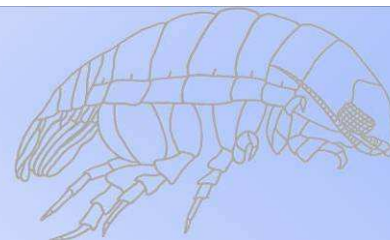


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr. 24-2012

MOM C undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kipholman i 2011

**Fredrik R Staven
Vidar Strøm
Kristin Hatlen
Per-Otto Johansen**



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

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitet Kipholmen i 2011	Dato: Felt: 06.10.11 og 03.11.11 Rapport: 26.04.12
	Antall sider og bilag: 40
Forfatter(e): Fredrik Staven, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Fredrik R Staven
	Prosjektnummer: 90-9-11C

Oppdragsgiver: Marine Harvest, region nord	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Kipholmen, which is located in Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Kip1, which is located in the nearzone by the fish farm, Kip2, which is located in the transition zone south of the fish farm, and Kip3, which lies in the remote zone further east. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the levels of phosphorus, zinc, and cobber were low. The total organic carbon (TOC) was low on all stations. The organic content expressed as % volatile total solids showed a low organic content on all three stations. The sediment from Kip1 consisted of a mixture of sand, silt and clay. The sediment from Kip2 and Kip3 consisted of a mixture of silt and clay. The soft bottom macrofauna investigations showed good conditions with good species diversity on every station. In total the results give a picture of a marine area in good condition.

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

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 24-2012

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23.05.2012	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	06.10.11 og 03.11.11	<i>Fredrik R. Staven</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Per Johannessen

Rapportering utført av: Aqua Kompetanse og SAM-marin

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: oppdrettsbåten til Marine Harvest AS


Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as **akkrediteringsnummer**
Test003

Akkreditert: Kobber, sink og Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved matfiskanlegget Kipholmen i 2011"		
Rapport-nummer:	90-9-11C	Lokalitetens navn:	Kipholmen
Lokalitetsnummer:	12 660	GPS, senter i anlegg:	N64°47.632/Ø11°41.372
Fylke:	Nord-Trøndelag	Kommune:	Nærøy
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Ovid Møllevik
Dato undersøkelse:	06.10.11 og 03.11.11	Dato rapport:	24. april, 2012
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Anders Laugsand		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 64°47.573 Ø 11°41.513	N 64°47.361 Ø 11°41.442	N 64°47.423 N Ø 11°42.232
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	77	24	29
	Antall individer:	1158	177	280
	Jevnhet (0-1):	0,75	0,71	0,78
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		3,24	3,78
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	- Miljøtilstand I	II (God) Miljøtilstand I	
Normal. TOC	TOC (mg/g):	26,43	10,18	21,8
	TOC, tilst.klasse:	II (God)	I (Svært god)	II (God)
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	42,0	100,0	120,0
	Zn, tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
	P (g/kg):	0,9	0,77	1,0
	P, kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt
Oksygen	Cu (mg/kg)	8,3	18,0	23,0
	Cu, tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):	Målt verdi (%):	78 % i bunnvann	66 % i bunnvann	65 % i bunnvann
	O ₂ , tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

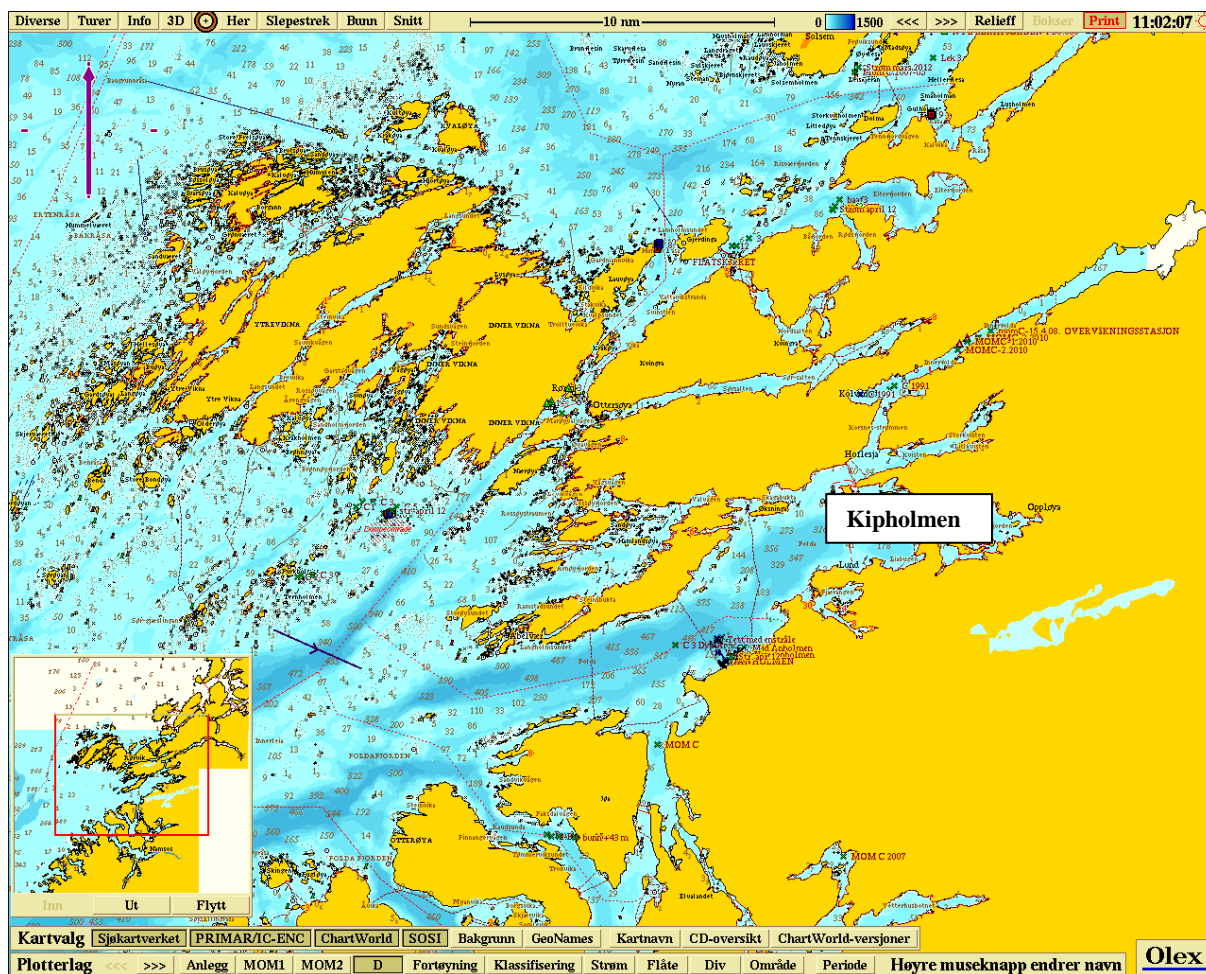
1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser	11
2.2.4 Bunndyr	12
2.3 Produksjon.....	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	19
3.3 Kjemi.....	20
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	25
5 TAKK	25
6 LITTERATUR.....	26
7 VEDLEGG.....	27
GENERELL VEDLEGGSDDEL	27
Vedleggstabell 1. Artsliste	35
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	39

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra tre stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 6. oktober, 2011 og den 3. november, 2011 ved oppdrettslokaliteten Kipholmen i Nærøy kommune, Nord-Trøndelag. Lokaliteten er eid av Marine Harvest Norway AS. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i én prøve fra de tre stasjonene.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanlegget. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna, og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

