Tilstand (prøve) | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| | Tilstand (Gruppe II & III) | | 1 | | | | | | |
| | Fhv/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi | | Tilstand | | | | | | |
| | | | Gruppe 1 | | Gruppe II og | | | | |
| | | | A | 1,2,3,4 | | | | | |
| | | | 4 | 1,2,3 | | | | | |
| | | | 4 | 4 | | | | | |
| | | | 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



Oppdragsgiver (navn og adresse): SalMar Farming AS
Prosjekt nr.: 805940
Prøvetaksingssted (område): Steinholmen
Dato for prøvetaking: 15.06.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
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.

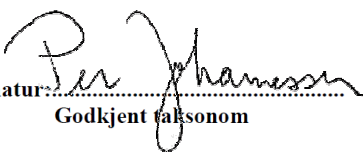
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur: 
Godkjent fagperson

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

| 15.06.2011 1/3 | Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Steinholmen | | | | | |
|-------------------|---|---------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | | Sth 1 85 m | | Sth 2 141 m | | Sth 3 181 m | |
| | | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | CNIDARIA | | | | | | |
| | Virgularia mirabilis | 0/1 | | | | 1 | |
| | Pennatula phosphorea | | | | | | |
| | Cerianthus lloydii | | 0/2 | | | | |
| | NEMERTINI | | | | | | |
| * | Nemertini indet. | 7 | 7 | | | | |
| | NEMATODA | | | | | | |
| * | Nematoda indet. | 3 | 4 | 1 | | | |
| | PRIAPULIDA | | | | | | |
| | Priapulus caudatus | 0/1 | | | | | |
| | ANNELIDA | | | | | | |
| | Polychaeta | | | | | | |
| | Polynoidae indet. | | 1 | | | | |
| | Pholoe baltica | 55 | 24 | 1 | | | |
| | Pholoe pallida | 3 | 5 | 4 | 1 | | 1 |
| | Phyllodoce groenlandica | 0/1 | | | | | |
| | Eumida bahusensis | 1 | | | | | |
| | Sige fusigera | 2/1 | 4 | 1 | 1 | | |
| | Eteone longa | 3 | 1 | | | | |
| | Glycera alba | 1/3 | | 1 | 1 | | |
| | Goniada maculata | 1/5 | 1/1 | | | | |
| | Sphaerodorum flavum | 1 | | | | | |
| | Nereimyra punctata | | | | 1 | | |
| | Ophiodromus flexuosus | 1 | | | | | |
| | Syllidae indet. | 3 | 2 | 1 | | | |
| | Exogone sp. | | 1 | | | | |
| | Nephtys ciliata | | | | 0/1 | | |
| | Nephtys hombergii | 1/1 | | | | | |
| | Nephtys hystricis | | | 1 | 0/1 | 1 | |
| | Paramphinome jeffreysii | 63 | 116 | 31 | 34 | 6 | 3 |
| | Paradiopatra quadricuspis | | | | 1 | | |
| | Lumbrineridae indet. | 7 | 9 | 7 | 6 | 1 | 6 |
| | Dorvilleidae indet. | | 1 | | | | |
| | Scoloplos armiger | 4/1 | 2/2 | | | | |
| | Levinsenia gracilis | 1 | | | 1 | | |
| | Laonice bahusensis | 0/1 | | | | | |
| | Polydora sp. | 2 | | 7 | 25 | 11 | 4 |
| | Prionospio cirrifera | 6 | 1 | | | | |
| | Prionospio fallax | 2 | 1 | | | | |
| | Prionospio dubia | | | 1 | 1 | | |
| | Spiophanes kroeyeri | 2/1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| | Scolecopsis korsuni | | 1 | | | | |
| | Aphelocheata sp. | 6 | 6 | 2 | 11 | 1 | 4 |
| | Chaetozone sp. | 220 | 183 | 7 | 5 | | 2 |
| | Diplocirrus glaucus | 16 | 23 | 2 | | 1 | 0/3 |
| | Brada villosa | | | | 1 | | |
| | Ophelina acuminata | | 1/1 | | | | |
| | Scalibregma inflatum | 4 | 8 | | | 1 | |
| | Heteromastus filiformis | 6 | 5 | 3 | | | 3 |
| | Notomastus latericeus | 7 | 17 | 2 | 3 | | |

