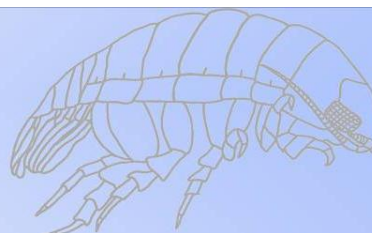


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



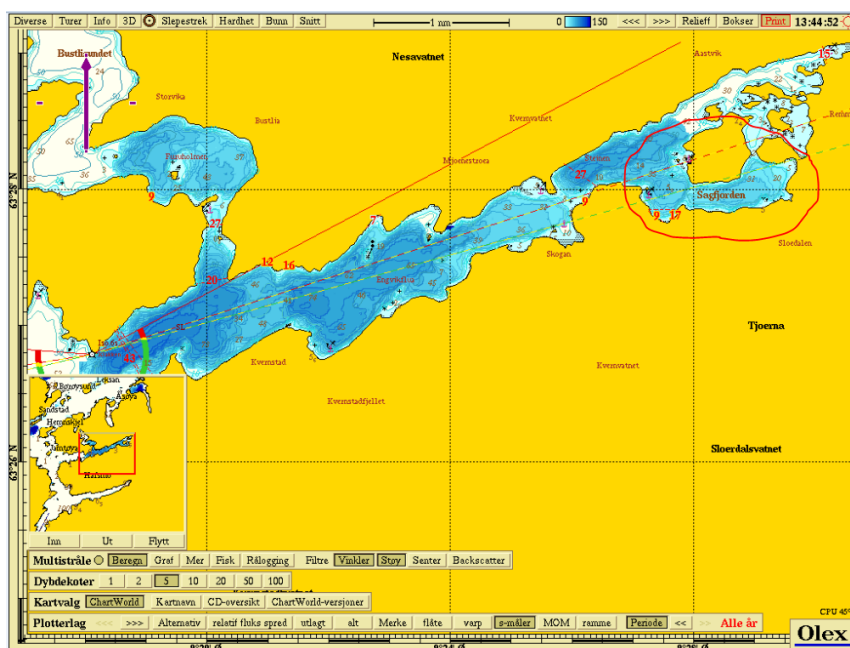
e-rapport nr: 7– 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Slørdalen i Snillfjord kommune, juli 2013

Rune Haugen



Øydis Alme

Per-Otto Johansen



SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport

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

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

| | |
|--|--------------------------------------|
| Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Slørdalen i Snillfjord kommune, juli 2013 | Dato: 21.02.2014 |
| | Antall sider og bilag: 42 |
| Forfatter(e): Rune Haugen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen | Prosjektleder: Stian E. Kvalø |
| | Prosjektnummer: 807636 |

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

Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, a MOM-C survey was conducted to investigate the marine recipient of the smolt production farm at Slørdalen in Sor-Trøndelag, describing the environmental state of the area based on chemical and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data. Three different stations were chosen for sampling; Slø 1 (near zone), Slø 2 (transition zone), and Slø 3 (remote zone). The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (Miljødirektoratet). The levels of copper and zinc were low at all stations while the phosphorus levels were quite high. The total organic carbon (TOC) showed high levels (classification V- "Very bad") at all three stations. The organic content expressed as % volatile total solids also indicated high organic content. The sediment consisted mostly of fine grained particles (clay and silt). The bottom water at Slø 3 had a high oxygen concentration, giving the classification I - "Very good". The soft bottom macrofauna investigation showed clear signs of disturbance with moderate conditions at all stations and few species present. The near zone was dominated by a species thriving in organically enriched environments.

| | | |
|--|---|---|
| Keywords: Fish farm, MOM-C, recipient, benthos, sediment, Slørdalen | Emneord: Fiskeoppdrett, MOM-C, resipient, bunndyr, sediment, Slørdalen | ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 7-2014 |
|--|---|---|

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|-----------|-----------------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 21.2.2014 | <i>P-O. Johansen</i> |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 21.2.2014 | <i>Stian E. Kvalø</i> |

ID: 10723 Versjonsnr: 001

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

Uni Miljø - Sam Marin

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

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment- analyser, samlet av: Christian Bøe, Rune Haugen;
Havbrukstjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre; SAM-Marin

Rapportering utført av: Rune Haugen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDORER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS og underleverandør Eurofins Umwelt Ost GmbH. **akkrediteringsnummer** Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Zn, P, Cu, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM, Kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

| | |
|---|-----------|
| 1 INNLEDNING | 5 |
| 2 MATERIALE OG METODER | 6 |
| 2.1 Undersøkelsesområdet | 6 |
| 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder | 6 |
| 2.3 Produksjonsdata fra anlegget | 12 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON | 13 |
| 3.1 Hydrografi | 13 |
| 3.2 Sediment | 14 |
| 3.3 Kjemi | 15 |
| 3.4 Bunndyr | 16 |
| 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | 21 |
| 5 TAKK | 22 |
| 6 LITTERATUR | 23 |
| 7 VEDLEGG | 24 |
| Generell vedleggsdel | 25 |
| Vedleggstabell 1. MOM-B parametre | 34 |
| Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste | 36 |
| Vedleggstabell 3. Geometriske klasser | 38 |
| Vedleggstabell 4. Analysebevis | 39 |
| Vedleggstabell 5. CTD- data | 42 |

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra utslippspunktene i Sagfjorden til settefiskanlegget ved Nerneset i Slørdalen, Snillfjord kommune. Innsamlingene ble gjennomført 4. juli 2013. Settefiskanlegget har vært i bruk siden 1986 og har hele tiden hatt sitt utslipp i Sagfjorden.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet ved utslippspunktene fra settefisklokaliteten Nerneset. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra settefiskanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et al.*, 1997 og Bakke *et al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest. SAM-Marin, en seksjon ved Uni Reserach AS, har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 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.

Februar 2014 ga Direktoratets gruppa Vanddirektivet ut en ny veileder (Veileder 02:2013).

Denne innebærer at det kommer inn enkelte nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en gammel (NQI2) går ut. Det er ikke mulig pr. i dag å få med alle nye beregninger i henhold til Veileder 02:2013 da det må utarbeides makroer og programmer for utregning av nye indekser. Den nye veilederen er derfor tatt i bruk så langt det lar seg gjøre. Endringer er gjort i tabell 2.2, med nye grenseverdier for NQI1, H' og ES₁₀₀.

2 MATERIALE OG METODER

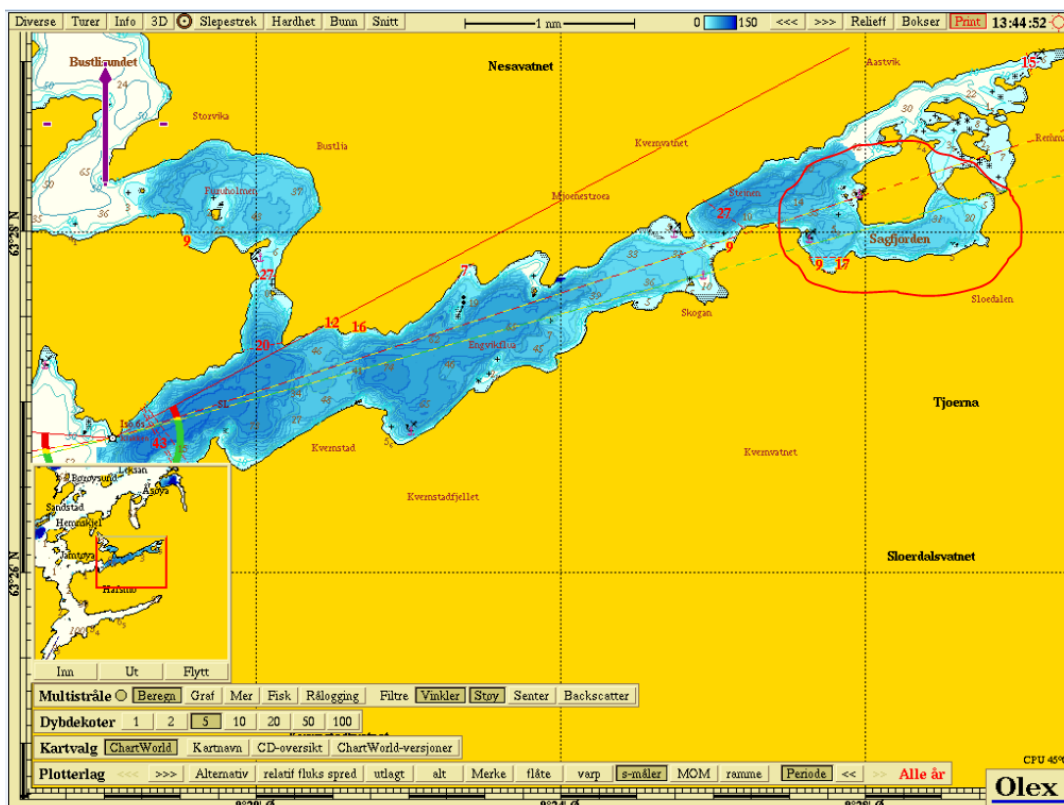
2.1 Undersøkellesområdet

Utslipet fra settefiskanlegget ligger i Sagfjorden innerst i Åstfjorden, i Snillfjord kommune (Figur 2.1. og 2.2). Sagfjorden har en «dyp» terskel på 17 m ut mot Åstfjorden. Fra land skråner terrenget jevnt ned mot en slette som dekker store deler av bunnen i Sagfjorden. Dypet på denne sletta ligger jevnt rundt 34 til nærmere 40 m på det dypeste. Utslippspunktene ligger i kanten av denne sletta, nærmest settefiskanlegget, på 30 til 33 m dyp. Nærstasjonen for MOM-C undersøkelsen, Slø 1, ligger på 32 m dyp ved utslippene. Slø 2 ligger lengre ut på 34 m dyp, i nærheten ved det ytterste utslippet, omtrent midt på sletta som danner bunnen. Fjernstasjonen Slø 3 ligger i områdets dypere del på 37 m, i retning mot innløpet fra Åstfjorden.

