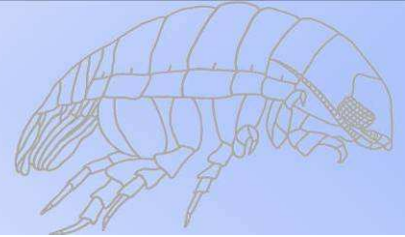


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 2-2010

Marin miljøundersøkelse i Fillfjorden, 2009

Anders Waldemar Olsen

Mads Kristiansen



Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



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

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

		SAM-marin Seksjon for anvendt miljøforskning	
Uni Research - 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: 16.3.2010
Marin Miljøundersøkelse i Fillfjorden, 2009	Antall sider og bilag: 38 sider med vedlegg
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Mads Kristiansen, Anders Waldemar Olsen, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen	Anders Waldemar Olsen
	Prosjektnummer: 71-8-9C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Marine Harvest ASA, region Midt	Åpen

Abstract: On assignment from Marine Harvest ASA, Aqua Kompetanse AS has conducted an environmental investigation on three stations in Fillfjorden, close to the fish farm Kåholmen. The purpose of this monitoring is to describe the environmental state of the Fillfjord 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). The content of TOC was moderate at stations Kåholmen 1 and 3 (class II) and high at station Kåholmen 2 (class IV). The fauna experiment investigations shows that there were no negative environmental impact on the stations investigated. In total the results show that the investigated basin of the Fillfjord may to some extent be slightly influenced by aquaculture. Still, all the stations showed very good environmental conditions.

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

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 2-2010

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:		<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	8.3.2010	<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	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjon.....	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 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	29
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	34

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest AS har Aqua Kompetanse gjennomført en resipientundersøkelse ved tre ulike stasjoner i Fillfjorden, Hitra kommune, Sør-Trøndelag. Stasjonene ble tatt i området rundt oppdrettsanlegget Kåholmen, eid av Marine Harvest. Stasjonene har ikke tidligere vært undersøkt med gjeldende metodikk. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert seks bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 17.08.09. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-Marin 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).

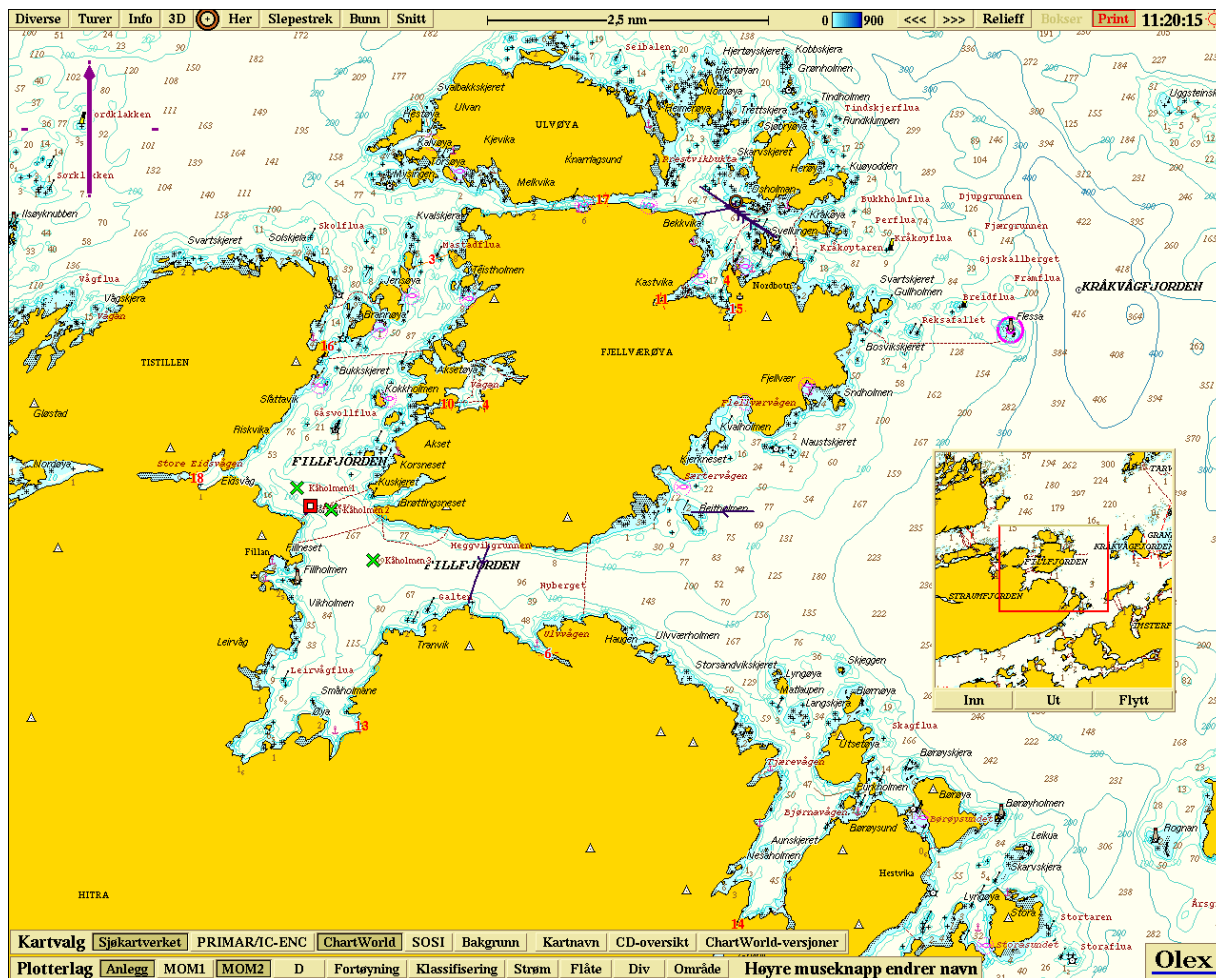
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

