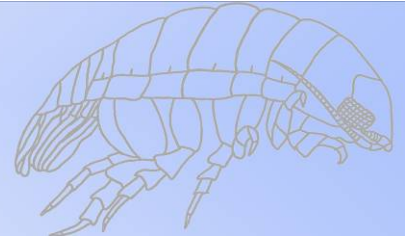


SAM e-Rapport

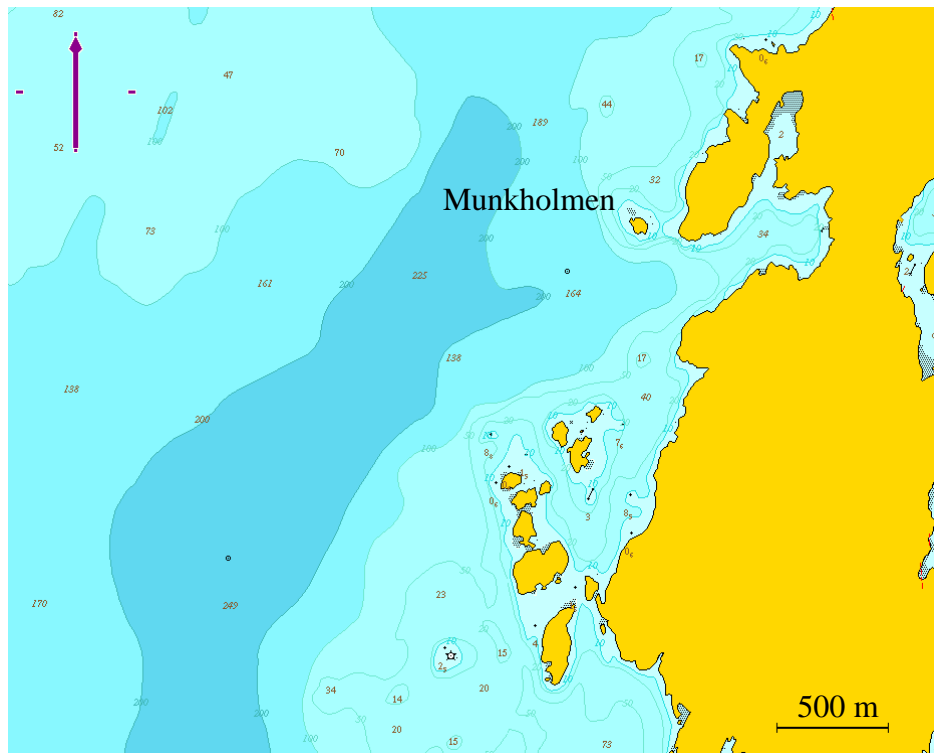
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 8-2008

MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Munkholmen i Hervikfjorden, Tysvær kommune i 2007

Erling Heggøy
Per-Otto Johansen




UNI FOB
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN
UNIFOB AS



SAM-marin

Seksjon for anvendt miljøforskning

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 44 64  55 58 45 25

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Munkholmen i Hervikfjorden, Tysvær kommune i 2007.	Dato: 21.5.2008
	Antall sider og bilag: 34
Forfatter(e): Erling Heggøy Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Erling Heggøy
	Prosjektnummer: 801368

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	--------------------------

Abstract:

The aim of this investigation was to describe the environmental conditions at a fish farm in Hervikfjorden based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, oxygen and salinity. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority and NS9410.

The results show that the content of measured chemical components in the sediment was low close to the fish farm, and in the deep of the Hervikfjord. The oxygen content in the deepest part of Hervikfjorden was high. The bottom fauna was classified as good in the deepest part of the fjord and the investigation shows a small environmental impact on the bottom fauna close to Munkholmen fish farm in 2007.

