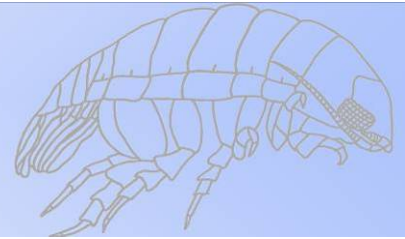


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 14-2009

Marin miljøundersøkelse i Bremsnesfjorden, 2009



Mads Kristiansen

Anders Waldemar Olsen

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



 UNIFOB <small>UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN</small>	SAM-marin Seksjon for anvendt miljøforskning	
UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway Tlf: 55 58 44 65 Fax:55 58 45 25	Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30	

Rapportens tittel:	Dato:
Marin miljøundersøkelse i Bremsnesfjorden, 2009	14.1.2010
	Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Mads Kristiansen, Anders W. Olsen, Kristin Hatlen, Per-otto Johansen	Anders Waldemar Olsen
	Prosjektnummer: 62-6-9 C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Marine Harvest AS, region Midt	Åpen

Abstract:

On assignment from Marine Harvest AS Aqua Kompetanse AS has conducted an environmental investigation of the Bremsnesfjord, in Frei, Møre and Romsdal. The fjord is recipient to several nearby fishfarms and thus Marine Harvest has decided to conduct a survey describing the environmental state of one of the Bremsnesfjord basins. A survey based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, oxygen and salinity. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the content of zinc, copper and phosphorous was low (class I). The content of TOC was high at station Leite 1 (class III) and very high at stations Leite 2 and Leite 3 (class V) The fauna investigations shows that there was no environmental impact on stations Leite 1 and 3 (class I), but some environmental impact on station Leite 2 (class III). Oxygen levels at the bottom were good all over, class I. In total the results show that the investigated basin of the Bremsnesfjord is slightly influenced. However this is relatively natural in sill fjords like the Bremsnesfjord.

Keywords:	Emneord:
Fish farm	Fiskeoppdrett
Recipient	Resipient
Benthos	Bunndyr
Sediment	Sediment
Hydrography	Hydrografi

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 14-2009

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	20.01.10	<i>Per-otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:		<i>Anders W. Olsen</i>

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	6
2.2.3 Sediment.....	7
2.2.4 Kjemiske analyser	8
2.2.5 Bunndyr.....	8
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	11
3.1 Hydrografi	11
3.3 Sediment.....	15
3.4 Kjemi.....	17
3.5 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	23
5 TAKK	24
6 LITTERATUR.....	25
7 VEDLEGG.....	26
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	26
Vedleggstabell 1. Artsliste	31
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	36

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest AS og Lerøy Hydrotech AS har Aqua Kompetanse AS undersøkt miljøforholdene på tre stasjoner i Bremsnesfjorden, Frei kommune. Stasjon 1 ligger tett ved Marine Harvest sitt matfiskanlegg, Leite. Stasjon 3 ligger rett utenfor Lerøy Hydrotechs matfiskanlegg, Endresetbukta, mens stasjon 2 ligger midt i mellom disse to. Fra hver stasjon, ble det tatt en sedimentprøve og to biologiske prøver. Sedimentprøvene ble analysert for kornfordeling, glødetap og innhold av et utvalg kjemiske parametre. De biologiske prøvene ble analysert av seksjon for anvendt miljøforskning (SAM). Opparbeidingen av dette materialet ble utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene ble identifisert av Per Johannessen. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær m.fl. 1997). Området er ikke tidligere undersøkt med tilsvarende metodikk.

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 (H₂S), 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 %.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i juni 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Leite 1-09 23.6.09	63°02.161 N 07°41.068 Ø	224	1	13	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slangestjerner. Uttak til faunaanalyse. 2 prøveglass
Leite 1-09 23.6.09	63°02.161 N 07°41.068 Ø	224	2	13	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunaanalyse. 2 prøveglass
Leite 1-09 23.6.09	63°02.161 N 07°41.068 Ø	224	3	13	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Ingen observert. Uttak til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. pH= 7,52. Eh = 78
Leite 2-09 22.6.09	63°01.799 N 07°42.035 Ø	223	1	0	Tom. Sannsynligvis lukket seg på vei ned.
Leite 2-09 22.6.09	63°01.799 N 07°42.035 Ø	223	2	0	Tom. Sannsynligvis lukket seg på vei ned.
Leite 2-09 22.6.09	63°01.799 N 07°42.035 Ø	223	3	17	Silt og skjellsand. Løst/mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slangestjerner. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass
Leite 2-09 22.6.09	63°01.799 N 07°42.035 Ø	223	4	17	Silt og skjellsand. Løst/mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark, slangestjerner og reke. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass

Tabell 2.1. forts

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Leite 2-09 22.6.09	63°01.799 N 07°42.035 Ø	223	5	17	Silt og skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Lys brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Ingen observert. Uttak til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. pH= 7,48. Eh = -10
Leite 3 23.6.09	63°01.693 N 07°42.963 Ø	209	1	17	Silt og noe skjellsand. Løst/mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. grå/brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og slangestjerne. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass
Leite 3 23.6.09	63°01.693 N 07°42.963 Ø	209	2	0	Tom. Sannsynligvis lukket seg på vei ned.
Leite 3 23.6.09	63°01.693 N 07°42.963 Ø	209	3	17	Silt og noe skjellsand. Løst/mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. grå/brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. Uttak til faunaanalyse. 1 prøveglass
Leite 3 23.6.09	63°01.693 N 07°42.963 Ø	209	4	17	Silt og noe skjellsand. Mykt på toppen (2-3 cm). Hardere lenger ned. Grå/brun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Ingen observert. Uttak til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. pH= 7,23. Eh = 80

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle fire stasjoner (figur 3.1 til 3.6). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 22.6 og 23.09.

2.2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra fire stasjoner. 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 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter NS-EN 13654-1m. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.5 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 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 det finnes få eller ingen levende arter 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 tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra 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 på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). 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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Når 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).

I kartet over innsamlingsområdet (fig. 2.2.) er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget 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
	Organisk karbon	mg/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 nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1	<ul style="list-style-type: none"> - Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2	<ul style="list-style-type: none"> - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3	<ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².
Miljøtilstand 4 (uakseptabelt)	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Det ble målt hydrografi på alle tre stasjonene. På stasjon 1 var temperaturen (figur 3.1) 13,6 °C i overflaten. Den falt raskt ned til 26 meter, der den var 6,9 °C. Temperaturen økte så gradvis til 7,9 °C ved bunnen. Saliniteten økte raskt fra ca 26 ‰ i overflata til 32 ‰ på 5 meters dyp. Derfra og ned til bunnen, økte saliniteten gradvis til 35,02 ‰ på 220 meters dyp. Oksygenivået (figur 3.2) i overflaten på stasjon 1 var 10,32 mg/l med en metning på 100 %. Oksygenivået falt deretter gradvis ned til 8,13 mg/l og en metning på 83,45 % på 29 meters dyp. Fra 29 meter og ned til bunnen økte innholdet av oksygen noe igjen. På 220 meter var oksygeninnholdet 8,13 mg/l. Dette tilsvarer en metning på 85,90 %. Omregnet til ml/l gir dette 5,73 ml/l oksygen i bunnvannet. Bunnvannet på stasjon 1 får altså tilstand I (meget god) i følge SFT's retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997).