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

| 15.06.2011 2/3 | Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Steinholmen | | | | | |
|-------------------|---|---------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | | Sth 1 85 m | | Sth 2 141 m | | Sth 3 181 m | |
| | | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | <i>Asychis biceps</i> | 1 | 0/1 | | | | |
| | <i>Maldane sarsi</i> | 1 | | | | | |
| | <i>Rhodine loveni</i> | | | 2 | 3 | | 3 |
| | <i>Maldanidae</i> indet. | 37 | 7 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| | <i>Galathowenia fragilis</i> | 3 | 3 | | | | |
| | <i>Galathowenia oculata</i> | 5 | 3 | 1 | | | |
| | <i>Owenia borealis</i> | 2/2 | 3 | | | | |
| | <i>Pectinaria auricoma</i> | 8/1 | 4 | 0/1 | 1 | | |
| | <i>Pectinaria belgica</i> | | | | 1 | | |
| | <i>Pectinaria koreni</i> | 5 | 0/1 | 1 | | | |
| | <i>Ampharete falcata</i> | 5/2 | 5 | | | | |
| | <i>Sabellides octocirrata</i> | 16 | 4 | | 1 | | |
| | <i>Sosane sulcata</i> | | 2 | | | | |
| | <i>Mugga wahrbergi</i> | | 1 | | | | |
| | <i>Amythasides macroglossus</i> | | | 1 | | | |
| | <i>Eclysippe vanelli</i> | | 1 | | 1/1 | 1 | |
| | <i>Melinna cristata</i> | 1/1 | | 1 | | 1 | |
| | <i>Terebellidae</i> indet. | 1 | 1 | | 1 | | |
| | <i>Pista cristata</i> | | | 15/1 | 7 | | 1 |
| | <i>Pista lornensis</i> | 1 | 1 | | | | |
| | <i>Streblosoma bairdi</i> | 1/1 | 1 | | | | |
| | <i>Streblosoma intestinale</i> | | 1 | | | | |
| | <i>Polycirrus norvegicus</i> | | 2 | | | | |
| | <i>Polycirrus plumosus</i> | 7/5 | 3/2 | | | 1 | |
| | <i>Amaeana trilobata</i> | | | | | 1 | 1 |
| | <i>Lysilla loveni</i> | | 1 | | | | |
| | <i>Trichobranchus roseus</i> | 1 | | 1 | 2 | | 1 |
| | <i>Terebellides stroemi</i> | 1 | 2/1 | | | | |
| | <i>Jasmineira</i> sp. | 1 | | | | | |
| | <i>Sabellidae</i> indet. | 2 | 1 | | | | |
| | <i>Siboglinum fjordicum</i> | | | | + | | |
| | SIPUNCULA | | | | | | |
| | <i>Phascalion strombus</i> | 4 | 0/1 | | | | |
| | <i>Onchnesoma steenstrupi</i> | | | 3 | 1 | | |
| | ARTHROPODA | | | | | | |
| | Crustacea | | | | | | |
| * | <i>Cylindroleberis mariae</i> | | 2 | | | | |
| * | <i>Calanus finmarchicus</i> | 3 | 1 | | 2 | | |
| * | <i>Anomalocera patersoni</i> | | | | 1 | | |
| * | <i>Decapoda</i> indet. | 0/1 | | | | | |
| * | <i>Paguridae</i> indet. | 1 | | | | | |
| * | <i>Amphipoda</i> indet. | 5 | 1 | | 1 | | |
| | <i>Eriopisa elongata</i> | | | | | | 1 |
| * | <i>Diastylis cornuta</i> | 1 | | | | | |
| * | <i>Eudorella truncatula</i> | 1 | 1 | | | | |
| | MOLLUSCA | | | | | | |
| | <i>Caudofoveata</i> indet. | 2 | | 1 | 6 | | |
| | <i>Diaphana minuta</i> | 0/1 | 0/1 | | | | |
| | <i>Cylichnina umbilicata</i> | 1 | 0/1 | | | | |
| | <i>Philine scabra</i> | | | 1 | | | |

