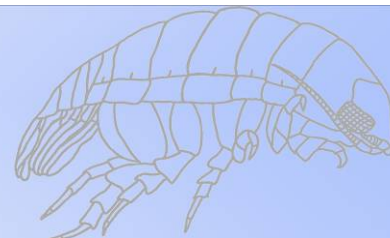


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



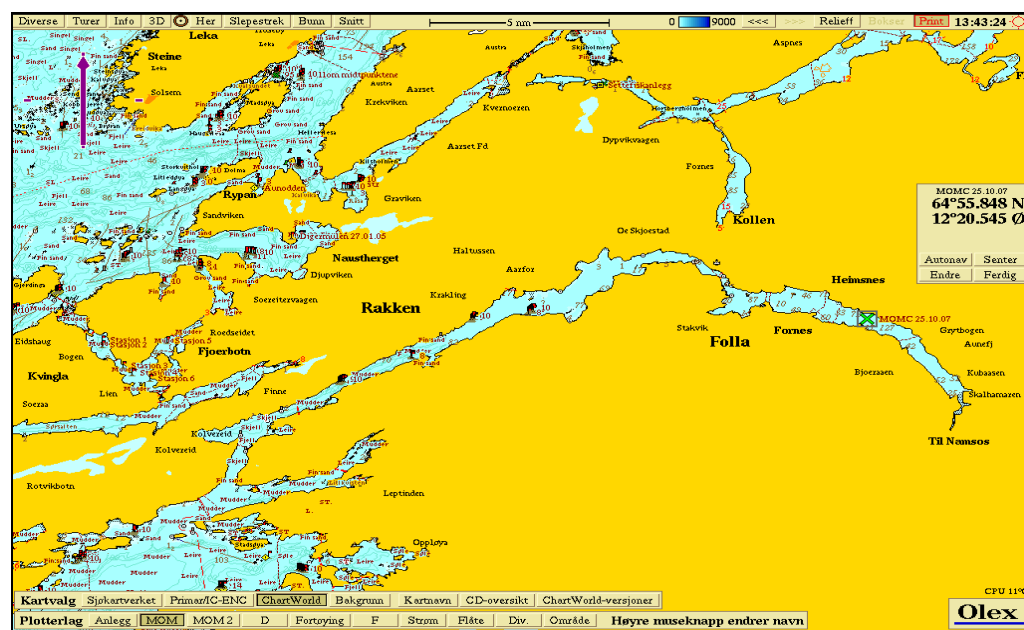
e-Rapport nr. 2-2008

Miljøundersøkelse i Kongsmobassenget, Indre Foldafjord i 2007

Maria Pettersvik Salmer

Otto Kristian Sandnes

Per-Otto Johansen




Seksjon for anvendt miljøforskning
Høyteknologisert i Bergen
Thormøhlensgate 49, N-5006 Bergen

Tlf.: 55 58 44 64 Fax.: 55 58 45 25
E-post: fornavn.etternavn@bio.uib.no
Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA



SAM-marin
Seksjon for anvendt miljøforskning



UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning
Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen,
Norway 55 58 44 64  55 58 45 25

Aqua Kompetanse AS
7770 Flatanger, Norway
74 28 84 30 90 94 34 93

Rapportens tittel:	Dato:
Miljøundersøkelse i Kongsmobassenget, Indre Foldafjord i 2007	28.01.08
	Antall sider og bilag: 28
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Maria P. Salmer, Otto K. Sandnes, Per-Otto Johansen	Otto K. Sandnes
	Prosjektnummer: 81-10-7 C

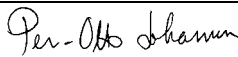

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Fylkesmannen i Nord-Trøndelag	Åpen

Abstract:

As a consequence of EU's Water Framework Directive the County Governor in Nord-Trøndelag has decided to monitor the inner basin of the Foldafjord. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the inner basin in the Foldafjord 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 both zinc and copper was low (class I), which also was the state for TOC and nitrogen, while there was a high content of phosphorous. The fauna experiment investigations shows that there was a slight environmental impact, but not much (class II) and the oxygen levels at the bottom were good, class II. In total the result show that the inner basin of the Foldafjord is slightly influenced, however this is relatively natural in sill fjords like the Foldafjord.

Keywords:	Emneord:	ISSN 1890-5153
Recipient	Resipient	
Benthos	Bunndyr	SAM e-Rapport nr. 2-2008
Sediment	Sediment	
Hydrography	Hydrografi	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	01.02.08	
Prosjektet / undersøkelsen:	28.01.08	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	4
2.1 Undersøkelsesområdet	4
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	4
2.2.1 Hydrografi	5
2.2.2 Sediment	6
2.2.3 Kjemiske analyser	8
2.2.4 Bunndyr	8
3 RESULTATER OG DISKUSJON	11
3.1 Hydrografi	11
3.2 Sediment	12
3.3 Kjemi	13
3.4 Bunndyr	14
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	17
5 TAKK	18
6 LITTERATUR	18
7 VEDLEGG	19

1 INNLEDNING

Som et ledd i arbeidet med EU-s vannrammedirektiv, har Fylkesmannen i Nord-Trøndelag bedt oss etablere en overvåkningsstasjon i Kongsmobassenget innerst i Indre Foldafjord i Nærøy kommune, Nord-Trøndelag. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert tre bunnprøver fra stasjonen og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS 25. oktober 2007. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Indre Foldafjord strekker seg fra Kolvereid til Kongsmoen, en strekning på ca 42 km. Største dyp i det ytterste bassenget er 179 m mens innløpsterskelen er på bare 12 m. Ved Foldereid er det en ny terskel på 27 m. Bassenget mellom Kolvereid og Foldereid er ca 26 km langt.