På stasjon 2 sank temperaturen (figur 3.3) fra 13,4 °C i overflaten til ca 6,9 °C på 20 meters dyp. Ned mot bunnen steg temperaturen til 7,8 °C. Saliniteten økte raskt fra ca 26 ‰ i overflaten til 32 ‰ på 5 meters dyp. Fra 5 meter og ned til 169 meter økte saliniteten til 35 ‰. Oksygenivået (figur 3.4) i overflaten på stasjon 2 var 8,95 mg/l (101,4 % metning) (figur 3.4). Ned mot 33 meter sank oksygenivået til 8,12 mg/l (83,42 % metning). Ned mot bunnen økte oksygenivået noe, til 8,21 mg/l (86,69 % metning). Dette tilsvarer 5,78 ml/l oksygen. Bunnvannet på stasjon 2 får da tilstand I etter SFT's klassifisering.

På stasjon 3 sank temperaturen (figur 3.5) fra 13,58 °C i overflata til 6,93 °C på 25 meters dyp. Mot bunnen var det en økning til 7,9 °C på 220 meters dyp. Saliniteten økte raskt fra 26,2 ‰ i overflata til 32 ‰ på 5 meters dyp. Fra 5 meter og ned til bunnen, økte saliniteten til 35,02 ‰. Oksygenivået (figur 3.6) i overflata var 8,98 mg/l (102,02 % metning). Ned mot 30 meters dyp sank oksygenivået til 8,13 mg/l (83,50 % metning). Fra 30 meter og ned til 157 meter steg oksygenverdiene til 8,26 mg/l (87,12 % metning). Derifra og ned til 220 meter var det en reduksjon i oksygenverdien til 7,96 mg/l (84,10 % metning). Dette blir etter omregning 5,60 ml/l, hvilket gir tilstandsklasse I for bunnvannet.

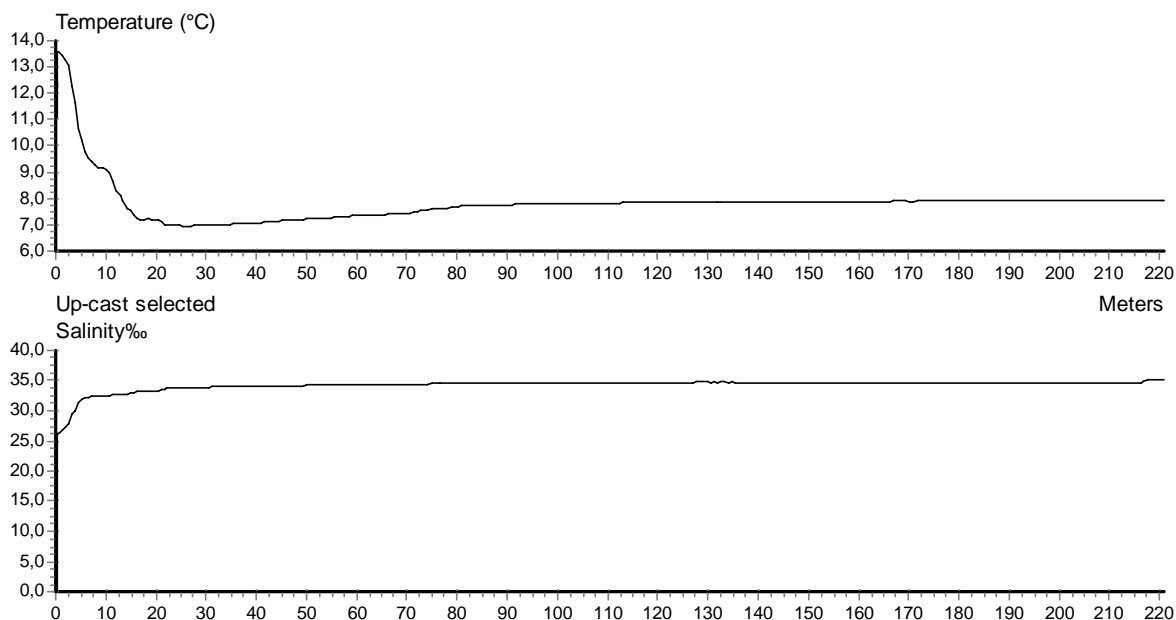
File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 8

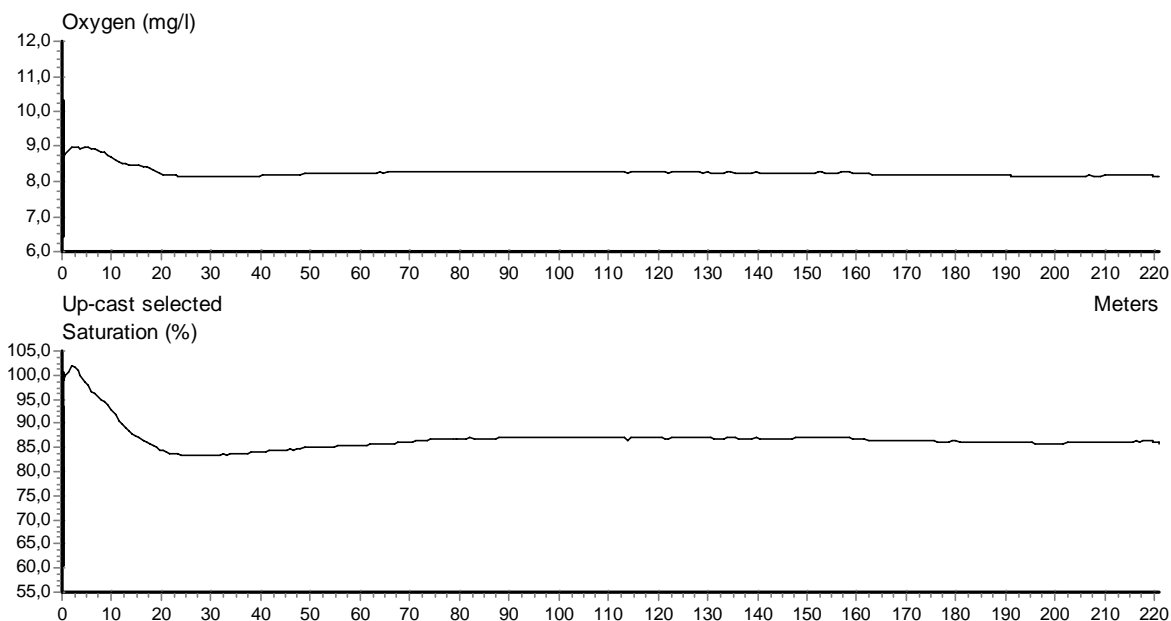
SD204, Serial No: 382

Data displayed from: 13:49:21 - 23.Jun-09 (No. 2760) To: 14:11:07 - 23.Jun-09 (No. 3413)