2 MATERIALE OG METODER

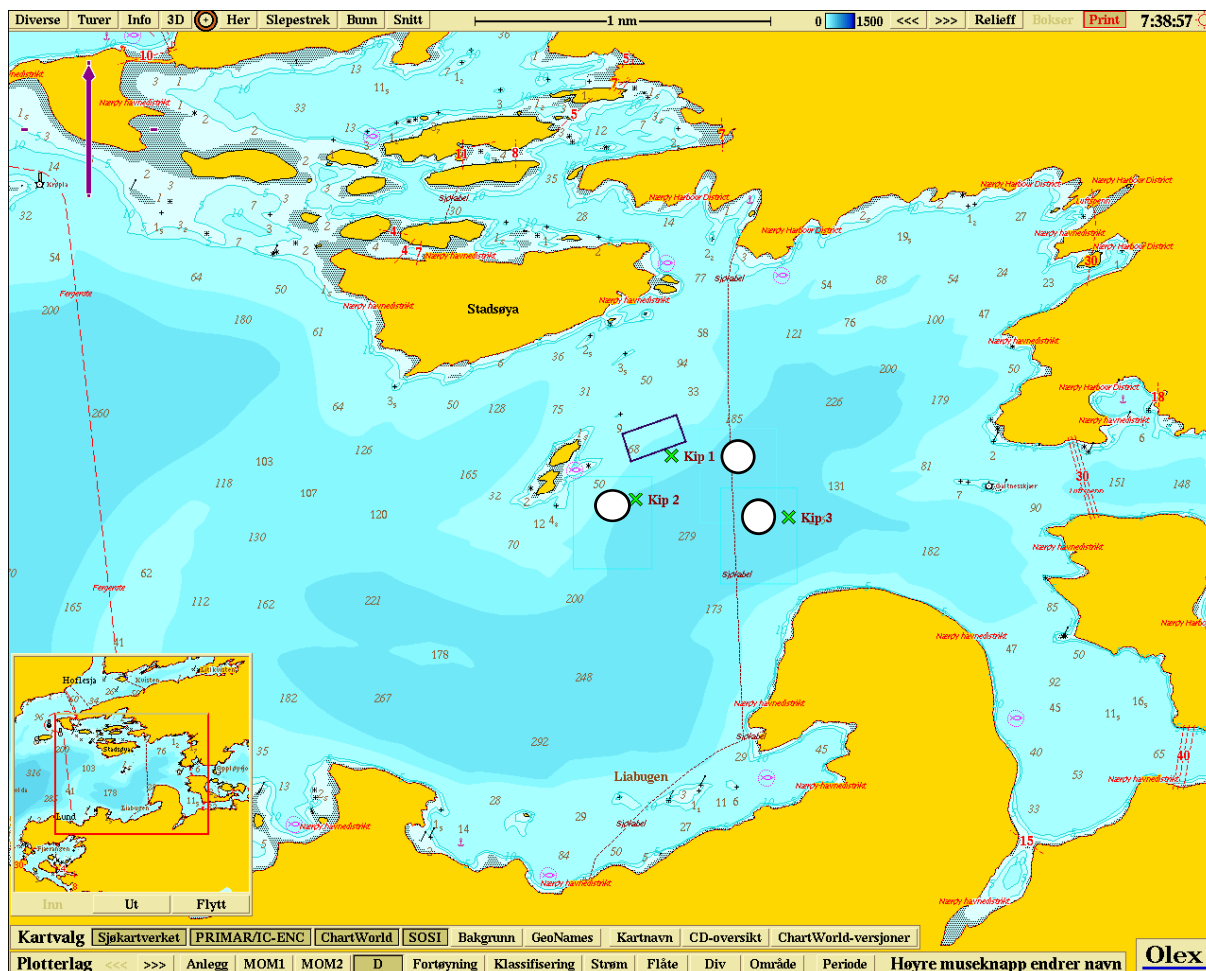
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger ved Kipholmen noe sør for innløpet til Follafjorden (Figur 2.1). Det ble innsamlet prøver fra tre forskjellige prøvetakingsstasjoner. Stasjonen Kip 1 ligger i nærheten til oppdrettsanlegget. Kip 2 ligger i overgangssonen noe sørvest for anlegget, da det går strøm både øst- og vestover i dette området. Fjernsonestasjonen Kip 3 er plassert sørøst for anlegget i den dypeste delen av dette fjordpartiet. Se figur 2.2.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 6. oktober 2011 og den 3. november 2011. På grunn av dårlig vær under den første prøvetakingsdagen, ble

toktet avbrutt. Undersøkelsen ble så gjort ferdig den 3. november 2011. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra alle tre stasjonene. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.2. Detalskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering. 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 %.

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle tre stasjoner (figur 3.1 til 3.8). 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 den 06.10.11, og den 03.11.11.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i oktober og november 2011. 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
St. Kip 1 06.10.11	Kipholmen 64°47.573 N 11°41.513 Ø	141	1	7,9	Leire og litt silt, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	8,4	Leire og litt silt, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemiske og geologiske prøver.
St. Kip 2 03.11.11	Kipholmen 64°47.361 N 11°41.442 Ø	271	1	11,7	Leire, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark og sjøstjerner i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	11,7	Leire, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark og sjøstjerner i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemiske og geologiske prøver.
St. Kip 3 03.11.11	Kipholmen 64°47.423 N 11°42.232 Ø	275	1	11,7	Leire og silt, grå farge. Ingen lukt. Børstemark og sjøstjerner i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	12,6	Leire og silt, grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3	12,6	Leire og silt, grå farge. Ingen lukt. Uttak til kjemiske og geologiske prøver.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra tre 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 strømmen 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.

2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter NS-EN-13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

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 to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetting av 4 % formalin 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.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet og KLIF (Klima og Forurensingsdirektoratet) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997, Veileder nr 1:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversitetene beregnes for prøvene brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra Svært god (I) til Meget dårlig (V). I tillegg brukes indeksene NQI1 og NQI2, som også tar hensyn til artenes sårbarhet (beregnet vha AMBI). Dette er en internasjonal standard som er implementert etter det nye vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 1:2009). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Klassifisering av miljøtilstand (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet 1:2009). Normalisert TOC er korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

			Tilstandsklasse				
			I	II	III	IV	V
Parameter	Måleenhet		Meget/ svært god	God	Moderat/ mindre god	Dårlig	Meget / svært dårlig
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener (H)		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1		>0,72	0,63 -0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Normalisert TOC	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

Fra fisken ble satt ut ved Kipholmen i juli 2011 og fram til oktober 2011, da denne undersøkelsen ble tatt, var det utfôret cirka 1752 tonn, og produsert cirka 1524 tonn fisk.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

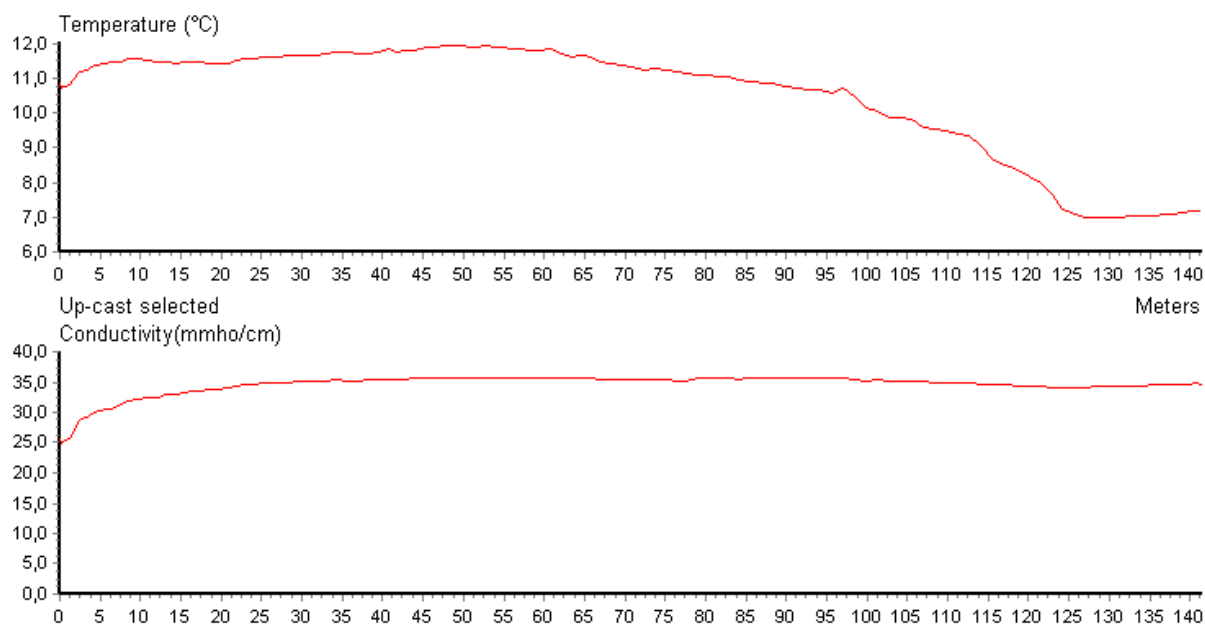
3.1 Hydrografi

Resultatene fra de hydrografiske målingene er oppsummert i figur 3.1 til 3.6. Ved stasjon Kip 1 hadde man et noe ferskere vannlag i de ti øverste meterne av vannsøylen. Videre nedover i vannsøylen ligger saliniteten rundt 34-35 ‰. Temperaturen ligger i overkant av 11 °C nedover i dypet, før den begynner å avta ved 80 meters dybde. Ved 125 meters dybde er temperaturen i overkant av 7,0 °C. Oksygenkonsentrasjonen ligger rundt 8,5 mg/l i overflatevannet, og holder seg ganske stabil i overkant av 8 mg/l videre nedover i vannsøylen. Oksygenmetningen er høy gjennom hele vannsøylen.

Ved stasjon Kip 2 varierer temperaturen fra 10-11 °C i de øverste meterne, før den begynner å synke. Ved 125 meters dybde er temperaturen ned mot 7 °C. Saliniteten stiger fra 32 ‰ ved overflaten til 36 ‰ ved 30 meters dybde. Videre nedover i vannsøylen ligger saliniteten på rundt 36 ‰. Oksygenkonsentrasjonen synker gradvis nedover i vannsøylen fra 8,3 mg/l ved overflaten til 6,3 mg/l i bunnvannet. Oksygenmetningen avtar også gradvis nedover i vannmassene fra 88 % i overflatevannet til 66 % i bunnvannet.