Fjorden er ikke bredere enn 2 km, men den er for det meste smalere enn 1 km.

Undersøkelsesområdet ligger i det innerste bassenget, Kongsmobassenget (Figur 2.1 og 2.2).

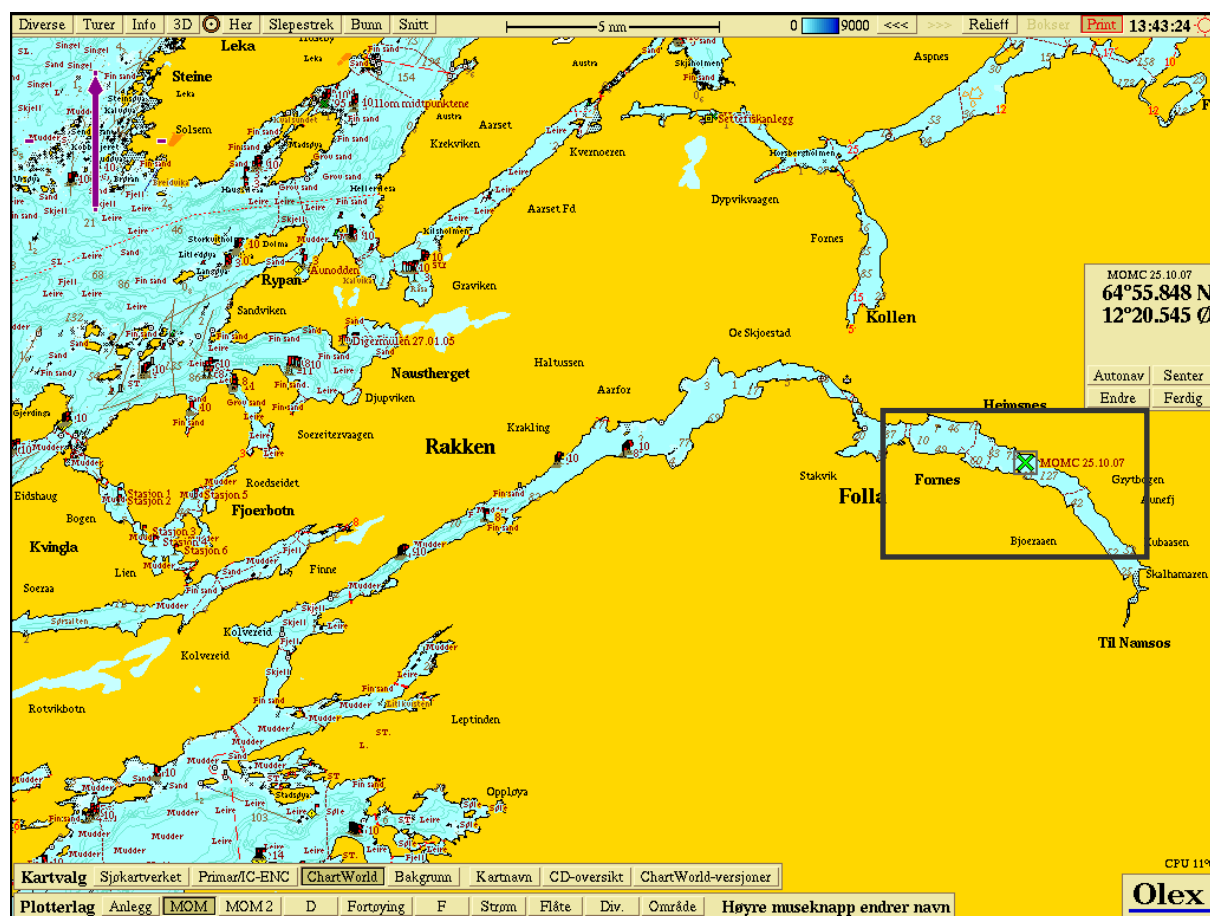
Maksimaldyp på 126 m. Det ytterste bassenget er underlagt jevnlig overvåkning og miljøtilstanden her er tilstand I, Meget God. Det er ikke kjent at det tidligere har blitt gjort biologiske undersøkelser i det innerste bassenget. I 2003 ble det imidlertid tatt sedimentprøver for analyse av miljøgifter utenfor den tidligere utskipingshavna for kobberkis. Sedimentet var markert forurenset av Cd (III) og moderat forurenset av Pb (II). Disse prøvene ble tatt på 70 m dyp 4,5 km lengre inn i samme basseng. Bassenget har et produktivt rekefelt. Lenger ute i Foldafjorden, i bassenget utenfor, ligger det flere oppdrettsanlegg.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsanleggets båt den 25. oktober 2007. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til uorganiske- og organisk kjemiske

analyser fra en stasjon innerst i Foldafjorden. Det ble også tatt hydrografiske prøver.