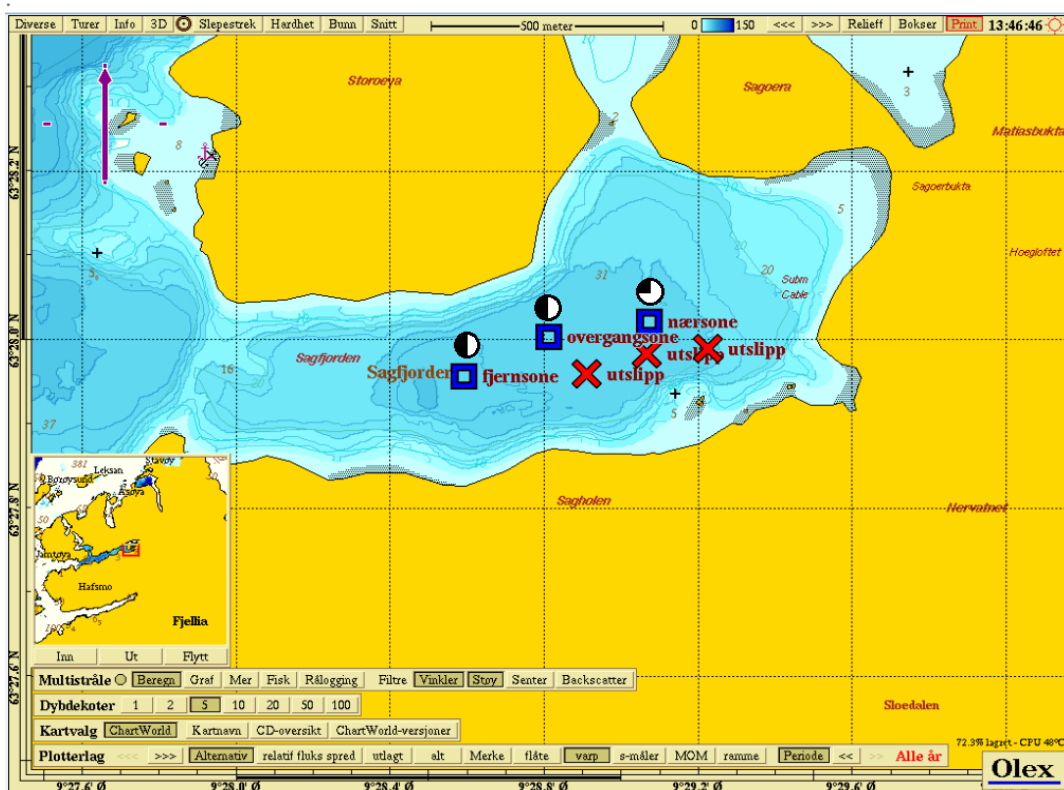
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 4. juli 2013. Det ble tatt prøver ved utslippene, en i overgangssonen (i nærhet til ytterste utslipp) og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS.

Det ble også tatt hydrografi-målinger på stasjonen i den dypeste delen av fjorden (Slø 3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. CTD-målinger er tatt over en lengre periode på stasjonen fra april til november i 2013 i forbindelse med en større lokal undersøkelse.



Figur 2.1: Oversiktskart over Åstfjorden, med Sagfjorden om undersøkelsesområdet tegnet inn i rød sirkel. Kartutsnittet i nedre venstre hjørne viser plassering ift Trondheimsleia. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Kart over Sagfjorden med punkt for prøvestasjoner tegnet inn (blå firkanter). Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Røde kryss viser omtrent plassering av vannutslippene fra settefiskanlegget. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble brukt en van Veen grabb og brukes til kjemi-, geologi- og biologiprøver (fullt kammer 17 l).

| Stasjon Dato | Sted Posisjon (WGS-84) | Dyp (m) | Hugg-nummer | Prøve-volum (l) | Andre opplysninger |
|-------------------|------------------------------------|---------|-------------|-----------------|---|
| Slø 1 04.07.13 | Område 63.28.020N 09.29.073Ø | 32 | 1 | 17 | Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle huggene like, med noe mørk, løst sediment (silt) |
| | | | 2 | 17 | |
| | | | 3 | 17 | |
| Slø 2 04.07.13 | Område 63.28.003N 09.28.812Ø | 34 | 1 | 17 | Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle huggene like, med noe mørk, løst sediment (silt) |
| | | | 2 | 17 | |
| | | | 3 | 17 | |
| Slø 3 04.07.13 | Område 63.27.956N 09.28.591Ø | 37 | 1 | 17 | Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle huggene like, med noe mørk, løst sediment (silt) |
| | | | 2 | 17 | |
| | | | 3 | 17 | |

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en geologiprøve 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 (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 under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

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

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

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter

som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 17 liter (van Veen). 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 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

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

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt

Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder i Veileder 02:2013 - «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Veileder 01:2009 og SFT 97:03. I henhold til Veileder 02:2013, ved bruk av bunndyr for klassifisering, benyttes Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) og ømfintlighetsindeksene NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser gjort på bakgrunn av veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Nye indekser er foreløpig ikke tatt i bruk. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i den nye veilederen. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et al*, 1997, Bakke *et al*, 2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| Parameter | Veileder | Måleenhet | Tilstandsklasser | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|----------------|--------------|----------------------|-------|
| | | | I Bakgrunn/ Svært god | II God | III Moderat | IV Dårlig | V Svært dårlig | |
| Dypvann | Oksygen * | 97:03 | ml O ₂ /l | >4,5 | 4,5-3,5 | 3,5-2,5 | 2,5-1,5 | <1,5 |
| | Oksygen metn. ** | 97:03 | % | >65 | 65-50 | 50-35 | 35-20 | <20 |
| Sediment | Shannon-Wiener ind. (H') | 02:2013 | | 5,7-4,8 | 4,8-3,0 | 3,0-1,9 | 1,9-0,9 | <0,9 |
| | NQII | 02:2013 | | 0,90-0,82 | 0,82-0,63 | 0,63-0,49 | 0,49-0,31 | <0,31 |
| | ES ₁₀₀ | 02:2013 | | 50-34 | 34-17 | 17-10 | 10-5 | <5 |
| | Organisk karbon | 97:03 | mg TOC/g | <20 | 20-27 | 27-34 | 34-41 | >41 |
| | Sink | TA 2229 | mg Zn/ kg | <150 | 150-360 | 360-590 | 590-4500 | >4500 |
| | Kobber | TA 2229 | mg Cu/ kg | <35 | 35-51 | 51-55 | 55-220 | >220 |
| Kadmium | TA 2229 | mg Cd/kg | <0,25 | 0,25-2,6 | 2,6-15 | 15-140 | >140 | |

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6^oC**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 . |

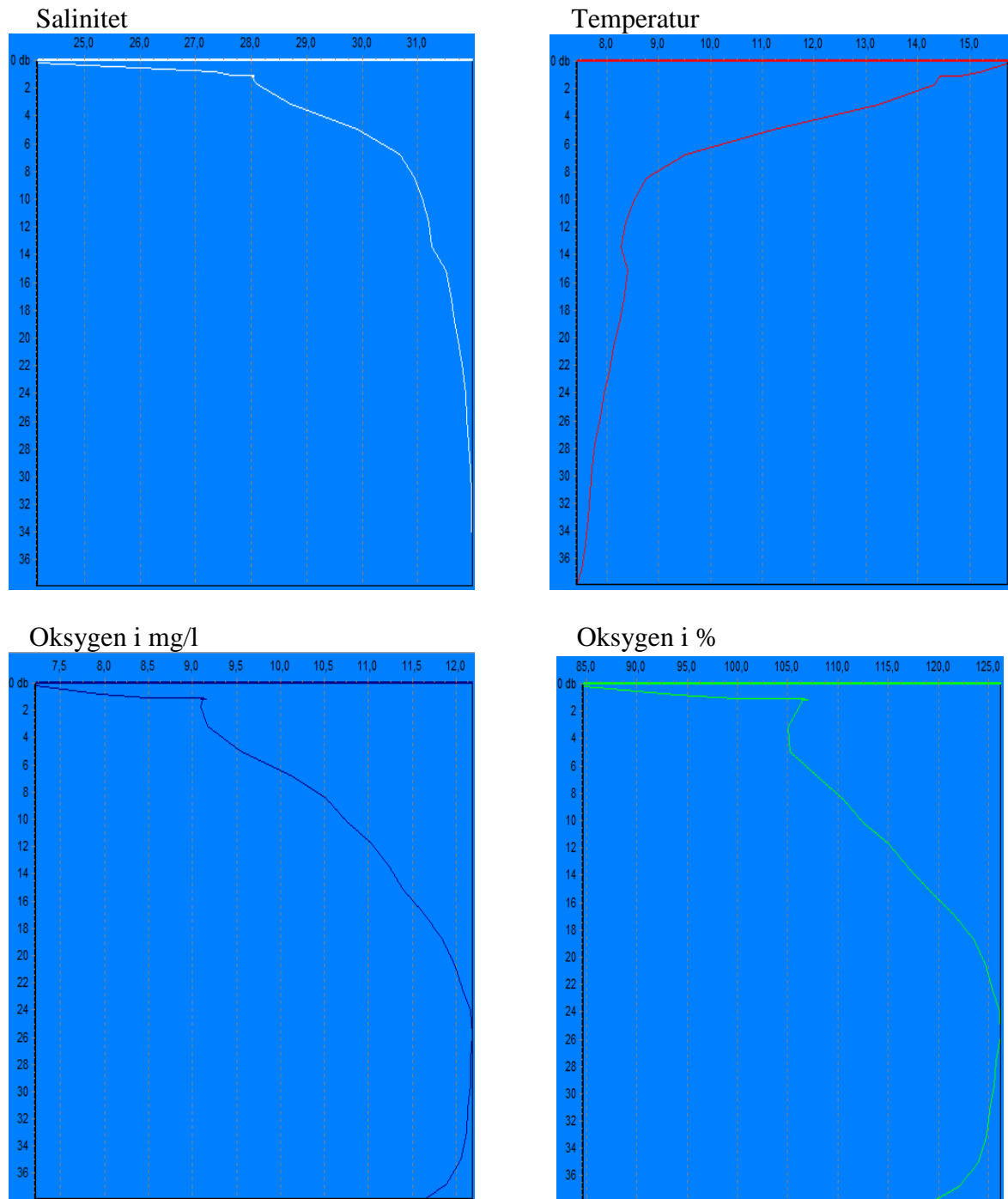
2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Settefiskanlegget på Nerneset har hatt utslippet av vann i Sagfjorden siden starten av anlegget i 1986. Utslippet har i alle de år foregått urenset. De senere årene har det årlig blitt brukt omtrent 600 tonn fôr i produksjonen.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Slø 3 den 4. juli 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



