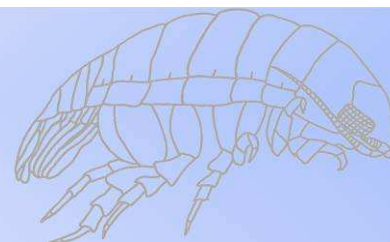


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapport nr. 11-2011

*MOM C-undersøkelse ved Kjørsvikgrunnen i Hemne kommune,
2011*

Rune Haugen
Jon Hestetun



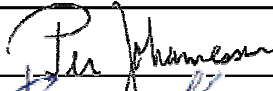

| | | |
|--|--|--|
|  | SAM-Marin |  <small>Test 157</small> |
| Seksjon for anvendt miljøforskning Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25 | Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA | |

| | |
|---|---------------------------|
| Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Kjørsvikgrunnen i Hemne kommune, 2011 | Dato: 11.11.2011 |
| | Antall sider og bilag: 37 |
| Forfatter(e): Rune Haugen, Jon Hestetun | Prosjektleder: E. Heggoy |
| | Prosjektnummer: 805729 |

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver: Leroy Midnor AS | Tilgjengelighet: Åpen |
|--------------------------------|-----------------------|

Abstract: A MOM C investigation was conducted in May 2011 at 3 sites near the aqua culture locality Kjørsvikgrunnen. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as an analyses of the composition of benthic fauna. No chemical pollution from copper, zink or organic carbon was detected. The faunal composition indicated good bottom conditions at the two stations farther away from the locality, but a great deal of disturbance at the station closest to the Kjørsvikgrunnen locality.

| | | |
|---|---|--|
| Keywords: MOM C, marine environmental monitoring, Aqua culture, Kjørsvikgrunnen | Emneord: MOM C, marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Kjørsvikgrunnen | ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 11-2011 |
|---|---|--|

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|------------|--|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 11.11.2011 |  |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 11.11.2011 |  |

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til MOM C analyser, samlet av: Havbruksstjenesten

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, totalt 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 | 20 |
| 6 VEDLEGG | 21 |

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjørsvikgrunnen, ved innløpet av Hemnefjorden, Hemne kommune, lokalitetsnummer 26135. Innsamlingene ble gjennomført 19. mai 2011 .

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

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 Lerøy Midnor 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 i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

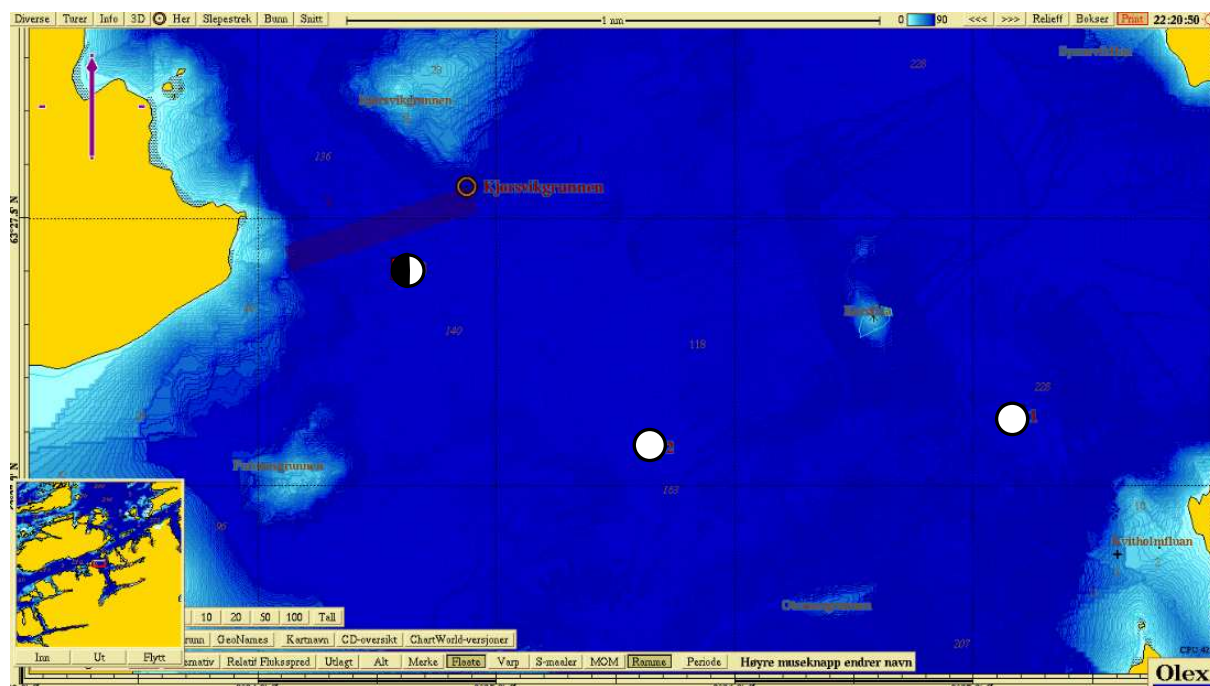
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger på vestsiden av innløpet til Hemnefjorden (Figur 2.1). Bunnen under anlegget skrår nedover fra ca. 65 m innerst til 127 m i ytre del av anlegget. Bunnen skrår videre jevnt nedover mot øst til omtrent 225 m dyp. Mot Hemnskjela i nordøstlig retning skråner det ned til 230-240 m på det dypeste.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbrukstjenestens egen båt "Blåstål" den 19. mai 2011 med Havbrukstjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Elisabeth Nordaune. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (Kjø 3), en i overgangssonen (Kjø 2), samt en fjernsone (Kjø 1) i dypere del av Hemnefjorden.



Figur 2.1. Oversiktskart over undersøkelsesområdet. Nærliggende oppdrettslokaliteter er vist i kartet. Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = død. Kartkilde: Olex.

Tabell 1.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Kjørsvikgrunnen, Hemnefjorden i mai 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 |
|--------------------|--|------------|----------------|--------------------|---|
| Kjø 1 19/5-2011 | Hemnefjorden 63° 27.129 N 09° 07.170 Ø | 224 | 1 | 11 | Kjemi, og Geologi Biologi Biologi, pH og Eh Alle huggene var tilnærmet like med sand og skjellsand |
| | | | 2 | 11 | |
| | | | 3 | 12 | |
| Kjø 2 19/5-2011 | Hemnefjorden 63° 27.071 N 09° 05.646 Ø | 156 | 1 | 16 | Kjemi og Geologi Biologi Biologi, Ph og Eh Alle huggene bestod av silt, iblandet noe sand |
| | | | 2 | 16 | |
| | | | 3 | 16 | |
| Kjø 3 19/5-2011 | Hemnefjorden 63° 27.405 N 09° 04.609 Ø | 135 | 1 | 11 | Kjemi og Geologi Biologi Biologi, Ph og Eh Alle huggene bestod av en blanding av silt og sand |
| | | | 2 | 11 | |
| | | | 3 | 11 | |

2.2.1 Hydrografi

Det ble ikke utført hydrografiske målinger ved denne MOM C-undersøkelsen. Det ble gitt spesiell dispensasjon fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 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 det ene hugget til analyse av kjemiske parametrene. 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 (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 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.