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

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 8-2008

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	30.5.2008	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	30.5.2008	<i>Erling Heggøy</i>

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	5
2.1 Undersøkelserområdet	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	15
3.3 Kjemisk	15
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	20
5 TAKK	21
6 LITTERATUR	21
7 VEDLEGG	22

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Munkholmen i Hervikfjorden, Tysvær kommune, lokalitetsnummer 1146. Innsamlingene ble gjennomført i 19. desember 2007. På samme tokt ble også miljøforholdene i Jøsenfjorden, Austre Ombofjorden og Vindafjorden undersøkt, men resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter. Undersøkelsen er gjort etter oppdrag fra Marine Harvest Norway AS av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM).

SAM-marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning i Bergen (Unifob). SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

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

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410). Det er tidligere utført en MOM-C undersøkelse ved lokaliteten i januar 2007 (Skaar 2007).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

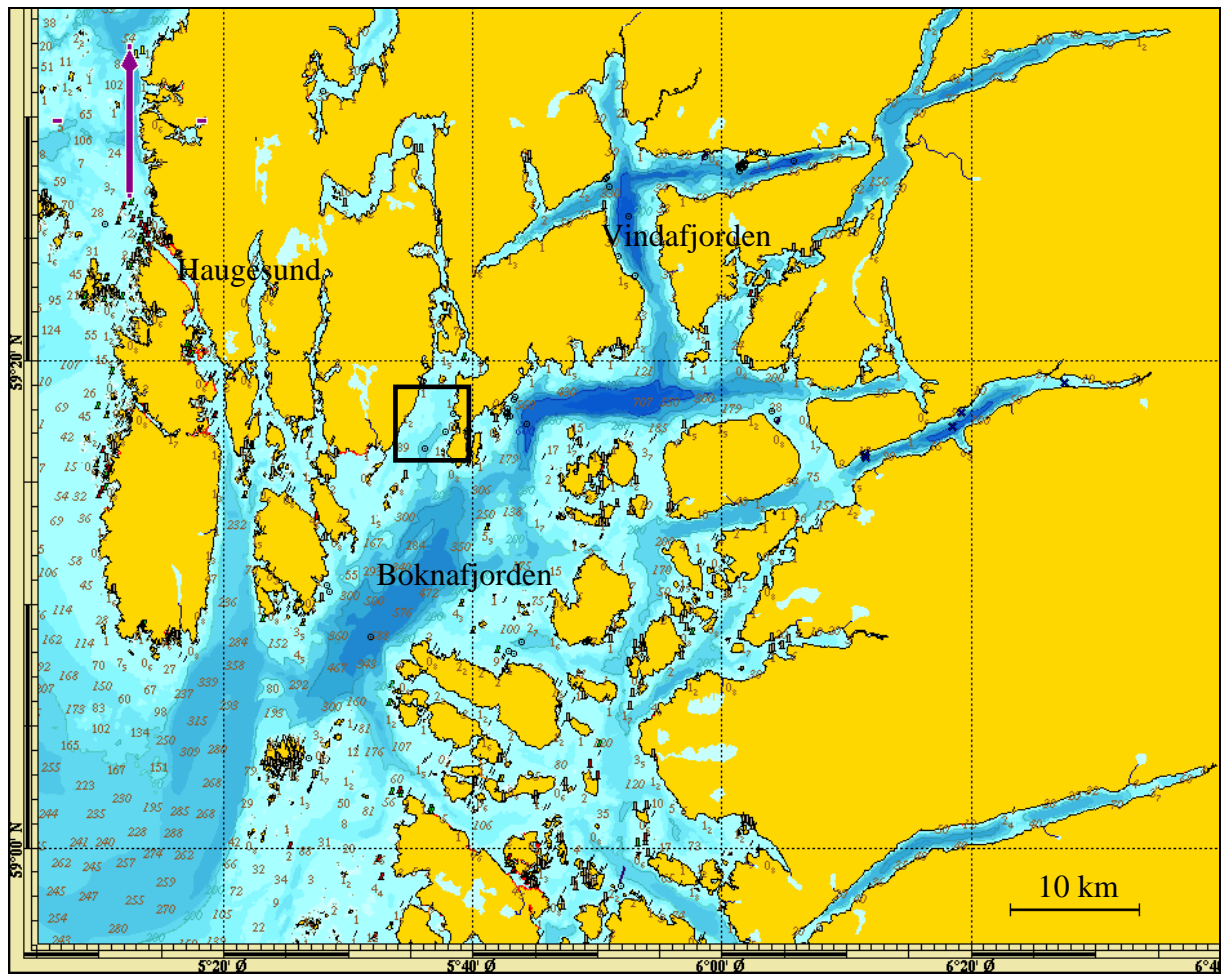
Undersøkelsesområdet ligger i Hervikfjorden ved Munkholmen (Figur 2.1 til 2.3). Oppdrettsanlegget ligger over en slakt skrående bunn på rundt 100 til 200 m dyp. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot et maks dyp på 243 m.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