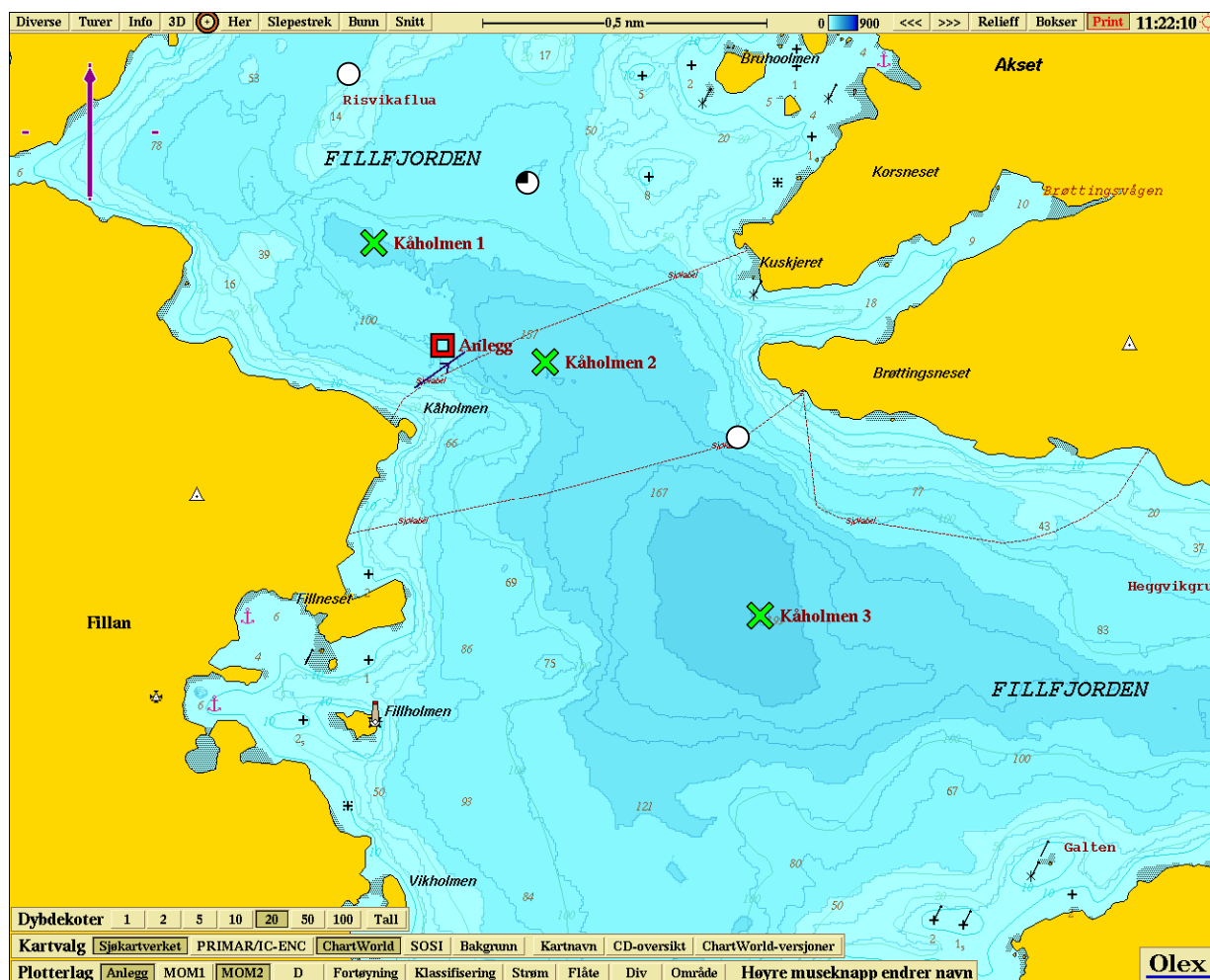
Fillfjorden ligger mellom Hitra og Fjellværøya i Hitra kommune i Sør-Trøndelag (Figur 2.1). Fillfjorden har en terskel ved utløpet til Kråkvågfjorden på ca. 140 meter, og med dypeste punkt i undersøkellesområdet på omtrent 200 meter. Tre stasjoner i overgangs – og fjernsonen til anlegget ble valgt for miljøundersøkelsen. Første stasjon, Kåholmen 1, ble foretatt på 121 meters dyp 470 meter nordvest for anlegget, mens andre stasjon, Kåholmen 2, ble foretatt på 159 meters dyp 400 meter øst for anlegget. Den tredje stasjonen, Kåholmen 3, ble tatt på 201 meters dyp 1400 meter sørøst for anlegget (Figur 2.2).

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Marine Harvest den 17.08.09. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til geologiske og kjemiske analyser fra tre stasjoner. Det ble også tatt hydrografiske prøver. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart over fjordsystem med anlegg (rød firkant) og prøvestasjoner (grønne kryss) avmerket. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene 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.

2.2.1 Hydrografi

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

2.2.2 Sediment

Det ble tatt 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. 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 ($105^{\circ} C$ i ca. 20 timer) og brenning ($550^{\circ} C$ 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.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 3. september 2009. 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
Kåholmen 1	63 ⁰ 37.232N 08 ⁰ 59.341Ø	121	1	14,0	Skjellsand og silt. Noe lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Kåholmen 1	63 ⁰ 37.232N 08 ⁰ 59.341Ø	121	2	10,6	Skjellsand og silt. Noe lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Kåholmen 1	63 ⁰ 37.232N 08 ⁰ 59.341Ø	121	3	11,7	Skjellsand og silt. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: slimål. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,06 og Eh=-45
Kåholmen 2	63 ⁰ 37.025N 09 ⁰ 00.022Ø	159	1	14,0	Leire og silt. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Kåholmen 2	63 ⁰ 37.025N 09 ⁰ 00.022Ø	159	2	15,1	Silt. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Kåholmen 2	63 ⁰ 37.025N 09 ⁰ 00.022Ø	159	3	17,0	Silt. Gråbrun farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,26 og Eh=-30
Kåholmen 3	63 ⁰ 36.580N 09 ⁰ 00. 869Ø	201	1	14,0	Silt og skjellsand. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 2 glass.
Kåholmen 3	63 ⁰ 36.580N 09 ⁰ 00. 869Ø	201	2	12,9	Silt og skjellsand. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 2 glass.
Kåholmen 3	63 ⁰ 36.580N 09 ⁰ 00. 869Ø	201	3	14,0	Silt. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: børstemark og slangestjerne. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,22 og Eh=40

2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av bly (Pb), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecator AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (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 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 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 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. Prøvene ble samlet inn av Aqua Kompetanse AS, og sendt til UNI-Miljø/SAM-Marin sitt laboratorium i Bergen for videre opparbeiding. 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.

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	150-360	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.

2.3 Produksjon

Lokaliteten har en maksimalt tillat biomasse (MTB) på 4680 tonn. Det innebærer en produksjon på rundt 5000 tonn per utsett. Fôrforbruk vil være rundt 5500 tonn per utsett. Anleggets produksjon de siste årene er ukjent.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Det ble målt hydrografi på alle tre stasjonene. På stasjon 1 var temperaturen $13,8^{\circ}\text{C}$ i overflata. Fra overflata og ned til ca 60 meter sank temperaturen gradvis ned til $10,6^{\circ}\text{C}$. Derfra og ned til ca 80 meter sank temperaturen noe raskere. Fra 80 meter og ned sank temperaturen fra $8,6^{\circ}\text{C}$ til $7,9^{\circ}\text{C}$ (Figur 3.1). Saliniteten var 33 ‰ i overflata med gradvis økning til 35 ‰ i bunnvannet (Figur 3.1).

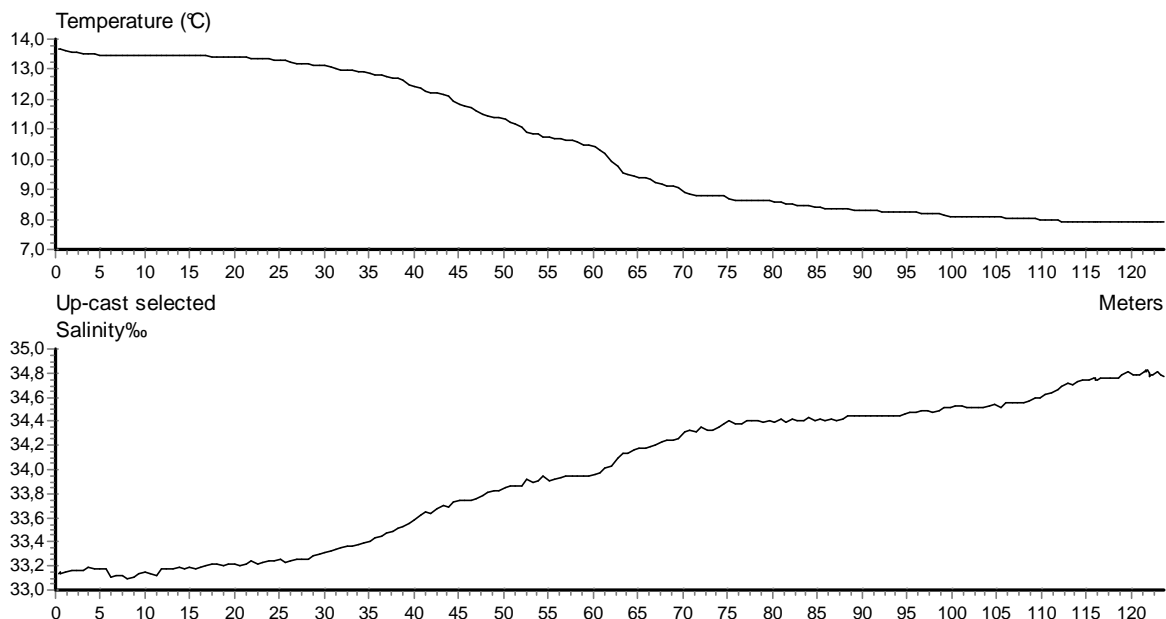
Oksygenivået (Figur 3.2) i overflaten på stasjon 1 var $7,32\text{ mg/l}$ med en metning på 86,8 %. Mellom 10 og 12 meters observerer vi et lite hopp i oksygenmengde og metning. På 12 meters dyp hadde vannet en oksygenmetning på 93,9 %, og en mengde på $7,95\text{ mg/l}$. Ned til 40 meter var oksygeninnholdet stabilt, før det deretter falt gradvis ned til $7,01\text{ mg/l}$ og en metning på 74,0 % ved bunnen. Omregnet til ml/l gir dette oksygenverdier av bunnvannet på $4,94\text{ ml/l}$. Dette gir SFT's tilstand I for bunnvannet.