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

| 15.06.2011 3/3 | Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Steinholmen | | | | | |
|-------------------|---|---------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | | Sth 1 85 m | | Sth 2 141 m | | Sth 3 181 m | |
| | | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | Nucula nucleus | | | | 1 | | |
| | Ennucula tenuis | 1/2 | 2 | | | | |
| | Nuculana minuta | 1 | | | | | |
| | Yoldiella philippiana | 1 | 2 | | | 1 | |
| | Thyasira equalis | 7/1 | 2 | 16/2 | 19/2 | 8 | 10/1 |
| | Thyasira flexuosa | 32/2 | 18 | | | | |
| | Thyasira biplicata | | 1 | | | | |
| | Thyasira sarsii | 40/26 | 17/11 | 2/1 | 3/2 | | 1 |
| | Axinulus croulinensis | 2/1 | 1 | | | | |
| | Mendicula ferruginosa | 7/3 | 4/1 | 1 | 1 | | |
| | Adontorhina similis | 12/1 | 7 | 1 | 1 | 1 | |
| | Parvicardium minimum | 1 | 1 | | | | |
| | Abra nitida | 15/4 | 9 | 0/2 | 3 | 1 | |
| | Kelliella abyssicola | | | 0/1 | 1 | | |
| | Corbula gibba | 1 | | | | | |
| | Thracia convexa | 0/2 | | | | | |
| | Entalina tetragona | | | 1/1 | | 1/1 | |
| | BRYOZOA | | | | | | |
| * | Bryozoa skorpeformet | | + | | | | |
| | ECHINODERMATA | | | | | | |
| | Amphiura chiajei | 9/6 | 10/1 | 2/2 | 1 | 0/1 | |
| | Amphiura filiformis | 3 | 5 | | 1 | | |
| | Amphilepis norvegica | | | | 1 | 1 | + |
| | Ophiocten affinis | | 1/2 | | | | |
| | Spatangoida indet. | | | 0/1 | | | |
| | Labidoplax buskii | 26 | 14 | | | | 1 |
| | ENTEROPNEUSTA | | | | | | |
| | Enteropneusta indet. | 1 | | 1 | | | 1 |
| * | VARIA | + | + | | | | + |

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

| Klasse | Sth 1 | Sth 2 | Sth 3 |
|---------------|--------------|--------------|--------------|
| I | 23 | 20 | 18 |
| II | 20 | 13 | 7 |
| III | 12 | 9 | 3 |
| IV | 13 | 4 | 2 |
| V | 6 | 1 | 1 |
| VI | 4 | 2 | 0 |
| VII | 2 | 1 | 0 |
| VIII | 1 | 0 | 0 |
| IX | 1 | 0 | 0 |
| X | 0 | 0 | 0 |
| XI | 0 | 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-000825-01



EUNOBE-00000934

Prøvemottak: 07.10.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 10.10.2011-02.11.2011
Referanse: 611101, ref 805940, 49/11

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: | 441-2011-1010-056 | Prøvetakingsdato: | 15.06.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Prøve 1, Steinholmen | Analysedato: | 10.10.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 59 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 7.7 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 34 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 410 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 9.10 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 441-2011-1010-057 | Prøvetakingsdato: | 15.06.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Prøve 2, Steinholmen | Analysedato: | 10.10.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 41 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 19 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 62 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 860 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 64.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 441-2011-1010-058 | Prøvetakingsdato: | 15.06.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Prøve 3, Steinholmen | Analysedato: | 10.10.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 36 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 25 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 91 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 830 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 32.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 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



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 02.11.2011

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

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 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