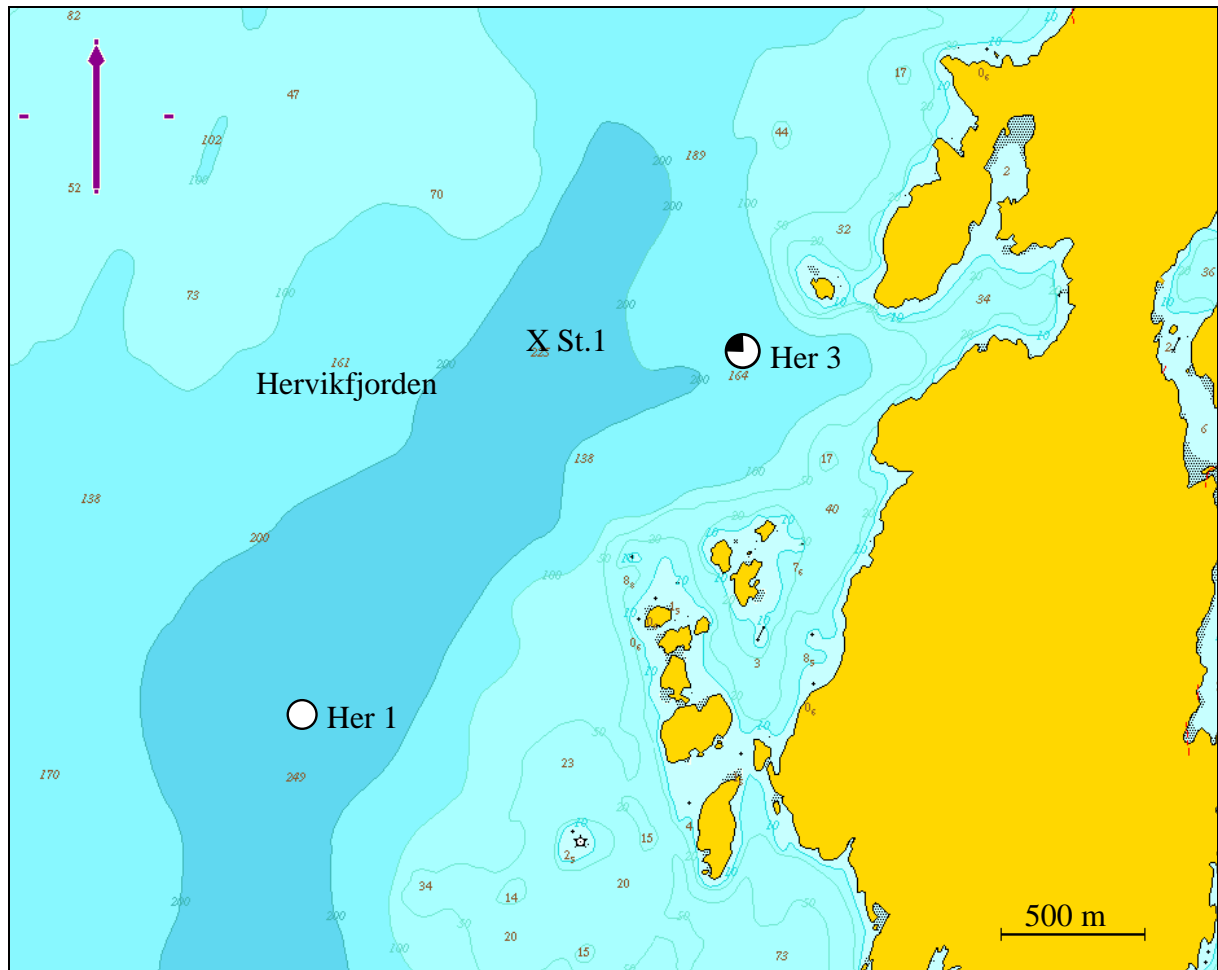
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 19. desember 2007. Det ble tatt prøver fra en stasjon rett ved anlegget, og fra en stasjon i det dypeste punktet av fjorden.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra den dype stasjonen. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