På stasjon 2 var temperaturen i overflata $14,2^{\circ}\text{C}$. Fra overflata og ned til ca 60 meter sank temperaturen gradvis ned til $10,2^{\circ}\text{C}$. Fra 60 meter og ned til omtrent 110 meter sank temperaturen noe saktere, og var ca $7,9^{\circ}\text{C}$ på 110 meters dyp. Derfra og ned var temperaturen stabil. (Figur 3.3). Saliniteten var 33 ‰ i overflata med gradvis økning til 35 ‰ i bunnvannet (Figur 3.3).

Oksygenivået (Figur 3.4) i overflata på stasjon 2 var $8,30\text{ mg/l}$ med en metning på 99,5 %. Oksygenivået falt raskt de første 10 meterne ned til $7,89\text{ mg/l}$ og en metning på 93,4 %. Ned mot 39 meter økte både innhold og metning noe ($8,07\text{ mg/l}$ og 93,75 %). Fra 39 meter og ned mot bunnen sank oksygenverdiene gradvis ned til $6,52\text{ mg/l}$ med en metning på 68,93 %. Omregnet til ml/l gir dette et bunnvann med $4,59\text{ ml/l}$ oksygen. Disse verdiene gir SFT's tilstand I for bunnvannet.

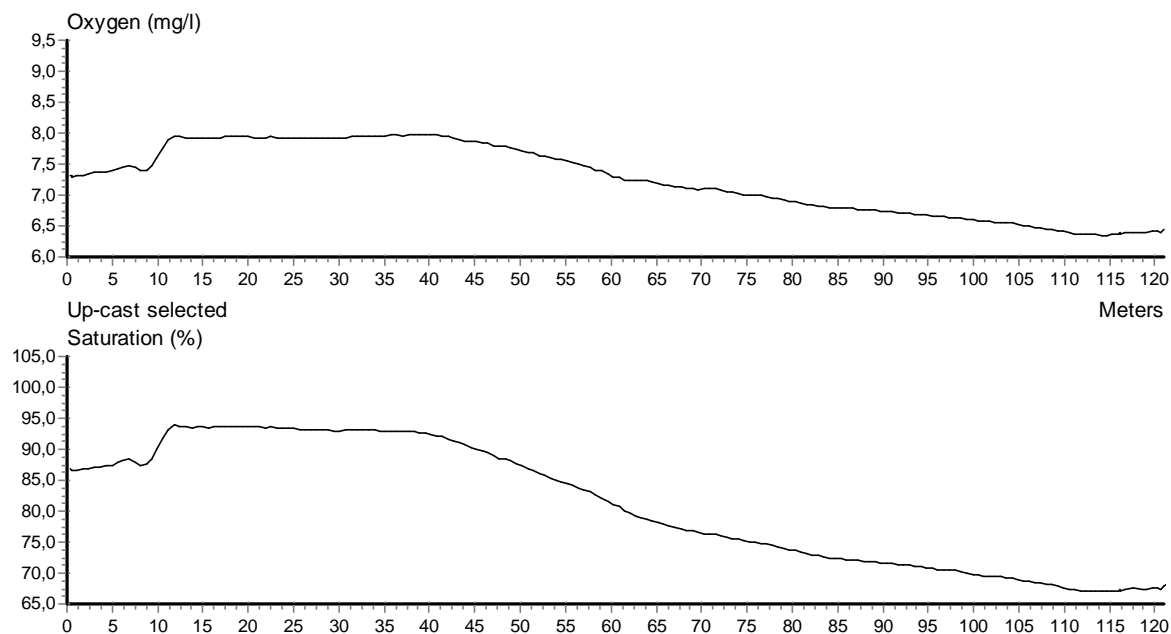
På stasjon 3 var temperaturen i overflata $14,6^{\circ}\text{C}$. Fra 25 meter og ned til 60 meter sank temperaturen gradvis ned til 10°C . Bunnvannet hadde en temperatur på $7,9^{\circ}\text{C}$ (Figur 3.5). Saliniteten var 32 ‰ i overflata med gradvis økning til 35 ‰ i bunnvannet (Figur 3.5). Det ble ikke målt oksygen på stasjon Kåholmen 3.

File name: Kåholmen. August 09.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:54:43 - 17.Aug-09 (No. 532) To: 17:01:57 - 17.Aug-09 (No: 749)



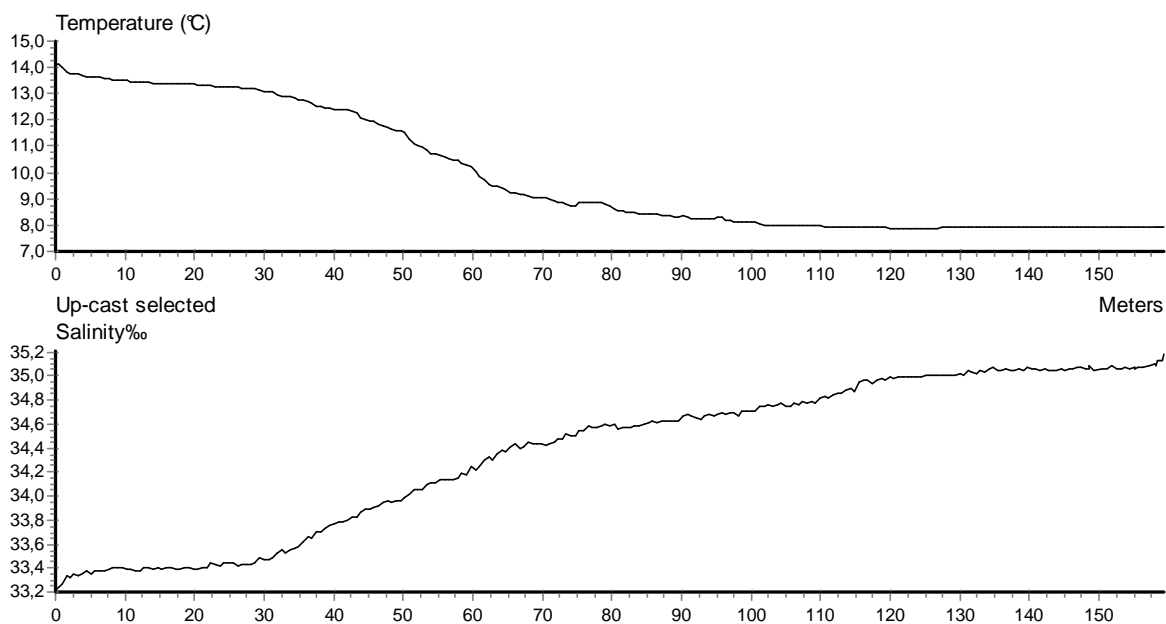
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 121 meters dyp på stasjon Kåholmen 1 den 17. august 2009.