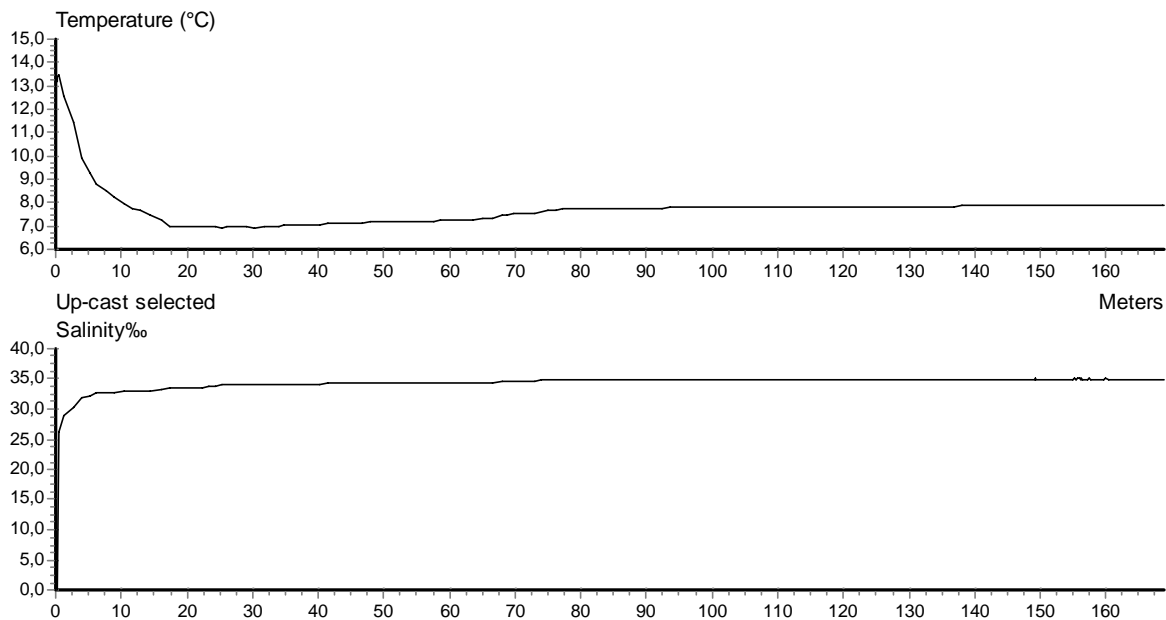
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 210 meters dyp på stasjon Leite 1 den 23. juni 2009.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:49:21 - 23.Jun-09 (No. 2760) To: 14:11:07 - 23.Jun-09 (No: 3413)



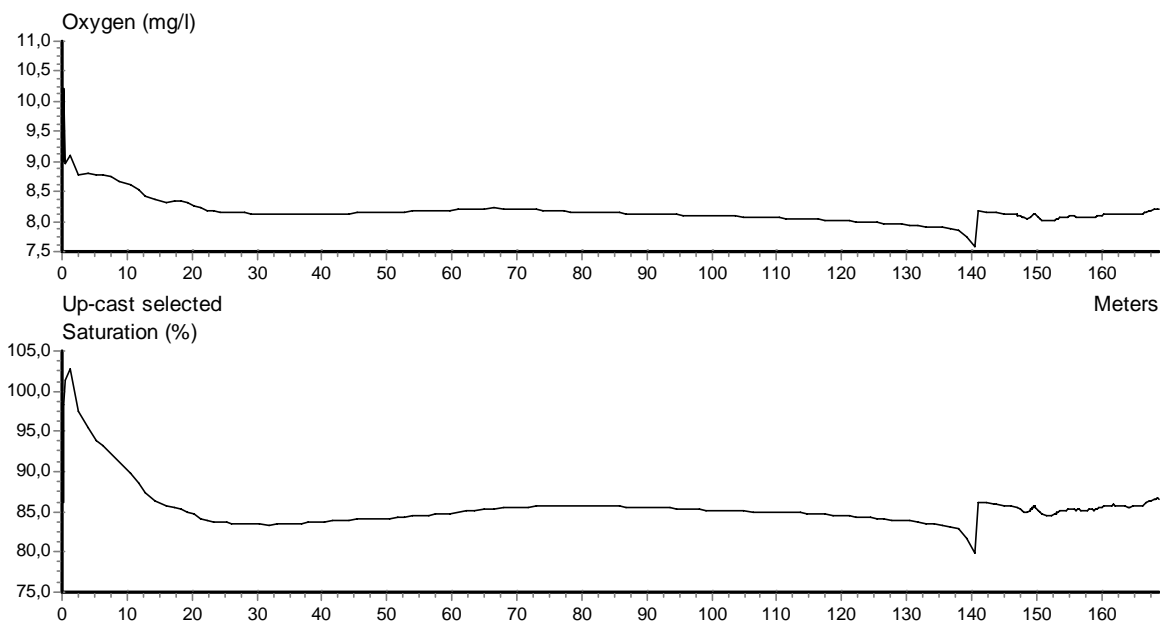
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 210 meters dyp på stasjon Leite 1 den 23. juni 2009.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 12:11:37 - 23.Jun-09 (No. 2367) To: 12:24:41 - 23.Jun-09 (No: 2759)



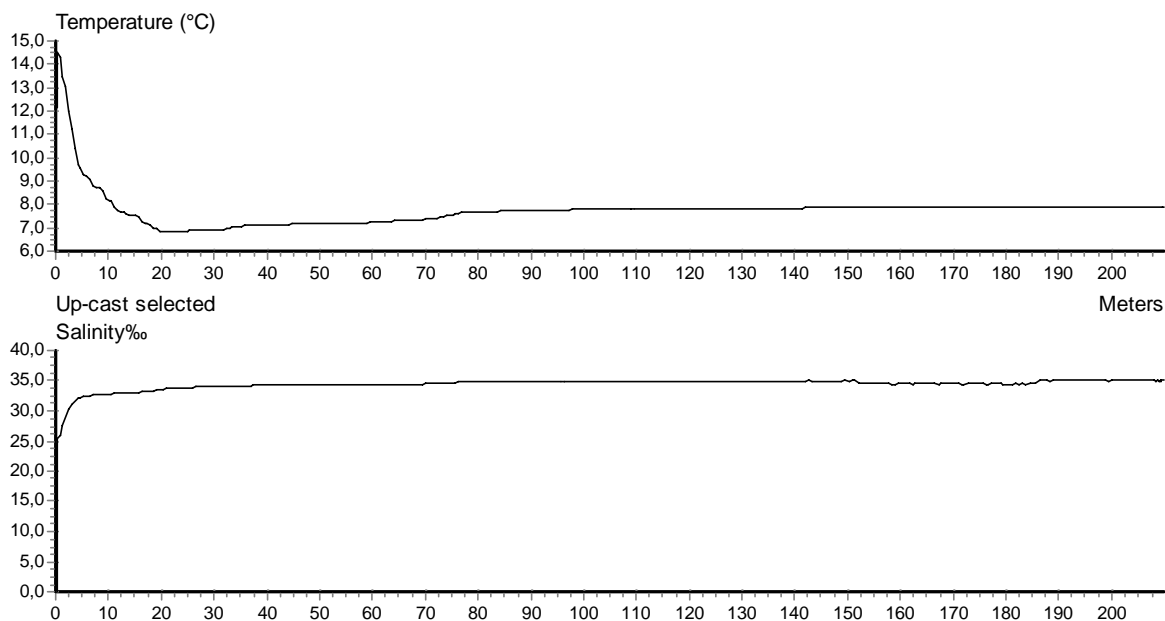
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 169 meters dyp på stasjon Leite 2 den 23. juni 2009.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:11:37 - 23.Jun-09 (No. 2367) To: 12:24:41 - 23.Jun-09 (No. 2759)