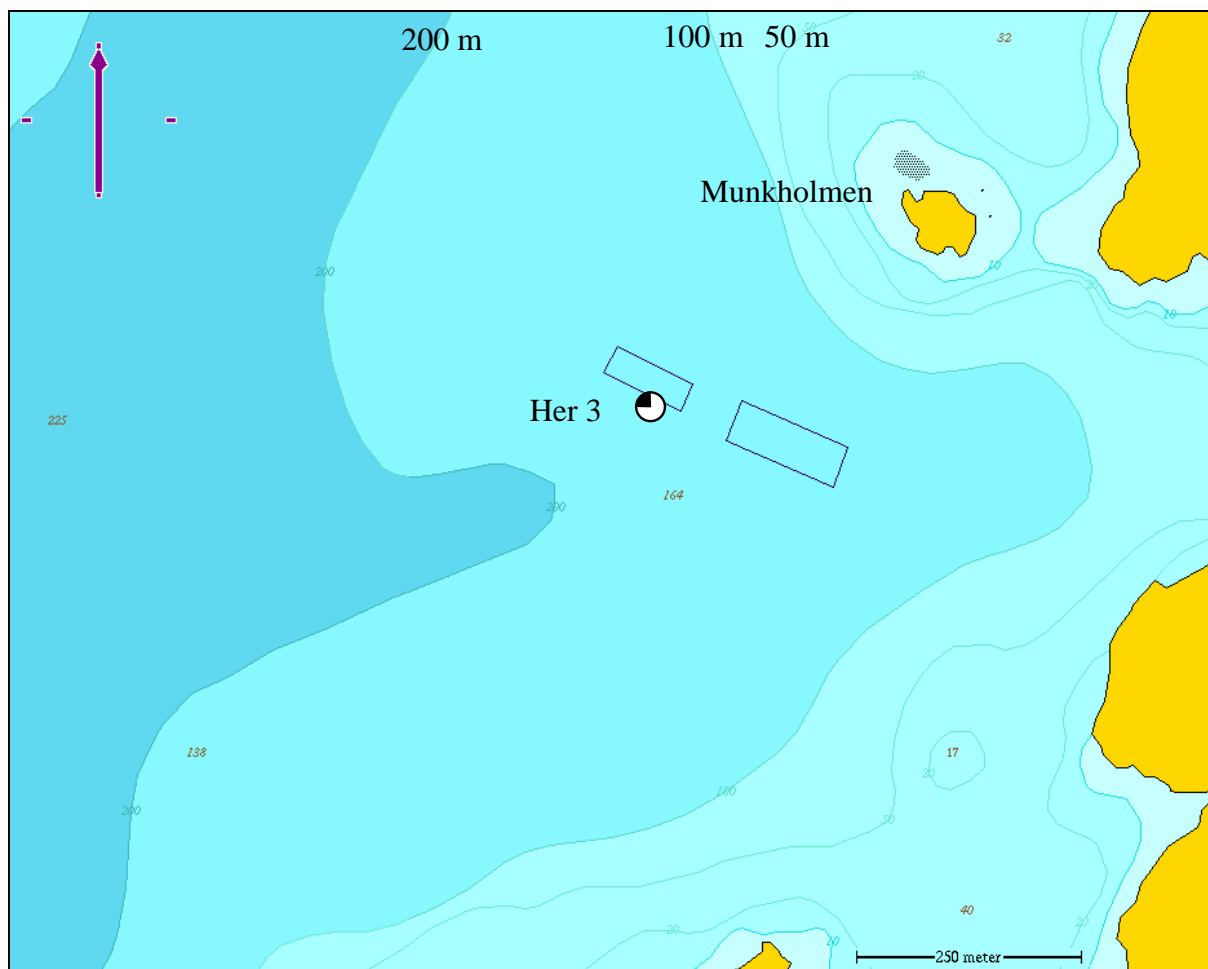
Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhentere. Saltholdighet ble bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Oksygeninnholdet (ml/l) ble bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet (σ_t) ble beregnet. Tettheten øker i sjøvann med økende saltholdighet og avtagende temperatur.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet i Hervikfjorden avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Utsnitt av Hervikfjorden med referansestasjonen i dypet og stasjonen ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex. St. 1: Stasjon fra innsamlingen til Bio Consult i januar 2007.