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 4 % 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 i SAM-Marins lokaler, ved 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 Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

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

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

| | Parameter | Måleenhet | Tilstandsklasse | | | | |
|----------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------|
| | | | I Bakgrunn (svært/meget god) | II God | III Moderat (mindre god) | IV Dårlig | V Svært dårlig |
| Dypvann | Oksygen | ml O 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 Kjørsvikgrunnen startet produksjonen i 2006. Siste brakkleggingsperiode var fra ultimo november 2010 til primo mai 2011, altså 5 måneder.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Kjørsvikgrunnen fra 2006 til 1. mai 2011

| Årstall | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Fôrforbruk i tonn | 1.172 | 2.907 | 1.873 | 6.635 | 4.361 | 15 |

3 RESULTATER OG DISKUSJON

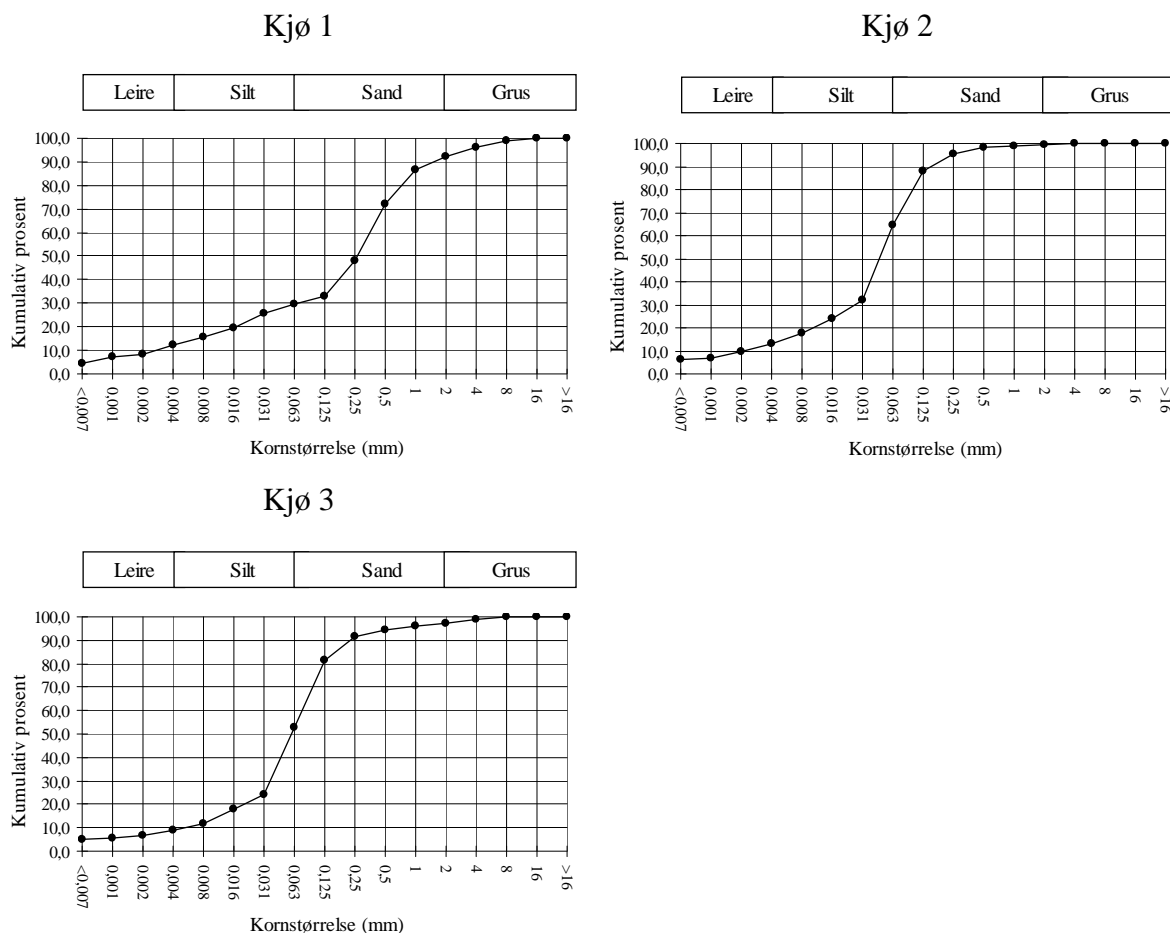
3.1 Sediment

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 Kjørsvikgrunnen i 2011.

| Stasjon | År | Dyp (m) | Organisk innhold (% glødetap) | Leire (%) | Silt (%) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|--------------|-------------|------------|----------------------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Kjø 1 | 2011 | 224 | 4,73 | 12 | 17 | 29 | 63 | 8 |
| Kjø 2 | 2011 | 156 | 6,37 | 13 | 52 | 65 | 35 | 1 |
| Kjø 3 | 2011 | 135 | 6,96 | 9 | 44 | 53 | 44 | 3 |

Sedimentet på de tre prøvestasjonene er relativt like. Glødetapet, det organiske innholdet er relativt lav på alle tre, og lavest på fjernstasjonen, Kjø 1. På fjernstasjonen var det og grovest sediment, med 63 % sand og 8 % grus. Alle tre stasjonene hadde en fraksjon av leire som utgjorde omkring 10 %. Overgangsstasjonen Kjø 2 og nærstasjonene Kjø 3 hadde totalt et mer finkornet sediment enn Kjø 1. Kjø 2 og 3 hadde begge omkring 50 % silt, og en lavere sand og grusfraksjon enn Kjø 1. Fraksjonen med sand utgjorde 35 % på Kjø 2, og 44 % på Kjø 3, og begge disse stasjonene hadde bare 1 og 3 % innhold av grus. Glødetapet er jevnt over lavt, og indikerer 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 ved Kjørsvikgrunnen i 2011.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

På alle tre stasjonene ble det funnet svært lave verdier for tungmetallene kobber og sink, og alle fikk tilstandsklasse 1, svært god. Mengden organisk karbon (normalisert TOC) tyder på en del organisk materiale på stasjon Kjø 2, som fikk tilstandsklasse III, middels. Stasjon Kjø 1 fikk beste tilstandsklasse, I, mens stasjon Kjø 3 fikk tilstandsklasse II: god. Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt, som var høyest på denne stasjonen. 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 for å vurdere hvorvidt de gir et sannsynlig resultat. Andelen fosfor var lav på alle tre stasjonene, men varierende og klart høyest på nærstasjonen, Kjø 3.

Samlet sett ga de kjemiske analysen ingen indikasjon på forurensning.

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 (%) |
|---------|---------|----------------|-----|--------------|-----|------------|------------------------|-----|---------------|---------------|
| Kjø 1 | 224 | 6,2 | I | 23 | I | 5,6 | 18,4 | I | 0,22 | 62 |
| Kjø 2 | 156 | 8,4 | I | 27 | I | 25 | 31,3 | III | 0,33 | 51 |
| Kjø 3 | 135 | 9,1 | I | 41 | I | 17 | 25,5 | II | 0,78 | 57 |

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 verdier (pH og E_h) ga normale pH- og E_h -verdier for alle stasjonene, og de fikk alle tilstand 1 (se Vedleggstabell 1).