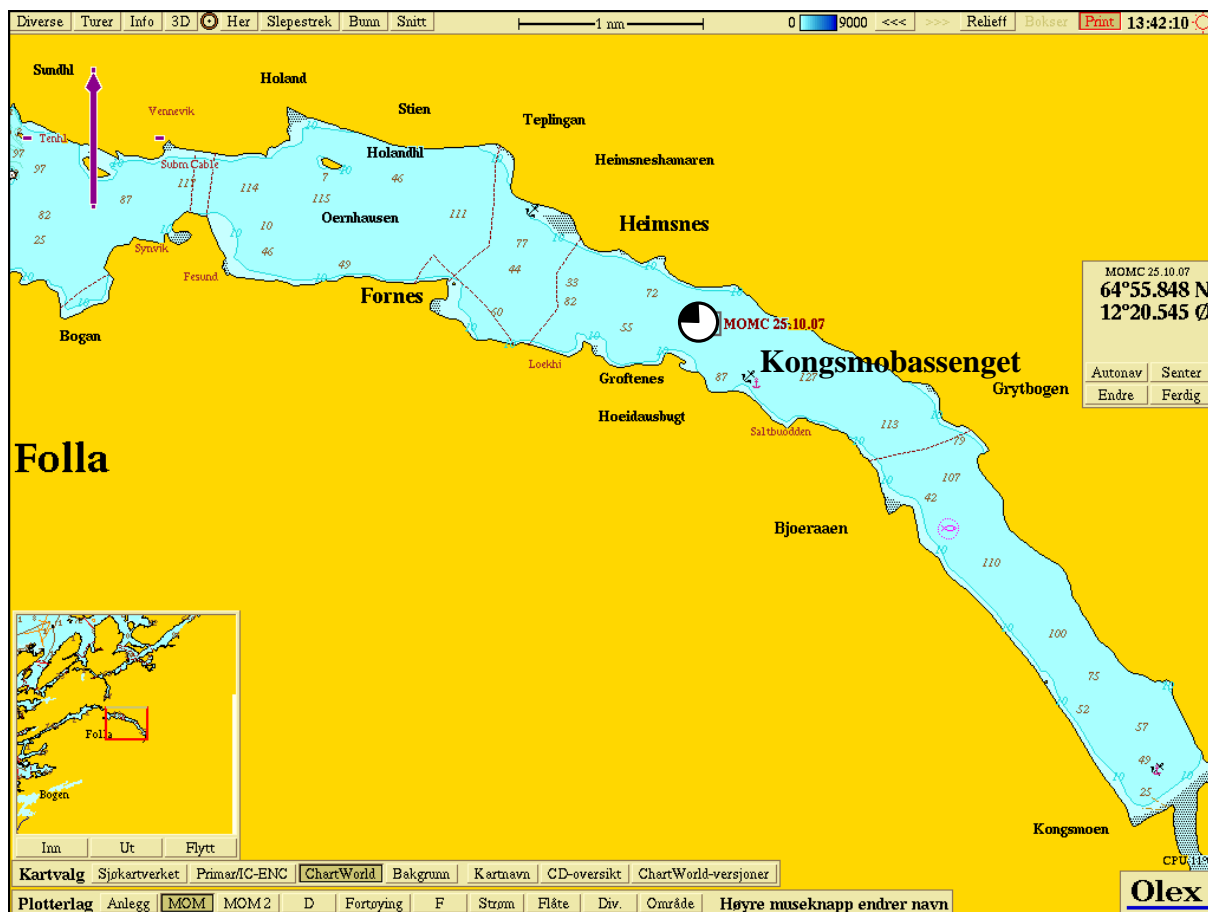
Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Firkanten viser kartutsnittet for den neste figuren. Kartkilde: Olex.

2.2.1 Hydrografi

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



Figur 2.2. Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt en sedimentprøve til analyse av organisk innhold (% glødetap).

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063mm sikt. Partikler større enn 0,063mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063mm 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.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 25. oktober 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Kongsmobassenget 25.10.07	Kongsmobassenget 64° 55,848'N 12° 20,545'Ø	126	1	Ca. 11,1	Olivengul/grå farge. Leire/silt lag øverst. Prøve til kornfordeling, glødetap og kjemi fra 1. hugg.
St. Kongsmobassenget 25.10.07	Kongsmobassenget 64° 55,848'N 12° 20,545'Ø	126	2	11,7	Olivengrønn/beige øverst, grå under. Lag av leire og silt på toppen. Mye terrestre rester, barnåler og kvist.
St. Kongsmobassenget 25.10.07	Kongsmobassenget 64° 55,848'N 12° 20,545'Ø	126	3	-	Tom. Sannsynligvis lukket seg på vei ned.
St. Kongsmobassenget 25.10.07	Kongsmobassenget 64° 55,848'N 12° 20,545'Ø	126	4	14	Olivengrønn/beige øverst, grå under. Ett lag av leire og silt på toppen. Mye terrestre rester.
St. Kongsmobassenget 25.10.07	Kongsmobassenget 64° 55,848'N 12° 20,545'Ø	126	5	14	Olivengrønn/beige øverst, grå under. Ett lag av leire og silt på toppen. Mye terrestre rester.