File name: Kåholmen. August 09.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 16:52:35 - 17.Aug-09 (No. 468) To: 17:01:57 - 17.Aug-09 (No: 749)



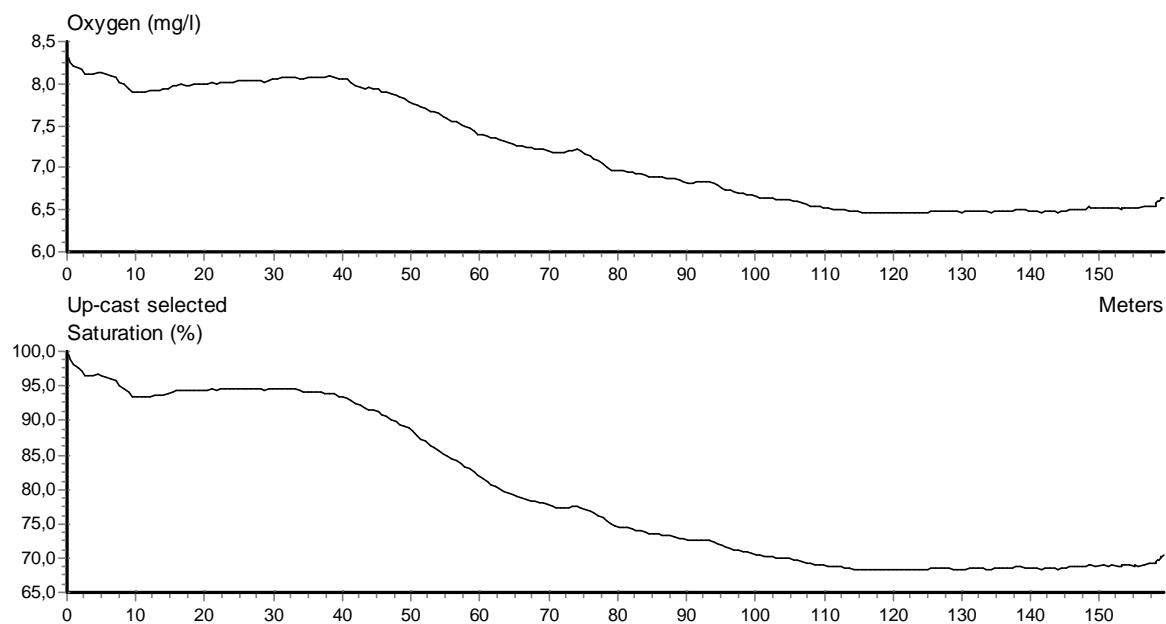
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 121 meters dyp på stasjon Kåholmen 1 den 17. august 2009.

File name: Kåholmen. August 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 18:28:26 - 17.Aug-09 (No. 956) To: 18:37:30 - 17.Aug-09 (No: 1228)



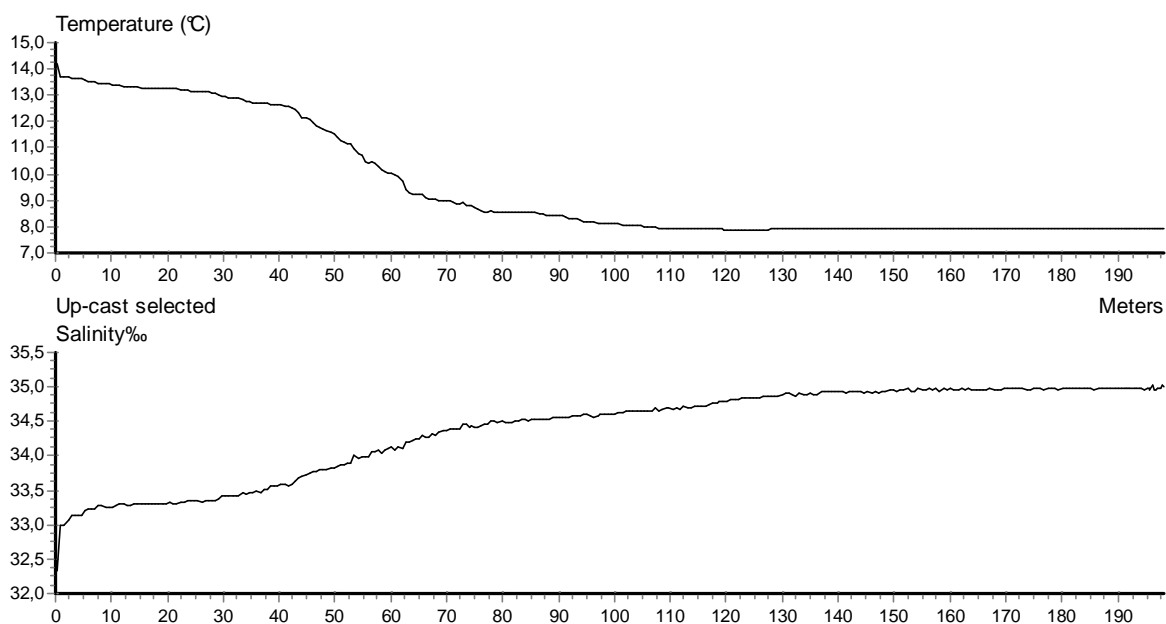
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 159 meters dyp på stasjon Kåholmen 2 den 17. august 2009.

File name: Kåholmen. August 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 18:28:26 - 17.Aug-09 (No. 956) To: 18:37:30 - 17.Aug-09 (No: 1228)



Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 159 meters dyp på stasjon Kåholmen 2 den 17. august 2009.

File name: Kåholmen. August 09.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 20:18:28 - 17.Aug-09 (No. 1447) To: 20:29:52 - 17.Aug-09 (No: 1789)



