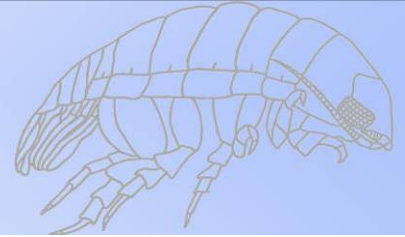


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr. 18-2012

MOM C-undersøkelse ved Svelungen og Osholman, Hitra i 2011

Fredrik R Staven
Anders W Olsen
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: MOM C-undersøkelse ved Svelungen og Osholman, Hitra, 2011	Dato: Felt 12.05.2011 Rapport 28.3.2012
	Antall sider og bilag: 45
Forfatter(e): Fredrik Staven, Anders W Olsen, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Fredrik R Staven Prosjektnummer: 48-5-11C & 49-5-11C

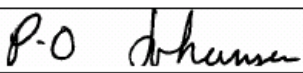

Oppdragsgiver: Marine Harvest, region midt	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

Abstract:

On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the area by Knarlagsundet, Sør-Trøndelag. Two marine fish farms are located in this area. The aim of this study was to describe the environmental state of the area in close proximity to these fish farms based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, five different stations in Knarlagsundet were chosen for sampling. One station, which is located in between the fish farms, works as a common sampling station for both fish farms. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of phosphorus , zinc, and cobber was low (class I). The organic content (TOC) was low on most stations (class II), except for station Osh 1 were the TOC showed high concentrations (class V, bad). The organic content expressed as % volatile total solids also indicates a low organic content. The sediment consisted mostly of sand and gravel, which indicates a high current velocity near the bottom. 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. The influence from the nearby marine fish farms is minimal.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 18-2012
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	18.04.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	12.05.2011	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

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

Rapportering utført av: SAM-marin/Aqua komp.

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: båten til Sunadal Sjøservice AS


Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørstoff, sink, kobber og fosfor


Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved Svelungen og Osholman, Hitra, 2012 "		
Rapport-nummer:	ABC12345	Lokalitetens navn:	Osholman
Lokalitetsnummer:	13 888	GPS, senter i anlegg:	N63°39.713/Ø09°08.123
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Hitra
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Magnar Reksen
Dato undersøkelse:	12.05.2011	Dato rapport:	17.5.2011
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Knut Staven		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (felles overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsonen)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 63° 39.796 Ø 09° 08.021	N 63° 39.552 Ø 09° 08.909	N 63° 39.796 Ø 09° 07.207
Fauna (resultater + Sft- tilstandsklasse)	Antall arter:	43	82	49
	Antall individer:	264	568	197
	Jevnhet (0-1):	0,76	0,82	0,85
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		5,24	4,79
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	I (meget god) Miljøtilstand 1	I (meget god) -	
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	26,3 II (meget god)	25,4 II (god)	48,9 V (svært dårlig)
Elementer (resultater + Sft-tilstands- klasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	21,0 I (meget god)	24,0 I (meget god)	29,0 I (meget god)
	P (mg/kg): P, kommentar:	590 Relativt lav	600 Relativt Lav	570 Relativt Lav
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	6,2 I (meget god)	8,8 I (meget god)	9,1 I (meget god)
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	75 %	Ikke målt
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt, børstemark.	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt, børstemark.	Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt, børstemark.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved Svelungen og Osholman, Hitra, 2012 "		
Rapport-nummer:	ABC12345	Lokalitetens navn:	Svelungen
Lokalitetsnummer:	13 727	GPS, senter i anlegg:	N63°39.317/Ø09°09.407
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Hitra
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Magnar Reksen
Dato undersøkelse:	12.05.2011	Dato rapport:	17.5.2011
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Knut Staven		

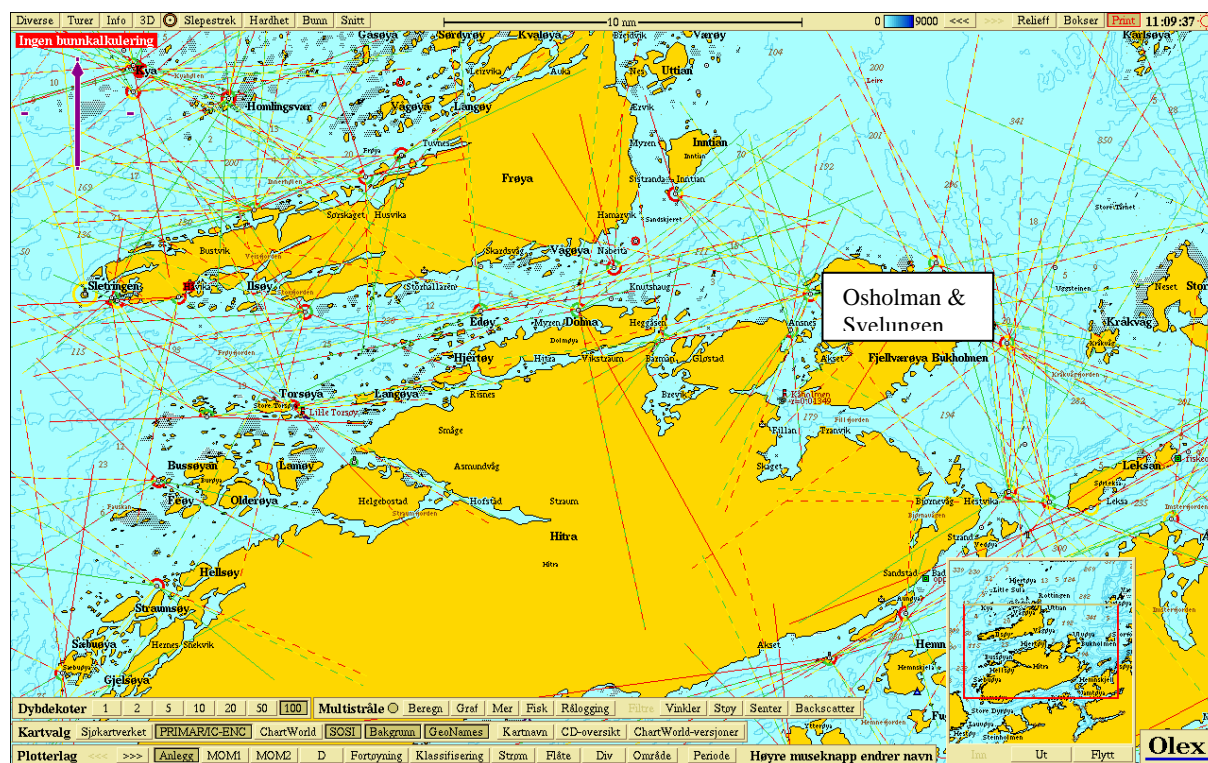
Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (felles overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsonen)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 63° 39.370 Ø 09° 09.354	N 63° 39.552 Ø 09° 08.909	N 63° 39.158 Ø 09° 11.126
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	53	82	108
	Antall individer:	461	568	516
	Jevnhet (0-1):	0,71	0,82	0,86
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		5,24	5,81
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	- Miljøtilstand 1	I (meget god) -	
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	22,9 II (god)	25,4 II (god)	23,4 II (god)
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	21,0 I (meget god)	24,0 I (meget god)	49,0 I (meget god)
	P (mg/kg): P, kommentar:	560 Relativt lav	600 Relativt lav	440 Relativt lav
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	5,6 I (meget god)	8,8 I (meget god)	7,2 I (meget god)
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	Ikke målt	Ikke målt
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Skjellsand og silt, lys grå farge. Ingen lukt, børstemark.	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt, børstemark.	Skjellsand og silt, lys grå farge. Ingen lukt, børstemark.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

1 INNLEDNING	7
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	8
2.3 Produksjon.....	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	26
5 TAKK	27
6 LITTERATUR.....	27
7 VEDLEGG.....	28
GENERELL VEDLEGGSDDEL	28
Vedleggstabell 1. Artsliste	36
Vedleggstabell 2. Analyserapport.....	42

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra fem stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS i Knarlagsundet, Hitra kommune i Sør-Trøndelag 12. mai 2011. Sundet munner ut i åpningen av Trondheimsfjorden. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).