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 time, 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 (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

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 13654-1 m. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. 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 $0,1 \text{ m}^2$ 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 en sikt med hull diameter 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 bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

I tabell 2.2. er opplistet Statens forurensningstilsyns (SFT) retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et. al. 1997). 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).

I kartet over innsamlingsområdet 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.

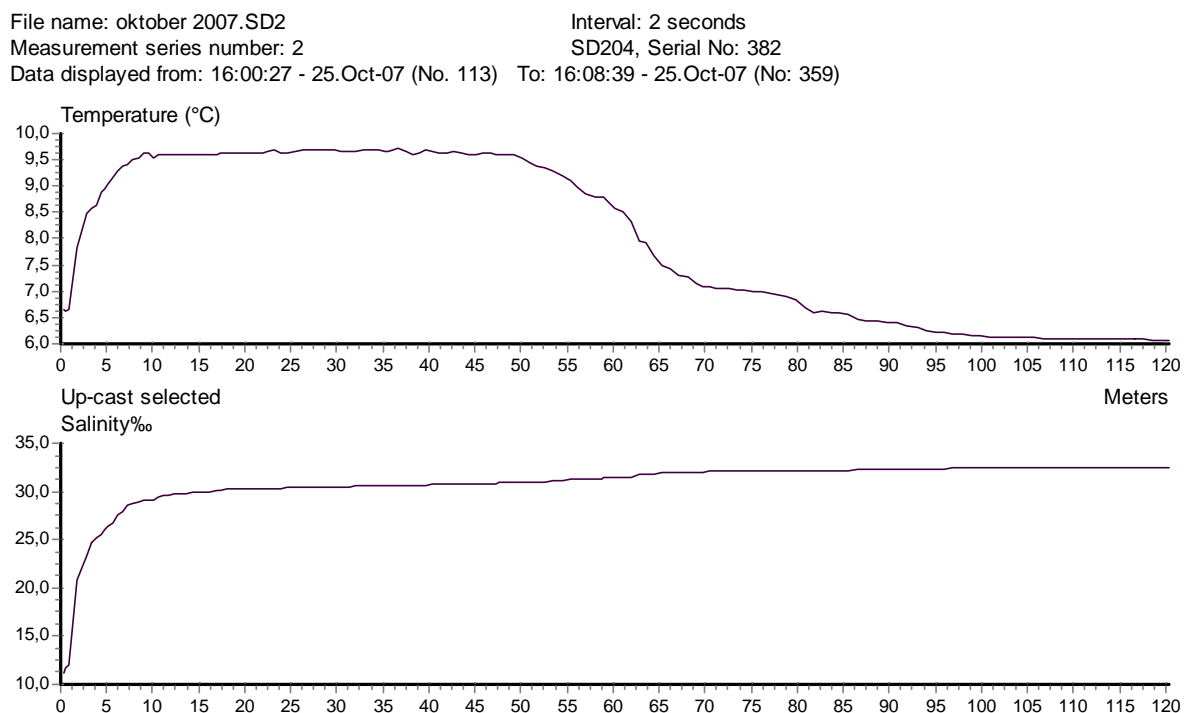
Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

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	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500