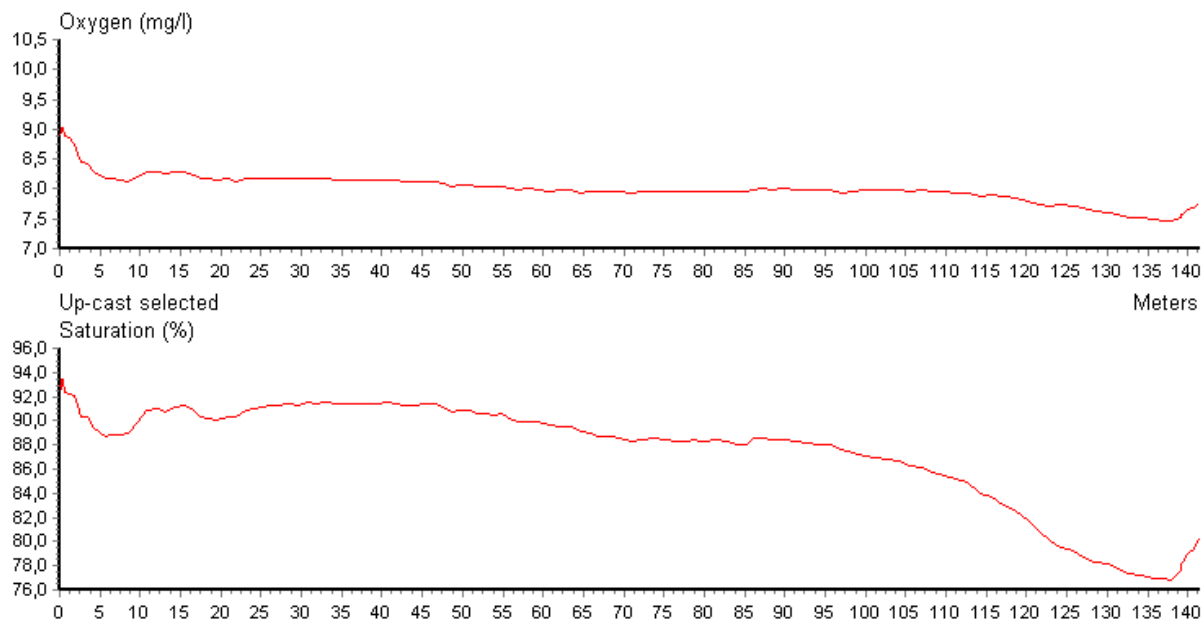
Ved Kip 3 har man i stor grad det samme hydrografiske bilde som på stasjon Kip 2, både når det gjelder temperatur, salinitet, og oksygen. Dette skyldes nok at Kip 2 og Kip 3 ligger i samme dybvannsbasseng på omtrent samme dybde, og dermed er vannmassene også i stor grad de samme. I bunnvannet er temperaturen 7,7 °C, saliniteten i underkant av 36 ‰, og oksygenkonsentrasjonen 6,3 mg/l.

File name: momc kipholman.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:15:30 - 06.Oct-11 (No. 85) To: 10:23:06 - 06.Oct-11 (No: 313)



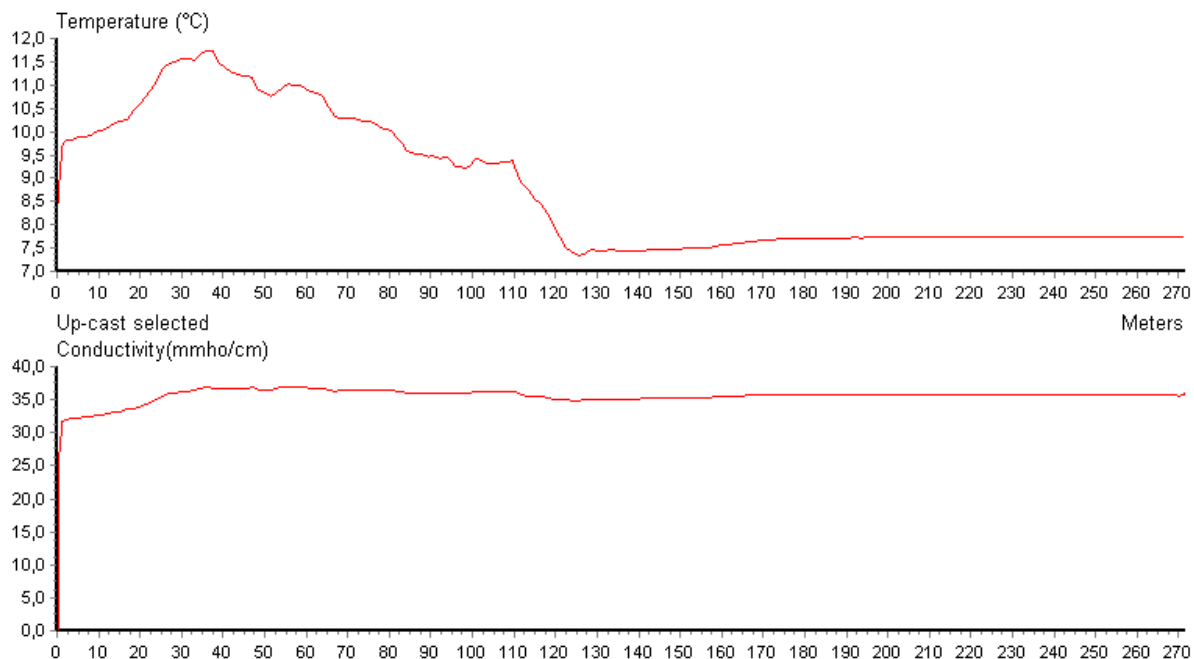
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Kip 1 den 06. oktober 2011.

File name: momc kipholman.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:15:30 - 06.Oct-11 (No. 85) To: 10:23:06 - 06.Oct-11 (No: 313)



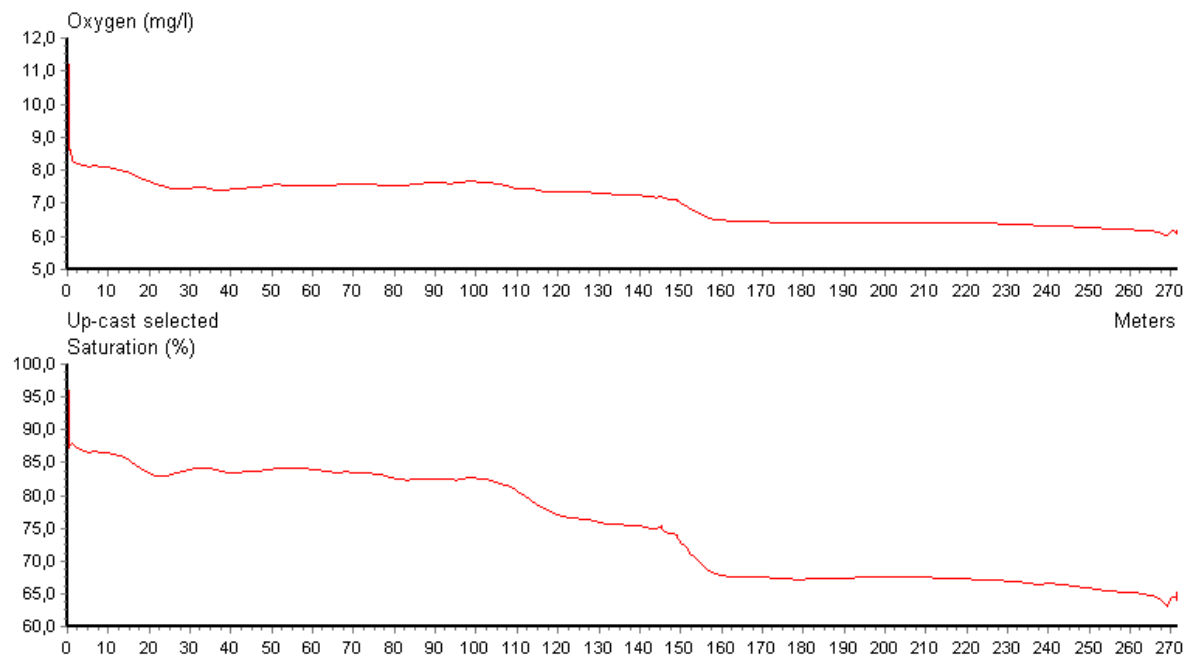
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 140 meters dyp på stasjon Kip 1 den 06. oktober 2011.