Figur 3.1: Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og mg/l på Slø 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 38 meter den 4. juli 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42

Temperaturen på Slø 3 den 4. juli 2013, var ca. 14°C i overflatelaget, deretter sank den til i underkant av 9°C ved 8 m dyp. Fra 8 m dyp sank den lite ned til bunnen på 38 m, til rundt 7,6°C. Det var dermed en jevn temperaturgradient fra overflatelaget og ned til 8 m.

I overflatelaget var saltholdigheten rundt 28 promille. Deretter steg den jevnt mellom 2 og 8 m til 31 promille. Fra 8 m og ned til bunnen, endret den seg lite og ved bunnen var den i overkant av 32 promille.

Oksygeninnholdet var relativt høyt gjennom hele vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 9,1 mg/l. Oksygeninnholdet økte deretter jevnt ned mot 24 m til 12,2 mg/l, for deretter å synke noe ned mot bunnen til 11,65 mg/l, som tilsvarer 8,02 ml/l. Denne målingen på bunnen plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (svært god). Forøvrig har undersøkelsene i Sagfjorden i perioden april til november, der oksygeninnholdet inngår, vist at oksygenforholdene er meget gode i det meste av denne perioden. Målingen tatt tidlig i september viste meget lite oksygen, ellers viste alle målingene meget gode forhold.

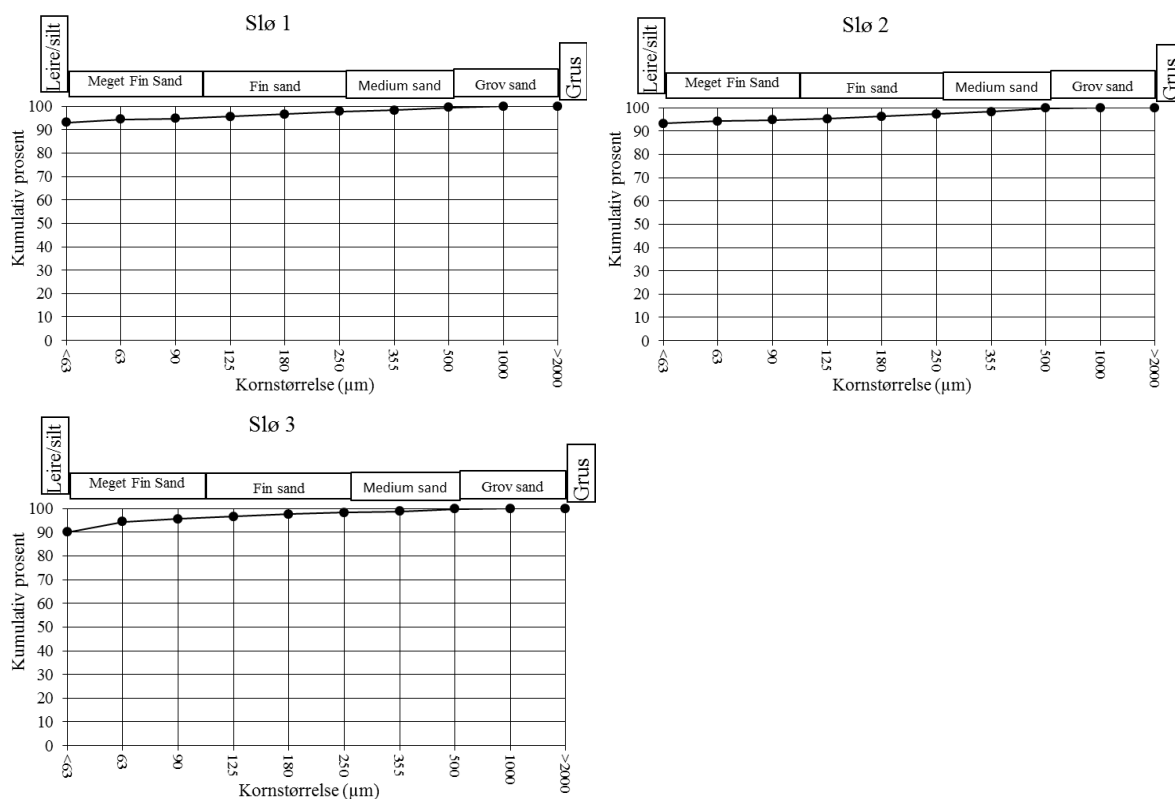
3.2 Sediment

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

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjonene ved Slørdalen 4. juli 2013.

| Stasjon | Dyp (m) | Organisk innhold (% glødetap) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|---------|------------|----------------------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Slø 1 | 32 | 19,2 | 93,1 | 6,9 | 0,0 |
| Slø 2 | 34 | 19,5 | 93,3 | 6,7 | 0,0 |
| Slø 3 | 37 | 18,3 | 90,1 | 9,9 | 0,0 |

Sedimentet ved de tre stasjonene er meget likt, med 90 til 93 % silt/leire, resten er sand. Glødetapet var høyt på alle tre, med 18,3 til 19,5 %, som tilsvarer et høyt organisk innhold.



Figur 3.2: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Slø 1, Overgangssonen: Slø 2 og Fjernsonen: Slø 3.

3.3 Kjemi

3.3.1. Sedimentanalyser

For å benytte Miljødirektoratets tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

TOC-verdiene var meget høye på alle tre stasjonene, og ga Tilstandsklasse V (Svært dårlig). Metoden for normalisering av TOC er dog ikke den beste for å analysere det organiske innholdet. TOC samsvarer meget godt med glødetapet, som var høyt på samtlige stasjoner. Dette indikerer at det er mye organisk materiale i sedimentet i Sagfjorden.

Verdiene av tungmetallene, kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Meget god). Verdiene for fosfor var derimot relativt høye på alle tre stasjonene, og da spesielt på nærstasjonen Slø 1.

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

| Stasjon | Totalt organisk karbon % TS | Normalisert TOC mg/g | TK | Fosfor mg/kg TS | Sink mg/kg TS | TK | Kobber mg/kg TS | TK | Tørrstoff (TS) % |
|---------|-----------------------------|----------------------|----|-----------------|---------------|----|-----------------|----|------------------|
| Slø 1 | 9,0 | 91,2 | V | 3400 | 130 | I | 31 | I | 27,0 |
| Slø 2 | 9,1 | 92,2 | V | 2200 | 130 | I | 31 | I | 24,1 |
| Slø 3 | 8,3 | 84,8 | V | 1800 | 120 | I | 30 | I | 23,1 |

3.3.2. Måling av pH og Redokspotensial (Eh)

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

Målingen av pH og E_h på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1.

De sensoriske vurderingene som er en del av undersøkelsen indikerer noe påvirkning. Det var noe mørk farge på samtlige hugg på alle tre stasjonene, noe som kan indikere en del organisk materiale. På Slø 1 var det også litt lukt ved alle tre huggene, noe som også tyder på en del organisk materiale.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

| Stasjon | pH | Eh | pH/Eh poeng | Tilstand |
|---------|------|------|-------------|----------|
| Slø 1 | 7,42 | -203 | 1 | 1 |
| Slø 2 | 7,53 | -191 | 1 | 1 |
| Slø 3 | 7,47 | -248 | 1 | 1 |

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i juli 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Slø 1 like ved anlegget, ble det funnet 17 arter med til sammen 614 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,90 som plasserer stasjonen i Miljødirektoratets tilstandsklasse III (Moderat). I følge MOM-standarden er imidlertid diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.3). Faunaen var dominert av børstemarken *Malacoceros fuliginosus*, som med et individantall på 516 utgjorde 84 prosent av alle individene i prøven. Den nest mest individrike arten var børstemarken *Capitella capitata* (40 individer, 6,5 prosent). Begge disse artene trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter kan ha vansker med å leve. NQI1, som beskriver artsmangfold og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i tilstandsklasse IV (Dårlig). De geometriske klassene indikerer også at man her har dårlige forhold på stasjonen..

På Slø 2 i overgangssonen ble det funnet kun 19 individer fordelt på 11 arter. Dette gav en Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks på 2,37 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 7,0, som plasserer stasjonen i henholdsvis tilstandsklasse III (Moderat) og IV (Dårlig). Den sammensatte indeksen NQI1 også i tilstandsklasse III. Samlet sett vurderes stasjonen til tilstandsklasse III (Moderat). Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden, og Slø 2 ble klassifisert til Miljøtilstand 3 (dårlig). Den mest tallrike arten på denne stasjonen var krepsdyret *Diastylis rathkei* med seks individer og 32 prosent av totalen. Også de geometriske klassene indikerer dårlige forhold ved Slø 2.