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

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Knarlagsundet ved munningen av Trondheimsfjorden og med Frohavet i nord (Figur 2.1 og 2.2). Marine Harvest Norway AS har to oppdrettsanlegg lokalisert i Knarlagsundet, og prøvetakingsområdet ligger i området ved disse anleggene. Det

største dypet i Knarlagsundet er på 67 m og sundet har en terskel med et saldyp på 45 m. Én av stasjonene (Osh 1) ligger innenfor denne terskelen, de andre stasjonene ligger mot åpen fjord. Det ble tatt prøver fra i alt fem stasjoner i Knarlagsundet. Én av stasjonene (Osh 3) fungerer som en felles stasjon mellom de to matfisklokalitetene Svelungen og Osholman. De fire andre stasjonene ligger i nærsonen og i fjernsonen til hver av lokalitetene Svelungen og Osholman.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Surnadal Sjøservice AS den 12. mai 2011. Det ble tatt prøver fra fem stasjoner, og utført CTD registreringer ved to stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.2. Detaljskisse 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, 1/4 = bra, 1/2 = middels, 3/4 = dårlige miljøforhold og 1 = 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 %.

De hydrografiske målingene ble utført i etterkant av selve feltarbeidet den 12. mai 2011, på grunn av en defekt oksygensonde. De hydrografiske målingene ble gjort 13. desember, 2011. Det ble besluttet å ta hydrografiske målinger fra stasjonene Osh 1 og Osh 2, som ligger lengst inn i Knarlagsundet. Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen (figur 3.1 til 3.4). 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.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 12. mai 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon	Sted	Dyp	Hugg	Prøve	Andre opplysninger
Dato	Posisjon (WGS-84)	(m)	nummer	volum (l)	
St. Osh 1	Knarlagsundet	64	1	1,3	Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt.
12.05.11	63°39.796 N 09°07.207 Ø				Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			2	1,3	Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			3		Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av kjemiske og geologiske prøver.
St. Osh 2	Knarlagsundet	58	1	1,3	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt.
12.05.11	63°39.796 N 09°08.021 Ø				Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			2	1,0	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			3		Silt og skjellsand. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av kjemiske og geologiske prøver.

Tabell 2.1. fortsetter.

Stasjon	Sted	Dyp	Hugg	Prøve	Andre opplysninger
Dato	Posisjon (WGS-84)	(m)	nummer	volum (l)	
St. Osh 3 12.05.11	Knarlagsundet 63°39.552 N 09°08.909 Ø	53	1	1,3	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			2	2,0	Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av faunaprøver.
			3		Silt og skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak av kjemiske og geologiske prøver.
St. Sve 1 12.05.11	Knarlagsundet 63°39.370 N 09°09.354 Ø	62	1	2,0	Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	1,6	Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til kjemiske og geologiske prøver.
St. Sve 2 12.05.11	Knarlagsundet 63°39.158 N 09°11.126 Ø	89	1	1,3	Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			2	4,0	Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3	4,0	Skjellsand og silt. Lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til kjemiske og geologiske prøver.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra fem stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert

inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

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

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

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, 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 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et

uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske

klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

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.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget/ svært god	II God	III Moderat/ mindre god	IV Dårlig	V 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

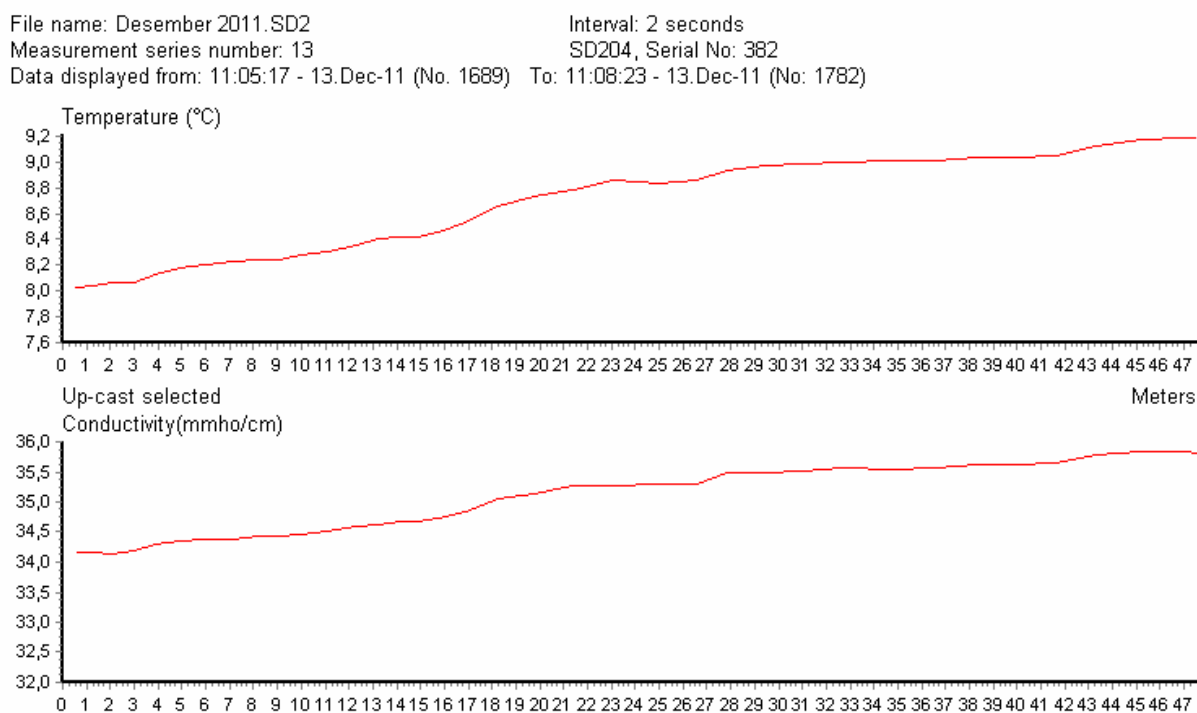
Ved Svelungen ble det produsert 545 tonn ved siste generasjon, mens det ved Osholman ble produsert 680 tonn ved siste generasjon (før undersøkelsesdato 12.05.11).

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

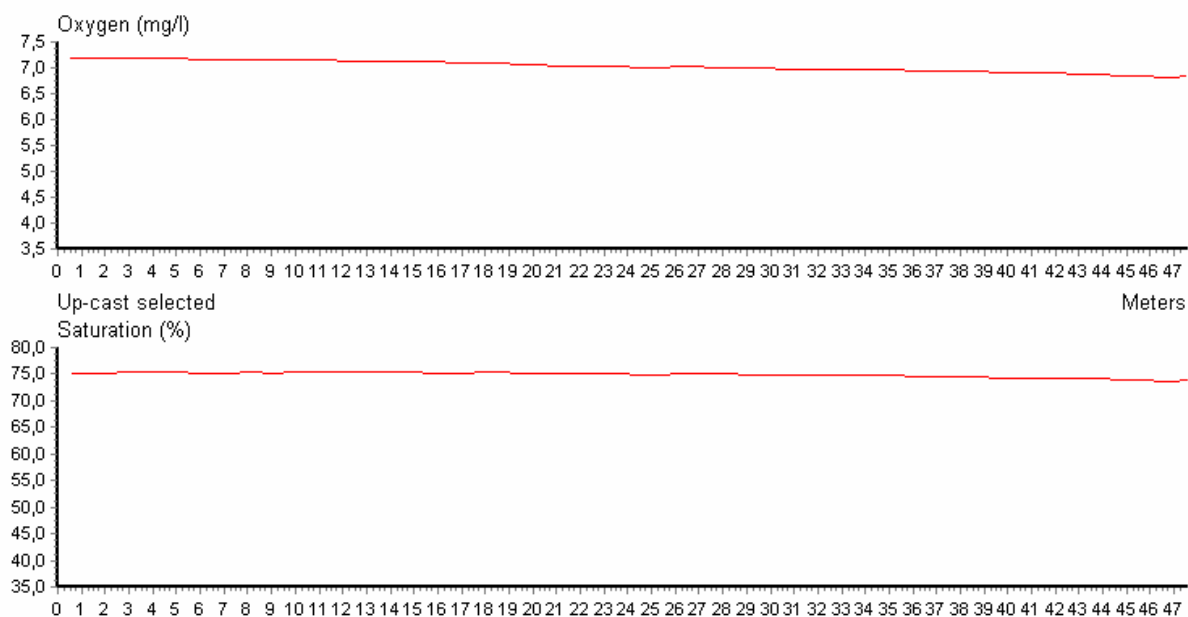
Figurene 3.1 og 3.3 viser at temperaturen er forholdsvis jevn nedover i dypet både på stasjon Osh 1 og Osh 2. En liten, jevn stigning fra 8.0 °C til 9.0 °C kan sees nedover i dypet.

Saliniteten stiger fra rundt 34.0 ‰ til 35.2 ‰ ved stasjon Osh 1, mens den ser ut til å ligge stabilt på 34.0 ‰ på stasjon Osh 2. Figurene 3.2 og 3.4 viser at oksygenkonsentrasjonen ligger jevnt på rundt 7.0 mg/l nedover i hele vannsøylen ved både stasjon Osh 1 og stasjon Osh 2. Oksygenmetningen ligger jevnt på 75 % ved begge stasjonene.