3 RESULTATER OG DISKUSJON

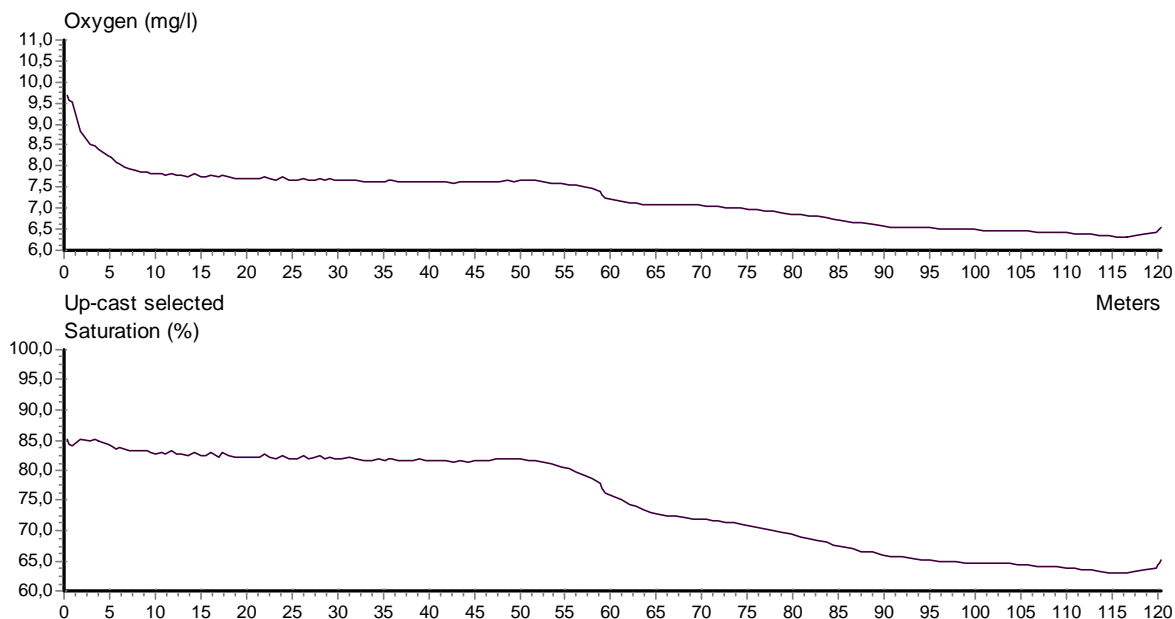
3.1 Hydrografi

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på stasjonen (figur 3.1 og 3.2). 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 blir overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbejdet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 25.10.07



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjonen Kongsmobassenget 25.10.2007.

File name: oktober 2007.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:00:27 - 25.Oct-07 (No. 113) To: 16:08:39 - 25.Oct-07 (No. 359)



Figur 3.2. Oksygenmetning fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjonen Kongsmobassenget 25.10.2007.

Figur 3.1 viser ett kaldere ferskvannslag de øverste 7 meter. Etter dette flater saltholdigheten ut og er konstant ned i dypet. Temperaturen holder seg konstant til den synker med 2 grader fra 50m og ned til bunnen (120m). Ut fra figur 3.2 ser en at oksygeninnholdet synker rask de første syv meterne. Etter dette faller oksygenet jevnt til 6,068 mg O₂/l (4,27 mlO₂/l) ved bunnen (120m). Denne konsentrasjonen av oksygen gir dypvannet tilstandsklasse II (god) i forhold til SFT's klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Tabell 2.2).

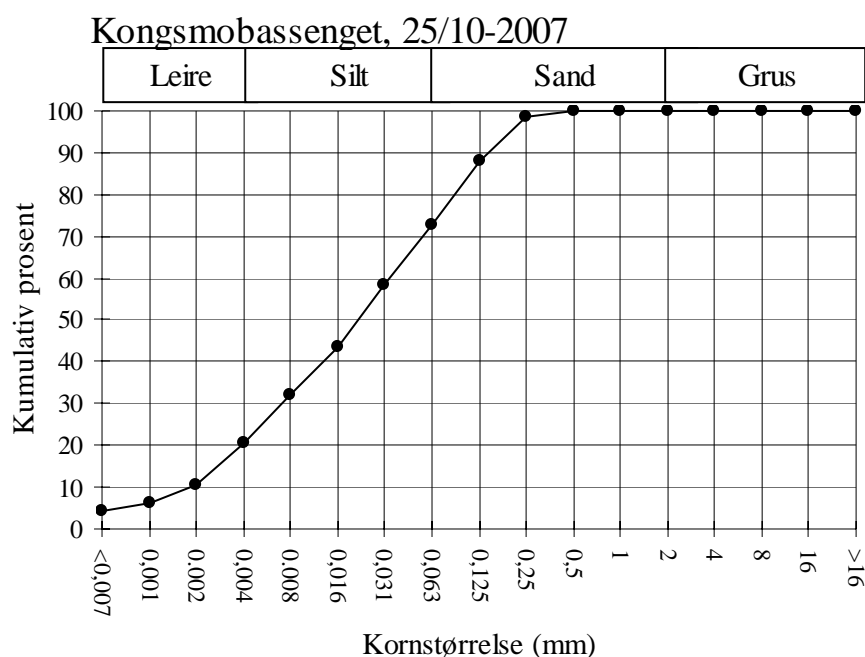
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.3 og Tabell 3.2.

Sedimentprøven var tatt på 126 m dyp i det dypeste området i Kongsmobassenget. Sedimentet på stasjonene var finkornet og inneholdt henholdsvis 73 % leir/silt og 27 % sand. Sedimentet inneholdt 4,2 % organisk materiale, noe som regnes som relativt lavt i et dypbasseng med grunn terskel. Årsaken til det prosentvis lave innholdet av organisk materiale i dypbassenget, kan ha sammenheng med at det fraktes mye uorganisk partikulært materiale med elvene ut i fjorden.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kongsmobassenget	126	4,2	20	52	73	27	0

**Figur 3.3.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Kongsmobassenget.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene fra Kongsmobassenget er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 2. Det var 1,4 g TOC/100g i sedimentet. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, bør de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon (normaliseres). Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Om en benytter normaliserings-formelen får en et TOC innhold på 18,9 mg/g som tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (Meget god). Konsentrasjonene av metallene sink og kobber var lave på stasjonen og lå i tilstandsklasse I

(ubetydelig.-lite forurenset). Konsentrasjonene av fosfor var relativt høy, mens konsentrasjonen av nitrogen var lav.