På fjernstasjonen Slø 3 ble det funnet ni arter med til sammen 16 individer. Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks ble beregnet til 2,45 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 6,0. Dette gir henholdsvis tilstandsklasse III og IV. NQI1, som beskriver artsmangfold og ømfintlighet, ble beregnet til 0,52 og havnet i tilstandsklasse III. Samlet sett havner Slø 3 i tilstandsklasse III (Moderat). Det ble funnet fem arter av børstemark, tre bløtdyr og et krepsdyr. Den mest tallrike arten var børstemarken *Pectinaria koreni* med fem individer (31 prosent). De geometriske klassene indikerer også at man her har dårlige forhold på stasjonen.

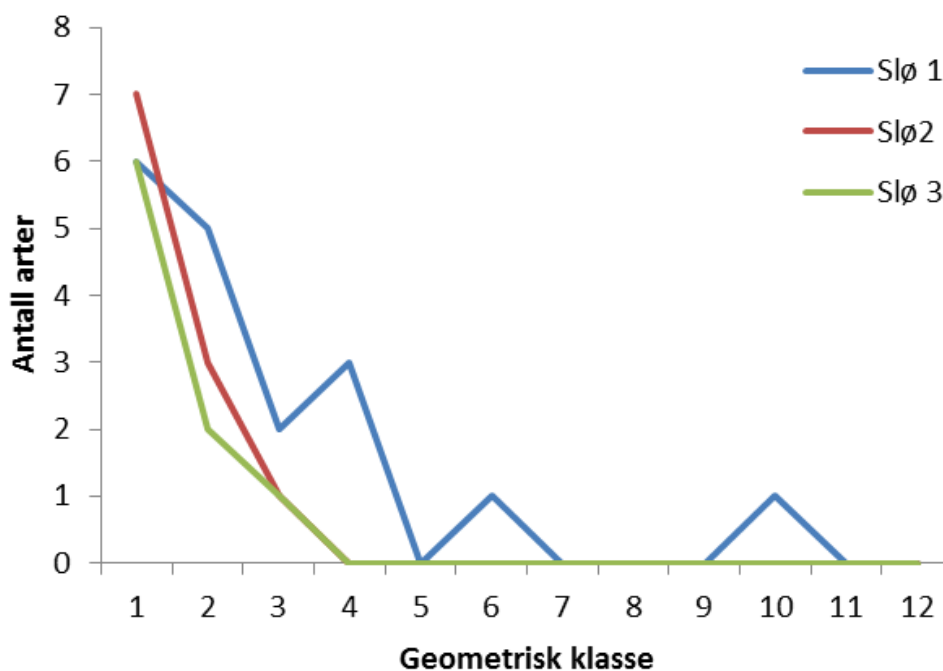
De multivariate analysene viser at det kun var 25 prosent likhet mellom huggene fra Slø 1, og at Slø 1.3 er langt likere huggene fra Slø 3. Nær opptil anlegget kan det være store variasjoner over små avstander, og det var stor forskjell mellom huggene på Slø 1 i hvilke arter som ble

funnet og antall individer av hver art (Figur 3.4 og 3.5). Huggene fra stasjon Slø 2 hadde en likhet på 43 prosent, og på Slø 3 hadde huggene en likhet på 50 prosent.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og den sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) hver enkelt prøve, totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM-tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

| Stasjon | Hugg | Antall Arter | Antall Individer | Diversitet (H') | NQI1 | ES100 | TK | AMBI | Jevnhet (J) | H'- max | MOM TK |
|--------------|------|-----------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|------------|-------------|----------------|-------------|-----------|
| Slø 1 | 1 | 9 | 574 | 0,71 | 0,31 | 5,03 | | 5,89 | 0,21 | 3,32 | |
| Slø 1 | 2 | 11 | 40 | 3,10 | 0,61 | 11,00 | | 2,70 | 0,90 | 3,46 | |
| Sum | | 17 | 614 | 1,12 | | 8,28 | | | 0,27 | 4,17 | 2 |
| Snitt | | 10 | 307 | 1,90 | 0,44 | 8,02 | | 4,30 | 0,55 | 3,39 | |
| Slø 2 | 1 | 11 | 15 | 3,24 | 0,66 | 11,00 | | 2,50 | 0,94 | 3,46 | |
| Slø 2 | 2 | 3 | 4 | 1,50 | | 3,00 | | 3,00 | 0,95 | 1,58 | |
| Sum | | 11 | 19 | 3,12 | | 11,00 | | | 0,90 | 3,46 | 3 |
| Snitt | | 7 | 9,5 | 2,37 | 0,59 | 7,00 | III | 2,75 | 0,94 | 2,52 | |
| Slø 3 | 1 | 6 | 8 | 2,50 | 0,55 | 6 | | 3,19 | 0,97 | 2,58 | |
| Slø 3 | 2 | 6 | 8 | 2,41 | 0,50 | 6 | | 3,94 | 0,93 | 2,58 | |
| Sum | | 9 | 16 | 2,85 | | 9 | | | 0,90 | 3,17 | |
| Snitt | | 6 | 8 | 2,45 | 0,52 | 6,00 | III | 3,56 | 0,95 | 2,58 | |

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

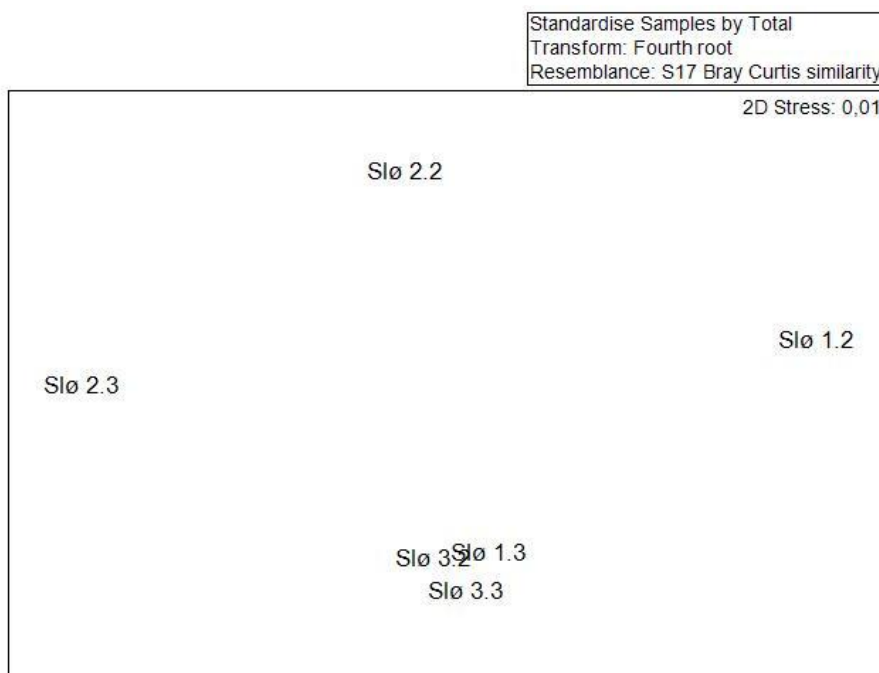


Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

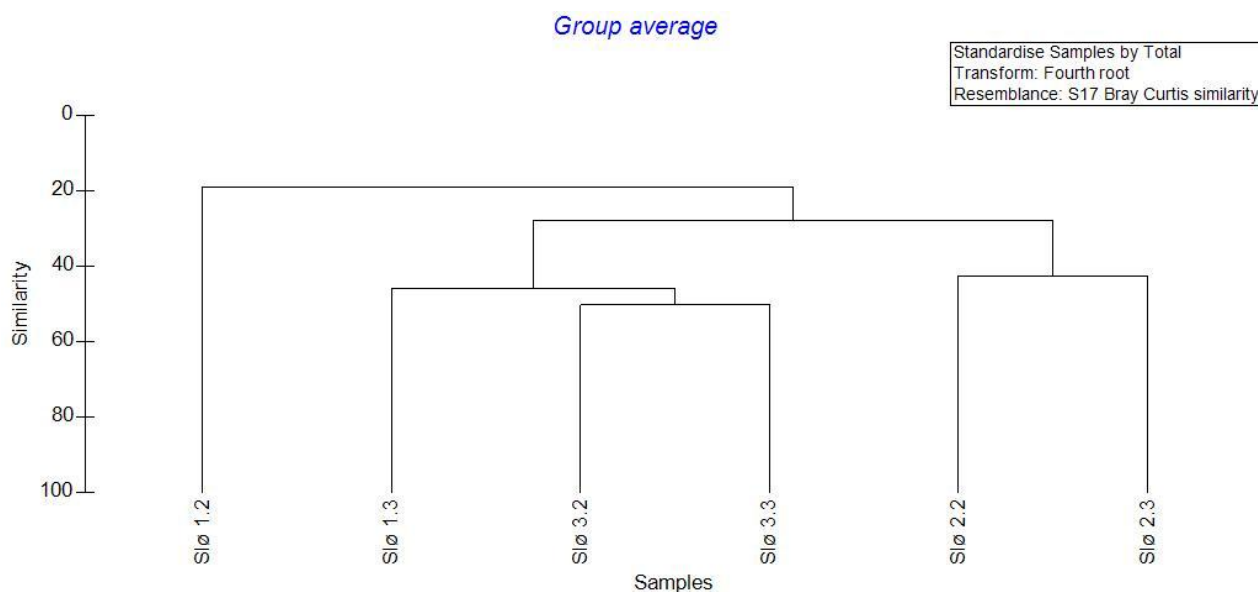
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene Slø 1, Slø 2 og Slø 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene

| Slø 1 | Antall individer | % | Kum. % | Slø 2 | Antall individer | % | Kum. % |
|--------------------------------|-------------------------|----------|---------------|---------------------------------|-------------------------|----------|---------------|
| <i>Malacoceros fuliginosus</i> | 516 | 83,9 | 83,9 | <i>Diastylis rathkei</i> | 6 | 31,6 | 31,6 |
| <i>Capitella capitata</i> | 40 | 6,5 | 90,4 | <i>Prionospio fallax</i> | 2 | 10,5 | 42,1 |
| <i>Diastylis rathkei</i> | 13 | 2,1 | 92,5 | <i>Philine scabra</i> | 2 | 10,5 | 52,6 |
| <i>Pectinaria koreni</i> | 11 | 1,8 | 94,3 | <i>Hiatella</i> sp. | 2 | 10,5 | 63,2 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 9 | 1,5 | 95,8 | <i>Malacoceros fuliginosus</i> | 1 | 5,3 | 68,4 |
| <i>Phyllodoce mucosa</i> | 4 | 0,7 | 96,4 | <i>Pholoe baltica</i> | 1 | 5,3 | 73,7 |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | 4 | 0,7 | 97,1 | <i>Scalibregma inflatum</i> | 1 | 5,3 | 78,9 |
| <i>Eumida bahusiensis</i> | 3 | 0,5 | 97,6 | <i>Priapululus caudatus</i> | 1 | 5,3 | 84,2 |
| <i>Ophiodromus flexuosus</i> | 3 | 0,5 | 98,0 | <i>Spiophanes bombyx</i> | 1 | 5,3 | 89,5 |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 2 | 0,3 | 98,4 | <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 1 | 5,3 | 94,7 |
| <i>Thyasira sarsi</i> | 2 | 0,3 | 98,7 | <i>Eudorella emarginata</i> | 1 | 5,3 | 100,0 |
| <i>Amphiura filiformis</i> | 2 | 0,3 | 99,0 | | | | |

| Slø 3 | Antall individer | % | Kum. % |
|---------------------------------|-------------------------|----------|---------------|
| <i>Pectinaria koreni</i> | 5 | 31,3 | 31,3 |
| <i>Corbula gibba</i> | 3 | 18,8 | 50,0 |
| <i>Diastylis rathkei</i> | 2 | 12,5 | 62,5 |
| <i>Philine scabra</i> | 1 | 6,3 | 68,8 |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | 1 | 6,3 | 75,0 |
| <i>Spiochaetopterus typicus</i> | 1 | 6,3 | 81,3 |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 1 | 6,3 | 87,5 |
| <i>Glycera alba</i> | 1 | 6,3 | 93,8 |
| <i>Acanthocardia echinata</i> | 1 | 6,3 | 100,0 |



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene ved utslippet i Sagfjorden fra settefiskanlegget på Nerneset i Slørdalen, Snillfjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 4. juli 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved utslippene, én i overgangssonen (litt bortenfor det ytterste utslippet) og én i den dypeste delen av Sagfjorden.

Sedimentet var meget likt og dominert av silt/leire på alle tre stasjonene, med en andel på 91 til 93 %. Den resterende andelen var sand.

Oksygenmålingene ved bunnen på stasjon Slø 3 ga 11,65 mg O₂/l, som tilsvarer 8,02 ml/l. Denne målingen bunnen plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god).

Analysene av tungmetallene ga verdier i beste tilstandsklasse for både sink og kobber for alle tre stasjonene. Fosforverdiene var derimot noe forhøyet for alle stasjonene. Både TOC-verdiene og glødetapet var meget høye på alle tre stasjonene, og indikerer store mengder organisk materiale i sedimentet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna viste at det var dårlige forhold for sedimentlevende dyr, med få arter og moderate forstyrrelser på alle tre stasjonene. Det ble funnet meget få dyr i overgangs- og fjernsonen. Nærsonen Slø 1 hadde langt høyere individantall, men var dominert av to typer børstemark som samlet utgjorde mer enn 90 % av individene i prøvene. Begge disse artene trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter kan ha vansker med å leve.

Totalt sett viser denne undersøkelsen moderate til mindre gode forhold på nærstasjonen Slø 1. I hovedsak er det påvirket fauna, høye fosforverdier, samt høyt glødetap og høye TOC-verdier, som indikerer sterk påvirkning av organisk materiale. Generelt viser de to andre stasjonene, overgangssonen, Slø 2 og fjernsonen Slø 3 tilsvarende forhold som Slø 1, dvs. moderat til dårlige. På Slø 2 og Slø 3 viser fauna moderat til mye påvirkning, og glødetapet og TOC viser et høyt organisk innhold i sedimentet. Fosforverdiene på Slø 2 og Slø 3 var også ganske høye. Derimot viser de kjemiske målingene av pH og Eh på alle tre stasjonene

gode verdier, og en har gode oksygenforhold ved undersøkelsestidspunktet (samt i det meste av året ellers, med forbehold om manglende data for vinteren).

Resultatene fra denne MOM-C undersøkelsen viser at sedimentet i Sagfjorden er til dels mye påvirket av dårlige forhold, med store mengder organisk materiale som fauna har problemer med å håndtere. Dette skyldes trolig flere faktorer. Fjorden har en terskel som med stor sannsynlighet bidrar til redusert utskifting av bunnvannet, noe som i kortere perioder kan gi dårlige oksygenforhold. Videre vil tilsig fra elv og jordbruk påvirke mengden av organisk materiale. De høye fosforverdiene kan skyldes settefiskutløpet, men gjødsling fra gårdene ovenfor vannet som renner ut i elva og videre i Sagfjorden kan også medvirke til de høye fosforverdiene. Utslipet fra settefiskanlegget er ikke rensert, og er sannsynligvis og en kilde til forholdene ved bunnen. Siden utslippet har blitt brukt i mange år, er det grunn til å tro at forholdene ikke vil endre seg noe vesentlig så lenge utslipp og andre miljøfaktorer ikke endrer seg vesentlig fremover. En rekke MOM-B undersøkelser er gjennomført i løpet av de siste ti årene, og de har alle vist det samme gode resultatet, men med indikasjoner på påvirkning i form av mørk farge på sedimentet og enkelte stasjoner med noe lukt. De samme forholdene ble observert i de sensoriske undersøkelsene ved denne MOM-C. Dette indikerer at bunnforholdene er moderat påvirket, men er i en viss balanse med den tilførsel av organisk materiale som fjorden mottar. Med økt tilførsel av organisk materiale eller andre forurensende elementer er det sannsynlig at forholdene vil forverre seg vesentlig.

Fremtidige MOM-C undersøkelser vil gi svar på utviklingen av bunnforholdene i Sagfjorden.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, og bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

| | |
|--|----|
| <u>Generell vedleggsdel</u> | 25 |
| <u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u> | 34 |
| <u>Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste</u> | 36 |
| <u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u> | 38 |
| <u>Vedleggstabell 4. Analysebevis</u> | 39 |
| <u>Vedleggstabell 5. CTD-data</u> | 42 |

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

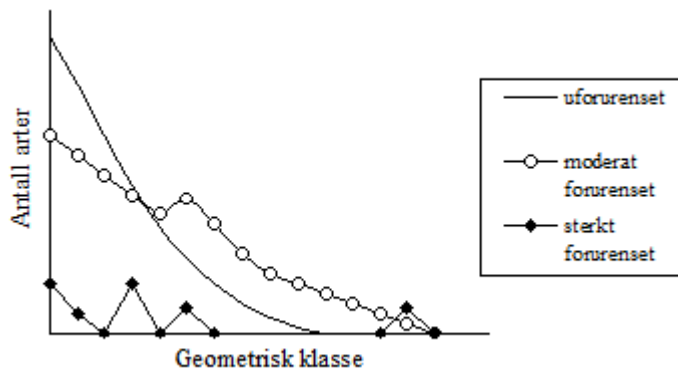
Geometriske klasser

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 (Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

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

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) samt gjennomsnitt og sum som klassifiserer stasjonen etter veileder 02:2013. Diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen kan sammenlignes med historiske data rapportert i henhold til Molvær et al. 1997. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (Svært god) til V (Svært dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 02:2013*:

| Indeks | Type | Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks | | | | |
|---------------------|----------------|---|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | | Svært God | God | Moderat | Dårlig | Svært Dårlig |
| NQI1 | Sammensatt | 0,9-0,82 | 0,82-0,63 | 0,63-0,49 | 0,49-0,31 | 0,31-0 |
| H' | Artsmangfold | 5,7-4,8 | 4,8-3 | 3-1,9 | 1,9-0,9 | 0,9-0 |
| ES ₁₀₀ | Artsmangfold | 50-34 | 34-17 | 17-10 | 10-5 | 5-0 |
| ISI ₂₀₁₂ | Ømfintlighet | 13-9,6 | 9,6-7,5 | 7,5-6,2 | 6,1-4,5 | 4,5-0 |
| NSI | Ømfintlighet | 31-25 | 25-20 | 20-15 | 15-10 | 10-0 |
| DI | Individtetthet | 0-0,30 | 0,30-0,44 | 0,44-0,60 | 0,60-0,85 | 0,85-2,05 |

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

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

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

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i’te rekke og j’te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i’te rekke og k’te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