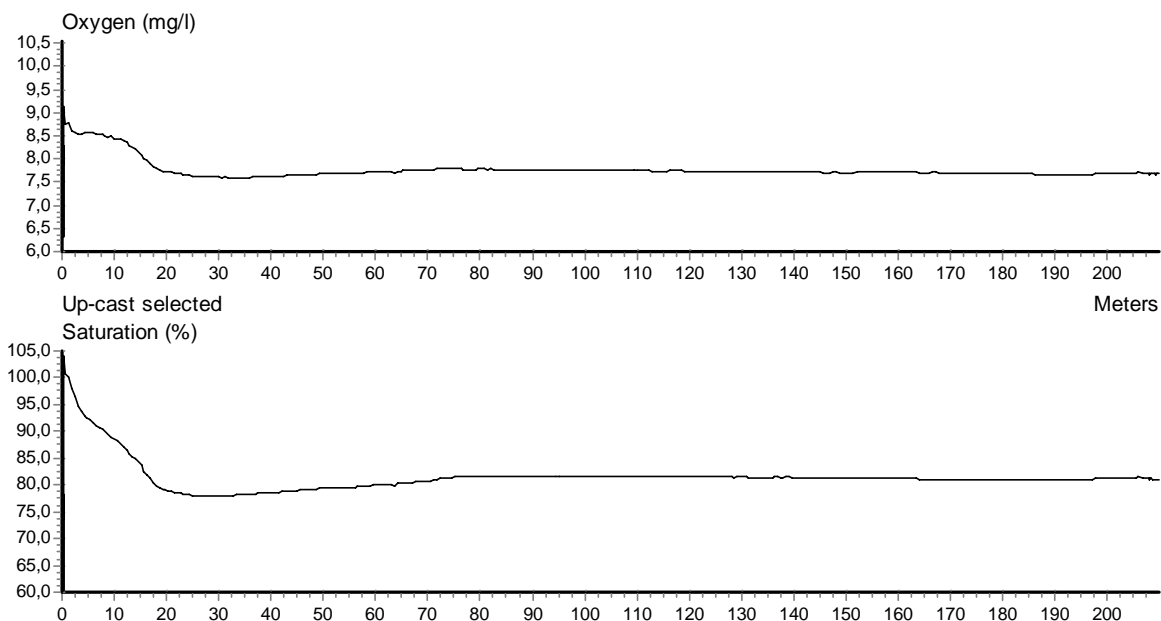
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 169 meters dyp på stasjon Leite 2 den 23. juni 2009.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 18:28:34 - 22.Jun-09 (No. 1779) To: 18:47:58 - 22.Jun-09 (No. 2361)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 221 meters dyp på stasjon Leite 3 den 22. juni 2009.

File name: Kornstad og Leite. Juni 09.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 18:28:34 - 22.Jun-09 (No. 1779) To: 18:47:58 - 22.Jun-09 (No: 2361)



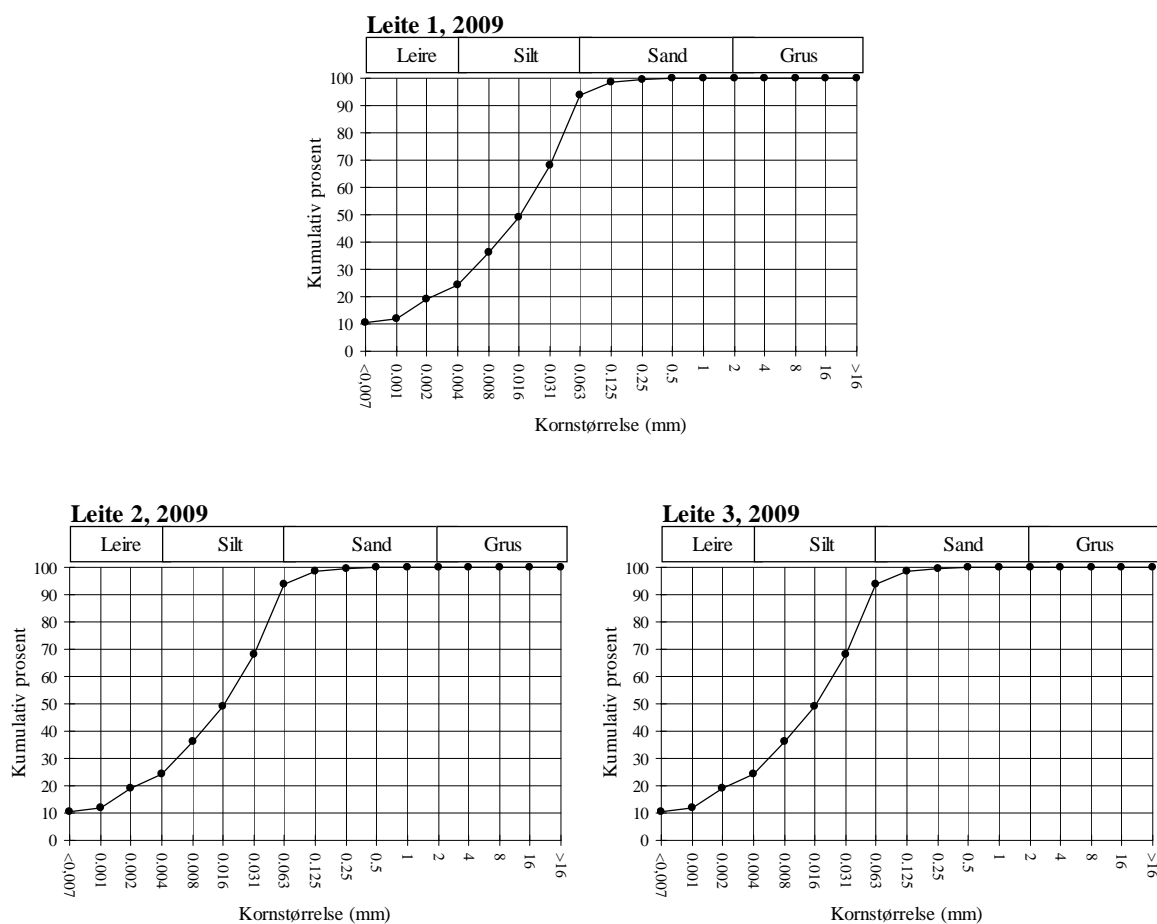
Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 221 meters dyp på stasjon Leite 3 den 22. juni 2009.

3.3 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.2. Sedimentet fra Leite 1 hadde et organisk innhold (% glødetap) på 8,59 %. Leire + silt- andelen var totalt 54 %, 39 % silt, og 15 % leire. Resten av sedimentet bestod av 42 % sand og 4 % grus.

Sedimentet fra Leite 2 hadde et organisk innhold på 12,65 %. Andelen av sedimentet som var i leire + silt – fraksjonen var 93 %, herav 67 % silt, og 26 % leire. Resten av sedimentet var sand (7 %).

For Leite 3 hadde sedimentet et organisk innhold (% glødetap) på 12,26 %. Andelen av sedimentet bestående av leire + silt – fraksjon var på 94 %, hvorav 69 % silt og 25 % leire. Det resterende sedimentet bestod av 6 % sand.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Bremsnesfjorden, 2009.