File name: MOMC Kipholman runde 2.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:33:24 - 03.Nov-11 (No. 35) To: 09:49:08 - 03.Nov-11 (No: 507)



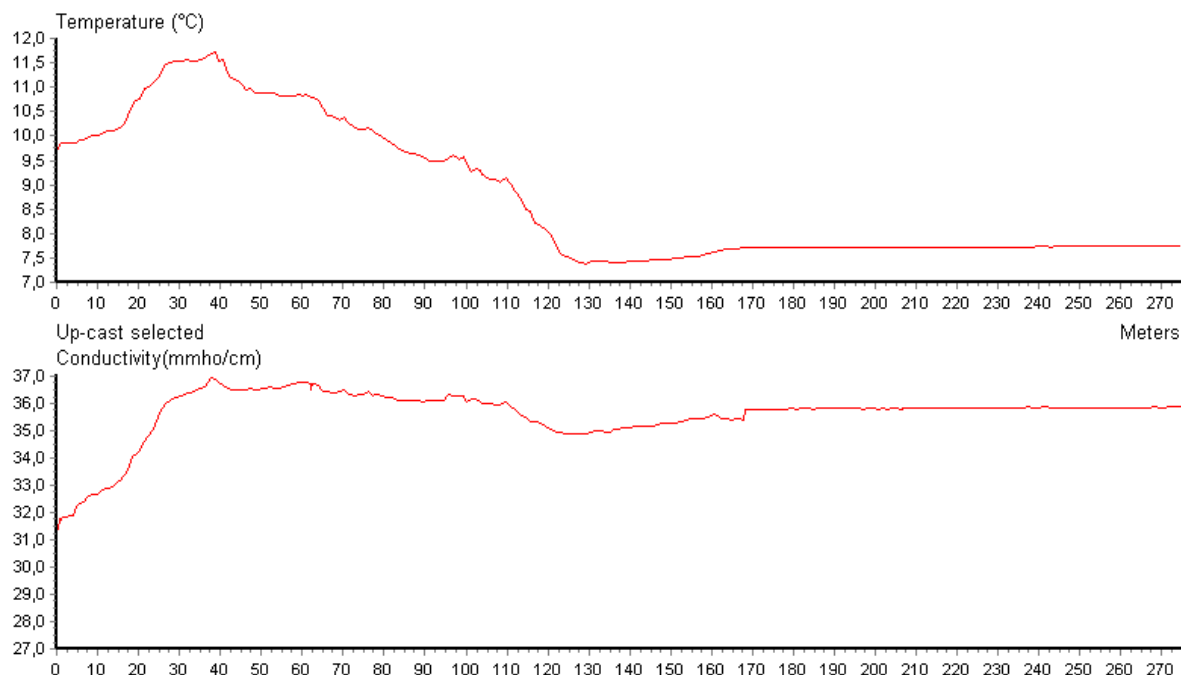
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 270 meters dyp på stasjon Kip 2 den 3. november 2011.

File name: MOMC Kipholman runde 2.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:33:24 - 03.Nov-11 (No. 35) To: 09:49:08 - 03.Nov-11 (No: 507)



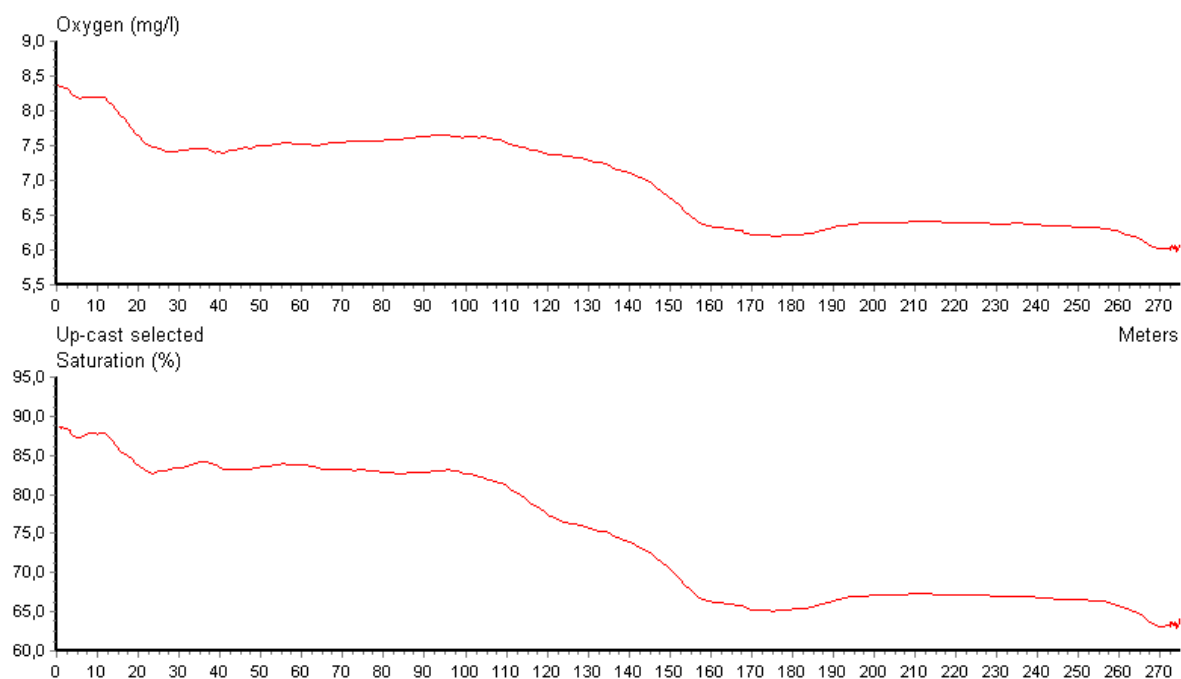
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 270 meters dyp på stasjon Kip 2 den 3. november 2011.

File name: MOMC Kipholman runde 2.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:30:27 - 03.Nov-11 (No. 557) To: 11:44:37 - 03.Nov-11 (No: 982)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 270 meters dyp på stasjon Kip 3 den 3. november 2011.

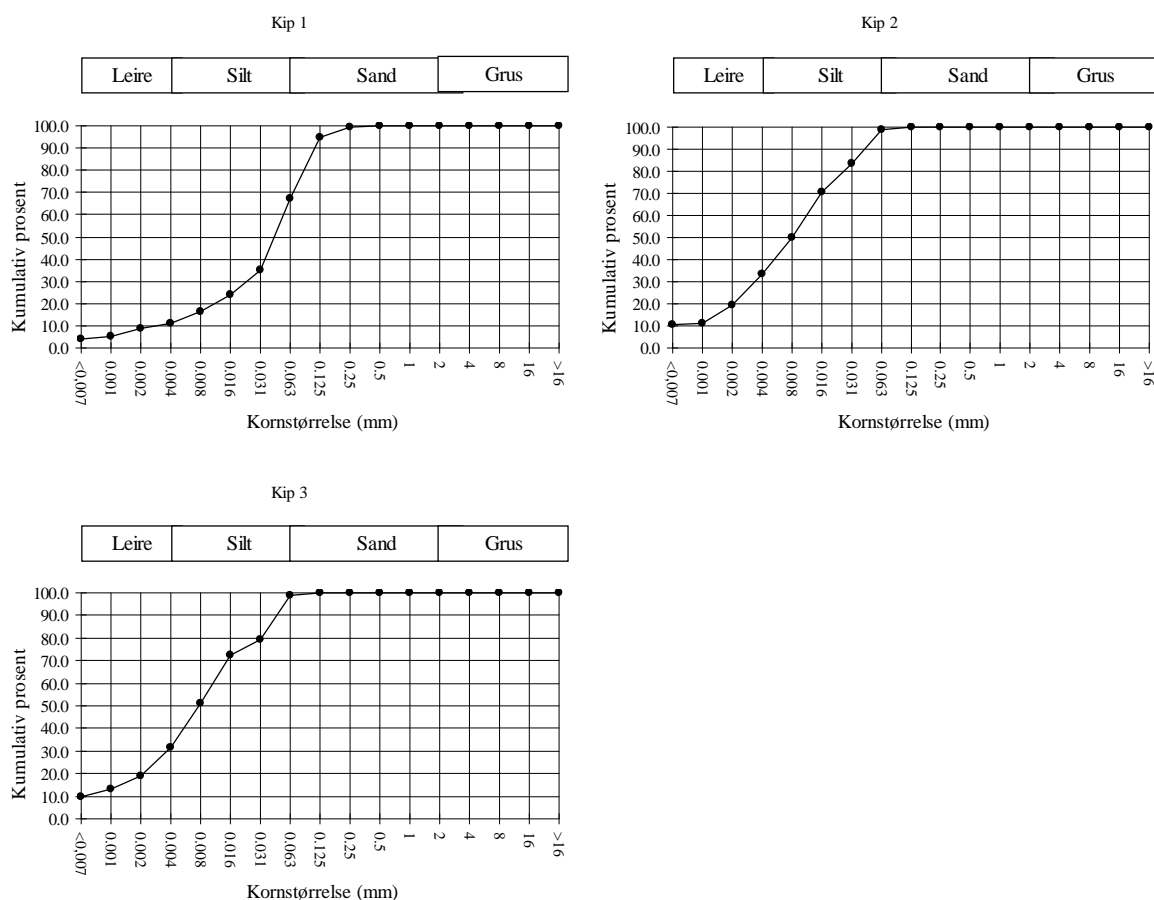
File name: MOMC Kipholman runde 2.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:30:27 - 03.Nov-11 (No. 557) To: 11:44:37 - 03.Nov-11 (No: 982)



Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 270 meters dyp på stasjon Kip 3 den 3. november 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.1. Sedimentet ved nærsonestasjon Kip 1 besto av en blanding av leire, silt, og sand, mens sedimentet ved Kip 2 og Kip 3 besto av finkornet sediment. Fordelingen ved Kip 1 var slik: 11 % leire, 56 % silt, og 33 % sand. Ved Kip 2: 34 % leire, 65 % silt, og 1 % sand. For fjernsonestasjonen Kip 3: 32 % leire, 67 % silt, og 1 % sand.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Kipholman i 2011.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Kipholman i 2011.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kip 1	141	3,75	11	56	67	33	0
Kip 2	271	7,49	34	65	99	1	0
Kip 3	275	8,08	32	67	99	1	0

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Valøyan er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Glødetapet var lavt på alle stasjoner, men en del lavere på stasjon Kip 1 enn på Kip 2 og Kip 3. Nivået av fosfor var også lavt på alle stasjoner, og høyest på Kip 3. TOC var lav på alle stasjoner, der stasjonene Kip 1 og Kip 3 fikk tilstand 'god' etter KLIF's klassifisering, mens Kip 2 fikk tilstand 'svært god'. Nivået av sink og kobber var lavt på samtlige stasjoner og fikk tilstand 'svært god'.

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Kipholmane i 2011. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt organisk carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Kip 1	9,1	26,43	II	900	42,0	I	8,3	I	62,0
Kip 2	10,0	10,18	I	770	100,0	I	18,0	I	48,0
Kip 3	21,0	21,18	II	1 000	120,0	I	23,0	I	40,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.8-3.9 og Vedleggstabell 1.

Omtrent 50 m sør for anlegget Kipholman, ligger stasjonen Kip 1 på 141 m dyp. Her ble det funnet 1158 individer fordelt på 77 arter. Dette gir diversiteten 4,68. Indeksene NQI1 og NQI2 baseres på artsmangfold og ømfintlighet. Disse har verdier som gir tilstanden I "Svært god" for stasjonen. Skjellet *Thyasira equalis* var den mest individrike arten, med 15 % av alle individer i prøven, etterfulgt av skjellet *Thyasira sarsii* (13 %). Det ble funnet 6 børstemarkarter, en pølseormart og tre skjellarter blant de ti mest individrike artene. Grafen over geometriske klasser plottet mot arter indikerer også en god fordeling av individer innen artene. Dette tyder på en rikt artssamfunn og at forholdene nær anlegget dermed er gode. Stasjonen får også MOM-tilstanden 1 "Meget god".

I overgangssonen sør for anlegget ligger Kip 2 på 271 m dyp. På denne stasjonen ble det funnet 177 individer og 24 arter. Diversiteten er dermed noe lavere enn ved Kip 1, men holder likevel til KLIF-tilstanden II "God". NQI1 og NQI2 gir stasjonen tilstanden I "Svært god". Pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* var den mest individrike arten i prøvene, med 36 % av totalt antall individer. Det fantes tre arter av skjell, to pølseormarter og fem børstemarkarter blant de ti mest individrike artene. Den hakkete grafen med geometriske klasser plottet mot antall arter indikerer en viss forstyrrelse av bunnfaunaen. Bortsett fra dette tyder resultatene på gode forhold og stasjonen får også MOM-tilstanden 1 "Meget god".

Sørøst for anlegget, på omtrent samme dyp som Kip 2, ligger Kip 3 (275m). Her ble det funnet 280 individer fordelt på 29 arter. Artsantallet på Kip 3 lå på samme nivå som på Kip 2. Et noe lavere artsantall enn på grunt vann kan normalt forventes på dypt vann. Diversiteten var på 3,78 på Kip 3, noe som tilsvarer KLIF-tilstanden II "God". NQI1 gir også stasjonen tilstanden "God", mens NQI2 gir stasjonen tilstanden "Svært god". Som ved Kip 2 var pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* også her mest individrik, med 19 % av totalt antall individer. Foruten børstemarkarter fantes det fire skjellarter, to pølseormarter og en sneglart blant de ti mest individrike artene. Dette tyder på et rikt artssamfunn og grafen med geometriske klasser indikerer en god fordeling av individer innen de ulike artene.

De multivariate analysene viser at Kip 1 skiller seg mest ut med i overkant av 30 % likhet med Kip 2 og 3 som imellom seg har en likhet på omtrent 45 %.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet og jevnhet for hver enkelt prøve fra Kipholmane i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF tilstand	MOM tilstand	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
Kip 1	1	687	61	4.55			0.77	2.54	0.72	0.70
	2	471	59	4.68			0.80	2.33	0.75	0.72
	Sum	1158	77	4.68	-	1	0.75	2.43	0.74	0.72
Kip 2	1	123	20	3.23			0.75	1.32	0.75	0.68
	2	54	11	2.72			0.79	1.62	0.68	0.61
	Sum	177	24	3.24	II	1	0.71	1.47	0.74	0.67
Kip 3	1	132	23	3.76			0.83	1.86	0.72	0.68
	2	148	21	3.58			0.82	1.99	0.70	0.66
	Sum	280	29	3.78	II	-	0.78	1.93	0.72	0.68

KLIF, NQI 1 og NQI2 tilstand	I	II	III	IV	V
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
MOM tilstand	1	2	3	4	
	Meget god	God	Dårlig	Meget dårlig	

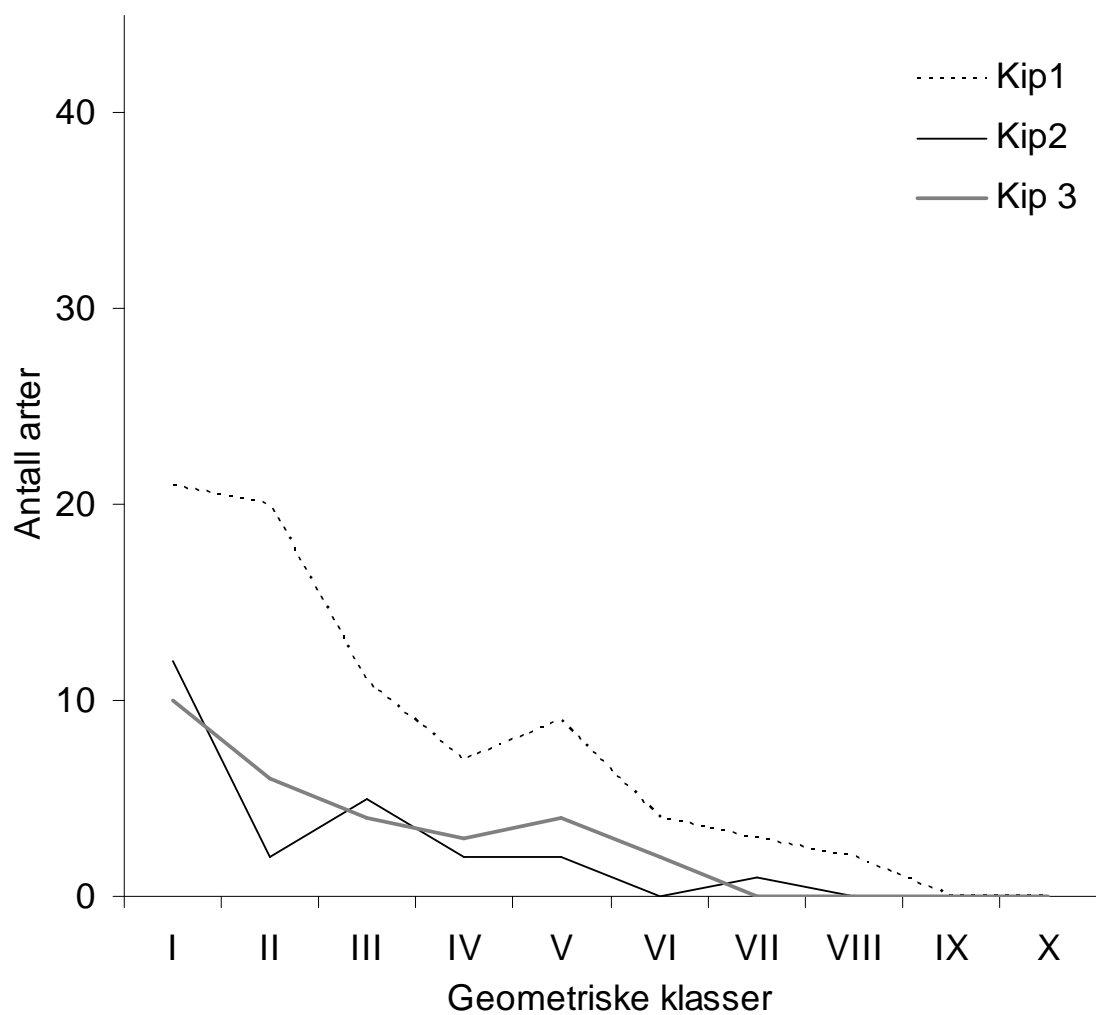
Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Kipholmane i 2011.