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

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

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

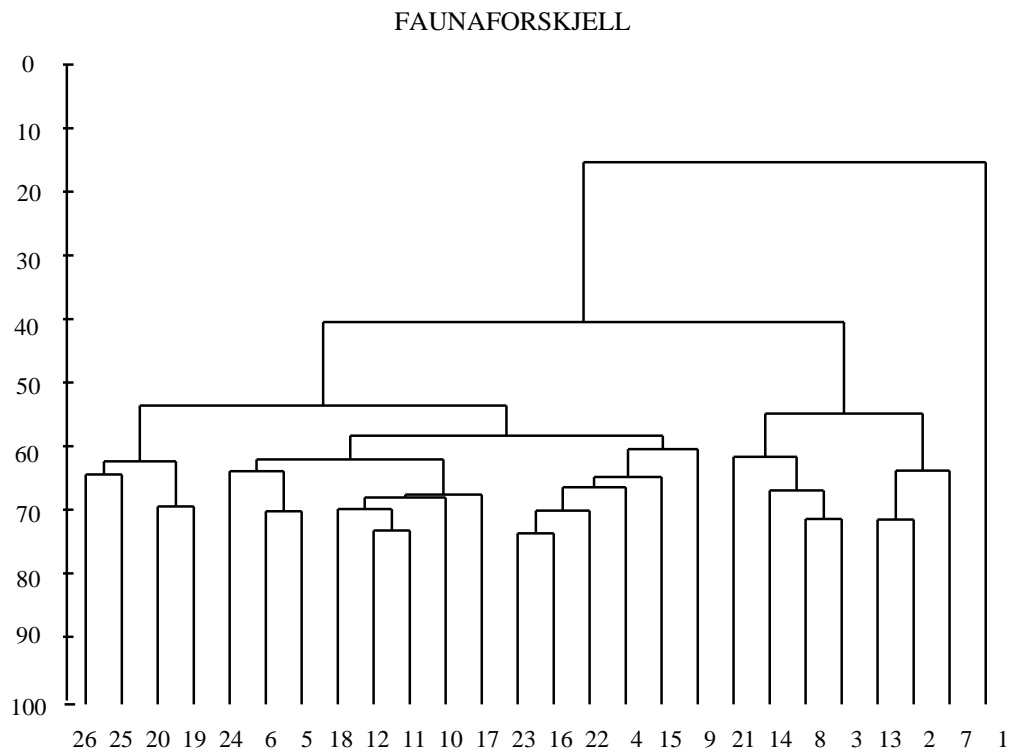
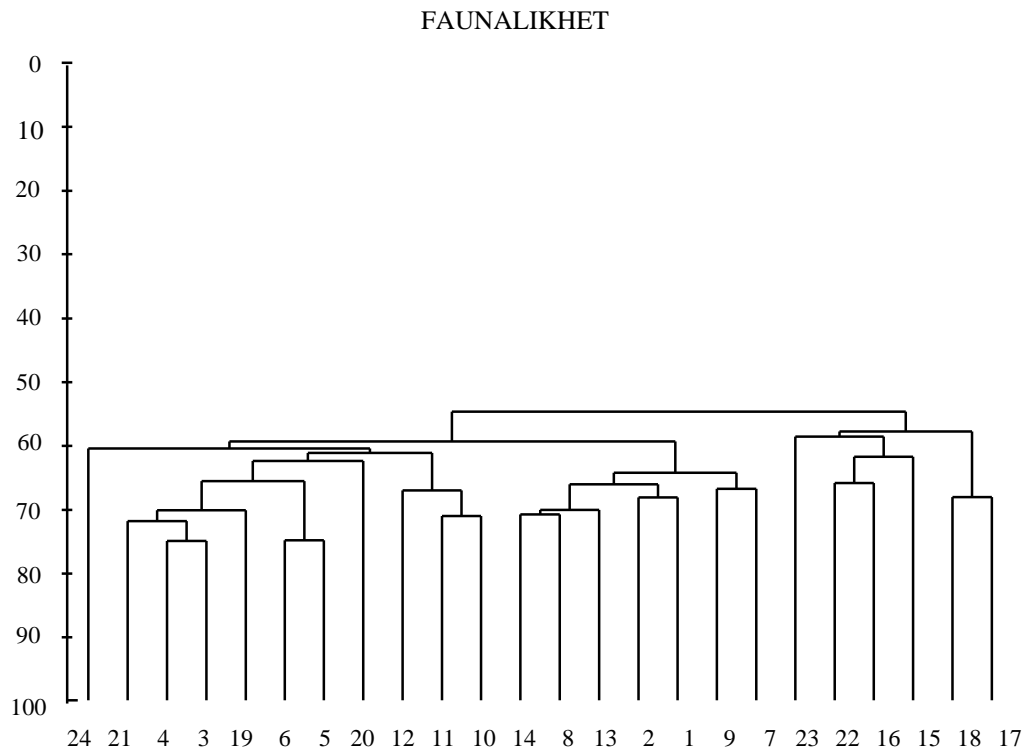
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

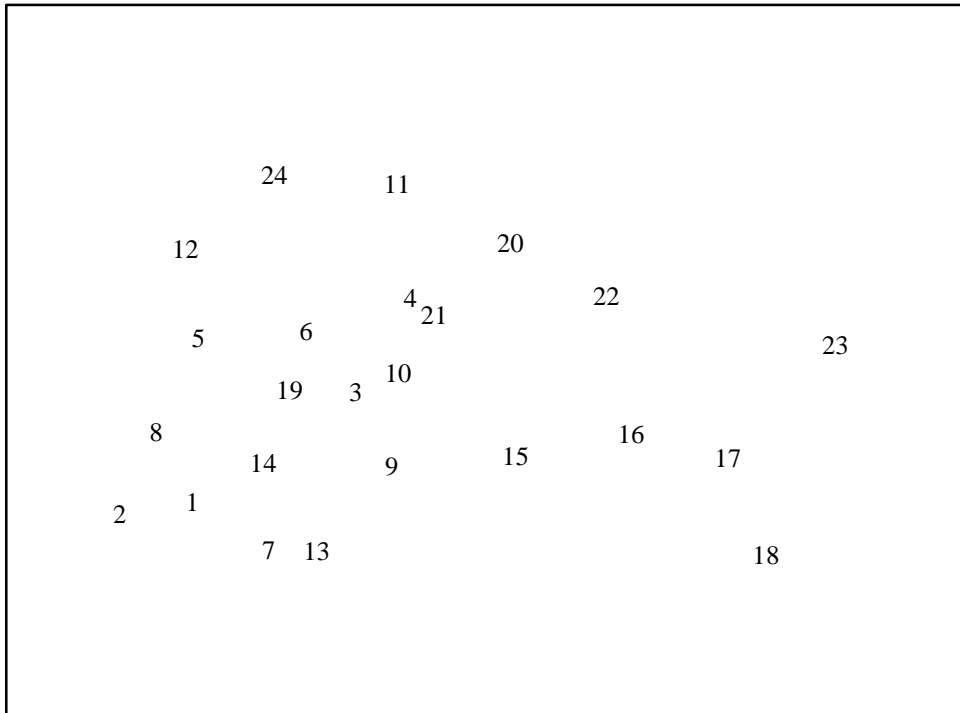
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

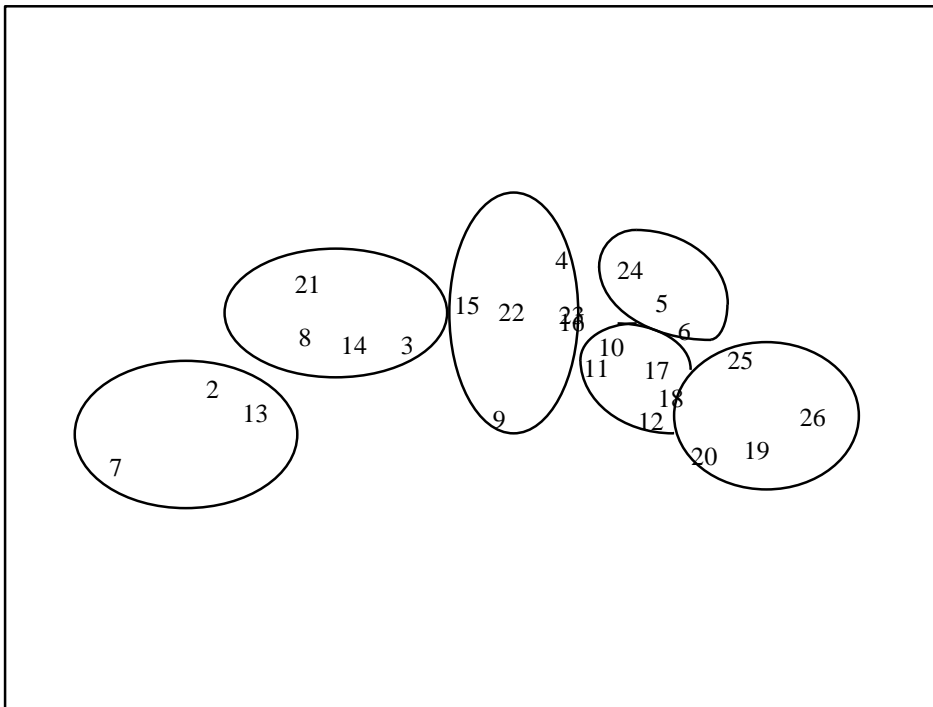


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- 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.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

PRØVESKJEMAET, B.1
 Firma: MARINE HARVEST AS
 Lokaltitet: SLØRDALEN
 Lokaltitetstype: SETTEFISK