Tabell 3.2. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Bremsnesfjorden, 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Leite 1	224	8.59	15	39	54	42	4
Leite 2	223	12.65	26	67	93	7	0
Leite 3	209	12.28	25	69	94	6	0

3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentprøvene i Bremsnesfjordenfjorden er vist i tabell 3.3 og vedleggstabell 2. Det var 2,3 g TOC/100 g i sedimentet på stasjon Leite 1. De målte verdiene bør normaliseres, dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon.

Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs, og dette må en ha i tankene når en benytter formelen på data fra fjorder (Aure m.fl. 1993). Formelen angis som følger: normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), der F er finfraksjon (silt + leire) Ved å benytte normaliseringsformelen får sedimentet på Leite 1 et TOC-innhold på 31,28 mg/g.

Dette gir tilstand III, mindre god i følge SFT's tilstandsklasser. TOC-innhold for Leite 2 og 3 ble hhv. 43,26 og 46,08 mg/g, hvilket gir tilstandsklasse V, meget dårlig. Innhold av metallene sink, fosfor og kobber var innenfor tilstandsklasse I (meget god) på samtlige tre stasjoner (tabell 3.3).

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Bremsnesfjorden i 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Bakke et al. 2007).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm- alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Nitrogen Kjeldahl (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Leite 1-09	2.3	31	III	0.82	3.8	51	I	17	I	52.2
Leite 2-09	4.2	43	V	0.91	5.2	57	I	22	I	38.7
Leite 3-09	4.5	46	V	0.95	2.9	52	I	20	I	34.8

3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.10-3.12 og Vedleggstabell 1.

Leite 1 ligger på 224 m dyp, hvor bunnen består av silt og sand. Det ble funnet 2148 individer, fordelt på 85 arter på 0,2 m². Både artstallet og individtallet var høyere enn det som kan forventes på 224 m dyp. Dette gir en diversitetsindeks på 3,8 og en jevnhet på 0,6. Den vanligst forekommende arten var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (50,6 %). MOM-miljøtilstanden, basert på arts og individfordeling, for denne stasjonen er meget god, (dvs MOM-miljøtilstand I). Likeledes viser grafen for geometriske klasser ingen miljøpåvirkning.

Leite 2 ligger på 223 m. Her utgjør leire og silt hele 93 % av sedimentet. Den store mengden av gruppen *Polydora* sp. resulterte i et høyt individtall. Denne polychaetgruppen, som kan være en indikasjon på dårlige miljøforhold, dominerte med 68,5 % av totalt antall individer. Diversitetsindeksen ved denne stasjonen ligger på 2,56, med en jevnhet på 0,41. Miljøtilstanden baseres på SFTs tilstandsklasser (TK), ettersom den ligger uten nærkontakt med matfiskanleggene, og er beregnet til å være mindre god (dvs SFT's TK III). Grafen over geometriske klasser har en serie knekker, noe som kan tyde på en viss miljøpåvirkning.

Leite 3 ligger på 209 m dyp og bunnen inneholder også her hovedsakelig leire og silt (94 %). Det høyeste artstallet ble registrert her, 103 stk, med til sammen 2746 individer. Dette gir en diversitetsindex på 4,49 med en jevnhet på 0,67 og MOM-miljøtilstand I, dvs meget god. Den vanligst forekommende arten var, som ved Leite 1, *Paramphinome jeffreysii*, med 34 %. Grafen over geometriske klasser har flere knekkpunkter, noe som kan tyde på en nevneverdig miljøpåvirkning.

Lete 2 og Leite 3 hadde en likhet i arts-sammensetning på 73,9 %, mens Leite 1 hadde 72,3 % likhet med disse. Leite 1 skilte seg også ut med litt mer sand i sedimentsammensetningen enn de andre to, ellers bestod bunnen ved de tre stasjonene stort sett av silt. Generelt var arts- og individtallet svært høyt ved alle tre stasjonene, hvor Leite 3 hadde høyest artstall, mens individtallet var høyest ved Leite 2. Alle stasjonenes ti-på-topp liste var dominert av børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Polydora* sp.. Sistnevnte er en indikasjon på en viss organisk påvirkning. I tillegg tyder grafen over de geometriske klassene på en viss

miljøpåvirkning ved Leite 3. Et hint om miljøpåvirkning kan også spores ved Leite 2, hvor børstemarkgruppen *Polydora* sp. dominerte sterkt.

Konklusjon

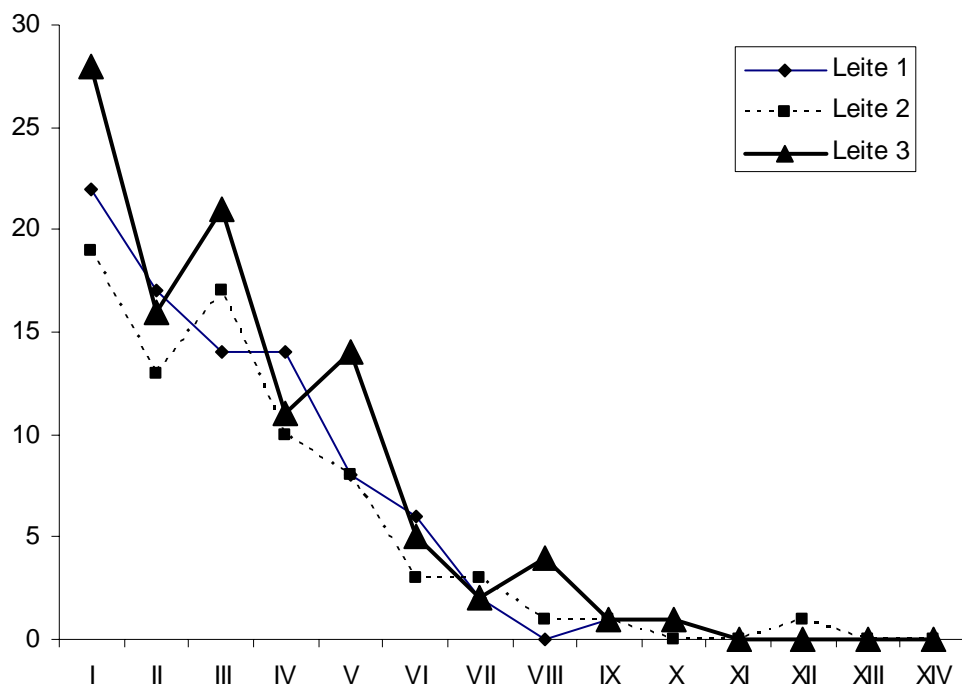
Arts og individtallet var høyt ved alle tre stasjonene, noe som indikerer svak organisk stimulans. På undersøkelsestidspunktet var miljøforholdene fortsatt tilfredsstillende.

Tabell 3.4. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Bremsnesfjorden i 2009. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Divesitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	SFT's TK	MOM- miljøtilstand
Leite 1	1	1052	62	3.90	0.66	5.95		
	2	1096	76	3.59	0.58	6.25		
	Sum	2148	85	3.80	0.59	6.41		1
Leite 2	3	1800	64	2.59	0.43	6.00		
	4	1954	61	2.48	0.42	5.93		
	Sum	3754	76	2.56	0.41	6.25	III	
Leite 3	1	1455	86	4.40	0.68	6.43		
	3	1291	80	4.43	0.70	6.32		
	Sum	2746	103	4.49	0.67	6.69		1

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Bremsnesfjorden i 2009.