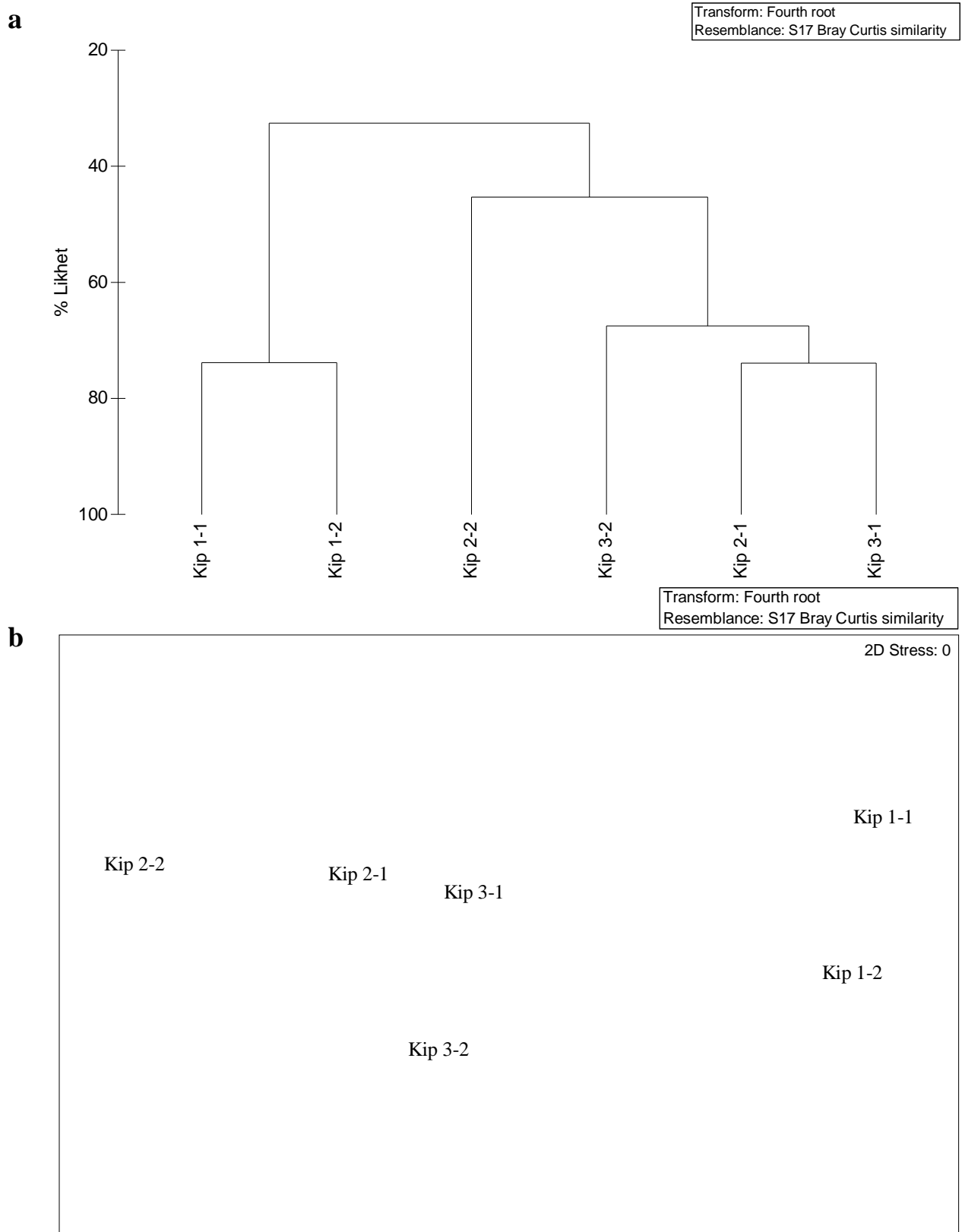
Kip1	Ant.	Ind.	%	Kum %	Kip2	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Thyasira equalis</i>	177	15	15		<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	64	36	36	
<i>Thyasira sarsii</i>	154	13	29		<i>Thyasira equalis</i>	25	14	50	
<i>Aphelochaeta sp.</i>	97	8	37		<i>Kelliella abyssicola</i>	18	10	60	
<i>Drilonereis filum</i>	85	7	44		<i>Heteromastus filiformis</i>	15	8	69	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	70	6	50		<i>Levinsenia gracilis</i>	13	7	76	
<i>Chaetozone sp.</i>	57	5	55		<i>Caudofoveata indet.</i>	6	3	80	
<i>Notomastus latericeus</i>	39	3	59		<i>Prionospio dubia</i>	6	3	83	
<i>Pholoe pallida</i>	38	3	62		<i>Diplocirrus glaucus</i>	5	3	86	
<i>Mendicula feruginosa</i>	36	3	65		<i>Sipuncula indet.</i>	5	3	89	
<i>Mugga wahrbergi</i>	30	3	68		<i>Pectinaria belgica</i>	4	2	91	

Kip 3	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	53	19	19	
<i>Thyasira equalis</i>	47	17	36	
<i>Aphelochaeta sp.</i>	30	11	46	
<i>Diplocirrus glaucus</i>	25	9	55	
<i>Heteromastus filiformis</i>	20	7	63	
<i>Levinsenia gracilis</i>	20	7	70	
<i>Sipuncula indet.</i>	15	5	75	
<i>Mendicula feruginosa</i>	13	5	80	
<i>Haliella stenostoma</i>	11	4	84	
<i>Kelliella abyssicola</i>	6	2	86	
<i>Caudofoveata indet.</i>	6	2	88	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Kipholmane i 2011.

	Kip1	Kip2	Kip 3
I	21	12	10
II	20	2	6
III	11	5	4
IV	7	2	3
V	9	2	4
VI	4	0	2
VII	3	1	0
VIII	2	0	0
IX	0	0	0
X	0	0	0

**Figur 3.8.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Kipholmane i 2011



Figur 3.9. Dendrogram fra clusteranalyse (a) og MDS-plott (b) av bunnfaunaresultatene fra Kipholmane i 2011. 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.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved ett oppdrettsanlegg sør for innløpet til Follafjorden i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 06. oktober 2011 og den 3. november, 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

De hydrografiske målingene viste en relativt homogen vannsøyle ved stasjon Kip 1. Oksygenkonsentrasjonen var ved denne stasjonen over 8 mg/l gjennom hele vannsøylen. Stasjonene Kip 2 og Kip 3 viste i stor grad det samme hydrografiske bildet. Oksygenkonsentrasjonen sank gradvis nedover i dypet til 6,3 mg/l i bunnvannet. Dette tilsvarer tilstanden 'meget god' etter Molvær et al. 97.

Den geologiske undersøkelsen av bunnsedimentet viste en blanding av sand, silt og leire ved Kip 1, mens bunnsedimentet ved Kip 2 og Kip 3 besto av en blanding av leire og silt. Dette tyder på en noe svak bunnstrøm i dybvannsbassenget sør for oppdrettsanlegget, i området hvor Kip 2 og Kip 3 ligger. Glødetapet var lavt på alle stasjoner, det samme var nivået av fosfor. Den kjemiske analysen viste et lavt glødetap i sedimentet fra alle tre stasjoner, nivået av fosfor var også lavt. TOC-nivået var lavt ved alle stasjoner der Kip 1 og Kip 3 fikk tilstanden 'god', mens Kip 2 fikk tilstanden 'svært god' etter KLIF's klassifisering.

Oppsummert kan man si at denne MOM C-undersøkelsen indikerer gode forhold i det marine miljøet i nærheten av oppdrettslokaliteten Kipholmen. Analysen av bunnsedimentet tyder ikke på overbelastning av organisk materiale eller tungmetaller på havbunnen i de ulike påvirkningssonene ved anlegget. Bunnfaunaanalysen tyder også på at forholdene er gode til svært gode på de tre stasjonene undersøkt.