Dato: 4/7-12
 Lokaltitetsnr: —

| Gr. | Parameter | Poeng | Prøve nr | | | | | | | | | Indeks |
|---------------------|------------------------------|--|-----------------------|------------------|---------------------|------|------------|------|------|------|------|---------|
| | | | S001 | S001 | S001 | S002 | S002 | S002 | S003 | S003 | S003 | |
| | Dyr | Ja = 0 Nei = 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | #DIV/0! |
| I | Tilstand (Gruppe I) | | | | | | | | | | | |
| II | pH | verdi | 7.42 | | | 7.53 | | | | 7.47 | | |
| | E _h (mv) | verdi | -203 | | | -191 | | | | -248 | | |
| | | + ref. verdi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | pH/E _h | fra figur | | | | | | | | | | #DIV/0! |
| | Tilstand, prøve | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand, gruppe II | | | | | | | | | | | |
| | | Buffer temp: 14°C | Temp sjø: 13°C | | Temp sediment: h/a | | | | | | | |
| | | pH sjø: 7.81 | Eh sjø: -199 | | Ref. elektrode: h/a | | | | | | | |
| | | Kalibrering pH elektrode (Dato og sign): | 4/7-12 <i>Rene H.</i> | | | | | | | | | |
| III | Gassbobler | Ja = 4 Nei = 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Farge | Lys/Grå = 0 | | | | | | | | | | |
| | | Brun/Sort = 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | Lukt | Ingen = 0 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Nice = 2 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| | | Sterk = 4 | | | | | | | | | | |
| | Konsistens | Fast = 0 | | | | | | | | | | |
| | | Myk = 2 | | | | | | | | | | |
| | | Løs = 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | Grabbvolum | v < 1/4 = 0 | | | | | | | | | | |
| 1/4 ≤ v < 3/4 = 1 | | | | | | | | | | | | |
| v ≥ 3/4 = 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| Tykkelse på slamlag | 0 - 2 cm = 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 2 - 8 cm = 1 | | | | | | | | | | | |
| | 1 ≥ 8 cm = 2 | | | | | | | | | | | |
| | SUM | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Korrigert sum (*0.22) | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 |
| | Tilstand prøve | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand gruppe III | | | | | | | | | | | |
| | Middelverdi gruppe II og III | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | Tilstand gruppe II og III | | | | | | | | | | | |
| | pH/E _h | Korr. sum | | | | | | | | | | |
| | Indeks | Tilstand | | | | | | | | | | |
| | Middelverdi | | | | | | | | | | | |
| | | < 1,1 | 1 | | | | | | | | | |
| | | 1,1 - < 2,1 | 2 | | | | | | | | | |
| | | 2,1 - < 3,1 | 3 | | | | | | | | | |
| | | ≥ 3,1 | 4 | | | | | | | | | |
| | | | Tilstand | | Lokalitetstilstand | | | | | | | |
| | | | Gruppe I | Gruppe II og III | | | | | | | | |
| | | | A | 1, 2, 3, 4 | | | 1, 2, 3, 4 | | | | | |
| | | | 4 | 1, 2, 3 | | | 1, 2, 3 | | | | | |
| | | | 4 | 4 | | | 4 | | | | | |
| | | | LOKALITETSTILSTAND | | | | | | | | | 0 |
| | Korrekturlest: | 5/7-12 | <i>Rene H.</i> | | | | | | | | | |
| | | dato | Sign. | | | | | | | | | |
| | | | Sign. | | | | | | | | | |

SAM-Marin og Havbruksstjenesten

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: MARINE HARVEST

Dato: 4/7-12

Lokalitet: SLØRDALEN

Lokalitetsnr: n/a

Lokalitetstype: SETTEFLUK

| Prøvetaksingssted (nr) | 501 | 501 | 501 | 502 | 502 | 502 | 503 | 503 | 503 | |
|------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Dyp (m) | 32 | 32 | 32 | 34 | 34 | 34 | 37 | 37 | 37 | |
| Antall forsøk | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Bobling (i prøve) | | | | | | | | | | |
| Primær-sediment | Grus | | | | | | | | | |
| | Skjellsand | | | | | | | | | |
| | Sand | | | | | | | | | |
| | Mudder | | | | | | | | | |
| | Silt | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Leire | | | | | | | | | |
| Fjellbunn | | | | | | | | | | |
| Steinbunn | | | | | | | | | | |
| Pigghuder, antall | | | | | | | | | | |
| Krepsdyr, antall | | | | | | | | | | |
| Skjell, antall | | | | | | | | | | |
| Børstemark, antall | JA | JA | JA | JA | JA | JA | JA | VI | JA | |
| Andre dyr, antall | | | | | | | | | | |
| Malacoceros fuliginosa | | | | | | | | | | |
| Beggiatoa | | | | | | | | | | |
| Fôr | | | | | | | | | | |
| Fekalier | | | | | | | | | | |
| Kommentarer | | | | | | | | | | |

Korrekturlest:

5/7-13
dato

Rune H.
Sign.

Sign.

Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS, Region Midt, 7242 Knarrlagsund
Prosjekt nr.: 807636
Prøvetakingssted (område): Slørdalen, Sør Trøndelag
Dato for prøvetaking: 04.07.2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:
Artene er identifisert av: Frøydis Lygre, Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 1 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

| s. 1/1 | Stasjon | Slø 1 | Slø 1 | Slø 2 | Slø 2 | Slø 3 | Slø 3 |
|----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Dato | 04.07.2013 | 04.07.2013 | 04.07.2013 | 04.07.2013 | 04.07.2013 | 04.07.2013 |
| | Dybde | 32 m | 32 m | 34 | 34 | 37 m | 37 m |
| Art | Hugg | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| ANTHOZOA | | | | | | | |
| | <i>Cerianthus lloydii</i> | | 0/1 | | | | |
| NEMERTINI | | | | | | | |
| * | Nemertini indet. | | 18 | 1 | | | |
| NEMATODA | | | | | | | |
| * | Nematoda indet. | 4 | | | | | |
| PRIAPULIDA | | | | | | | |
| | <i>Priapulus caudatus</i> | | | 1 | | | |
| POLYCHAETA | | | | | | | |
| | <i>Capitella capitata</i> | 40 | | | | | |
| | <i>Eumida bahusiensis</i> | 2/1 | | | | | |
| | <i>Galathowenia oculata</i> | | 2 | | | | 1 |
| | <i>Glycera alba</i> | 1 | | | | | 1 |
| | <i>Malacoceros fuliginosus</i> | 512 | 4 | 1 | | | |
| | <i>Ophiodromus flexuosus</i> | | 3 | | | | |
| | <i>Pectinaria koreni</i> | 3 | 8 | | | 2 | 3 |
| | <i>Pholoe baltica</i> | | 9 | 1 | | | |
| | <i>Phyllodoce mucosa</i> | 4 | | | | | |
| | Polynoidae indet. | 1 | | | | | |
| | <i>Prionospio fallax</i> | | | 1 | 1 | | |
| | <i>Scalibregma inflatum</i> | | 4 | 1 | | 1 | |
| | <i>Spiochaetopterus typicus</i> | | | 1 | | | 1 |
| | <i>Spiophanes bombyx</i> | | | 1 | | | |
| CRUSTACEA | | | | | | | |
| * | Amphipoda indet. | | | | 1 | 1 | |
| | <i>Diastylis rathkei</i> | 8 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| | <i>Eudorella emarginata</i> | | | 1 | | | |
| * | Euphausiacea indet. | 1 | | | | | |
| MOLLUSCA | | | | | | | |
| | <i>Acanthocardia echinata</i> | | | | | 0/1 | |
| | <i>Corbula gibba</i> | | 1 | | | 0/2 | 0/1 |
| | <i>Hiatella</i> sp. | | | 0/2 | | | |
| | <i>Philine scabra</i> | | | 1 | 1 | 1 | |
| | <i>Thyasira flexuosa</i> | | 0/1 | | | | |
| | <i>Thyasira sarsi</i> | 2 | | | | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | | |
| | <i>Amphiura filiformis</i> | | 2 | | | | |
| PISCES | | | | | | | |
| * | Fiskeegg | 6 | 1 | 2 | 2 | | |
| * | VARIA | + | | | | | + |

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

| Geometriske klasser | Slø 1 | Slø 2 | Slø 3 |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| I | 6 | 7 | 6 |
| II | 5 | 3 | 2 |
| III | 2 | 1 | 1 |
| IV | 3 | 0 | 0 |
| V | 0 | 0 | 0 |
| VI | 1 | 0 | 0 |
| VII | 0 | 0 | 0 |
| VIII | 0 | 0 | 0 |
| IX | 0 | 0 | 0 |
| X | 1 | 0 | 0 |
| XI | 0 | 0 | 0 |
| XII | 0 | 0 | 0 |

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

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

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-001726-01



EUNOBE-00007205

Prøvemottak: 10.07.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 10.07.2013-22.07.2013
Referanse: 807636/78/13

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning: | | 441-2013-0710-021 04.07.2013 Oppdragsgjver 10.07.2013 Sedimenter Sjø 1, 32 m | 441-2013-0710-022 04.07.2013 Oppdragsgjver 10.07.2013 Sedimenter Sjø 2, 34 m | 441-2013-0710-023 04.07.2013 Oppdragsgjver 10.07.2013 Sedimenter Sjø 3, 37 m | |
|--|-------------------|---|---|---|----------------------|
| Test | Parameter | Resultat: MU | Resultat MU | Resultat MU | Metode LOG |
| Fosfor (P) | Totalt fosfor (P) | a) 3400 mg/kg tv | a) 2200 mg/kg tv | a) 1800 mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 10 |
| Kobber (Cu) | | a) 31 mg/kg tv | a) 31 mg/kg tv | a) 30 mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 1 |
| Sink (Zn) | | a) 130 mg/kg tv | a) 130 mg/kg tv | a) 120 mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 1 |
| Totalt organisk karbon | | a) 9 % TS | a) 9,1 % TS | a) 8,3 % TS | EN 13137 0,1 |
| Total tørrstoff | | a) 27 % (w/w) | a) 24,1 % (w/w) | a) 23,1 % (w/w) | EN 14346 0,1 |

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 22.07.2013

Joakim Skovly
Avdelingsjef

Teorforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

SAM-Marin og Havbruksstjenesten

| | | | | | |
|--|-------------------------------|---|----------|---|------------|
|  | | Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA | |  | |
| Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN | | RAPPORT Sedimentprøver SAM-Marin | | | |
| | | Ordre nr.: | 51311 | Antall sider + bilag: | 2 |
| | | Rapport referanse: | KR-17471 | Dato: | 28.08.2013 |
| Rev. nr. | Kundens bestillingsnr./ ref.: | Utført: | | Ansvarlig signatur: | |
| 0 | 611101 | Terje Kolberg / Eli Ellingsen | | Terje Kolberg  | |