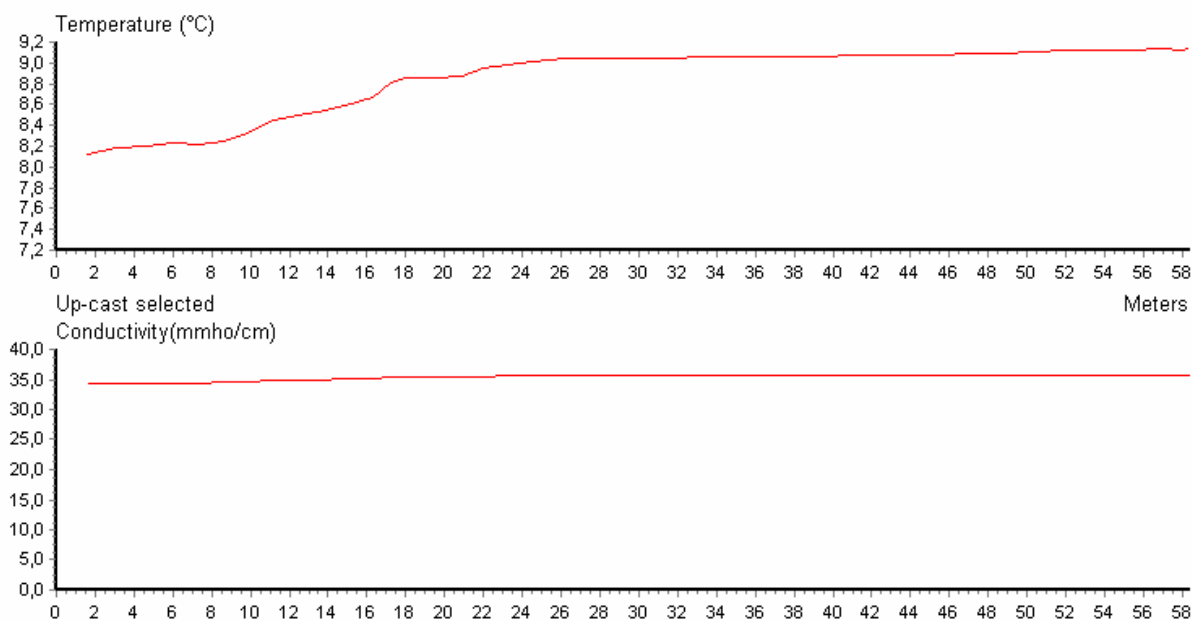
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 47 meters dyp på stasjon Osh 1 den 12. mai 2011.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 13 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:05:17 - 13.Dec-11 (No. 1689) To: 11:08:23 - 13.Dec-11 (No: 1782)



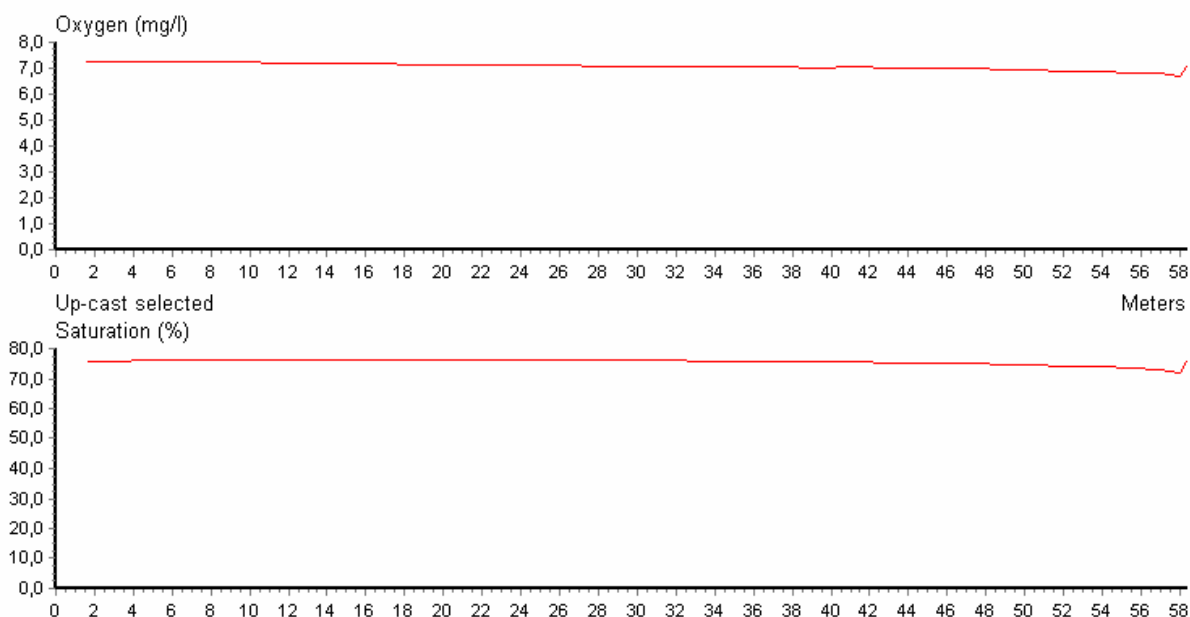
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 47 meters dyp på stasjon Osh 1 den 12. mai 2011.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 14 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:14:03 - 13.Dec-11 (No. 1816) To: 11:18:51 - 13.Dec-11 (No: 1960)



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 58 meters dyp på stasjon Osh 2 den 12. mai 2011.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 14 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:14:03 - 13.Dec-11 (No. 1816) To: 11:18:51 - 13.Dec-11 (No. 1960)

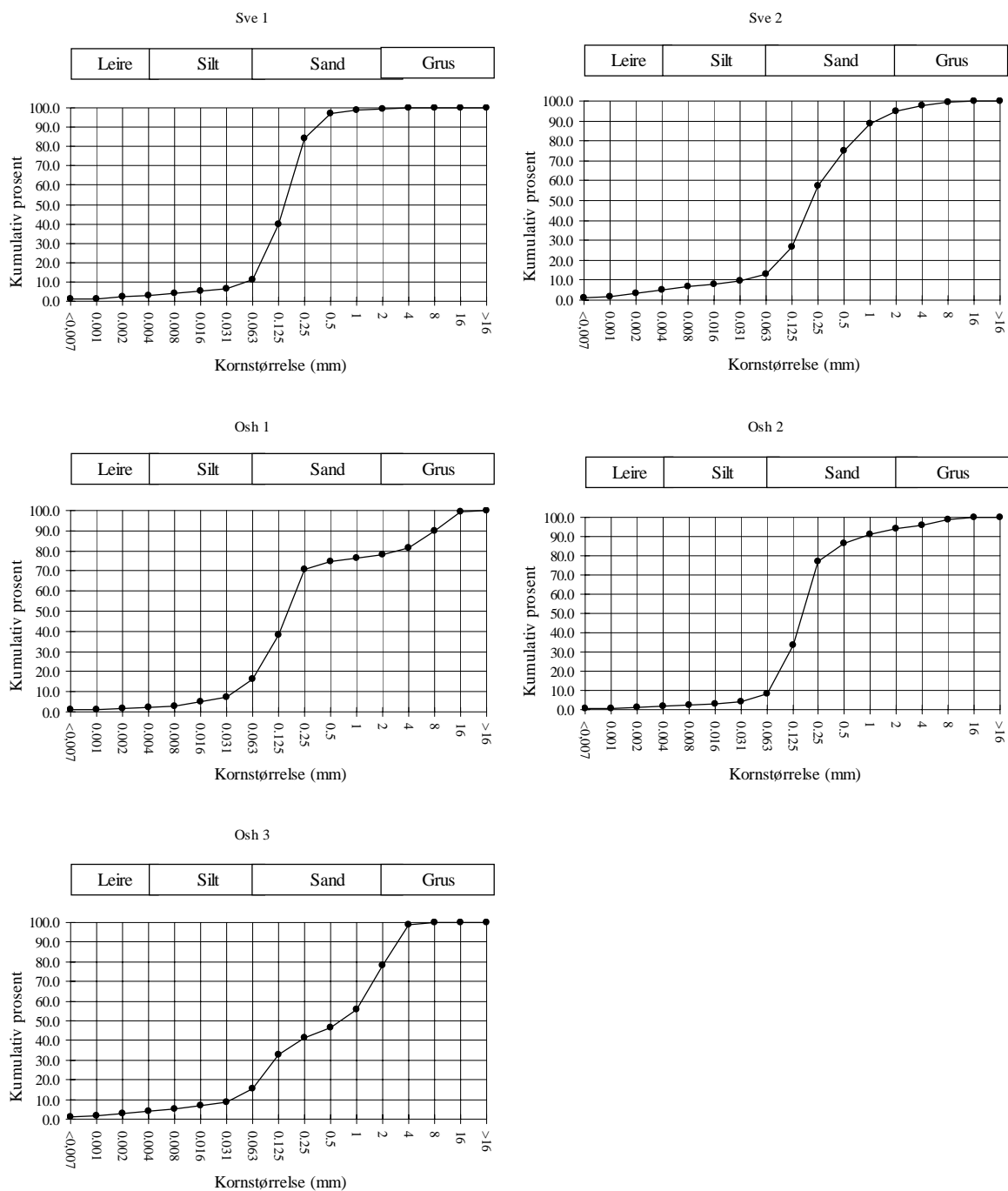


Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 58 meters dyp på stasjon Osh 2 den 12. mai 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.5 og Tabell 3.1.