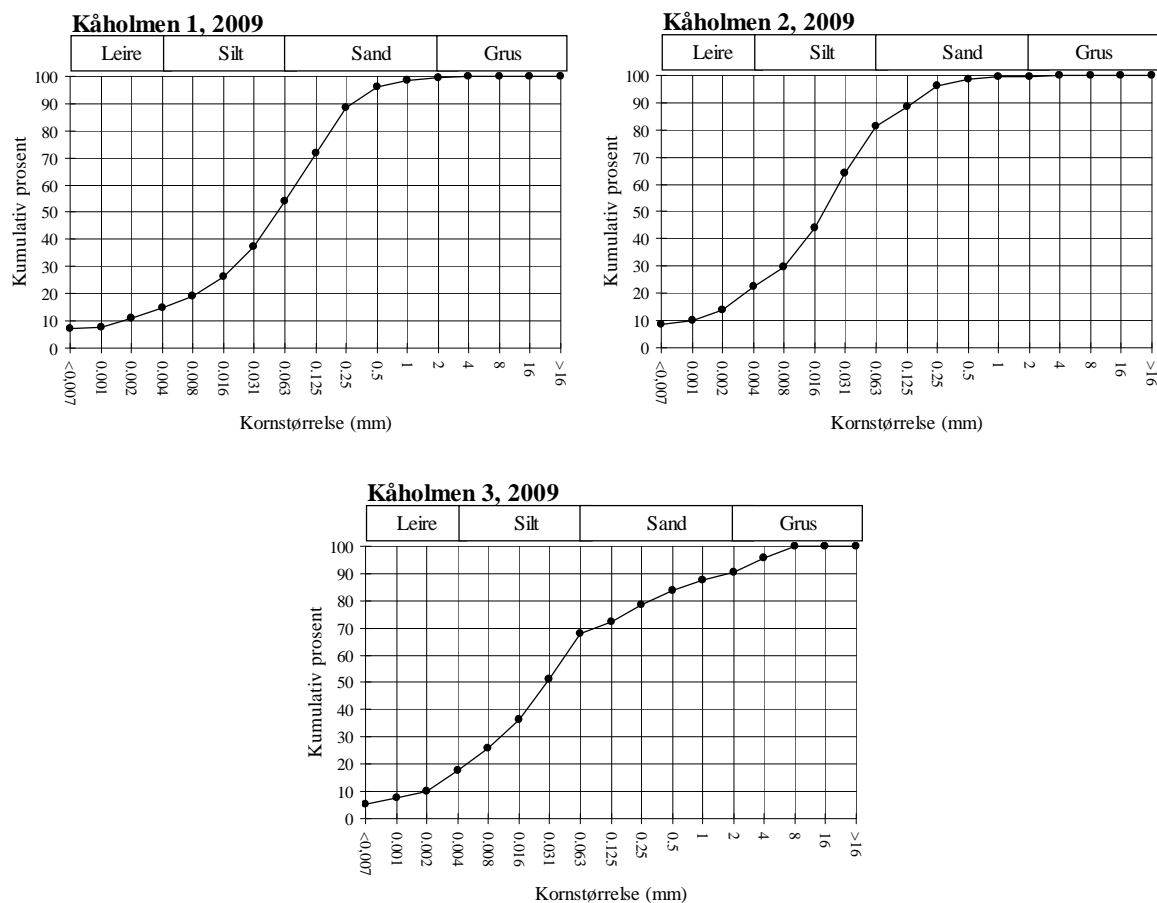
Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 200 meters dyp på stasjon Kåholmen 3 den 17. august 2009.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.6 og Tabell 3.1. Sedimentet fra Kåholmen 1 hadde et organisk innhold på (% glødetap) på 6,71. Andelen i leire- og siltfraksjonen var totalt 54 %. 45 % var sand, og 1 % var grus.

Sedimentprøven fra Kåholmen 2 hadde et organisk innhold på 11,04 %. Andelen i leire- og siltfraksjonen var totalt 81 %. 19 % av innholdet var sand.

Sedimentet fra Kåholmen 3 hadde et organisk innhold på 8,38 %. Andelen i leire- og siltfraksjonen var 68 %. 23 % av sedimentet bestod av sand, og 10 % av grus.



Figur 3.6. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Kåholmen i 2009.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Kåholmen, 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kåholmen 1	121	6,71	15	39	54	45	1
Kåholmen 2	159	11,04	22	59	81	19	0
Kåholmen 3	201	8,38	18	50	68	23	10

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet fra de tre stasjonene i Fillfjorden, er vist i tabell 3.2. samt i Vedleggstabell 2.

Sedimentet fra Kåholmen 1 inneholdt 26, 3 mg TOC, noe som gir tilstandsklasse II etter SFT's klassifisering. Mengdene av sink og kobber var begge innenfor tilstandsklasse I.

Mengden TOC i sedimentet fra Kåholmen 2 var 39,4 mg, noe som tilsvarer tilstandsklasse IV. Mengdene sink og kobber var innenfor tilstandsklasse I.

Sedimentet fra Kåholmen 3 inneholdt 26,8 mg TOC, som tilsvarer tilstandsklasse II. Heller ikke på denne stasjonen var det en registrert økning av mengdene av kobber og sink ut over det normale. Begge disse lå innenfor tilstandsklasse I.

I beregningene TOC er de målte verdiene normalisert for teoretisk 100 % finfraksjon etter følgende formel: $normalisert\ TOC = målt\ TOC + 18 \times (1-F)$, der F er finfraksjon (silt + leire). Formelen er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs, og dette må en ha i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure m.fl. 1993).

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Kåholmen i 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/kg)	Normalisert 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) (%)
Kåholmen 1	18	26,3	II	0,96	2,0	44	I	8,4	I	48,9
Kåholmen 2	36	39,4	IV	1,20	4,6	63	I	16,0	I	43,5
Kåholmen 3	21	26,8	II	0,59	2,6	48	I	13,0	I	38,7

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.7-3.9 og Vedleggstabell 1.

Kåholmen 1 ligger på 121 m dyp, med en bunn blandet av leire (15 %), silt (39 %) og sand (45 %). Det ble funnet 2289 individer fordelt på 85 arter på 0,2 m², noe som gir en diversitetsindeks på 4,25 (H') og en jevnhet på 0,66 (J). De vanligst forekommende artene ved Kåholmen 1 var børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (13,1 %), *Myriochele oculata* (12,9 %) og *Polydora* sp. (12,2 %) Fordelingen av de geometriske klassene, de høye arts- og individtallene, samt SFTs tilstandsklasse (tilstandsklasse I), peker alle mot meget gode bunnforhold.

Kåholmen 2, med 159 m dyp, lå nærmest anlegget. Her fantes det mest leire og silt (til sammen 81 %), med noe sand (19 %). Det ble funnet 4565 individer fordelt på 89 arter på 0,2 m², som er det høyeste arts- og individtallet ved Kåholmen. Dette gir en diversitetsindeks på 3,53 (H') og en jevnhet på 0,55 (J). Børstemarkfamilien *Polydora* sp. (35 %) dominerte ved stasjonen, med 1600 individer og 40 % av de ti mest tallrike artene. Dette er en art som kan indikere forstyrrede bunnforhold, noe som også antydes i den geometriske fordelingen. Likevel tyder artsantallet, diversiteten og MOM-tilstanden (miljøtilstand 1), på at bunnforholdene fortsatt er meget gode.

Kåholmen 3 er den dypeste (201 m) og mest distante stasjonen. Her var bunnen dominert av silt (50 %), med noe leire (18 %) og sand (23 %). Det ble funnet 933 individer på 0,2 m², fordelt på 59 arter, som gir en diversitetsindeks på 4,44 (H') og en jevnhet på 0,75 (J). Som ved Kåholmen 1 var de to børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (6,9 %) og *Myriochele oculata* (5,9 %) mest vanlige. SFTs tilstandsklasse (TK 1) viser at bunnforholdene er meget gode.

Det ble ikke påvist forurensning av metaller ved noen av stasjonene. Ved de to grunneste stasjonene, Kåholmen 1 og 2, ble det oppdaget høye arts- og individtall, mens antallene ved Kåholmen 3, som lå lengst fra anlegget, var som forventet i forhold til dette dypet.