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

RESULTATER

| Prøve merket: | | | 807636/ 77/13 pr SLØ 1 | 807636/ 77/13 pr SLØ 2 | 807636/ 77/13 pr SLØ 3 | | |
|---------------|-------|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|--|
| Parameter | Enhet | Ana.dato | KA- 081268 | KA- 081269 | KA- 081270 | | |
| TOM (550 oC) | % | 26.07.13 | 19,2 | 19,5 | 18,3 | | |

Kornfordeling

Analysedato: 24.07.13

| SLØ 1 | | KA- 081268 | | | | | | | |
|--------------|-----|---------------|----------|--------------|-------|-----|---------------|------|--|
| Diameter(µm) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | |
| >2000 | -1 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | MdΦ | Silt og leire | 93,1 | |
| 1000 | 0 | 0,02 | 0,5 | 0,5 | 5,85 | | Sand | 6,9 | |
| 500 | 1 | 0,05 | 1,2 | 1,7 | | | Grus | 0,0 | |
| 355 | 1,5 | 0,02 | 0,5 | 2,2 | | SdΦ | | | |
| 250 | 2 | 0,05 | 1,2 | 3,4 | 1,47 | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,04 | 1,0 | 4,4 | | | | | |
| 125 | 3 | 0,03 | 0,7 | 5,1 | | SkΦ | | | |
| 90 | 3,5 | 0,02 | 0,5 | 5,6 | -0,10 | | | | |
| 63 | 4 | 0,05 | 1,2 | 6,9 | | | | | |
| <63 | 8 | 3,80 | 93,1 | 100,0 | | KΦ | | | |
| | | 4,08 | 100,0 | | 0,93 | | | | |

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

| SLØ 2 | | KA-081269 | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----------|----------|--------------|-----|-------|---------------|--|--|------|--|
| Diameter(µm) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | | | |
| >2000 | -1 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | MdΦ | | Silt og leire | | | 93,3 | |
| 1000 | 0 | 0,01 | 0,2 | 0,2 | | 5,86 | Sand | | | 6,7 | |
| 500 | 1 | 0,06 | 1,5 | 1,7 | | | Grus | | | 0,0 | |
| 355 | 1,5 | 0,04 | 1,0 | 2,7 | SdΦ | | | | | | |
| 250 | 2 | 0,04 | 1,0 | 3,7 | | 1,48 | | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,04 | 1,0 | 4,7 | | | | | | | |
| 125 | 3 | 0,02 | 0,5 | 5,2 | SkΦ | | | | | | |
| 90 | 3,5 | 0,02 | 0,5 | 5,7 | | -0,11 | | | | | |
| 63 | 4 | 0,04 | 1,0 | 6,7 | | | | | | | |
| <63 | 8 | 3,78 | 93,3 | 100,0 | KΦ | | | | | | |
| | | 4,05 | 100,0 | | | 0,95 | | | | | |

| SLØ 3 | | KA-081270 | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----------|----------|--------------|-----|-------|---------------|--|--|------|--|
| Diameter(µm) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | | | |
| >2000 | -1 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | MdΦ | | Silt og leire | | | 90,1 | |
| 1000 | 0 | 0,01 | 0,2 | 0,2 | | 5,78 | Sand | | | 9,9 | |
| 500 | 1 | 0,04 | 1,0 | 1,2 | | | Grus | | | 0,0 | |
| 355 | 1,5 | 0,02 | 0,5 | 1,7 | SdΦ | | | | | | |
| 250 | 2 | 0,03 | 0,7 | 2,4 | | 1,44 | | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,04 | 1,0 | 3,4 | | | | | | | |
| 125 | 3 | 0,04 | 1,0 | 4,3 | SkΦ | | | | | | |
| 90 | 3,5 | 0,05 | 1,2 | 5,5 | | -0,06 | | | | | |
| 63 | 4 | 0,18 | 4,3 | 9,9 | | | | | | | |
| <63 | 8 | 3,74 | 90,1 | 100,0 | KΦ | | | | | | |
| | | 4,15 | 100,0 | | | 0,83 | | | | | |

ANALYSEINFORMASJON

| Parameter | Metode/Analyseteknikk | Akkrediterings-status | Relativ usikkerhet (%) | Deteksjons-grense | Enhet |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------|
| TOM (550 °C) | NS-4764 | A | 20 | 0,30 | % |
| Kornfordeling | NS-9423 | A | 10 | - | % |

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

ANMERKNINGER

Vedleggstabell 5. CTD- data

MiniSoft SD200W Test Build - STDOXOF - C:\Users\Rune\Desktop\std200w\STD 04.07.13 Hemnfj

File View Display Util Help

SD204, Serial No 1053

| Ser | Meas | Sal. | Temp | Ox % | mg/l | F (µg/l) | Density | Press | Date | Time |
|-----|------|-------|--------|--------|-------|----------|---------|-------|-----------|----------|
| 2 | 970 | 28.02 | 14.407 | 106.92 | 9.15 | 0.90 | 20.725 | 1.16 | 04.Jul-13 | 07:03:33 |
| 2 | 971 | 28.02 | 14.408 | 106.51 | 9.11 | 0.96 | 20.725 | 1.16 | 04.Jul-13 | 07:03:35 |
| 2 | 972 | 28.10 | 14.315 | 106.17 | 9.10 | 1.01 | 20.808 | 1.74 | 04.Jul-13 | 07:03:37 |
| 2 | 973 | 28.72 | 13.236 | 105.04 | 9.17 | 2.14 | 21.504 | 3.19 | 04.Jul-13 | 07:03:39 |
| 2 | 974 | 29.91 | 11.220 | 105.27 | 9.53 | 2.49 | 22.800 | 4.95 | 04.Jul-13 | 07:03:41 |
| 2 | 975 | 30.67 | 9.517 | 107.96 | 10.11 | 0.81 | 23.681 | 6.73 | 04.Jul-13 | 07:03:43 |
| 2 | 976 | 30.95 | 8.769 | 110.55 | 10.52 | 0.74 | 24.022 | 8.43 | 04.Jul-13 | 07:03:45 |
| 2 | 977 | 31.09 | 8.506 | 112.52 | 10.76 | 0.70 | 24.179 | 10.17 | 04.Jul-13 | 07:03:47 |
| 2 | 978 | 31.19 | 8.359 | 115.06 | 11.03 | 0.73 | 24.286 | 11.74 | 04.Jul-13 | 07:03:49 |
| 2 | 979 | 31.25 | 8.281 | 117.01 | 11.24 | 0.97 | 24.352 | 13.41 | 04.Jul-13 | 07:03:51 |
| 2 | 980 | 31.51 | 8.392 | 119.14 | 11.39 | 0.85 | 24.547 | 15.17 | 04.Jul-13 | 07:03:53 |
| 2 | 981 | 31.58 | 8.353 | 121.52 | 11.63 | 0.86 | 24.616 | 16.86 | 04.Jul-13 | 07:03:55 |
| 2 | 982 | 31.66 | 8.258 | 123.52 | 11.84 | 0.71 | 24.701 | 18.76 | 04.Jul-13 | 07:03:57 |
| 2 | 983 | 31.74 | 8.135 | 124.71 | 11.98 | 0.69 | 24.790 | 20.64 | 04.Jul-13 | 07:03:59 |
| 2 | 984 | 31.81 | 8.054 | 125.37 | 12.06 | 0.52 | 24.864 | 22.34 | 04.Jul-13 | 07:04:01 |
| 2 | 985 | 31.86 | 7.949 | 126.11 | 12.16 | 0.42 | 24.926 | 23.98 | 04.Jul-13 | 07:04:03 |
| 2 | 986 | 31.87 | 7.874 | 126.17 | 12.18 | 0.35 | 24.953 | 25.74 | 04.Jul-13 | 07:04:05 |
| 2 | 987 | 31.91 | 7.773 | 125.69 | 12.16 | 0.33 | 25.007 | 27.63 | 04.Jul-13 | 07:04:07 |
| 2 | 988 | 31.95 | 7.714 | 125.51 | 12.16 | 0.33 | 25.055 | 29.44 | 04.Jul-13 | 07:04:09 |
| 2 | 989 | 31.96 | 7.682 | 125.07 | 12.13 | 0.33 | 25.076 | 31.23 | 04.Jul-13 | 07:04:11 |
| 2 | 990 | 31.97 | 7.632 | 124.81 | 12.11 | 0.30 | 25.099 | 32.98 | 04.Jul-13 | 07:04:13 |
| 2 | 991 | 31.98 | 7.582 | 124.02 | 12.05 | 0.23 | 25.123 | 34.94 | 04.Jul-13 | 07:04:15 |
| 2 | 992 | 31.98 | 7.513 | 122.14 | 11.89 | 0.19 | 25.141 | 36.81 | 04.Jul-13 | 07:04:17 |
| 2 | 993 | 31.98 | 7.424 | 119.50 | 11.65 | 0.14 | 25.158 | 37.85 | 04.Jul-13 | 07:04:19 |
| 2 | 994 | 31.92 | 7.264 | 115.19 | 11.28 | 0.17 | 25.130 | 37.39 | 04.Jul-13 | 07:04:21 |
| 2 | 995 | 31.92 | 7.370 | 108.64 | 10.61 | 0.19 | 25.112 | 36.62 | 04.Jul-13 | 07:04:23 |
| 2 | 996 | 32.01 | 7.485 | 105.17 | 10.24 | 0.22 | 25.163 | 35.72 | 04.Jul-13 | 07:04:25 |
| 2 | 997 | 32.00 | 7.499 | 105.62 | 10.28 | 0.25 | 25.152 | 35.47 | 04.Jul-13 | 07:04:27 |