3.4 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 mai 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjon Kjø 1, på 224 m, ble det funnet 392 individer fordelt på 60 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,85 og en jevnhet på 0,82. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (74 stk., 18,9 %), på andre plass pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (39 stk., 9,9 %) og på tredje plass skjellet *Mendicula ferruginosa* (35 stk., 8,9 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse "svært god", mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "lett forstyrret". Alt i alt er forholdene svært gode ved denne stasjonen.

På stasjon Kjø 2, på 156 m, ble det funnet 254 individer fordelt på 50 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,21 og en jevnhet på 0,75. Arten med flest individer var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (68 stk., 26,8 %), på andre plass skjellet *Thyasira equalis* (34 stk., 13,4 %) og på tredje plass børstemarken *Aphelochaeta* sp. (29 stk., 11,4 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og

NQI2) gir begge tilstandsklasse ”svært god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”lett forstyrret”. Som ved Kjøl 1 er forholdene svært gode ved denne stasjonen.

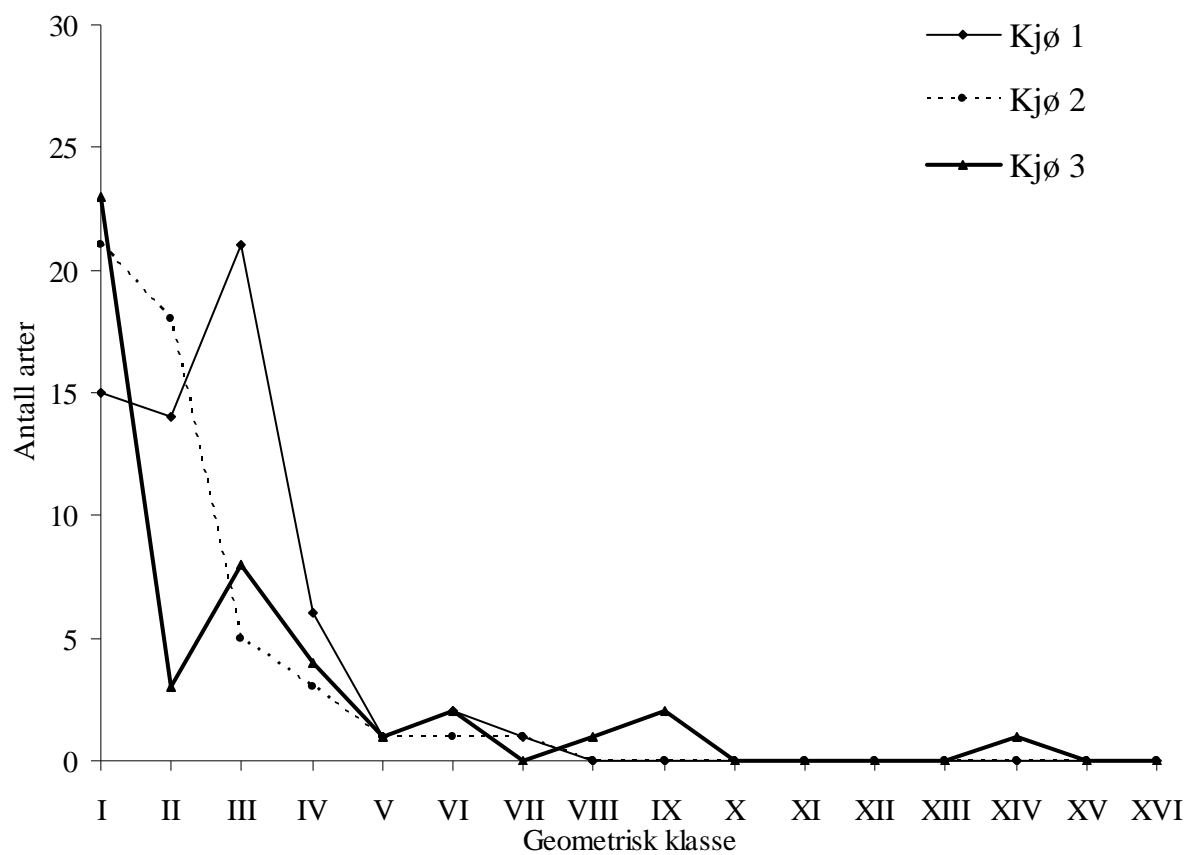
På stasjon Kjøl 3, på 135 m, ble det funnet ca. 12 800 individer fordelt på 45 arter. Antallet ble estimert ved hjelp av en Folsen-splitter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 0,69 og en jevnhet på 0,12. Det store antall individer skyldes børstemarken *Capitella capitata* (11 600 stk., 90,9 %), på andre plass børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (466 stk., 3,6 %) og på tredje plass skjellet *Thyasira sarsii* (316 stk., 2,5 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse V (meget dårlig), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 3 (dårlig).

Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklasse ”dårlig” og ”svært dårlig”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”svært forstyrret”. For nærstasjonen er det MOM-standarden som er viktigst i klassifisering av akseptabel miljøtilstand.

Store mengder av børstemarken *Capitella capitata* tyder på god tilgang på næring via fekalier og/eller fôrrester fra akvakulturanlegg. Ved høy belastning over tid, etter hvert som det blir mindre og mindre oksygen i sedimentene under anlegget grunnet høy mikrobiell og kjemisk nedbryting, vil så godt som alle dyr forsvinne fra stasjonen.

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, Orange: dårlig, Rød: meget/svært dårlig (se generell vedleggsdel).

| Stasjon | Hugg | Individer | Arter | Diversitet (H') | Jevnhet (J) | H'_{max} | AMBI | NQI1 | NQI2 | MOM TK | KLIF TK |
|---------|------------|---------------|-----------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Kjø 1 | 2 | 148 | 49 | 4,90 | 0,87 | 5,61 | | | | | |
| | 3 | 244 | 52 | 4,58 | 0,80 | 5,70 | | | | | |
| | Sum | 392 | 60 | 4,85 | 0,82 | 5,91 | 1,81 | 0,79 | 0,77 | 1 | I |
| Kjø 2 | 2 | 77 | 27 | 4,04 | 0,85 | 4,75 | | | | | |
| | 3 | 177 | 41 | 3,99 | 0,75 | 5,36 | | | | | |
| | Sum | 254 | 50 | 4,21 | 0,75 | 5,64 | 2,38 | 0,75 | 0,68 | 1 | I |
| Kjø 3 | 2 | 6.298 | 32 | 0,73 | 0,15 | 5,00 | | | | | |
| | 3 | 6.502 | 33 | 0,63 | 0,13 | 5,04 | | | | | |
| | Sum | 12.800 | 45 | 0,69 | 0,12 | 5,49 | 5,74 | 0,40 | 0,15 | 3 | V |