Stasjon Sve 1 hadde mye grovkornet sediment i form av sand (88 %), og en mindre andel finere sediment i form av leire og silt (11 %). Stasjon Sve 2 hadde også mye grovkornet sediment i form av sand (82 %) og grus (5 %), og en mindre andel leire og silt (13 %). Stasjon Osh 1 hadde en blanding av sand (62 %) og grus (22 %), og men også en del finkornet sediment (17 % leire og silt). Osh 2 besto mest av grovkornet sediment (85 % sand og 6 % grus), med en mindre andel leire og silt (8 %). Stasjonen Osh 3 besto av 63 % sand, 22 % grus, og 15 % leire og silt. Det at sedimentet ved de fleste prøvetakingsstasjonene består av mange partikler i den grovkornede del av skalaen (Figur 3.5) tyder på at det er en forholdsvis god bunnstrøm i undersøkelsesområdet.



Figur 3.5. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Svelungen og Osholmene i 2011.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Sve 1	62	3,25	3	8	11	88	1
Sve 2	89	4,01	5	8	13	82	5
Osh 1	64	4,62	2	14	17	62	22
Osh 2	58	3,46	2	7	8	85	6
Osh 3 (felles)	53	5,66	4	11	15	63	22

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Svelungen og Osholmane 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). I dette tilfellet er glødetapet lavt på alle stasjoner, og høyest på Osh 3, som er en felles stasjon i overgangssonen for de to anleggene. TOC-verdiene indikerer også lave konsentrasjoner på alle stasjonene (KLIFs tilstand II, God), bortsett fra Osh 1 som har et høyere nivå og får tilstanden V (Dårlig). Nivåene av fosfor er relativt lave på samtlige stasjoner og det samme gjelder konsentrasjonene av sink og kobber (KLIFs tilstand 1).

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Svelungen og Osholmane 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		TK	Fosfor	Sink	Kobber		Tørrstoff (TS) %	
	Organisk Carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g		mg/kg TS	mg/kg TS	TK mg/kg	TS TK		
Sve 1	<5	22,9	II	560,0	21,0	I	5,6	I	68,0
Sve 2	<5	23,4	II	440,0	49,0	I	7,2	I	69,0
Osh 1	28,0	48,9	V	570,0	29,0	I	9,1	I	66,0
Osh 2	<5	26,3	II	590,0	21,0	I	6,2	I	67,0
Osh 3 (felles)	<5	25,4	II	600,0	24,0	I	8,8	I	68,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.6-3.8 og Vedleggstabell 1.

Sve 1 ligger i anlegget Svelungens nærsone, på 62 m dyp. Her ble det funnet 461 individer fordelt på 53 arter. Dette gir diversiteten 4,05 og MOM-tilstanden 1 (Meget god). Vanndirektivets indekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som «Godt» og grafen over arter fordelt på geometriske klasser illustrerer moderate til gode forhold. Blant de ti mest individrike artene, fantes det åtte børstemarkarter og to molluskararter. Den mest individrike var børstemarken *Scoloplos armiger* med 29 % av alle individer i prøven.

Sve 2 ligger sørøst i anleggets fjernsone (89 m dyp). Her ble det funnet 516 individer fordelt på 108 arter. Det høye artstallet bidrar til en diversitet på hele 5,81 og dermed KLIFs tilstand «Svært god». MOM-tilstanden er 1 «Meget god», Vanndirektivets indekser (NQI1 og NQI2) indikerer «Svært godt» artsmangfold og grafen over arter fordelt på geometriske klasser illustrerer svært gode forhold. Blant de ti mest individrike artene fantes det syv børstemarkarter, to molluskararter og en pigghudart. Den mest individrike var børstemarken *Galathowenia fragilis* med 9 % av totalt antall individer. Det lave prosenttallet indikerer også en svært god fordeling av individer innen arter og viser at ingen enkeltarter dominerer.

Osh 2 ligger i nærsonen til anlegget Osholman, på 58 m dyp. Det ble funnet 264 individer fordelt på 43 arter på denne stasjonen. Dette gir diversiteten 4,13 og MOM-tilstanden 1 «Meget god». Vanndirektivets indekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet på stasjonen som «Godt». Fordelingen av arter innen geometriske klasser indikerer moderate til gode forhold. Blant de elleve mest individrike artene fantes det åtte børstemarkarter, en koralldyrart, en sjøpølseart og en molluskart. Den mest individrike, var børstemarken *Polydora* sp., som utgjorde 23 % av det totale individantallet.

Osh 1 ligger på 64 m dyp i anlegget Osholmans fjernsone. Her ble det funnet 197 individer og 49 arter. Dette gir diversiteten 4,79 og dermed KLIFs tilstand «Svært god» og MOM-tilstanden 1 «Meget god». Vanndirektivets indekser (NQI1 og NQI2) indikerer et svært godt artsmangfold og fordelingen av arter innen geometriske klasser illustrerer gode forhold. Mollusken *Thyasira flexuosa* var arten med flest individer (17 % av total mengde), mens det ellers fantes ti børstemarkarter blant de elleve mest individrike artene.

Osh 3 (53 m dyp) er en fellesstasjon for overgangssonen til begge de to anleggene Osholman og Svelungen. Det ble funnet 568 individer og 82 arter. Dette gir diversiteten 5,24 og dermed KLIFs tilstand «Svært god». Vanddirektivets indekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som «Svært godt». Grafen over arter fordelt på geometriske klasser indikerer moderate forhold. Grafen begynner relativt høyt, hvilket betyr at det fantes mange arter med få individer, men knekkpunkt underveis tyder på en viss forstyrrelse. Bortsett fra en Enteropneustart (krageorm), fantes det kun børstemarker blant de ti mest individrike artene. Den mest individrike var *Polydora* sp., med 19 % av totalt antall individer. Denne stasjonen viser også gode forhold.

De multivariate analysene av faunafordelingen tyder på at Sve 2 skilte seg mest ut og hadde en likhet på omtrent 30 % med de andre stasjonene. De resterende stasjonene hadde en likhet på i overkant av 40 %.

Faunaundersøkelsene indikerte svært gode eller gode forhold på samtlige stasjoner undersøkt ved anleggene Osholman og Svelungen.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Svelungen og Osholman i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden (T.kl.) 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.

KLIF										
Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	TK	MOM TK	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
Sve 1	1	259	38	3.81			0.73			
	2	202	37	3.94			0.76			
	Sum	461	53	4.05		1	0.71	2.95	0.69	0.63
TK					Meget god				God	God
Sve 2	1	292	82	5.59			0.88			
	2	224	78	5.56			0.88			
	Sum	516	108	5.81		1	0.86	1.64	0.85	0.87
TK					Meget god				Svært god	Svært god
Osh 1	1	102	35	4.52			0.88			
	2	95	36	4.58			0.89			
	Sum	197	49	4.79		1	0.85	2.60	0.74	0.71
TK					Svært god	Meget god			Svært god	Svært god
Osh 2	1	126	28	3.76			0.78			
	2	138	37	4.21			0.81			
	Sum	264	43	4.13		1	0.76	2.92	0.69	0.64
TK					Svært god	Meget god			God	God
Osh 3 (felles stasjon)	1	260	66	5.26			0.87			
	2	308	58	4.78			0.82			
	Sum	568	82	5.24			0.82	2.61	0.75	0.75
TK					Svært god				Svært god	Svært god

Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Svelungen og Osholman i 2011.