5 TAKK

Vi takker Magnus Dille fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Fredrik R Staven og Vidar Strøm fra Aquakompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eel E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- 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. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSDDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

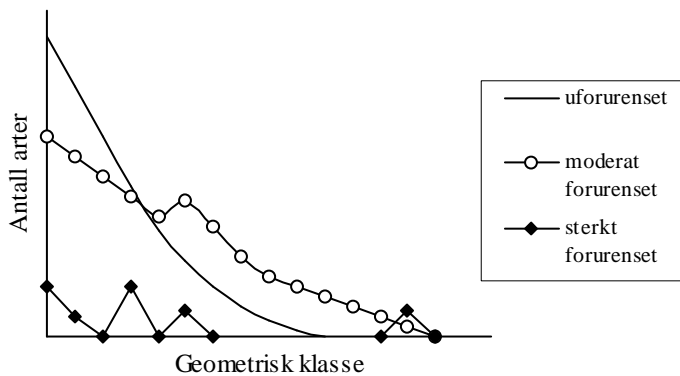
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små 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. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks $ES(100)$ er beskrevet som:

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

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES_{100}	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

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

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både

til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

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

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir

gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

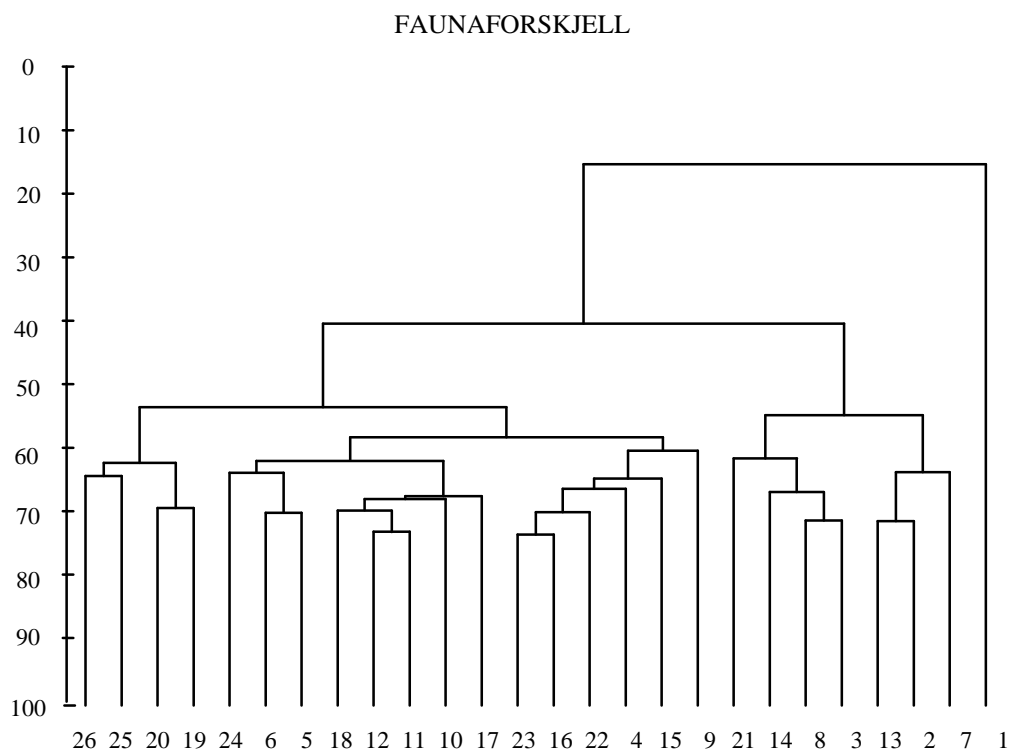
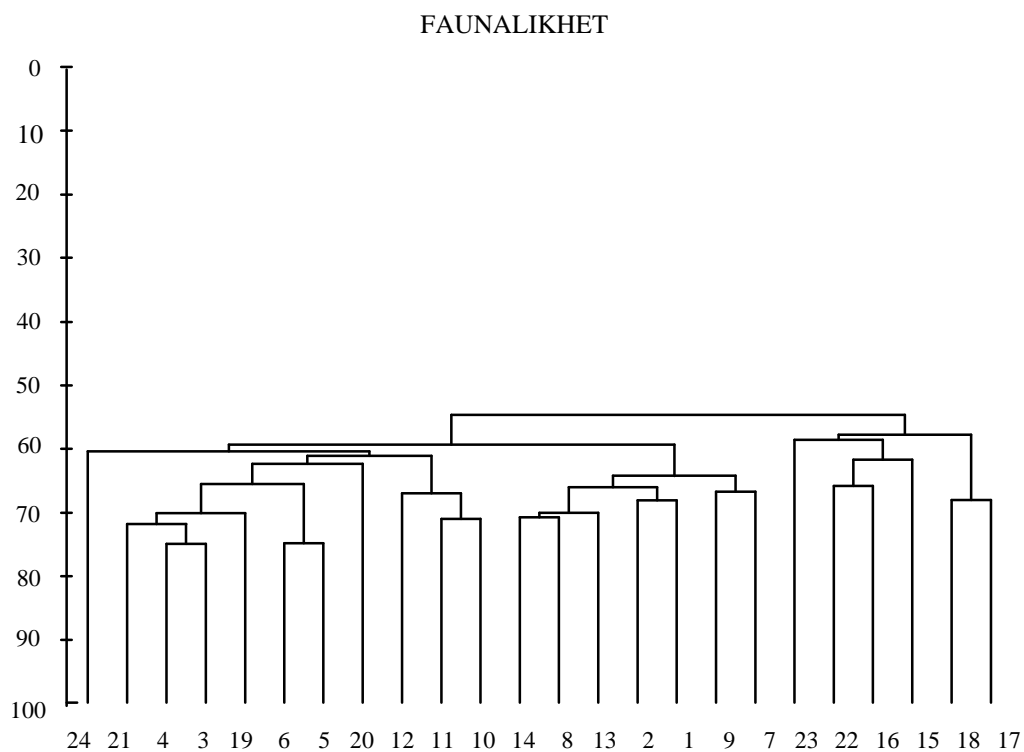
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

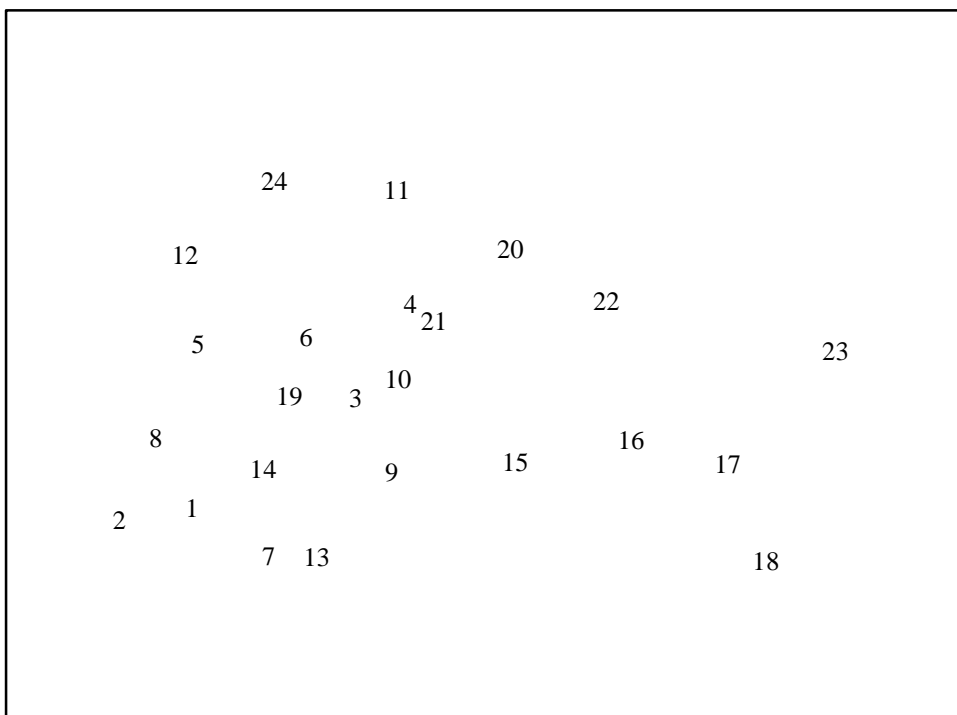
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

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

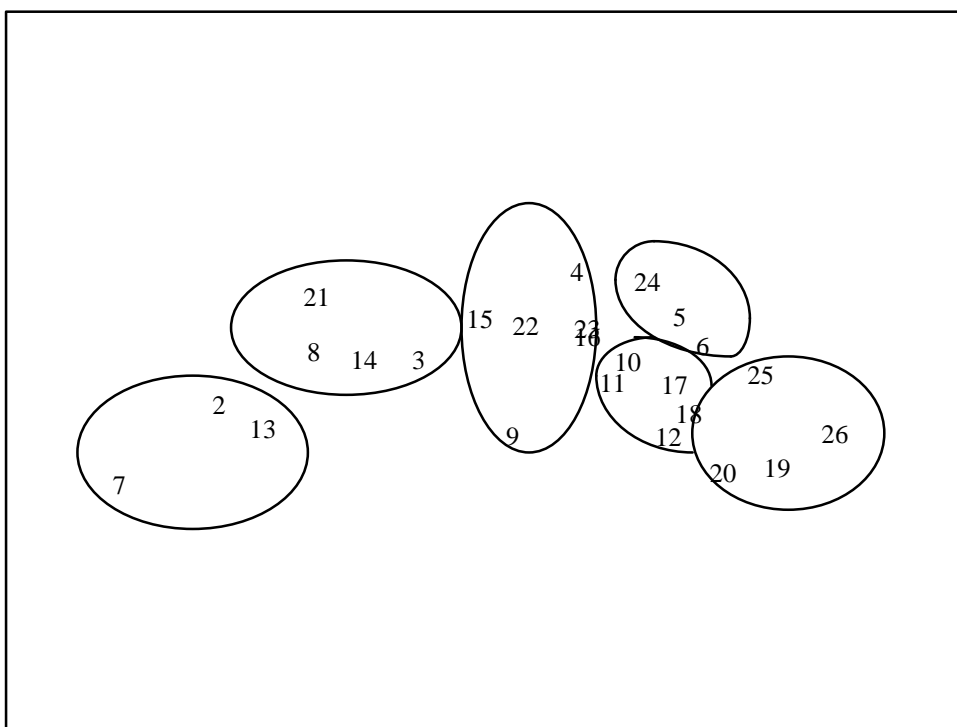


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.

Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.

Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.

Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.

Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger****Prosjekt nr.: 806235****Prøvetakingssted (område): Lyrneset****Dato for prøvetaking: 15.november 2011****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Dårlig fiksering av Lyr 2 førte til usikker artsbestemmelse av børstemark.****Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad**

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur: *Tom Alvestad*
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

03-06.10.2011	Kip 1		Kip 2		Kip 3	
	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2
* ANTHOZOA						
<i>Virgularia mirabilis</i>	0/1	1				
<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1				
<i>Actiniaria indet.</i>		2				
* NEMERTINI indet.	10	2	1	3	5	3
* NEMATODA indet.	ca.30	ca.30		1		1
POLYCHAETA						
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	4	1		1	2
<i>Aphrodita aculeata</i>		0/1			0/1	
<i>Laetmonice filicornis</i>			0/1			
* <i>Siboglinum fiordicum</i>	+					
* <i>Siboglinum ekmani</i>			+			
<i>Polynoidae indet.</i>	1	1				
<i>Pholoe baltica</i>	12	13				
<i>Pholoe pallida</i>	13	25			2	
<i>Neoleanira tetragona</i>	1	1		1	0/1	
<i>Paranaitis wahlbergi</i>	1					
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	1					
<i>Exogone sp.</i>	3	1	1			
<i>Ceratocephale loveni</i>		1				
<i>Platynereis dumerilii</i>	3/2	0/1				
<i>Nephtys hystericis</i>	1	0/1				1
<i>Nephtys paradoxa</i>			1			0/1
<i>Nephtys pulchra</i>				0/1		
<i>Goniada maculata</i>	0/1	0/4				
<i>Lumbrineridae indet.</i>	6	4			1	1
<i>Drilonereis filum</i>	52	33				1
<i>Phylo kupferi</i>		1				
<i>Phylo norvegica</i>						3
<i>Laonice sarsi</i>		1		1		
<i>Polydora sp.</i>	7	10				
<i>Prionospio cirrifera</i>	2	2				
<i>Prionospio dubia</i>	3		1/5		0/2	1/2
<i>Spiophanes kroyeri</i>			1		0/2	
<i>Aricidea sp.</i>	1					
<i>Levinsenia gracilis</i>	4	5	10	3	10	10
<i>Paraonis sp.</i>	1			1		
<i>Aphelochaeta sp.</i>	63	34			15	15
<i>Chaetozone sp.</i>	29	28				
<i>Macrochaeta polyonyx</i>	2					
<i>Brada villosa</i>				1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	11/5	5/2	4/1		7	16/2
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	8	3				
<i>Ophelina sp.</i>						1
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>	1					
<i>Scalibregma inflatum</i>	1					
<i>Dasybranchus caducus</i>		1				
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	7	8	7	12	8
<i>Notomastus latericeus</i>	19	20				
<i>Lumbriclymene cylindricaudata</i>	3					
<i>Maldanidae indet.</i>	1					
<i>Owenia borealis</i>	0/1					

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

03-06.10.2011	Kip 1		Kip 2		Kip 3	
	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2
<i>Galathowenia oculata</i>	1	2	1			
<i>Pectinaria koreni</i>	2					
<i>Pectinaria belgica</i>			2	2		
<i>Ampharete falcata</i>	1					
<i>Sabellides octocirrata</i>	0/2					
<i>Anobothrus gracilis</i>		2				
<i>Mugga wahrbergi</i>	21	9	1		1	
<i>Amythasides macroglossus</i>	8	7				
<i>Eclysippe vanelli</i>	0/2	2				
<i>Sosanopsis wireni</i>	5/1					
<i>Samytha sexcirrata</i>		1				
<i>Melinna elisabethae</i>	0/1	0/1				
<i>Polycirrus plumosus</i>	14	5/2				
<i>Amaeana trilobata</i>	2/1	4/1				
<i>Trichobranchus roseus</i>		0/1				
<i>Terebellidae indet.</i>		0/1				
<i>Terebellides stroemi</i>		2/2				
<i>Sabellidae indet.</i>	18	7				
<i>Jasmineira sp.</i>		2				
<i>Euchone sp.</i>	3					
<i>OLIGOCHAETA indet.</i>	9	5				
<i>ECHIURA</i>						
<i>SIPUNCULA</i>						
<i>Sipuncula indet.</i>		2	5		4	11
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	38	32	44	20	30	23
<i>CRUSTACEA</i>						
* <i>Calanus finmarchicus</i>	8	1		1		
* <i>Calanus hyperboreus</i>				1		
* <i>Sarsinebalia typhlops</i>		1				
<i>Hemilamprops cristatus</i>	1					
* <i>Eudorella hirsuta</i>	2		1	1	2	
* <i>Campylaspis costata</i>		2				
* <i>Tanaidacea indet.</i>	33	2				1
* <i>Amphipoda indet.</i>		1				
<i>MOLLUSCA</i>						
<i>Caudofoveata indet.</i>	13	12	2	4	3	3
<i>Haliella stenostoma</i>			1		4/3	1/3
<i>Odostomia unidentata</i>		1				
<i>Cylichnina umbilicata</i>		1				
<i>Philine quadrata</i>	1					
<i>Philine scabra</i>	1	1				
<i>Nucula tumidula</i>					2	1/1
<i>Nuculana minuta</i>		0/1				
<i>Yoldiella lucida</i>	1/1		2		2/1	
<i>Yoldiella philippiana</i>	1/1					
<i>Thyasira obsoleta</i>		1				
<i>Thyasira sarsii</i>	80/22	45/7				
<i>Thyasira equalis</i>	88/20	59/10	14	9/2	14/2	28/3
<i>Axinulus croulinensis</i>	1	1				
<i>Mendicula feruginosa</i>	20	16	1/1		4/1	8
<i>Adontorhina similis</i>	19	1				
<i>Tellimya ferruginosa</i>					1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

03-06.10.2011	Kip 1		Kip 2		Kip 3	
	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2	Hugg 1	Hugg 2
<i>Abra nitida</i>	3/2	4/1	3/2	5/2	10/4	3/4
<i>Kelliella abyssicola</i>	3	3	8/7	2/1	4/1	1
<i>Cuspidaria rostrata</i>	0/1					
<i>Tropidomya abbreviata</i>					1	
<i>Entalina tetragona</i>		1				
* BRYOZOA						
* <i>Bryozoa skorpeformet</i>	+					
ECHINODERMATA						
<i>Asteroidea indet.</i>					0/1	
<i>Astropecten irregularis</i>		0/1				
<i>Ctenodiscus crispatus</i>			0/3			0/1
<i>Amphiura chiajei</i>	2/1	3/2	1		1	
<i>Amphiura filiformis</i>	2	0/1				
<i>Ophiocten affinis</i>	0/2			0/1		
<i>Ophiura carnea</i>	3	3				
<i>Brissopsis lyrifera</i>						1
HOLOTUROIDEA						
<i>Labidoplax buskii</i>	2	5				
<i>Synaptidae indet.</i>	5	1				
ENTEROPNEUSTA indet.	3	2				
* VARIA		+				

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd.
Bergen

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-12-MX-000167-01



EUNOBE-00001966

Prøvemottak: 05.01.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 06.01.2012-17.01.2012
Referanse: 806236, ref:2/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2012-0106-013	Prøvetakingsdato: 05.01.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Kipholman 1	Analysestartdato: 06.01.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Total tørrstoff	62 % 15% NS 4764 0.02
a) Kobber (Cu)	8.3 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
a) Sink (Zn)	42 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
a) Fosfor (P)	900 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	9.10 g/kg TS In acc. with NEN-EN 13137
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet	

Prøvenr.: 441-2012-0106-014	Prøvetakingsdato: 05.01.2012
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Kipholman 2	Analysestartdato: 06.01.2012
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
a) Total tørrstoff	48 % 15% NS 4764 0.02
a) Kobber (Cu)	18 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
a) Sink (Zn)	100 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
a) Fosfor (P)	770 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	10.0 g/kg TS In acc. with NEN-EN 13137
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-000167-01



EUNOBE-00001966



Prøvenr.:	441-2012-0106-015	Prøvetakingsdato:	05.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kipholman 3	Analysedato:	06.01.2012		
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
a) Total tørrstoff	40	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	120	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1000	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	21.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet					

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Bergen 17.01.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2