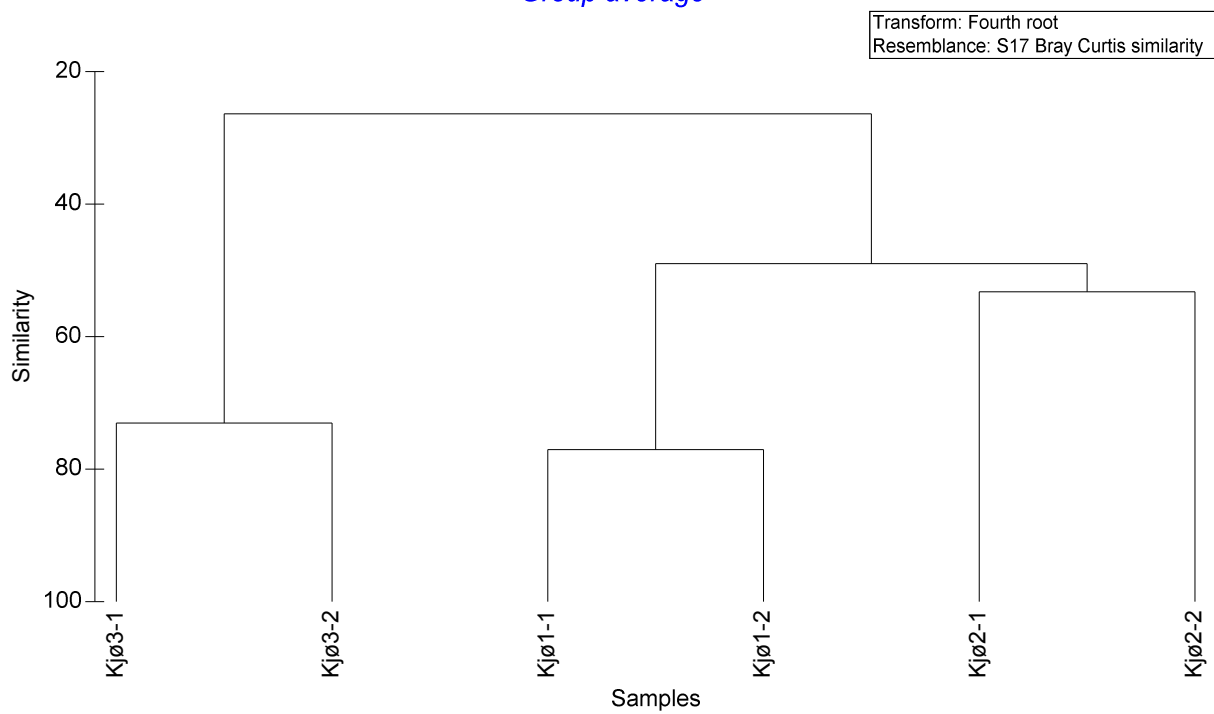
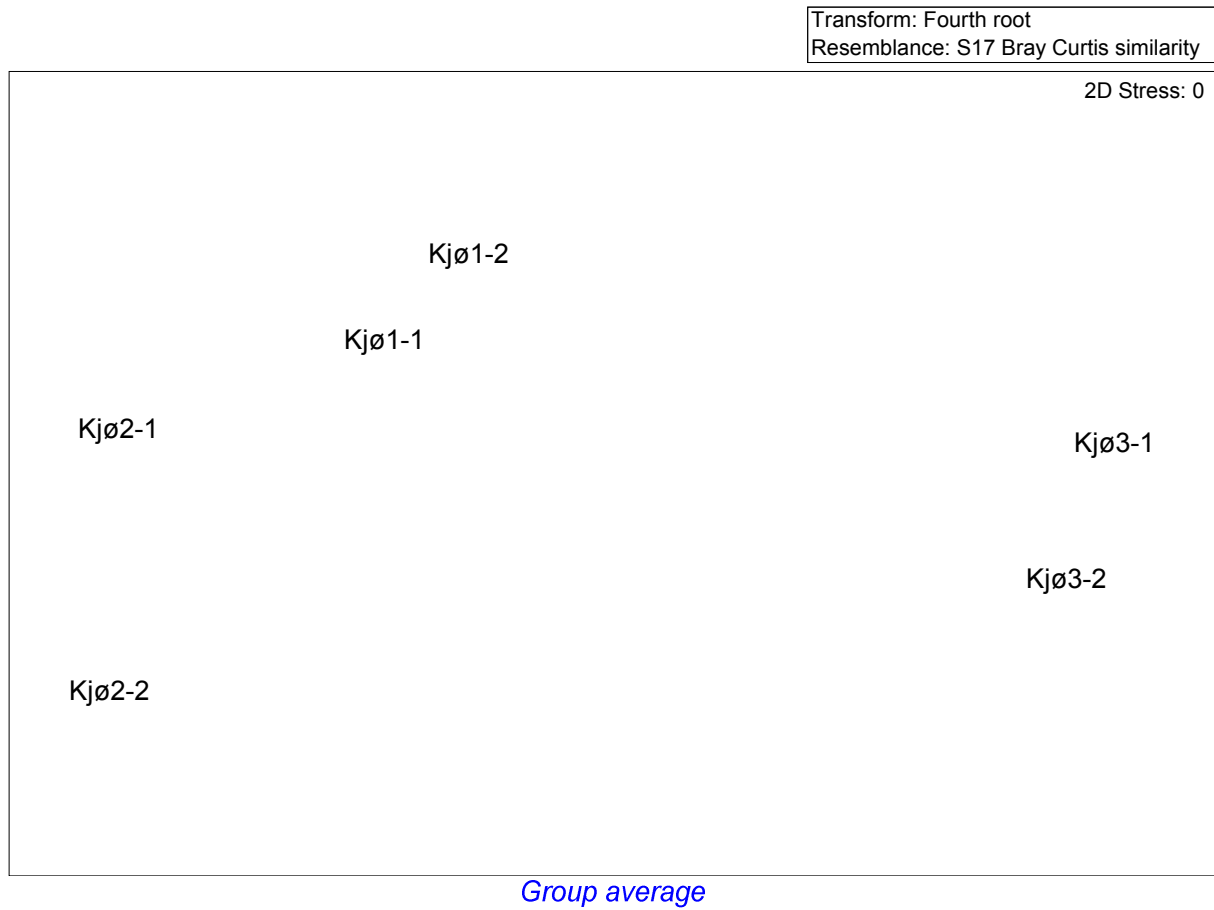