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Kongsmobassenget i 2007. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Molvær et al. 1997).

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) (%)
Kongsmobassenget	1,4	18,9	I	16	< 2	39	I	13	I	50,6

3.4 Bunndyr

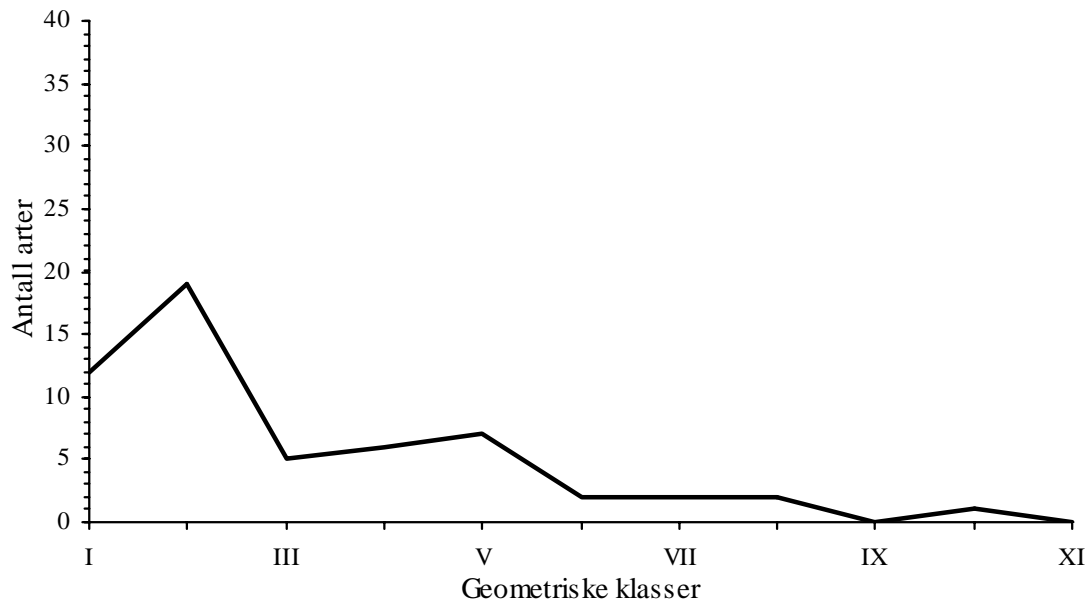
Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.5, Figurene 3.4-3.5 og Vedleggstabell 1. I Kongsmobassenget ble det på 126 m dyp funnet 56 arter med til sammen 1555 individer (Tabell 3.4). Artsdiversiteten på stasjonen ble beregnet til henholdsvis 3,4 med en jevnhet på 0,58. Faunalikheten mellom de tre grabbhuggene var 70,5-74,4 % (Figur 3.5) og viser at variasjonen mellom de enkelte grabbhuggene var relativt liten. Børstemarken *Myriochele oculata* var den mest tallrike arten med 670 individer som utgjorde 43,1 % av alle individene som ble funnet (Tabell 3.5). En høy andel av børstemarker og de geometriske klassene indikerer en svak miljøpåvirkning (Figur 3.4). Diversiteten for Kongsmobassenget ble klassifisert til å ligge i SFT's tilstandsklasse II (god).

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

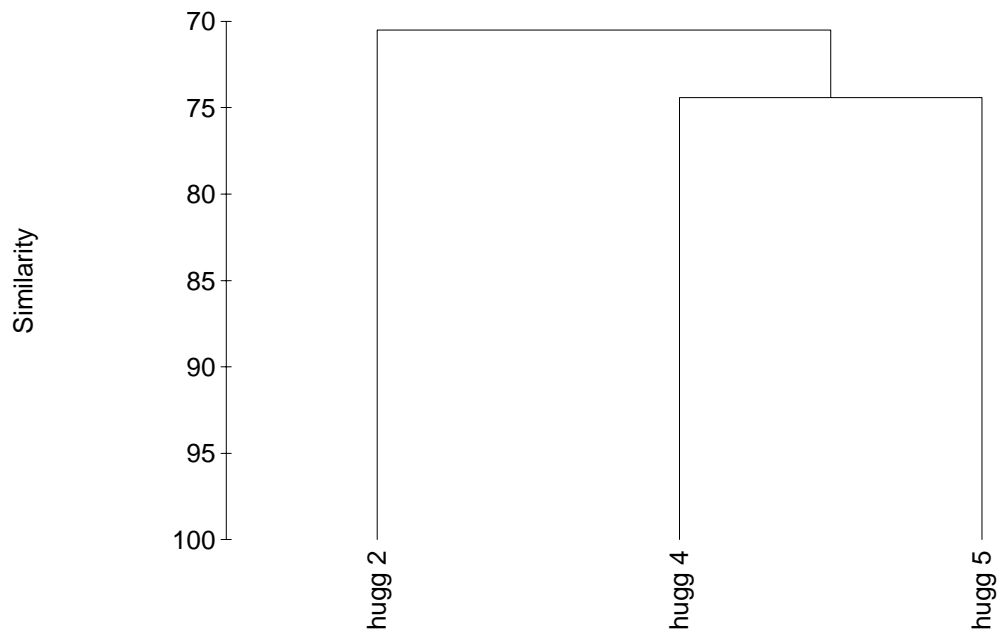
	Hugg nr.	Antall Individer	Antall Arter	Diversitet H'	Jevnhet J	H'-max	SFT tilstandsklasse
Kongsmobassenget	2	533	34	3,05	0,60	5,09	II
25.10.2007	4	490	41	3,66	0,68	5,36	II
	5	532	38	3,03	0,58	5,25	II
	sum	1555	56	3,37	0,58	5,81	II