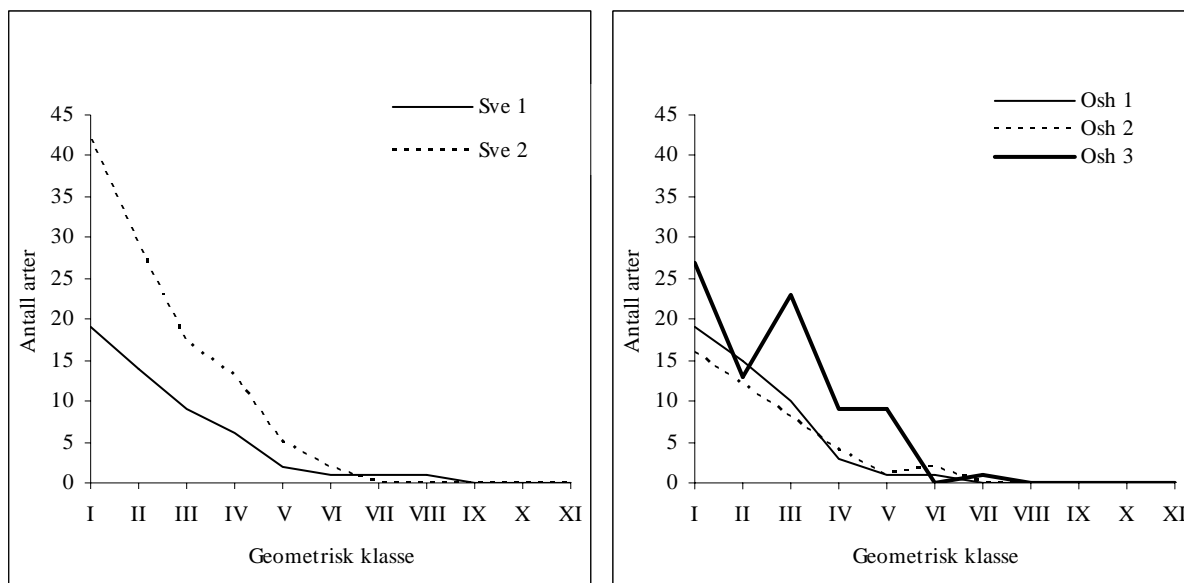
Sve 1	Ant. Ind.	%	Kum %	Sve 2	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Scoloplos armiger</i>	133	29	29	<i>Galathowenia fragilis</i>	44	9	9
<i>Galathowenia oculata</i>	68	15	44	<i>Caudofoveata indet.</i>	35	7	15
<i>Polydora sp.</i>	45	10	53	<i>Aonides paucibranchiata</i>	28	5	21
<i>Thyasira flexuosa</i>	27	6	59	<i>Amythasides macroglossus</i>	27	5	26
<i>Syllidae indet.</i>	23	5	64	<i>Owenia borealis</i>	20	4	30
<i>Thyasira sarsii</i>	14	3	67	<i>Pholoe baltica</i>	19	4	34
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	13	3	70	<i>Notomastus latericeus</i>	17	3	37
<i>Prionospio fallax</i>	9	2	72	<i>Labidoplax buskii</i>	15	3	40
<i>Spio sp.</i>	9	2	74	<i>Axinulus croulinensis</i>	15	3	43
<i>Owenia borealis</i>	9	2	76	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	3	45

Osh 1	Ant. Ind.	%	Kum %	Osh 2	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Thyasira flexuosa</i>	34	17	17	<i>Polydora sp.</i>	61	23	23
<i>Galathowenia oculata</i>	23	12	29	<i>Scoloplos armiger</i>	45	17	40
<i>Pholoe baltica</i>	12	6	35	<i>Galathowenia oculata</i>	30	11	52
<i>Prionospio cirrifera</i>	10	5	40	<i>Actinidae indet.</i>	13	5	56
<i>Thelepus cincinnatus</i>	8	4	44	<i>Syllidae indet.</i>	9	3	60
<i>Syllidae indet.</i>	7	4	48	<i>Thyasira flexuosa</i>	8	3	63
<i>Scoloplos armiger</i>	7	4	51	<i>Goniada maculata</i>	8	3	66
<i>Goniada maculata</i>	6	3	54	<i>Pholoe baltica</i>	7	3	69
<i>Prionospio fallax</i>	6	3	57	<i>Spio sp.</i>	7	3	71
<i>Anobothrus gracilis</i>	5	3	60	<i>Sabellidae indet.</i>	6	2	73
<i>Cirratulus cirratus</i>	5	3	62	<i>Aricidea catherinae</i>	6	2	76
				<i>Leptosynapta sp.</i>	6	2	78

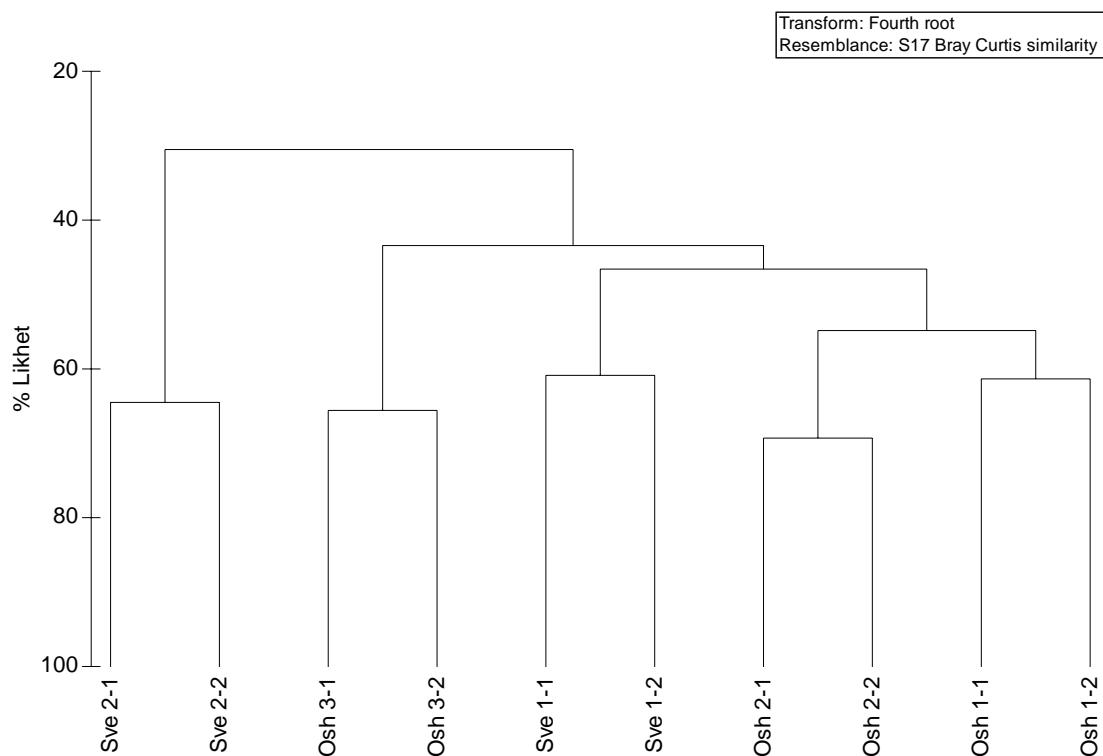
Osh 3	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	108	19	19
<i>Scoloplos armiger</i>	30	5	24
<i>Melinna elisabethae</i>	28	5	29
<i>Syllidae indet.</i>	25	4	34
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	22	4	38
<i>Pholoe baltica</i>	21	4	41
<i>Prionospio cirrifera</i>	18	3	44
<i>ENTEROPNEUSTA indet.</i>	18	3	48
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	17	3	51
<i>Galathowenia oculata</i>	16	3	53

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Svelungen og Osholman i 2011.