Figur 3.2. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

| Kjø 1 | Antall | % | Kum. % | Kjø 2 | Antall | % | Kum. % |
|--------------------------------|--------|------|--------|--------------------------------|--------|------|--------|
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 74 | 18,9 | 18,9 | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 68 | 26,8 | 26,8 |
| <i>Onchnesoma steenstrupii</i> | 39 | 9,9 | 28,8 | <i>Thyasira equalis</i> | 34 | 13,4 | 40,2 |
| <i>Mendicula ferruginosa</i> | 35 | 8,9 | 37,8 | <i>Aphelochaeta</i> sp. | 29 | 11,4 | 51,6 |
| <i>Thyasira equalis</i> | 24 | 6,1 | 43,9 | <i>Lumbrineridae</i> indet | 12 | 4,7 | 56,3 |
| <i>Notomastus latericeus</i> | 13 | 3,3 | 47,2 | <i>Mendicula ferruginosa</i> | 11 | 4,3 | 60,6 |
| Sabellidae indet. | 12 | 3,1 | 50,3 | <i>Amphilepis norvegica</i> | 8 | 3,1 | 63,8 |
| Lumbrineridae indet. | 11 | 2,8 | 53,1 | <i>Eclysippe vanelli</i> | 7 | 2,8 | 66,5 |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 10 | 2,6 | 55,6 | <i>Onchnesoma steenstrupi</i> | 7 | 2,8 | 69,3 |
| Amphipoda indet. | 10 | 2,6 | 58,2 | <i>Pholoe pallida</i> | 5 | 2,0 | 71,3 |
| <i>Nephtys hystricis</i> | 8 | 2,0 | 60,2 | <i>Ceratocephale loveni</i> | 5 | 2,0 | 73,2 |

| Kjø 3 | Antall | % | Kum. % |
|--------------------------------|--------|------|--------|
| <i>Capitella capitata</i> | 11632 | 90,9 | 90,9 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 466 | 3,6 | 94,5 |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 316 | 2,5 | 97,0 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 161 | 1,3 | 98,2 |
| Syllidae indet. | 45 | 0,4 | 98,6 |
| <i>Abra nitida</i> | 45 | 0,4 | 98,9 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 18 | 0,1 | 99,1 |
| <i>Exogone</i> sp. | 15 | 0,1 | 99,2 |
| <i>Ophelina acuminata</i> | 13 | 0,1 | 99,3 |
| <i>Prionospio steenstrupii</i> | 8 | 0,1 | 99,4 |
| Amphipoda indet. | 8 | 0,1 | 99,4 |



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 Kjørsvikgrunnen i Hemnefjorden. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på innsamling av sediment-, kjemi- og bunndyrsprøver utført 19. mai 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én i dypet av fjorden. Siste MOM B utført august 2010 under maksimal produksjon på forrige utsett ga Tilstandsklasse 1.

Sedimentet ved fjern- og overgangsstasjonene bestod hovedsakelig av silt og sand, iblandet noe leire. Sedimentet ved nærstasjonen besto hovedsakelig av sand med en del leire og silt. Nivåene av organisk karbon (TOC), fosfor, kobber og sink var alle lave, og tydet ikke på forurensing. Alle stasjonene fikk beste tilstandsklasse I for tungmetallene. For organisk karbon (normalisert TOC) fikk overgangsstasjonen (Kjø 2) tilstandsklasse 3, fjernstasjonen (Kjø 1) klasse I og nærstasjonen (Kjø 3) klasse II. Sensoriske data som lukt, farge og gass ga ingen indikasjoner på påvirkning, og pH og redokspotensial ga beste tilstand til sedimentet ved alle stasjoner.

Bunnfaunaindikatorene viste svært gode forhold ved fjernstasjonen (Kjø 1) og overgangsstasjonen (Kjø 2), med beste tilstandsklasse for alle beregnede verdier. Nærstasjon (Kjø 3) hadde et stort antall individer, totalt dominert av børstemarken *Capitella capitata*. Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse V (meget dårlig), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 3 (dårlig). Dette er en typisk indikator på unormalt stor næringstilgang, som skyldes fekalier og evt. fôrspill fra oppdrettsvirksomheten.

Ved fjern- (Kjø 1) og overgangsstasjonen (Kjø 2) ble det, med unntak av middels høye TOC-verdier ved overgangsstasjonen, ikke påvist noen negativ påvirkning på miljøforholdene ved stasjonene. TOC-verdiene tilskrives ikke driften ved lokaliteten. Ved nærstasjonen (Kjø 3) ble det ikke påvist kjemisk forurensing, imidlertid ble det påvist stor organisk belastning ved stasjonen med opphav i driften ved den nærliggende lokaliteten, noe som ga utslag i store mengder av børstemakken *Capitella capitata*. I henhold til MOM C-klassifiseringen for nærstasjonen ved anlegget får denne stasjonen tilstandsklasse 3, dårlig.

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.
- Haugen R & Kjerstad A. 2010. MOM B undersøkelse Kjørsvikgrunnen, august 2010.
- 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>22</i> |
| <i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i> | <i>30</i> |
| <i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> | <i>31</i> |
| <i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i> | <i>35</i> |
| <i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i> | <i>36</i> |

GENERELL VEDLEGGSEDEL**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.

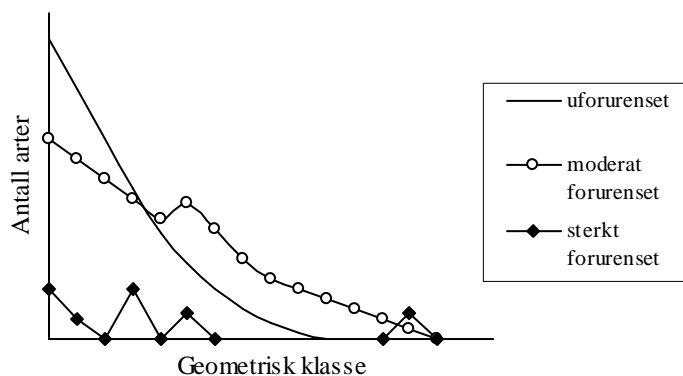
Geometriske klasser

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:

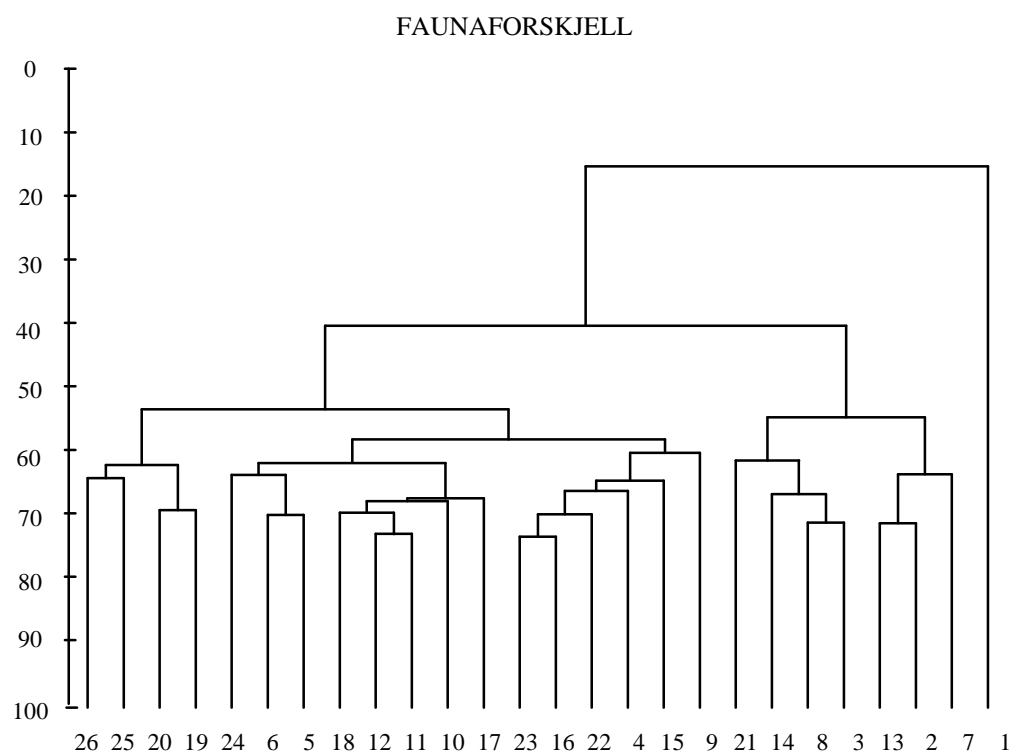
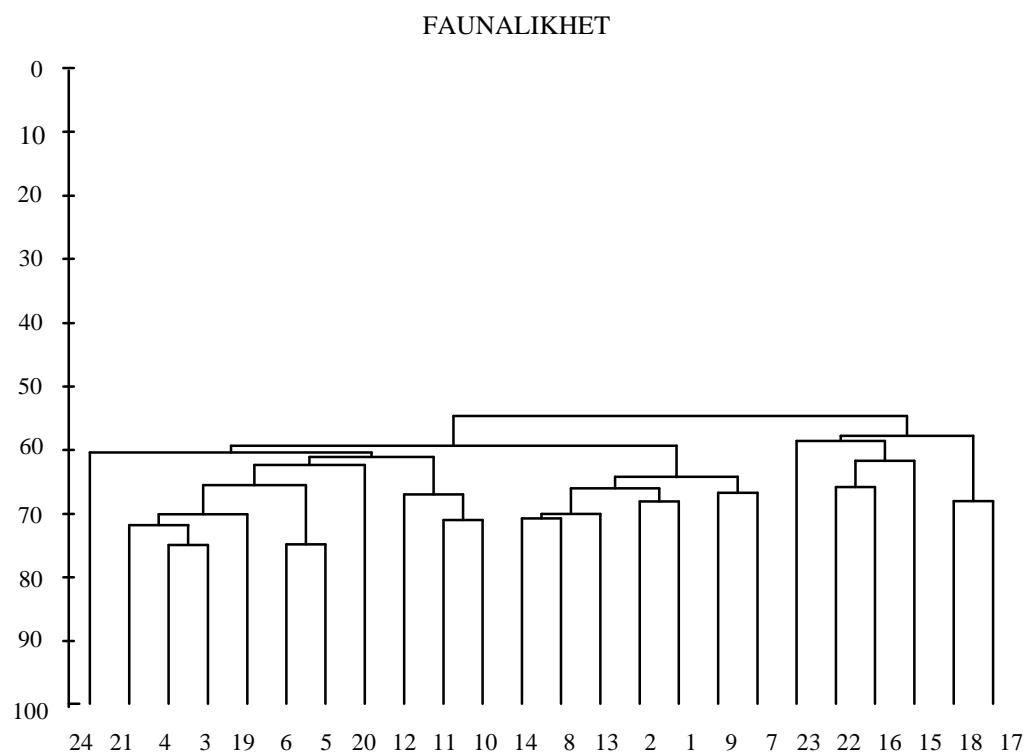
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

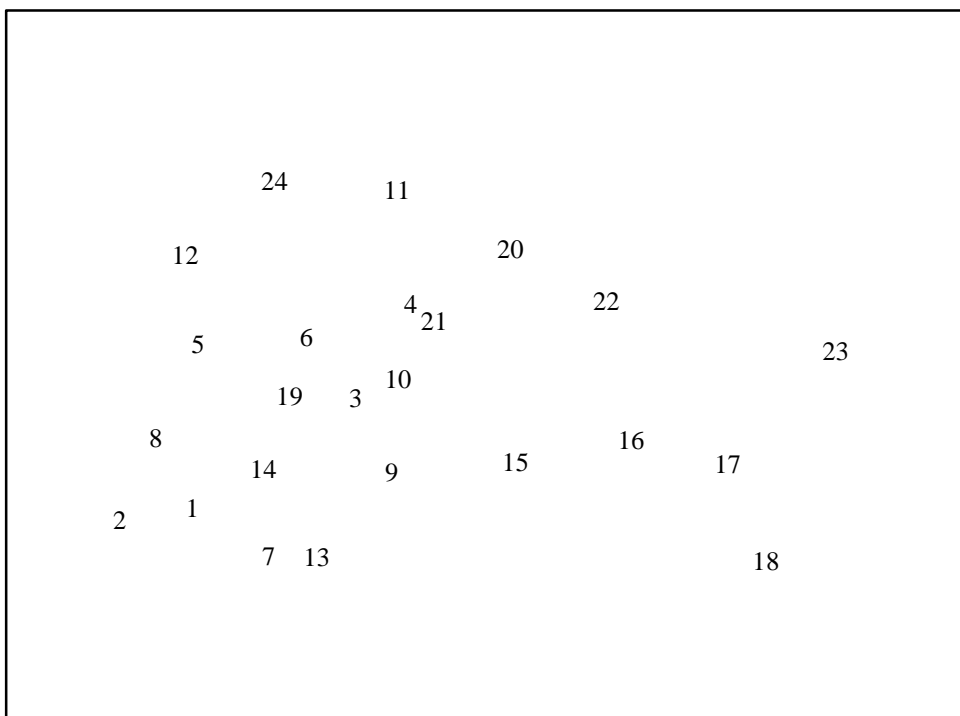
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