Tabell 3.5. De mest tallrike artene som ble identifisert I Kongsmobassenget.

Kongsmobassenget	126 m	0,3 m ²	
Art	Antall	Prosent	% kum
<i>Myriochele oculata</i>	670	43,09	43,09
<i>Maldane sarsi</i>	150	9,65	52,73
<i>Aphelochaeta</i> sp.	129	8,30	61,03
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	126	8,10	69,13
<i>Owenia borealis</i>	71	4,57	73,70
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	58	3,73	77,43
<i>Thyasira equalis</i>	42	2,70	80,13
<i>Thyasira pygmaea</i>	29	1,86	81,99
<i>Heteromastus filiformis</i>	27	1,74	83,73
<i>Terebellides stroemi</i>	24	1,54	85,27



Figur 3.4. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Kongsmobassenget.



Figur 3.5 Clusteranalyse fra de tre huggene i Kongsmobassenget.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på en stasjon i sjøen i det innerste bassenget, Kongsmobassenget, i Foldafjorden, Nærøy kommune. Undersøkelsen er utført på oppdrag for Fylkesmannen i Nord-Trøndelag som et ledd i arbeidet med EU's vnnrammedirektiv. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 25. oktober 2007.

Det er ikke kjent at det tidligere har blitt gjort biologiske undersøkelser i dette området. I 2003 ble det tatt sedimentprøver for analyse av miljøgifter. Sedimentet var da markert forurenset (tilstandsklasse III) av kadmium, Cd og moderat forurenset (tilstandsklasse II) av bly, Pb. Dette skyldes at her tidligere var utskipingshavn for kobberkis. Disse prøvene ble tatt på 70m dyp 4,5km lengre inn i samme basseng. Bassenget har et produktivt rekefelt.

Ved undersøkelsen i 2007 var innholdet av sink og kobber i dypbassenget (126m) lave og i tilstandsklasse I (Meget god). Både TOC og Nitrogen-Kjeldal var lave, mens verdiene for fosfor var høye.

De hydrografiske undersøkelsene viser at det er gode oksygenforhold på bunnen. En konsentrasjon på 4,27 mlO₂/l gir SFT's tilstandsklasse II (god). Dette er meget tilfredsstillende resultater med tanke på at dette er en treskelfjord med flere grunne treskler.

En høy andel børstemark og de geometriske klassene viste en svak miljøpåvirkning. Diversiteten fikk tilstand II (god) etter SFT's tilstandsklasser. Det finns flere eksempler på at upåvirkede kyst- og fjordområder har tilstandsklasse II, og dette må derfor karakteriseres som naturlig.

5 TAKK

Vi takker Reinert Torsvik på båten til oppdrettsanlegget for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok O.K. Sandnes og M.P. Salmer. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av A. Amin, T.M. Ensrud og Ø. Reinshol. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen.

6 LITTERATUR

- 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. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

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.

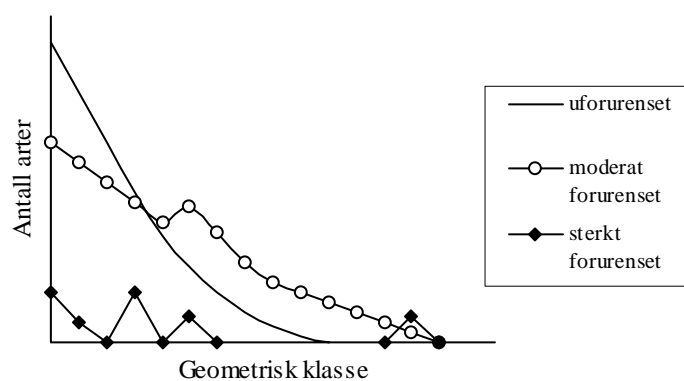
Geometriske klasser

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. Ut fra 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 & Thélín 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene 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.: 800910

Prøvetaksingssted (område): Kongsmobassenget, Indre Foldafjord

Dato for prøvetaking: 25. oktober 2007

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 2 sider.