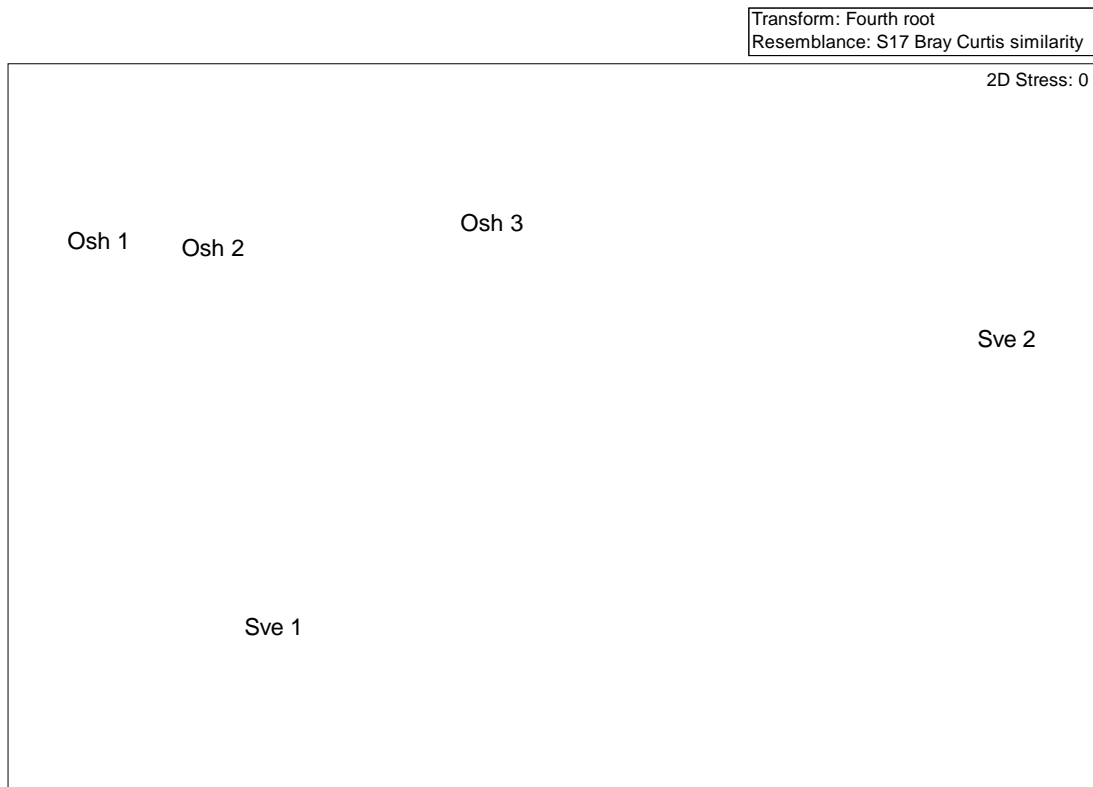
Geometrisk klasse	Sve 1	Sve 2	Osh 1	Osh 2	Osh 3
I	19	42	19	16	27
II	14	29	15	12	13
III	9	17	10	8	23
IV	6	13	3	4	9
V	2	5	1	1	9
VI	1	2	1	2	0
VII	1	0	0	0	1
VIII	1	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0



Figur 3.6. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Svelungen og Osholman i 2011.



Figur 3.7 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Svelungen og Osholman 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 standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.



Figur 3.8. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Svelungen og Osholman 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 standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved matfisklokalitetene Osholman og Svelungen i Knarlagsundet, like vest for munningen av Trondheimsfjorden i Hitra kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vannundersøkelser utført den 13. desember 2011, og sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 12. mai 2011. Det ble tatt bunnprøver ved fem stasjoner, og registrert hydrografi på de to stasjonene som lå lengst inn i Knarlagsundet.

Det ble utført kornfordelingsanalyser av sedimentet fra alle stasjonene. Hovedtrenden var at sedimentet besto av mye grovpartikulært sediment, hovedsakelig i form av sand. Andelen leire og silt var ikke over 20 % ved noen stasjoner, mens sand og grus til sammen utgjorde mellom 80-90 %. Dette tyder på god bunnstrøm i undersøkelsesområdet. De hydrografiske målingene ved de to stasjonene som lå lengst inn i Knarlagsundet viser jevne og normale verdier av salinitet og oksygen i hele vannsøylen. Det organiske innholdet (% glødetap) var lavt på samtlige stasjoner. TOC indikerer også lave konsentrasjoner av karbon (tilstand II), utenom stasjon Osh 1, som har et høyere nivå og får tilstand V (Dårlig). Dette er trolig på grunn av at denne stasjonen hadde et noe høyere innhold av finfordelte partikler. Konsentrasjonene av fosfor var relativt lave på alle stasjoner, og det gjelder også konsentrasjonene av sink og kobber (KLIFs tilstand I). Faunaundersøkelsene indikerte svært gode eller gode forhold på samtlige stasjoner undersøkt ved anleggene Osholman og Svelungen. Oppsummert fremstår det marine miljøet omkring anleggene som tilnærmet upåvirket av oppdrettsvirksomheten.

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC
Sve 1	62	-	I	I	I	II
Sve 2	100	I	I	I	I	II
Osh 1	64	I	I	I	I	V
Osh 2	60	I	I	I	I	II
Osh 3 (felles)	70	I	-	I	I	II

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Surnadal Sjøservice AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Fredrik R Staven og Anders W Olsen fra Aqua Kompetanse AS. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. De kjemiske analysene ble foretatt av Kristine Fiane Johnsson og Tommie Christensen.

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. 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: Direktorsgruppen 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.

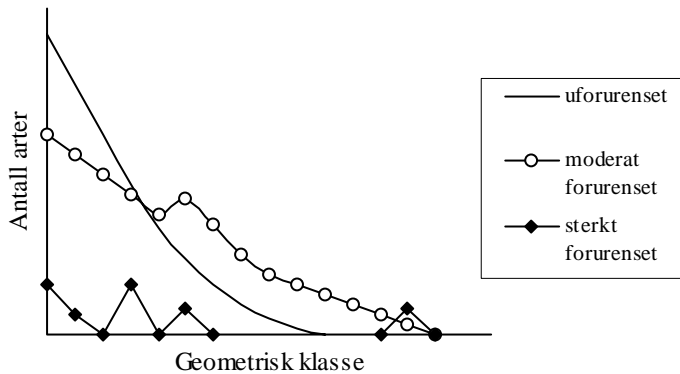
Geometriske klasser

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 prøvelighet 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:

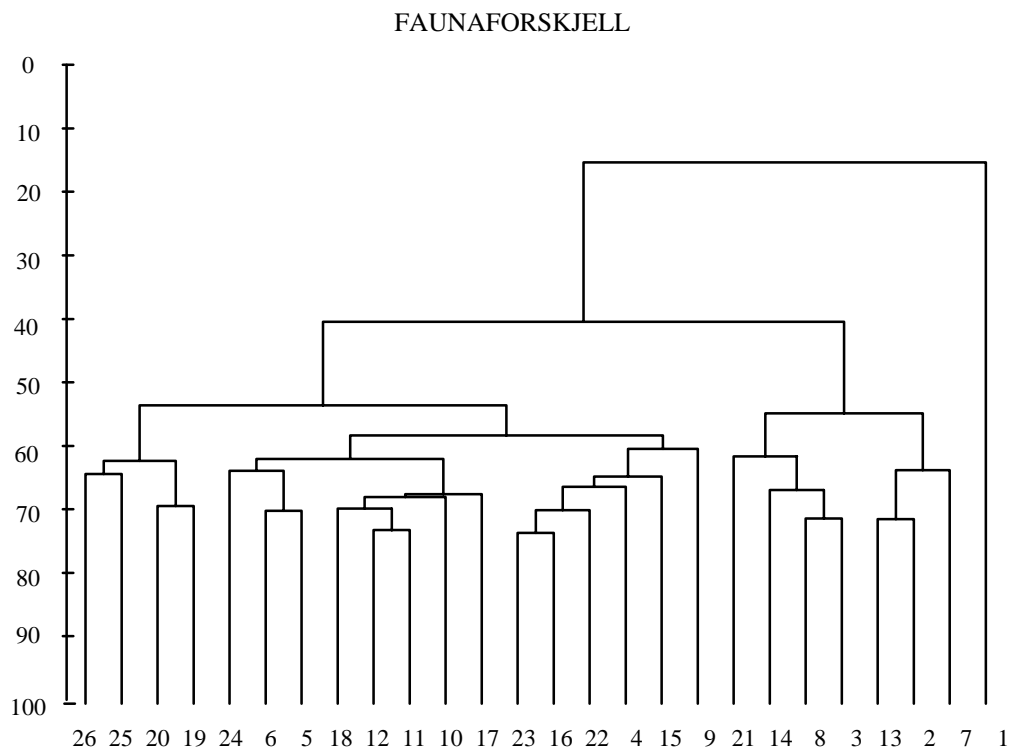
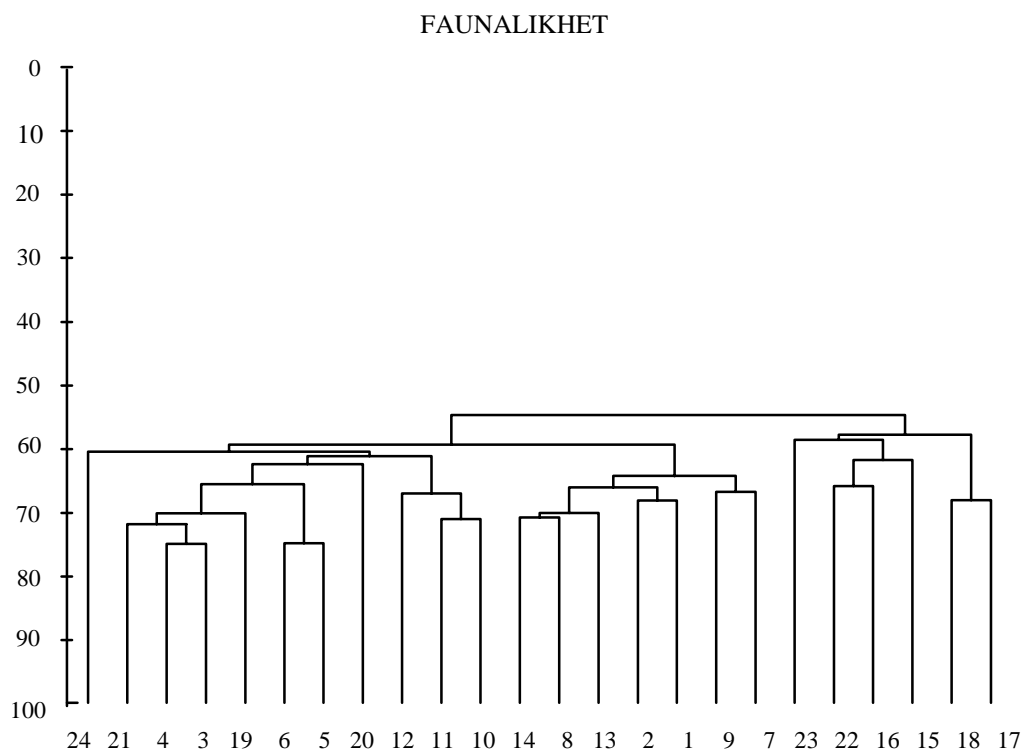
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