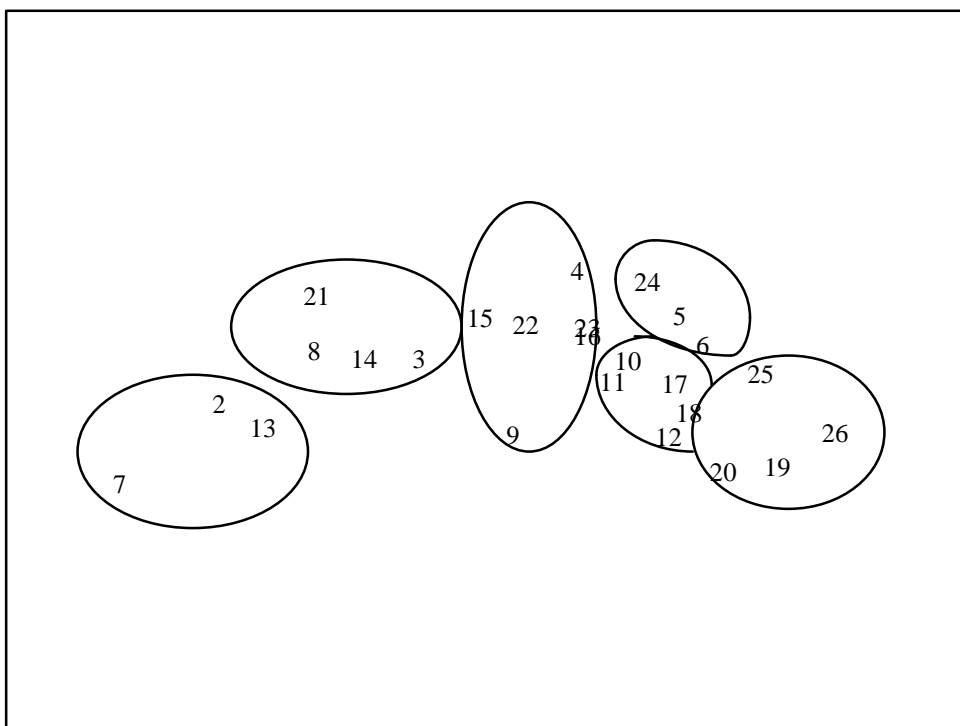


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

| HAVBRUKSTJENESTEN AS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------|-------|------|--|--|--|------|--------|
| Firma: Lerøy Midnor | | | | | | | | | | |
| Lokalitet/nr: Kjørsvikgrunnen | | | | | | | | | | |
| Gr. | Parameter | Poeng | Prøvenummer | | | | | | | Indeks |
| | | | Kjø n1 | Kjø 2 | Kjø3 | | | | | |
| | Dyr | Ja (0) / Nei (1) | 0 | 0 | 0 | | | | | 0,00 |
| I | Tilstand (Gruppe I) | | 1 | | | | | | | |
| II | pH | Målt verdi | 7,31 | 7,34 | 7,41 | | | | | |
| | Eh (mV) | Målt verdi | -161 | -138 | -122 | | | | | |
| | | plus ref. potensial | 70 | 93 | 109 | | | | | |
| | pH/Eh | Poeng (tillegg D) | 1 | 1 | 0 | | | | | 0,67 |
| | 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 | | | | | |
| | | Nøe (2) | | | | | | | | |
| | | Sterk (4) | | | | | | | | |
| | Konsistens | Fast (0) | | | | | | | | |
| | | Myk (2) | 1 | 2 | 1 | | | | | |
| | | Løs (4) | | | | | | | | |
| | Grabbvolum (v) | v < ¼ (0) | | | | | | | | |
| | | ¼ ≤ v < ¾ (1) | 1 | | 1 | | | | | |
| v ≥ ¾ (2) | | | 2 | | | | | | | |
| Tykkelse på slamlag | t < 2 cm (0) | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2 cm ≤ t < 8 cm (1) | | | | | | | | | |
| | t ≥ 8 cm (2) | | | | | | | | | |
| | Sum | | 2 | 4 | 2 | | | | | |
| | Korr. Sum (0,22) | | 0,44 | 0,88 | 0,44 | | | | 0,59 | |
| | Tilstand (prøve) | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | Tilstand (Gruppe III) | | 1 | | | | | | | |
| | Middelverdi (Gruppe II & III) | | 0,72 | 0,94 | 0,22 | | | | | 0,63 |
| | Tilstand (prøve) | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | Tilstand (Gruppe II & III) | | 1 | | | | | | | |

| | | |
|---|------------|---|
| pH/EhKorr.su m Indeks Middelverdi | Tilstand | |
| | <1,1 | 1 |
| | 1,1 - <2,1 | 2 |
| | 2,1 - <3,1 | 3 |
| | ≥3,1 | 4 |

| | |
|----------|--------------|
| 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): Lerøy Midnor AS
Prosjekt nr.: 805729
Prøvetakingssted (område): Hemne kommune, Sør-Trøndelag
Dato for prøvetaking: 19.05.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad

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.

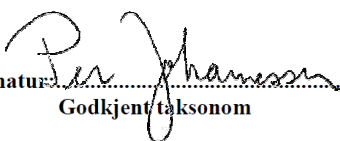
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* 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/taksonom

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

| 19.05.2011 Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Kjørsvikgrunnen | | | | | |
|---|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Kjø 1 224 m | | Kjø 2 156 m | | Kjø 3 135 m | |
| | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | | | | | | |
| PORIFERA | | | | | | |
| * Porifera indet. | + | + | | + | | |
| CNIDARIA | | | | | | |
| * Hydrozoa indet. | | | | + | + | + |
| NEMERTINI | | | | | | |
| * Nemertini indet. | | | + | 1 | | 3 |
| NEMATODA | | | | | | |
| * Nematoda indet. | 5 | 8 | 5 | 2 | 34 | 44 |
| PRIAPULIDA | | | | | | |
| Priapulus caudatus | | | | | 0/1 | 1/3 |
| POLYCHAETA | | | | | | |
| Aphrodita aculeata | 0/1 | | | | | |
| Pholoe baltica | 3 | 4 | 1 | | 4 | 3 |
| Pholoe pallida | 1 | 1/1 | 1 | 3/1 | | |
| Phyllodoce groenlandica | | | | | 1 | |
| Sige fusigera | | | | 1 | | |
| Glycera alba | | | | | | 0/1 |
| Goniada maculata | 1 | 1 | 0/1 | | | 1 |
| Syllidae indet | | | | | 22 | 23 |
| Exogone sp | | | | | 8 | 7 |
| Ceratocephale loveni | | | 1/1 | 1/2 | | |
| Eunereis longissima | | | | | | 1 |
| Nephtys hystericis | 3/3 | 2 | 1 | 1 | | |
| Paramphinome jeffreysii | 22 | 52 | 14 | 54 | 219 | 247 |
| Rhamphobranchium brevibranchiatum | 1 | | | | | |
| Paradiopatra quadricuspis | 1 | 1/2 | | 1/1 | | |
| Lumbrineridae indet | 3 | 8 | 4 | 8 | | 1 |
| Drilonereis filum | | 2 | | 1/1 | | |
| Scoloplos armiger | | | | | 4 | 2 |
| Levinsenia gracilis | | | 3 | | | |
| Laonice sarsi | 0/1 | 0/3 | | | | |
| Malacoceros sp. | 3 | 4 | | | | |
| Polydora sp. | | | | 1 | | |
| Prionospio cirrifera | | | | | 1 | 3 |
| Prionospio steenstrupii | | | | | 5 | 3 |
| Prionospio dubia | 1 | 0/1 | 0/1 | 0/1 | | |
| Spiophanes wigleyi | 3 | 2 | | | | |
| Scolecopsis korsuni | 4 | 1 | 2 | | | |
| Aphelochaeta sp | 3 | 7 | 8 | 21 | 2 | 3 |
| Chaetozone sp | 1 | 3 | 1 | | 7 | 11 |
| Brada villosa | | | | 1 | 1 | |
| Ophelina acuminata | | | | | 3/4 | 2/4 |
| Lipobranchus jeffreysii | | | | | 1/1 | |
| Scalibregma inflatum | 1 | 1/2 | | | 4 | 0/2 |
| Capitella capitata | | | | 1 | 5675 | 5957 |
| Heteromastus filiformis | | 2 | 1 | 2 | 121 | 40 |
| Notomastus latericeus | 1 | 4/8 | | | 4 | 1 |
| Asychis biceps | 3/4 | | | | | |
| Lumbriclymene cylindrica | 2 | 1 | | | | |