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

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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Kongsmobassenget 25.10.2007	2	4	5
Anthozoa			
Edwardsia sp.	1	1	
* Nemertini indet.	2		1
Polychaeta			
Panthalis oerstedii		1	
Paramphinome jeffreysii	16	31	10/1
Polynoidae indet.	1	2	1
Pholoe baltica			1
Chaetoparia nilssoni		1	
Phyllodoce rosea			1
Gyptis rosea		1	1
Exogone sp.	1	1	
Ceratocephale loveni	1/1	4	2
Nephtys ciliata	2/6	2	0/1
Sphaerodoridae indet.	3		
Glycera lapidum		1	
Lumbrineridae indet.	11	3	4
Prionospio cirrifera	1		
Spiophanes kroeyeri	51/1	41/3	30
Apistobranchnus tullbergi			2
Aricidea suecia		1	
Paraonis sp.	2		
Aphelochaeta sp.	52	56	21
Chaetozone sp.	7	1	11
Heteromastus filiformis	7	12	8
Euclymene droebachiensis	2	1	2
Euclymene sp.	1		1
Praxillella gracilis		2	2/1
Praxillella affinis	1	1	1
Maldane sarsi	37/4	77/2	24/6
Myriochele heeri		1	
Myriochele oculata	250	135	285
Owenia borealis	9/14	8/13	3/24
Sabellides octocirrata			2
Anobothrus gracilis		1	
Mugga wahrbergi	2		
Melinna cristata	1	4	10
Artacama proboscidea	2		
Pista cristata		3	
Lanassa venusta			2
Laphania boeckii	5	5	13
Terebellides stroemi	4	7/2	11
Sabellidae indet.	1	1	
Sipuncula indet.	1		
Phascolion strombus	0/2		0/1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Kongsmobassenget 25.10.2007	2	4	5
Crustacea			
* Calanus finmarchicus	14	20	11
* Leucon nasica		1	
* Campylaspis costata		1	
* Eudorella emarginata		1	1
* Diastylis tumida	1	1	
* Gnathia sp.		0/1	
* Eurycope cornuta	1		
Mollusca			
Caudofoveata indet.			2
Taranis moerchi		1	
Diaphana minuta		0/1	0/1
Yoldiella lucida	1/1	4/2	2/3
Yoldiella nana	4	1	3/3
Yoldiella propinqua		2/1	0/1
Bathyarca pectunculoides		6/3	1/1
Thyasira equalis	5/3	10/13	7/4
Thyasira pygmaea	13	7	9
Abra nitida	1/3	0/9	0/8
Kelliella abyssicola	2		1
Cuspidaria obesa		3	2/1
Echinodermata			
Ophiura affinis		1	1
Pogonophora			
* Siboglinum ekmani	+	+	++
Enteropneusta indet.		1	
* Chaetognatha indet.		3	

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Lab.nr.	NOV038373-07
Kundenr.	8183600-1191965
Prøvtype	Sedimentprøve
Oppdragets merking	Stedkode: 611101, prosjekt 800910, ref 22/07
	Tatt ut 22.11.2007
	Prøvemottak 23.11.2007
	Analyserapport klar 21.12.2007
Merket	Kongsmobassenget 1

Parameter	Resultat	Enhet	Måleu.	Ref/Metode baser	Lab
* Nitrogen- Kjeldahl	<2.0	g/kg TS	± 10 %	NS-EN 13654-1 m	○
Fosfor, P	16	g/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Sink, Zn	39	mg/kg TS	± 15 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Kobber, Cu	13	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Tørrestoff	50.6	%	± 15 %	NS 4764-1	○
Totalt Organisk Karbon	1.4	g/100g	± 15 %	AJ 31	Analycen Ås


Grethe Arnestad
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

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 Postboks 33, 1851 Mysen, Norge Tlf.: +47 69 89 53 50

AnalyCen Ecotox, Norge

E Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo, Norge Tlf.: +47 23 23 48 50

Lantmännen Analycen AB, Sverige – www.analycen.se

G Box 11404, 404 29 Göteborg, Sverige Tlf.: +46 31 61 37 40

K Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige Tlf.: +46 44 28 11 00

L Box 905, 531 19 Lidköping, Sverige Tlf.: +46 51 08 87 00

R Box 1743, 701 17 Örebro, Sverige Tlf.: +46 19 605 17 52

S Box 381 55, 100 64 Stockholm, Sverige Tlf.: +46 8 556 083 00

U Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige Tlf.: +46 18 68 10 80

Lantmännen Analycen A/S, Danmark – www.analycen.dk

F Vesterballevej 4., 7000 Fredericia, Danmark Tlf.: +45 75 94 50 30

Lantmännen Analycen OY, Finland – www.analycen.fi

T Hatunpääkatu, 33900 Tampere, Finland Tlf.: +358 3 3147 3201

AnalyCen Polska Sp.2.0.0, Polen

W ul. Potocka 4, 01 - 652 Warszawa Tlf.: +48 600 038 944

Målesikkerhet

Utvidet relativ målesikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet

(95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.

For flere av analysene varierer målesikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og målesikkerhet 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 og sertifisert av SEMKO.

Virksomheten ved laboratoriene oppfylder kravene i

NS-EN ISO 17025, NS-EN ISO 9001 og NS-EN ISO 14001

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