Geometrisk klasse	Leite 1	Leite 2	Leite 3
I	22	19	28
II	17	13	16
III	14	17	21
IV	14	10	11
V	8	8	14
VI	6	3	5
VII	2	3	2
VIII	0	1	4
IX	1	1	1
X	1	0	1
XI	0	0	0
XII	0	1	0

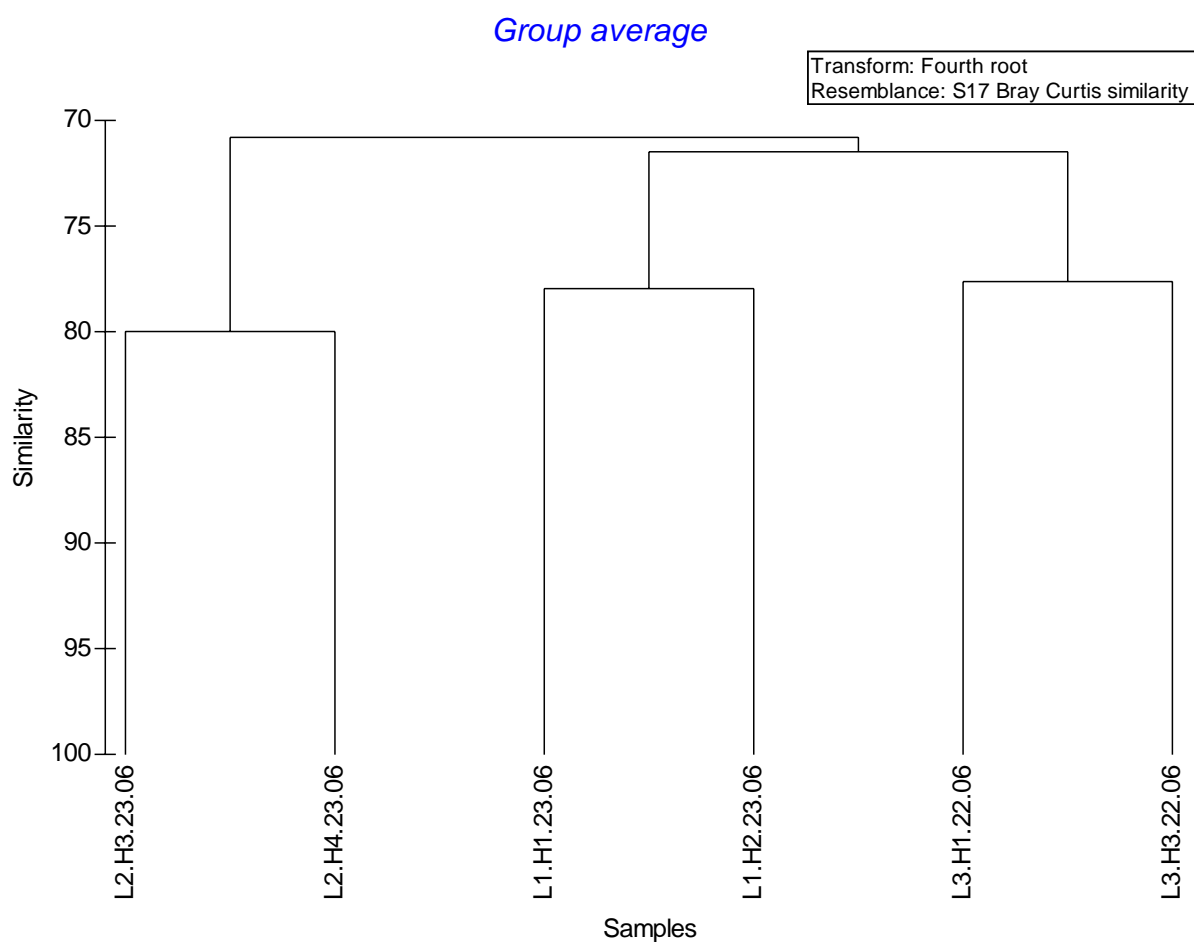


Figur 3.10. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Bremsnesfjorden.

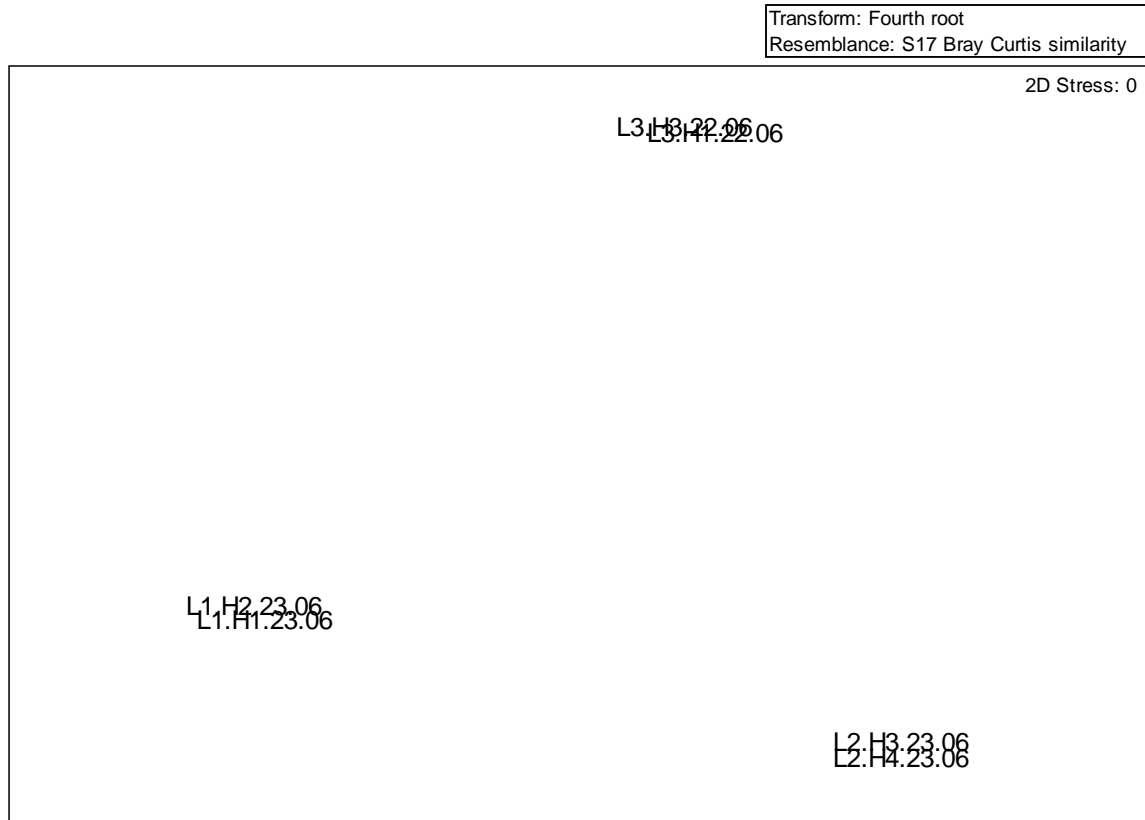
Tabell 3.6. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert i Bremsnesfjorden i juni 2009

Leite 1 Arter	23.06.2009		0.2m ²
	Antall	Prosent	Kum. %
Paramphinome jeffreysii	850	50.6	50.6
Aphelochaeta sp.	319	19.0	69.6
Notomastus latericeus	114	6.8	76.4
Thyasira equalis	101	6.0	82.4
Chaetozone sp.	61	3.6	86.1
Thyasira sarsii	61	3.6	89.7
Lumbrineridae indet.	59	3.5	93.2
Diplocirrus glaucus	49	2.9	96.1
Amphiura chiajei	33	2.0	98.1
Caudofoveata indet.	32	1.9	100.0