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

| 19.05.2011 Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Kjørsvikgrunnen | | | | | |
|---|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Kjø 1 224 m | | Kjø 2 156 m | | Kjø 3 135 m | |
| | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | | | | | | |
| Maldane sarsi | | | 0/1 | | 1 | |
| Rhodine loveni | 2 | 1 | 1 | 1 | | |
| Maldanidae indet | 5 | 2 | | 2 | 2 | 3 |
| Myriochele danielsseni | 1 | | | | | |
| Owenia borealis | | | | | 1 | 1 |
| Pectinaria auricoma | | 0/1 | | | | |
| Ampharete falcata | | | | 1 | | |
| Sabellides octocirrata | 3 | 2 | | | | 1 |
| Anobothrus gracilis | | | | | | 1 |
| Eclysippe vanelli | 2 | 2/1 | 3 | 3/1 | | |
| Samytha sexcirrata | | | | 1 | | |
| Melinna albicincta | 0/1 | 1/4 | | | | |
| Melinna elisabethae | | 0/1 | | | | |
| Pista cristata | 1/1 | | 1 | 2 | | |
| Streblosoma intestinale | 3 | 1/2 | | | | |
| Polycirrus medusa | | | | | | 0/1 |
| Amaeana trilobata | | | | 0/1 | | 3 |
| Trichobranchus glacialis | | | | | | 1 |
| Terebellides stroemi | 1 | 1/2 | 0/1 | | | |
| Euchone sp. | | 1 | | | | |
| Sabella pavonina | | | | | 1 | |
| Sabellidae indet. | 6 | 6 | | 1 | | |
| Siboglinum fjordicum | + | + | | | | |
| Oligochaeta indet. | 2 | 2 | | | 1 | |
| SIPUNCULA | | | | | | |
| Sipuncula indet. | | | | 2 | | |
| Onchnesoma steenstrupi | 18/1 | 20 | 3 | 4 | 1 | |
| Onchnesoma squamatum | 1 | 2 | | | | |
| Nephasoma cf. minutum | 1 | 1 | | | | |
| CRUSTACEA | | | | | | |
| * Calanus finmarchicus | 2 | 7 | 2 | | | 2 |
| * Sarsinebalia typhlops | | | | | | 1 |
| * Amphipoda indet | 2 | 8 | | | 2 | 6 |
| Eriopisa elongata | 3 | | | 1 | | |
| * Diastylis cornuta | | | | 1 | | |
| * Campylaspis costata | | | | | 1 | |
| * Tanadiacea indet. | 1 | | | 1 | | |
| PYCNOGONIDA | | | | | | |
| * Pycnogonida indet. | | | | | 1 | |
| MOLLUSCA | | | | | | |
| APLACOPHORA | | | | | | |
| Solenogastres indet | | | | 1 | | |
| Caudofoveata indet | | 1 | 4 | | 1 | |
| POLYPLACOPHORA | | | | | | |
| GASTROPODA | | | | | | |
| Eulima bilineata | | 0/1 | | | | |
| Euspira pulchella | | | | | 1 | |
| BIVALVIA | | | | | | |
| Nucula tumidula | 1 | 1 | | | 1 | |

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

| 19.05.2011 Lokalitetsnavn Stasjonsnavn Dybde Hugg | Kjørsvikgrunnen | | | | | |
|---|-----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Kjø 1 224 m | | Kjø 2 156 m | | Kjø 3 135 m | |
| | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg | 2. hugg | 3. hugg |
| | | | | | | |
| Yoldiella nana | | | | | | 1 |
| Yoldiella philippiana | | 1 | | | | |
| Limatula gwyni | 1 | | | | | |
| Thyasira equalis | 6 | 15/3 | 12/2 | 19/1 | | |
| Thyasira obsoleta | 1/1 | 2 | | 2 | | |
| Thyasira sarsii | | | 1 | 1 | 144/27 | 137/8 |
| Axinulus croulinensis | | | | 1 | | |
| Mendicula ferruginosa | 6/1 | 24/4 | 2/1 | 7/1 | | |
| Parvicardium minimum | | 1 | | | | |
| Abra nitida | 2/1 | 2 | 1/1 | 0/1 | 13/12 | 15/5 |
| Kelliella abyssicola | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| SCAPHOPODA | | | | | | |
| Antalis entalis | 1 | 1/1 | | | 1 | |
| Entalina tetragona | 1 | | | 3 | | |
| Pulsellum lofotense | | | | 1 | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | |
| Ophiopholis aculeata | | 0/1 | | | | |
| Amphipholis squamata | 2 | 1/1 | | | | |
| Amphiura chiajei | 1 | 1 | 1 | 0/2 | | 0/1 |
| Amphiura filiformis | | | 1 | | | |
| Amphilepis norvegica | | | | 6/2 | | |
| Ophiura albida | | | | 0/1 | | |
| Ophiura carnea | 1 | 1 | | 1/1 | | |
| Thyone fusus | 1/1 | 3/1 | | | | |
| Echinocucumis hispida | | 1 | | | | |
| ENTEROPNEUSTA | | | | | | |
| Enteropneusta indet. | | | 1 | | | |
| ASCIDIACEA | | | | | | |
| Ascidiacea indet. | | | | | 1 | |
| CHORDATA | | | | | | |
| * Myxine glutinosa | | | | | | 2 |
| * PISCES | | | | | | |
| * Fiskeegg. | | | | | | 1 |
| * VARIA | | + | | | + | + |

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

| Geometrisk klasse | Kjø 1 | Kjø 2 | Kjø 3 |
|-------------------|-------|-------|-------|
| I | 15 | 21 | 23 |
| II | 14 | 18 | 3 |
| III | 21 | 5 | 8 |
| IV | 6 | 3 | 4 |
| V | 1 | 1 | 1 |
| VI | 2 | 1 | 2 |
| VII | 1 | 1 | 0 |
| VIII | 0 | 0 | 1 |
| IX | 0 | 0 | 2 |
| X | 0 | 0 | 0 |
| XI | 0 | 0 | 0 |
| XII | 0 | 0 | 0 |
| XIII | 0 | 0 | 0 |
| XIV | 0 | 0 | 1 |

Vedleggstabell 4. Analysebevis



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50PB 3055
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

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

AR-11-MM-010858-01



EUNOMO-00036206

Prøvemottak: 01.07.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 05.07.2011-15.07.2011
Referanse: 611101, 805729 ref:
17/11

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: | 439-2011-07050113 | Prøvetakingsdato: | 19.05.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Kjørsvikgrunnen 1 | Analysestartdato: | 05.07.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| Kobber (Cu) | 6.2 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Sink (Zn) | 23 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Fosfor (P) | 220 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| Total tørrstoff | 62 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 5.6 | g/kg tv | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 439-2011-07050114 | Prøvetakingsdato: | 19.05.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Kjørsvikgrunnen 2 | Analysestartdato: | 05.07.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| Kobber (Cu) | 8.4 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Sink (Zn) | 27 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Fosfor (P) | 330 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| Total tørrstoff | 51 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 25 | g/kg tv | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 439-2011-07050115 | Prøvetakingsdato: | 19.05.2011 | | |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | Kjørsvikgrunnen 3 | Analysestartdato: | 05.07.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| Kobber (Cu) | 9.1 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Sink (Zn) | 41 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| Fosfor (P) | 780 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| Total tørrstoff | 57 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 17 | g/kg tv | | 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



AR-11-MM-010858-01



EUNOMO-00036206

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Moss 15.07.2011

A handwritten signature in blue ink that reads "Hanne-Monica Reinback".

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

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