Konklusjon

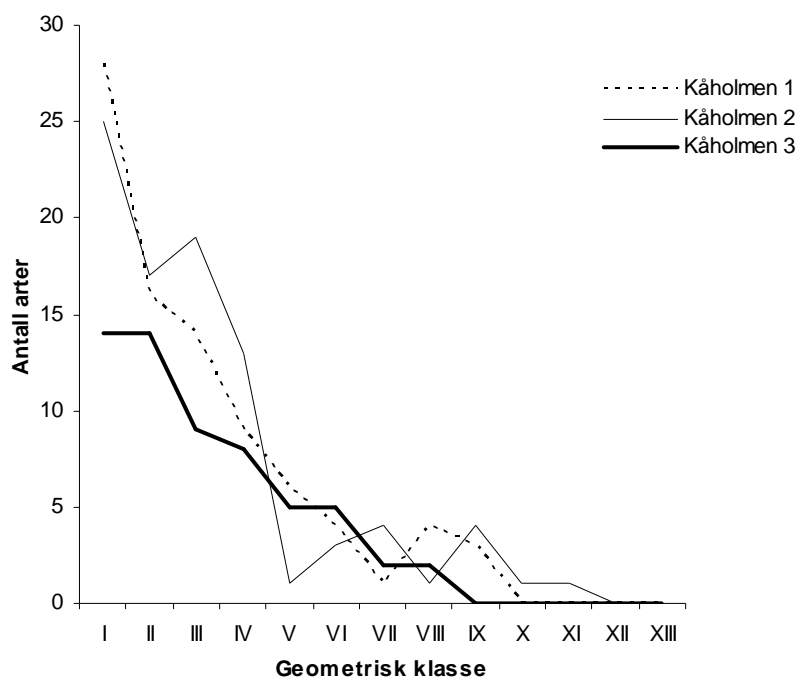
Det var enkelte indikasjoner på en svak organisk stimulans på stasjonene i området, men det ser ut til at den organiske tilførselen så langt kun har en positiv stimulans på bunnfaunaen ved Kåholmen.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Kåholmen i 2009. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet		SFT's TK	MOM-miljøtilstand
				(H')	Jevnhet (J)		
Kåholmen 1	1	1548	75	4.21	0.68	6.23	
	2	741	57	4.16	0.71	5.83	
	Sum	2289	85	4.25	0.66	6.41	I
Kåholmen 2	1	2605	70	3.35	0.55	6.13	
	2	1960	70	3.70	0.60	6.13	
	Sum	4565	89	3.53	0.55	6.48	-
Kåholmen 3	1	445	49	4.45	0.79	5.61	
	2	488	46	4.20	0.76	5.52	
	Sum	933	59	4.44	0.75	5.88	I

Tabell 3.4. Geometriske klasser ved Kåholmen i 2009.

Geometrisk klasse	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 3
I	28	25	14
II	16	17	14
III	14	19	9
IV	9	13	8
V	6	1	5
VI	4	3	5
VII	1	4	2
VIII	4	1	2
IX	3	4	0
X	0	1	0
XI	0	1	0

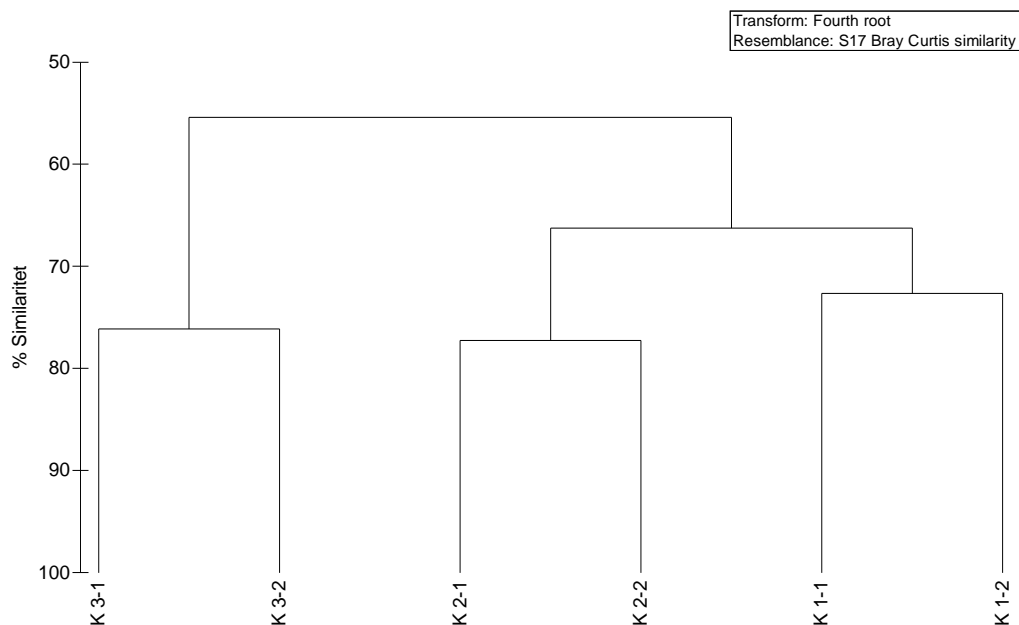


Figur 3.7. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Kåholmen.

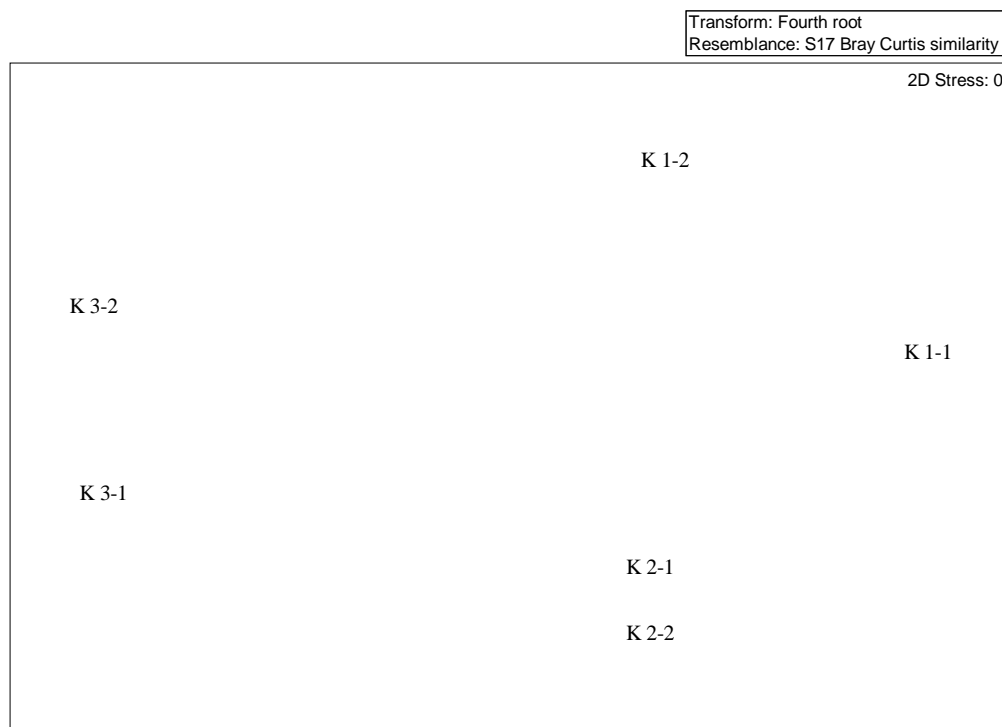
Tabell 3.5. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved Kåholmen i august 2009.

Kåholmen 1	17.08.2009 0.2m ²			Kåholmen 2	17.08.2009 0.2m ²		
Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	300	13,1	13,1	<i>Polydora</i> sp.	1600	35,0	35,0
<i>Myriochele oculata</i>	296	12,9	26,0	<i>Myriochele oculata</i>	554	12,1	47,2
<i>Polydora</i> sp.	279	12,2	38,2	<i>Chaetozone</i> sp.	402	8,8	56,0
<i>Abra nitida</i>	226	9,9	48,1	<i>Thyasira sarsii</i>	377	8,3	64,2
<i>Chaetozone</i> sp.	215	9,4	57,5	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	359	7,9	72,1
<i>Thyasira sarsii</i>	210	9,2	66,7	<i>Diplocirrus glaucus</i>	286	6,3	78,4
<i>Diplocirrus glaucus</i>	145	6,3	73,0	<i>Abra nitida</i>	190	4,2	82,5
<i>Pholoe baltica</i>	64	2,8	75,8	<i>Notomastus latericeus</i>	94	2,1	84,6
<i>Aphelochaeta</i> sp.	44	1,9	77,7	<i>Owenia borealis</i>	86	1,9	86,5
<i>Labidoplax buskii</i>	40	1,7	79,5	<i>Pholoe baltica</i>	83	1,8	88,3

Kåholmen 3	17.08.2009 0.2m ²		
Arter	Antall	Prosent	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	157	6,9	6,9
<i>Myriochele oculata</i>	134	5,9	12,7
<i>Thyasira equalis</i>	87	3,8	16,5
<i>Polydora</i> sp.	66	2,9	19,4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	49	2,1	21,5
<i>Scalibregma inflatum</i>	46	2,0	23,5
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	42	1,8	25,4
<i>Abra nitida</i>	41	1,8	27,2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	32	1,4	28,6
<i>Drilonereis filum</i>	21	0,9	29,5



Figur 3.8 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Kåholmen, tatt 17. august 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. Med K 3-2 menes Kåholmen stasjon 3, andre hugg.