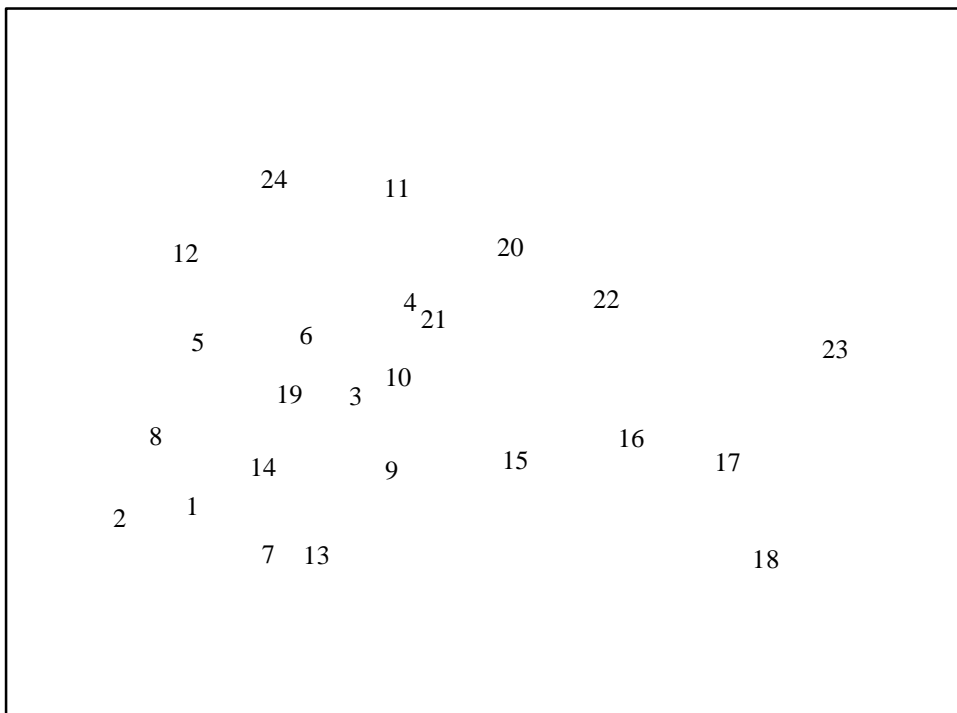
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

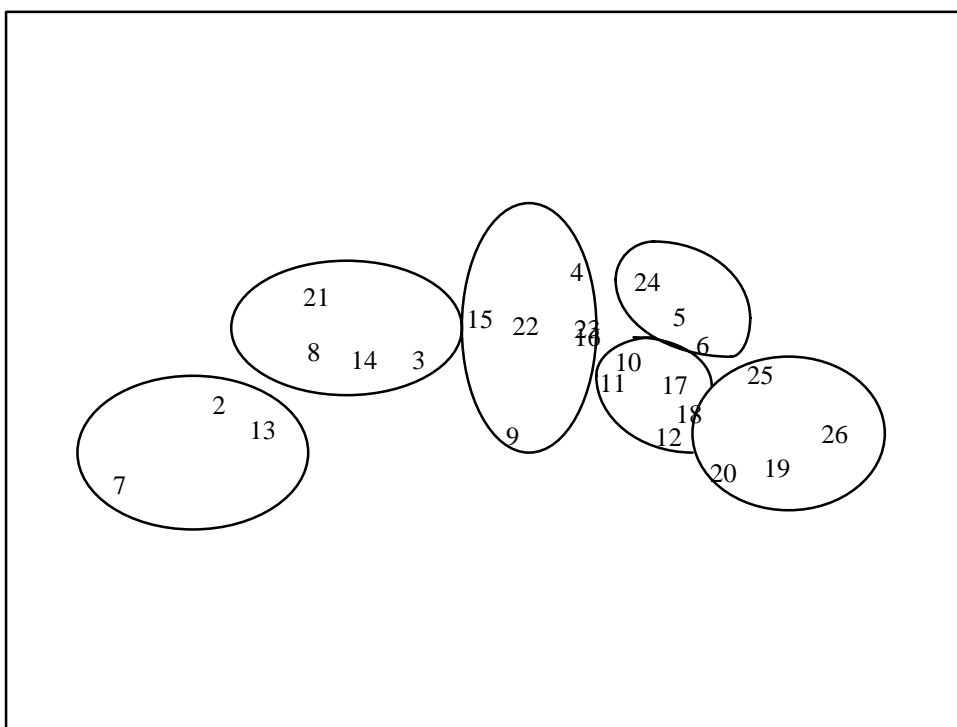


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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-505.4

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse

Prosjekt nr.: 805830

Prøvetakingssted (område): Svelungen og Osholman

Dato for prøvetaking: 12.5.2011

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Per Johannessen, Per-Otto Johansen og Tom Alvestad

Metode: Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuuggene 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:5 sider.

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


Signatur:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

12.05.2011		Svelungen				Osholman					
		St1	St1	St2	St2	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
Art	Hugg nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+		+							
* Cliona sp.			+								
* HYDROZOA											
* Hydrozoa indet.		+		+		+					
* ANTHOZOA											
Anthozoa indet.							+				
Cerianthus lloydii			1								
Actiniaria indet.			2								
Edwardsia sp.											3
Paraedwardsia cf. arenaria				5	3						
Actinidae indet.								7	6	3	2
* NEMERTINI indet.		1	3	4	7	1			1	4	4
* NEMATODA indet.		8	4	1				1	1	7	7
POLYCHAETA											
Paramphinome jeffreysii		9	4	11	3		3		1	1	5
Laetmonice filicornis					0/2						
* Siboglinum fiordicum				+	+						
Polynoidae indet.			1	2		2		1	1	1	1
Gattyana cirrosa			1								
Pholoe baltica	7			12	7	8	4	2	5	12	9
Sthenelais limicola				1	1						
Paranaitis uschakovi				1							
Nereiphylla lutea				1	2/1						
Phyllodoce groenlandica			1			1	2			1/1	
Phyllodoce mucosa	5/1	0/1							1	1/4	0/1
Phyllodoce rosea								0/1	0/2		1
Eumida sp.									1		
Eumida bahusiensis							1				
Eumida ockelmanni										6	2
Eumida sanguinea					0/1	2/1	1				
Sige fusigera				1							
Eulalia mustela				0/1	0/1					1	1
Mystides caeca										1	1
Eteone longa	0/2			2	1					1	
Gyptis rosea										7	2
Kefersteinia cirrata										5	
Nereimyra punctata			2	1	1	1	3		1		
Syllidae indet.	8	15	2	1	4	3	3	3	6	7	18
Exogone sp.	3				2					2	3
Platynereis dumerilii						1/1		1		1	
Nephtys hombergi	1			2	1/1						
Nephtys pente										1	
Glycera alba	0/3					1	2		1		
Glycera lapidum				1	0/2					1/1	1/1
Goniada maculata	1/2	2/1	0/1	2	3	2/1	1/3	3/1	0/1	0/1	1
Hyalinoecia tubicola				1	1						
Nothria conchylega				1							
Eunice pennata										2	1
Lumbrineridae indet.				6	2					1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