22.06.2009				23.06.2009			
Leite 2	0.2m ²			Leite 3	0.2m ²		
Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %
Polydora sp.	2300	68.5	68.5	Paramphinome jeffreysii	674	34.0	34.0
Paramphinome jeffreysii	499	14.9	83.4	Polydora sp.	331	16.7	50.8
Thyasira equalis	130	3.9	87.3	Thyasira sarsii	238	12.0	62.8
Aphelochaeta sp.	122	3.6	90.9	Aphelochaeta sp.	186	9.4	72.2
Thyasira sarsii	77	2.3	93.2	Thyasira equalis	149	7.5	79.7
Chaetozone sp.	68	2.0	95.2	Chaetozone sp.	133	6.7	86.4
Notomastus latericeus	59	1.8	97.0	Notomastus latericeus	83	4.2	90.6
Entalina tetragona	36	1.1	98.1	Kelliella abyssicola	74	3.7	94.3
Abra nitida	34	1.0	99.1	Spiophanes kroeyeri	62	3.1	97.5
Spiophanes kroeyeri	31	0.9	100.0	Abra nitida	50	2.5	100.0



Figur 3.11 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Bremsnesfjorden, tatt 22. og 23. juni 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. L1.H1.23.06, menes Leite 1, første hugg, 23. juni.



Figur 3.12. Mds-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Bremsnesfjorden, tatt 22. og 23. juni 2009. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen L3.H3.22.06, menes Leite 3, tredje hugg, 22. juni.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på tre stasjoner i Bremsnesfjorden i Frei kommune. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra oppdrettsselskapene Marine Harvest AS og Lerøy Hydrotech AS. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 22. og 23. juni 2009. Det ble tatt bunnprøver etter MOM C-metodikken (NS 9423) og registrert hydrografi på tre stasjoner. På samtlige stasjoner ble også kornfordelingsanalyse. Det har tidligere ikke blitt utført tilsvarende undersøkelser på de aktuelle stedene i fjorden.

Kornfordelingsanalyser ble utført av sedimentet fra alle stasjonene. Sedimentet på Leite 1 inneholdt 54 % leir/silt, mens innholdet for Leite 2 og 3 var relativt høyere med hhv. 93 og 94 % leire/silt. Innholdet av fosfor, kobber og sink var innenfor tilstandsklasse I for samtlige prøver. Innholdet av TOC var høyt for Leite 1 (klasse III) og meget høyt for Leite 2 og Leite 3 (klasse V).

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene (I=Meget god, III=Mindre god)

Stasjon	Dyp	Tilstand bunndyr	Tilstand dypvann	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand TOC
Leite 1	224	I	I	I	I	III
Leite 2	223	III	I	I	I	V
Leite 3	209	I	I	I	I	V

De hydrografiske undersøkelsene viser at det er gode oksygenforhold på bunnen. En oksygenkonsentrasjon på henholdsvis 5,73, 5,78 og 5,60 ml/l gir SFT's tilstandsklasse I (meget god) for alle stasjonene.

Det høye arts og individantallet fra bunndyrsundersøkelsene for samtlige tre stasjoner indikerer en organisk stimulans. Den relativt store tilstedeværelsen av børstemarkgruppen *Polydora* sp., indikerer også en viss organisk påvirkning i Bremsnesfjorden. Allikevel er miljøforholdene fortsatt tilfredsstillende basert på STF's tilstandsklassifisering.

5 TAKK

Vi takker Eivind Sørensen fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen. Sedimentanalysene ble utført av A.A. Kubberød. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen.

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, Bredveld G, Kallquist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12 s.
- 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.
- 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. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

7.1 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

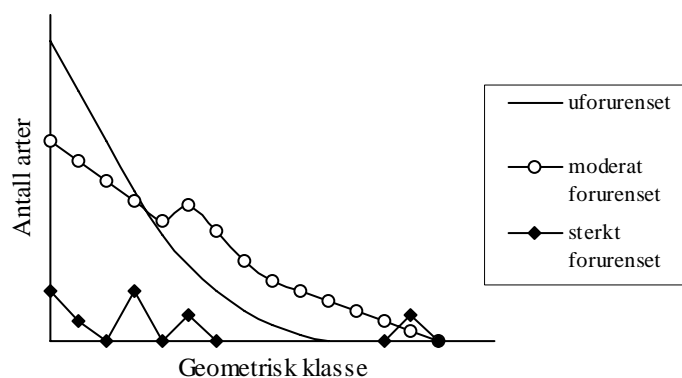
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 & 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 & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I

et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949):

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

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 uforurensede 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:

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

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I	II	III	IV	V
		“Meget god”	“God”	“Mindre god”	“Dårlig”	“Meget dårlig”
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god “miljøstatus” i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)
Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse

Prosjekt nr.: 802450

Prøvetakingssted (område): Bremsnesfjorden, Averøy og Frei kommune

Dato for prøvetaking: 22. og 23.6.2009

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

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 tilstede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 4 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Leite 2009	Leite 1		Leite 2		Leite 3	
	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	3	4	1	3
* PORIFERA indet.		+		+		
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.	+	+	+	+	+	+
* ANTHOZOA						
Kophobelemnion stelliferum					0/1	
Virgularia mirabilis						0/1
* PLATYHELMINTES indet.					1	1
* NEMERTINI indet.	9	16	22	19	28	32
* NEMATODA indet.	20	18	3	1	3	6
* POLYCHAETA						
Aglaophamus malmgreni						1
Amaeana trilobata	16	6	3	5	8	9
Ampharete falcata				1	9	20
Ampharete lindstroemi	3					
Amythasides macroglossus						1
Aphelochaeta sp.	133	186	42	80	114	72
Aphrodita aculeata				1		
Apistobanchus tenuis	2	1			2	3
Aricidea catherinae				2	1	
Capitella capitata						5
Ceratocephale loveni					2	
Chaetoparia nilssoni			2		2	
Chaetozone sp.	27	34	31	37	68	65
Diplocirrus glaucus	30	19	7	4	28	18
Dipolydora coeca		1				
Dorvilleidae indet.					1	
Drilonereis filum	12	3	9	3	23	2
Eclysippe vanelli	4	4		1	8	2
Eteone longa		1				3
Euclymene affinis		2			1	
Eumida bahusiensis	1					
Exogone sp.	3	6	3	7	10	16
Flabelligera affinis					1	
Glycera lapidum	2/3	1/2	1		2	4
Goniada maculata	4	4	3	1	2	4
Kefersteinia cirrata		1				
Laonice sarsi	1					
Levinsenia gracilis	3	4	5	8	7	7
Lumbriclymene cylindrica data		1				
Lumbrineridae indet.	37	22	8	16	30	15
Macrochaeta polyonyx		1				
Maldanidae indet.	18	6	16	11	23	6
Melinna cristata					1	1
Mugga wahrbergi					2	10
Neoleanira tetragona						1
Nephtys incisa	9	4	10	5	3	4
Nereimyra punctata			5	1	7	2
Notomastus latericeus	52	62	37	22	42	41
Ophiodromus flexuosus			1			1
Paradiopatra quadricuspis			1		2	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Leite 2009	Leite 1	Leite 1	Leite 2	Leite 2	Leite 3	Leite 3
	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	3	4	1	3
Paramphinome jeffreysii	398	452	232	267	312	362
Paraonis sp.	4	2		1		2
Pectinaria auricoma	1	5	1		2	8
Pectinaria belgica			2	1		
Pectinaria koreni		3				
Pherusa falcata						1
Pholoe baltica	8	8	3	1	5	7
Pholoe pallida	18	5	11	5	15	21
Phyllodoce groenlandica					1	1
Phylo norvegica				1		
Pista malmgreni	1	1	3	1	2	5
Pistella lornensis	1				1	
Polycirrus latidens		1			2	
Polycirrus medusa	8	2	1	4	10	5
Polydora sp.	3	3	ca 1100	ca 1200	ca 250	81
Polynoidae indet.	1	1	2	3	4	1
Prionospio cirrifera	1	1			2	5
Prionospio sp.		0/1				
Prionospio steenstrupii	2		3		1	1
Protomystides exigua	2				1	1
Pseudomystides spinachia	2					
Rhodine loveni	1		3	4	3	3
Sabellidae indet.	1	8	10	10	13	17
Sabellides octocirrata	7	2	6		21	6
Scalibregma inflatum	1	1	1	3	4	
Scolelepis corsuni	8	5	1		2	1
Sige fusigera	1	1			1	1
Sphaerodorum flavum				1		
Spiochaetopterus typicus			1			
Spiophanes kroeyeri	19	11	12	19	32	30
Spiophanes wigleyi		1		1	1	
Sthenelais limicola					1	
Streblosoma intestinale		1		1		
Syllidae indet.		1		1	2	2
Terebellidae indet.						0/1
Terebellides stroemi		1	6	1	6	16
Trichobranchus roseus	4	2	2	2		1
OLIGOCHAETA indet.	11	5			2	6
SIPUNCULA						
Onchnesoma steenstrupi	4	3	2	2	3	2/1
Phascolion strombus		0/3	2/1	2/1	3/2	0/2
Sipuncula indet.	3	9	3	4	15	11
CRUSTACEA						
* Pleurogonium inerme				1		
* Amphipoda indet.	1	3	3	3	3	3
* Calanus finmarchicus		6	4	7	19	13
* Cypridina norvegica	1					
* Cypridina megalopsis				1		
* Decapoda indet.		0/1				
* Diastylis cornuta	2	2	1		1	2
* Diastylis lucifera		1				1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Leite 2009	Leite 1		Leite 2		Leite 3	
	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	3	4	1	3
* Eudorella truncatula	1					
* Euphausiacea					1	
* Hemilamprops roseus	1			1		
* Leptostylis longimana				1		
* Mysida indet.		1			1	
* Nebalia sp.	2				1	
* Philomedes lilljeborgi			1			2
* Pontophilus norvegicus				1		
* Tanaidacea indet.	1		3	4		2
* PYCNOGONIDA indet.			1			
MOLLUSCA						
Abra nitida	8/3	3/1	10/8	11/5	23	27
Adontorhina similis	4	8	6	12	8	8
Antalis occidentale					1	
Axinulus croulinensis		1/1	1		1	
Bathyarca pectunculoides			0/2			
Cadulus subfusiforme		0/1				
Caudofoveata indet.	17	15	12	14	17	5
Cuspidaria abbreviata			2		1/1	0/4
Cuspidaria costellata			1	1	1	
Cuspidaria obesa	1/1		0/1	1		
Cylichna umbilicata						1
Diaphana minuta						1
Ennucula tenuis					0/1	
Entalina tetragona	7/3	10/1	17	18/1	17	11
Eulima bilineata		1				
Euspira montagui		1			1	
Kelliella abyssicola	4/1	1	6/2	12	40	34
Limatula gwyni		0/1			1	
Mendicula feruginosa	11/1	10/3	4	2/1	3	6
Montacuta ferruginosa						3
Myrtea spinifera	0/1	1/1		0/1	1	0/1
Mysella bidentata					0/2	
Mysella tumidula					1	
Mytilidae indet.					0/1	
Nucula nucleus	0/3	0/2	1/2	1/3	2/2	2/1
Nucula sulcata						0/1
Nucula tumidula					2/1	1
Parvicardium minimum		2	0/1	2/1	0/1	2/1
Philine scabra			2		1	3
Pseudamussium septemradiatum		1				
Pulsellum lofotense		1	1			
Solenogastres indet.	4	2				
Thyasira equalis	46/9	32/14	57/19	37/17	62/10	56/21
Thyasira obsoleta	3	2	2			5
Thyasira sarsii	12/8	18/23	15/13	10/39	58/44	91/45
Yoldiella lucida	1/1	3/1	2/2	3/4	2/1	3/1
Yoldiella nana				1		
Yoldiella philippiana	1/1	1/1				3
* BRYOZOA						
* Bryozoa grenet					+	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Leite 2009	Leite 1		Leite 2		Leite 3	
	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	23.06.2009	22.06.2009	22.06.2009
Hugg nr	1	2	3	4	1	3
ECHINODERMATA						
Amphilepis norvegica	1/2	1/2	2/4	1/2	1/7	0/6
Amphipholis squamata	3/1	1	2/1	2/3	5/3	6/4
Amphiura chiajei	9/9	4/11	3/4	1/3	4/3	2/13
Amphiura filiformis			1	1	1	
Echinocardium flavescens		1				
Ophiura carnea	4/2	1/2	0/1	2	0/2	1/2
Siboglinum fiordicum				+		
Spatangoida indet.			+			
Synaptidae indet.					3	5
ENTEROPNEUSTA indet.	+			+		
* CHAETOGNATHA indet.	+			1		
Ascidiacea indet.			1	1		
* PISCES egg.				1		
* VARIA	+		+	+	+	+

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundenummer	8183600-1519917	Prøvemottak	17.07.2009
Prøvetyyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	30.07.2009
Oppdragsmerket	611101, P.nr. 802450 - Ref 14/09 Leite		
Sted for prøvetaking	802450		

Parameter	Enhet	NOV046228-09	NOV046229-09	NOV046230-09	Maleu.	Ref/Metode	Lab
		23.06.2009	23.06.2009	22.06.2009			
TOC i lufttørket prøve	g/100g	2.3	4.2	4.5	±15%	AJ 31	○
Tørrestoff	%	52.2	38.7	34.8	±15%	NS 4764-1	○
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	3.8	5.2	2.9	±10%	NS-EN 13654-1 m	○
Fosfor, P	g/kg TS	0.82	0.91	0.95	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	51	57	52	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	17	22	20	±20%	NS-EN ISO 11885	○

Anna A Kubberød

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 09440

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

- | | | |
|---|--|-----------------------|
| O | Postboks 3055, 1506 Moss, Norge | Tlf.: +47 69 27 98 00 |
| Y | Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge | Tlf.: +47 69 27 98 20 |

Eurofins AB, Sverige – www.eurofins.se

- | | | |
|---|--|-----------------------|
| K | Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige | Tlf.: +46 44 28 11 00 |
| L | Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige | Tlf.: +46 51 08 87 00 |
| U | Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige | Tlf.: +46 18 68 10 80 |

Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.
For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.
For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.
Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

Øvrige forklaringer

- * Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner.
Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering.
Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025.
Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.
Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896
MVA