Figur 3.9. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Kåholmen, tatt 17. august 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 K 1-2, menes Kåholmen 1, andre hugg.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på tre stasjoner i Fillfjorden i Hitra kommune. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra oppdrettsselskapet Marine Harvest ASA. Formålet med undersøkelsen har vært å beskrive og vurdere miljøtilstanden i området rundt oppdrettsanlegget Kåholmen basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser fra totalt tre stasjoner. Feltarbeidet ble utført den 3. september 2009. På alle tre stasjonene ble det tatt bunnprøver etter MOMC-metodikken (NS 9423), samt registrert hydrografi. Det ble også gjennomført kornfordelingsanalyser. Det er ikke tidligere gjennomført denne type undersøkelser i området.

Kornfordelingsanalysen viste stor variasjon mellom stasjonene. Kåholmen 1 hadde et innhold av silt og leire på 54 %. Andelen sand var 45 % og 1 % av sedimentet bestod av grus. Mengden TOC tilsvarte tilstandsklasse II (god) i følge SFT's klassifisering. Kåholmen 2 hadde en silt- og leirandel på 81 %. 19 % av sedimentet bestod av sand. Mengden TOC gav sedimentet tilstandsklasse IV (dårlig). For Kåholmen 3 var andelen silt og leire 68 %. Andelen sand var 23 % og andelen grus var 10 %. Mengden TOC tilsvarte tilstandsklasse II.

Stasjonene 1 og 2 hadde godt med oksygen helt ned til bunnen, og bunnvannet lå innenfor tilstandsklasse I når det gjaldt oksygeninnhold på begge disse to. Det ble målt med CTD også på stasjon 3, men pga en metodefeil, ble ikke oksygen registrert.

Bunndyrsanalysene viser at stasjon 1 hadde en diversitet lik 4,25, noe som gir tilstandsklasse I etter SFT's klassifisering. Stasjon 2, den som ligger nærmest oppdrettsanlegget, blir klassifisert etter MOM-standarden, og får da en MOM tilstand lik 1. Skulle man vurdert denne også etter SFT's klassifisering, hadde den fått tilstandsklasse II på bunndyr, da diversiteten var så høy som 3,53. Stasjon 3 hadde en diversitet lik 4,44, og fikk således også tilstandsklasse I. Funn av *Polydora* sp. samt et høyt antall arter på stasjon 1 og 2, gir indikasjoner på en svak organisk stimulans på stasjonene i området, men det ser ut til at den organiske tilførselen så langt kun har en positiv stimulans på bunnfaunaen ved Kåholmen.

Bunndyrsfunnet kan dermed ikke sies å være negativt påvirket av oppdrettsvirksomheten i området. Jevnt over har stasjonene en meget god tilstand for både bunndyr, sink, kobber og oksygen. For TOC er det noe dårligere tilstand, spesielt på stasjon 2. Dette kan enten skyldes

oppdrettsvirksomheten i området, eller naturgitte forhold på stedet. Det må presiseres at metoden for å regne ut normalisert TOC er beregnet på sediment liggende på lokaliteter utaskjærs. Det kan derfor tenkes at høye TOC-verdier ikke er en indikasjon på en unaturlig påvirkning.

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene (I=Meget god, II=God, III=Mindre god, IV = dårlig, V=Meget dårlig).

Stasjon	Dyp	Tilstand bunndyr	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand TOC
Kåholmen 1	121	I	I	I	II
Kåholmen 2	159	1 (MOM)	I	I	IV
Kåholmen 3	201	I	I	I	II

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på firmaets båt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen og Mads Kristiansen.

Sedimentanalysene ble utført av B.T. Kildahl ved AnalyCen i Moss. 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.
- 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.
- 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. 2008. 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.

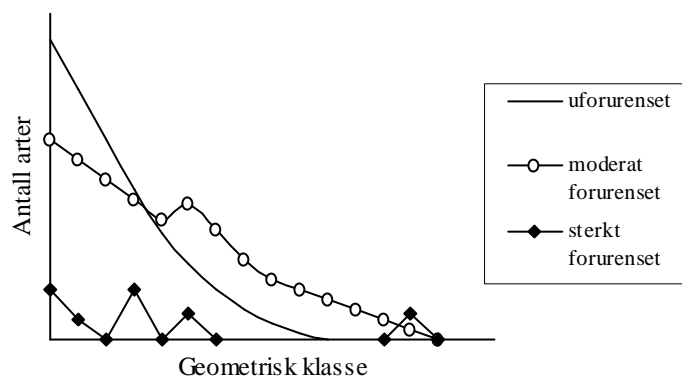
Geometriske klasser

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 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:

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

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 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 arts mangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse				
	I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "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): Kåholmen i Fillfjorden
Dato for prøvetaking: 17. august 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 Kåholmen 2009	Kåholmen 1 17.08.2009	Kåholmen 1 17.08.2009	Kåholmen 2 17.08.2009	Kåholmen 2 17.08.2009	Kåholmen 3 17.08.2009	Kåholmen 3 17.08.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.			+	+		
CNIDARIA						
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.	+		+			
* ANTHOZOA						
Virgularia mirabilis	0/1		2/1	3/2		
Pennatula phosphorea	0/1	1				
Cerianthus lloydii	1	1				
Actinaria indet.					1	
Athenaria indet.				1		
Edwardsia sp.	2					
Paraedwardsia sp.			1			
* PLATYHELMINTES indet.						
* NEMERTINI indet.	20	6	77	60	30	24
* NEMATODA indet.	11	12	10	12	49	29
Priapulid caudatus		1	1	1		
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii	215	85	204	155	91	66
Polynoidae indet.	3	4			2	2
Pholoe baltica	45	19	24/16	29/14	12	3
Pholoe pallida			3	1	3	5
Phyllodocidae indet.				1		
Phyllococe groenlandica	7	1/1	2			
Sige fusigera					1	
Eteone longa	3	1	2			1
* Tomopteris sp.			1			1
Nereimyra punctata				1		
Ophiodromus flexuosus	1					
Syllidae indet.	10	12	4	11	1	2
Exogone sp.			4	1		
Ceratocephale loveni	1			1		
Nephtys ciliata		1			0/1	1
Goniada maculata	1/1	1/1	2	3		
Nothria conchylega		0/1				
Paradiopatra quadricuspis						1
Lumbrineridae indet.	6	7	2	3	2	5
Drilonereis filum	3	2	21	20	4	17
Orbinia sp.				0/1		
Phylo kupferi	1					
Phylo norvegica				1		1
Scoloplos armiger	1	1	2	1		
Laonice sarsi					1/1	
Polydora sp.	234	45	1030	570	10	56
Prionospio cirrifera	13		5/4	1	1/1	
Scolecopsis corsuni						1
Spio sp.	1					
Spiophanes kroeyeri	2/1	1	0/1			0/1
Apistobranthus tenuis			2		8	1
Aricidea sp.	1		1		2	
Levinsenia gracilis	3	1	6	6	7	1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Kåholmen 2009	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Aphelochaeta sp.	23	21	44	36	28	21
Chaetozone sp.	141	74	237	165	4	6
Macrochaeta polyonyx			2			
Diplocirrus glaucus	97	48	151	135	19	13
Pherusa flabellata			3	2	3	
Opheliidae indet.		0/2				
Ophelina cylindrica data			0/2	0/4		
Lipobranchus jeffreysii	0/1		2	1/1		
Scalibregma inflatum	4/1	2	5/5	10/16	11/19	9/7
Capitella capitata	1		2	2		
Notomastus latericeus	14/16	4/4	7/36	7/44	0/9	0/11
Praxillella affinis			2			
Lumbriclymene cylindrica data	1					
Chirimia biceps					3/1	0/2
Maldane sarsi	0/1					
Rhodine loveni	2/3	2/1		4/1	1	0/1
Maldanidae indet.	8	3	6	3		
Myriochele oculata	181	115	259	295	47	87
Owenia borealis	12/4	2/1	32/10	35/9	2/8	0/7
Pectinaria auricoma	1		1			1
Pectinaria koreni	0/1	1		0/2		
Pectinaria belgica					2	
Ampharete falcata	6/19	3/3	5		1	
Ampharete lindstroemi	4	2	2	3		
Sabellides octocirrata	1/6	2/4				
Mugga wahrbergi			5			
Eclysippe vanelli						0/2
Melinna cristata	3	1	0/2	0/3		
Melinna elisabethae	0/7	2/1				0/1
Pista malmgreni	4		6/2	8/1	9/1	9
Nicolea venustula	9/1	17	2/1	1/3		
Streblosoma bairdi	1	2	1/1	5	4	7/1
Streblosoma intestinale	2		0/1			
Polycirrus latidens	0/2	1				
Polycirrus medusa	27	12	1/3	3/2		
Amaeana trilobata	2		1/2			
Lysilla loveni	1			0/1		
Trichobranchus roseus	2	1	5	2		
Terebellides stroemi		0/1	2/1	5/5	1/1	0/4
Sabellidae indet.	24	4	1			
* HIRUDINEA indet.	1					
ECHIURA						
SIPUNCULA						
Onchnesoma steenstrupi	4	3	6	6	19	23
ARTHROPODA						
CRUSTACEA						
* Calanus finmarchicus	3	9	1	2	4	3
* Anomalocera patersoni				1		
* Philomedes lilljeborgi					1	
* Asterope norvegica		1		1		
* Nebalia sp.			1	1	1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Kåholmen 2009	Kåholmen 1	Kåholmen 1	Kåholmen 2	Kåholmen 2	Kåholmen 3	Kåholmen 3
	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* <i>Leucon nasica</i>			1	1	1	1
* <i>Eudorella truncatula</i>				1		
* <i>Brachydiastylis resima</i>				2	1	2
* <i>Campylaspis costata</i>			1			
* <i>Tanaidacea</i> indet.				1	1	1
* <i>Pleurogonium inerme</i>	1					
<i>Pleurogonium rubicundum</i>			1			
* <i>Amphipoda</i> indet.			1		2	
* <i>Euphausiacea</i> indet.				1		1
* <i>Decapoda</i> larve	1	1	1	2	0/1	0/2
<i>Brachyura</i> indet		0/1		0/1	0/1	0/1
* <i>Galathea</i> sp.				0/1		
* <i>Munida sarsi</i>					1	
* PYCNOGONIDA indet.	1		1			
MOLLUSCA						
<i>Caudofoveata</i> indet.	5	3	1	1	3	
<i>Euspira montagui</i>			1	2		1
<i>Philine quadrata</i>	0/2	0/2	0/2			1
<i>Philine scabra</i>	1/1	3	6	5	2	2
<i>Cylichna cylindracea</i>	1	2	3	3		
<i>Cylichna umbilicata</i>	1			2		
<i>Scaphander punctostriatus</i>	1/1			1		
<i>Nuculana minuta</i>		0/1				
<i>Yoldiella lucida</i>				1		
<i>Yoldiella philippiana</i>	1		3	6	2	1
<i>Mytilidae</i> indet.	0/1		0/3			
<i>Hyalopecten similis</i>				1		
<i>Palliolum</i> sp.	0/1					
<i>Thyasira flexuosa</i>			1			
<i>Thyasira sarsii</i>	37/112	35/26	167/58	124/28	4/8	0/7
<i>Thyasira equalis</i>	3/15	4/9	13/18	13/8	23/14	34/16
<i>Mendicula feruginosa</i>	0/2		8	5	5	10
<i>Adontorhina similis</i>	5	1	1	1		
<i>Mysella bidentata</i>		1	1			
<i>Astarte sulcata</i>					0/1	0/1
<i>Parvicardium minimum</i>			4	0/1	2/4	
<i>Phaxas pellucidus</i>				0/1		
<i>Abra nitida</i>	53/63	25/85	69/28	66/27	0/16	7/18
<i>Kelliella abyssicola</i>				1		
<i>Corbula gibba</i>	1					
<i>Hiatella</i> sp.				0/1		
<i>Cuspidaria abbreviata</i>	1		1	1		
<i>Dentalium entalis</i>		1		0/1		
<i>Entalina tetragona</i>					1/2	2/2
<i>Pulsellum lofotense</i>	0/3					
ECHINODERMATA						
OPHIUROIDEA indet.						
* <i>Ophiuroidea</i> indet.					0/1	
<i>Amphiura chiajei</i>	7/3	3/1	6/2	3/2	5	5
<i>Amphiura filiformis</i>					1	0/2
<i>Amphilepis norvegica</i>			6/1	0/2	3/2	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Kåholmen 2009	Kåholmen 1 17.08.2009	Kåholmen 1 17.08.2009	Kåholmen 2 17.08.2009	Kåholmen 2 17.08.2009	Kåholmen 3 17.08.2009	Kåholmen 3 17.08.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Ophiura carnea			1	0/2	0/1	
Echinoidea indet.					0/1	
HOLOTUROIDEA						
Pseudothyone raphanus	1					
Labidoplax buskii	29	11				
* POGONOPHORA indet.						
* Siboglinum fiordicum	+		+	+	+	+
ENTEROPNEUSTA indet.	2		4	2	2	2
* CHAETOGNATHA indet.				+		
* CHORDATA						
* 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	8183600-1558618	Provemottak	24.09.2009
Provetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	14.10.2009
Oppdragsmerket	802450 / 71-8-9C ref 16/09 (Kåholmen)		
Sted for prøvetaking	Kåholmen		

Lab.nr.		NOV058176-09	NOV058177-09	NOV058178-09		
Tatt ut		17.08.2009	17.08.2009	17.08.2009		
Merket		Kåholmen 1, 3.hugg	Kåholmen 2, 3.hugg	Kåholmen 3, 4.hugg		
Parameter	Enhet				Måleu. basert på	Lab
Torrstoff	%	48.9	43.5	38.7	±15% NS 4764-1	○
*Total organisk karbon, TOC	g/kg TS	18	36	21	NEN-EN 13137	Analytico
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	2.0	4.6	2.6	±10% NS-EN 13654-1 m	○
Fosfor, P	g/kg TS	0.96	1.2	0.59	±20% NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	44	63	48	±15% NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	8.4	16	13	±20% NS-EN ISO 11885	○

Bjørn Tore Kildahl
Lab.leder

Denne rapport er elektronisk signert!

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 08440

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