12.05.2011	Svelungen				Osholman					
	St1	St1	St2	St2	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
	Art	Hugg nr.	1	2	1	2	1	2	1	2
Protodorvillea kefersteini									6	16
Scoloplos armiger	85	48			2/1	2/2	18/5	19/3	0/10	6/14
Aonides paucibranchiata			14	14						1
Polydora sp.	25	20	1	3	3	1	29	32	42	66
Prionospio cirrifera	2		2	6	4	6	1	2	10	8
Prionospio fallax	4	5		1	2	4		2	1	1
Spio sp.	9				1		3	4		1
Spiophanes kroeyeri			2/1	1/1					1	
Apistobranchnus tenuis				1					3	12
Poecilochaetus serpens				1						
Aricidea catherinae	1	2	3	2			3	3	1	4
Aricidea laubieri				1						
Paraonis sp.			3		2		2		4	
Aphelochaeta sp.	1		1	4		1			2	5
Chaetozone sp.	4			7		1				
Cirratulus cirratus	1	1			1/3	0/1	1/1	1/2	3	1
Dodecaceria concharum		0/1								
Macrochaeta clavicornis									6	5
Brada villosa			1							
Diplocirrus glaucus				1	0/1				0/1	
Ophelina acuminata		1							2	3
Axiokebuita sp.			1							
Scalibregma inflatum			0/1					1	1	
Capitella capitata	1	1							0/2	
Heteromastus filiformis				1						
Mediomastus fragilis	3	3				1	2	1	2	2
Notomastus latericeus	1		3/6	4/4	1					6/3
Lumbriclymene cylindricaudata			0/1							
Petaloproctus sp.		2								
Maldanidae indet.			5		3	1	1		2	5
Owenia borealis	4/1	4	10	10	1	1	2	2	2/2	4
Galathowenia fragilis			20	24						
Galathowenia oculata	36	32	10	3	13	10	20	10	6	10
Pectinaria auricoma	1	4	3/1	2					1	
Pectinaria koreni				0/1				1		
Ampharete falcata			1							
Ampharete lindstroemi			3	2/3	2	1	2	3	5	
Sabellides octocirrata			1/2							
Sosane sulcata		0/1				1	2		1	
Anobothrus gracilis	1/1	1/1	2		3/1	1		1		4
Lysippides fragilis			1							
Mugga wahrbergi			2	1						
Amythasides macroglossus			24	3						
Eclysippe vanelli			0/1	1						
Sosanopsis wireni			2							
Samytha sexcirrata			1							
Melinna albicincta						2			1	
Melinna elisabethae			0/1						9/3	13/3
Terebellidae indet.									5	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

12.05.2011		Svelungen				Osholman					
		St1	St1	St2	St2	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
Art	Hugg nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Amphitrite cirrata					0/1						
Paramphitrite birulai			1		1						
Eupolymnia nesidensis						2	1		1	13	4
Pista cristata				0/3	0/1						
Thelepus cincinnatus						3/1	4				
Streblosoma intestinale					1/2						
Polycirrus medusa										0/3	2/2
Polycirrus norvegicus			5/3	3/4	0/1	1	2	2	0/1	1	1/1
Polycirrus plumosus							0/1				
Polycirrus sp.				1/1							
Trichobranchus gracialis										1	
Trichobranchus roseus				2/2		1					
Terebellides stroemi				1	0/1	1			1	3	1
Sabellidae indet.						2	1	4	2	3	4
Jasmineira sp.				2	1						2
Sabella pavonina				0/1			1	0/1		1	
Ditrupa arietina					1						
Hydroides norvegica							3				1
OLIGOCHAETA indet.					1						8
ECHIURA											
SIPUNCULA											
Sipuncula indet.						1			2	5	1
Phascolion strombus		3								1	1/1
CRUSTACEA											
* Calanus finmarchicus		2	3	12		4	1	3	4	9	14
* Verruca stroemi						1				2	
* Nebalia sp.											1
* Tanaidacea indet.					1						
* Natatolana borealis					0/1					0/1	
* Astacilla longicornis		1						1			0/2
* Amphipoda indet.		6	1	4	2	2	2	2	1	1	2
* Caprellidae indet.				3							
* Decapoda indet.									0/1		
* PYCNOGONIDA indet.					1	1					
MOLLUSCA											
Caudofoveata indet.				16	19						
Solenogastres indet.											1
Leptochiton asellus							1			3/1	
Ischnochiton albus							1				
Euspira montagui		1			0/1						
Diaphana minuta			1								
Philine scabra				1	1						
Cylichna cylindracea		3/2	2	2				1	1		
Cylichna umbilicata		2	1								
Nudibranchiata indet.				1		1					
Nucula nucleus							1/2			0/1	
Ennucula tenuis		1									
Yoldiella philippiana		1		1/1	0/2						
Modiolula phaseolina				0/1						1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

12.05.2011		Svelungen				Osholman					
Art	Hugg nr.	St1	St1	St2	St2	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Limaria loscombi				0/1							
Limatula gwyni				3/3	1/3						
Similipecten similis				1							
Lucinoma borealis									1		
Myrtea spinifera				1	1						
Thyasira biplicata					1						
Thyasira flexuosa	7/1	7/12	2/2	1	9/8	12/5	1	6/1	2/2	4/2	
Thyasira obsoleta			5/1	2/1							
Thyasira sarsii	5/4	1/4	0/5	2/2						0/1	
Axinulus croulinensis			7/4	2/2							
Mendicula feruginosa			6	5							
Adontorhina similis			1	4							
Devonia perrieri										1	
Astarte sulcata			1	0/1						1/3	0/1
Parvicardium minimum			1								
Abra prismatica	1		1								
Arctica islandica		0/1									
Chamelea striatula								1			
Timoclea ovata											1
Mya truncata	0/1										
Corbula gibba	2	2									
Cochlodesma praetenuae				1							
Cuspidaria cuspidata			1	1							
Cardiomya costellata			1								
Antalis entalis			0/2	3			1				1
Pulsellum lofotense				3							
BRACHIOPODA indet.											
Novocrania anomala											1
* PHORONIDA indet.											
* BRYOZOA											
* Bryozoa grenet				+	+	+	+				
ECHINODERMATA											
Astropecten irregularis				0/1							
Asterias rubens					0/1						
Amphipholis squamata									0/1	1/2	
Amphiura chiajei					1						
Amphiura filiformis			3	1				2			
Ophiocten affinis	1	2		1		2	1	1			1
Ophiura albida			0/2	0/2							
Ophiura sp.											0/1
Echinocardium cordatum				0/1							
Echinocardium flavescens			1								
Thyone fusus			0/1	1							
Leptopentacta elongata		0/1				1					
Ocnus lacteus				1							
Thyonidium drummondi			0/1								1
Labidoplax buskii	1	1	9	6							
Leptosynapta sp.				1			4	2			
Synaptidae indet.										11	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

12.05.2011		Svelungen				Osholman					
		St1	St1	St2	St2	St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
Art	Hugg nr.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	ENTEROPNEUSTA indet.				1					3	15
	CHORDATA										
	Ascidiacea indet.			1	1					2	1
*	VARIA	+	+	+	+	+	+		+		+

Vedleggstabell 2. Analyserapport Osholman



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-11-MX-000794-02



EUNOBE-00000269

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-01.11.2011
Referanse: 611101, 805830 ref.
nr.41/2011

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.:	441-2011-0823-090	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	66	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	9.1	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	29	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	570	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	28.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

Prøvenr.:	441-2011-0823-091	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	67	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	6.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	590	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

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-11-MX-000794-02



EUNOBE-00000269



Bergen 01.11.2011

Kristine Fiane Johnsson

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

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



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen
 F. reg. 965 141 618 MVA
 Box 75
 NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

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

AR-11-MX-000795-02



EUNOBE-00000269

Prøvemottak: 22.08.2011
 Temperatur:
 Analyseperiode: 22.08.2011-01.11.2011
 Referanse: 611101, 805830 ref. nr.41/2011

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
 Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.:	441-2011-0826-026	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3 felles	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	68	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	8.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	600	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 01.11.2011

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

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 1

Analyserapport Svelungen



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd.
Bergen
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 55 54 92 92

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

AR-11-MX-000249-01



EUNOBE-00000270

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 23.08.2011-20.09.2011
Referanse: 611101, 805830 ref.
nr.40/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-0823-092	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	23.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	68	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	5.6	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	560	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0823-093	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	23.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	69	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	7.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	49	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	440	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

Tommie Christensen

Avd. leder, Kundesenter

Teckenforklaring:

* (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 1