Figur 2.3. Detaljskisse over lokaliteten med stasjonen i nærsonen og en enkel skisse av anlegget. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonen er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

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

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Her 1 19.12.07	Hervikfjorden 59°16,370'N 05°36,186'Ø	243	1	17	Grått finkornet sediment. Lite restmateriale. Geologi og kjemi fra 1. hugg.
			2	16	
			3	9	
St. Her 3 19.12.07	Munkholmen 59°17,058'N 05°37,783'Ø	180	1	17	Grått finkornet sediment med blåleire og grus. Geologi og kjemi fra 1. hugg. 2 <i>Myxine glutinosa</i> i 3. hugg.
			2	17	
			3	17	

2.2.1 Hydrografi

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

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og kornfordelingsanalysen, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

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 %.

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

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

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget, fra hver stasjon til analyse av de kjemiske parametrene. Analysene ble utført av AnalyCen AS (akkrediteringsnummer 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 AJ 31. Analysen av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i SFT'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 få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor

langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 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 bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). 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).

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

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997) og Bakke et al. 2007. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V 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 indeks (°H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	- 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	- 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Fiskeoppdrettsanlegget har vært i bruk siden mai 2003. Anlegget er nå inne i sin tredje produksjonssyklus. Den første var fra august 2003 til desember 2004, den andre fra april 2005 til desember 2006, og den tredje startet opp april 2007. Mellom produksjonssyklusene har anlegget vært brakklagt i tre til fire måneder. Konesjonsvolumet var høsten 2007 på 3,120 t MTB (maksimal tillatt biomasse), mens utnyttet volum var ca 319.000 m³.

Tabell 2.4. Samlet forforbruk i kg for Procean og Storm lokalitet Munkholmen i perioden 2003-2006.

	2003	2004	2005	2006	2007
Januar	0	148 831	0	146 477	0
Februar	0	132 710	0	184 047	0
Mars	0	207 368	0	241 458	0
April	0	239 451	1 900	233 530	4 037
Mai	12 000	330 678	22 225	364 648	27 971
Juni	49 370	416 886	82 452	519 145	74 817
Juli	105 813	406 316	148 637	437 861	115 698
August	152 741	292 106	203 885	84 687	165 376
September	182 975	287 961	300 301	256 713	182 827
Oktober	158 381	238 194	262 390	263 149	204 275
November	158 205	109 947	277 894	221 985	181 566
Desember	289 840	10 000	277 607	28 054	168 543
Sum	1 109 325	2 820 448	1 577 291	2 981 754	1 125 110

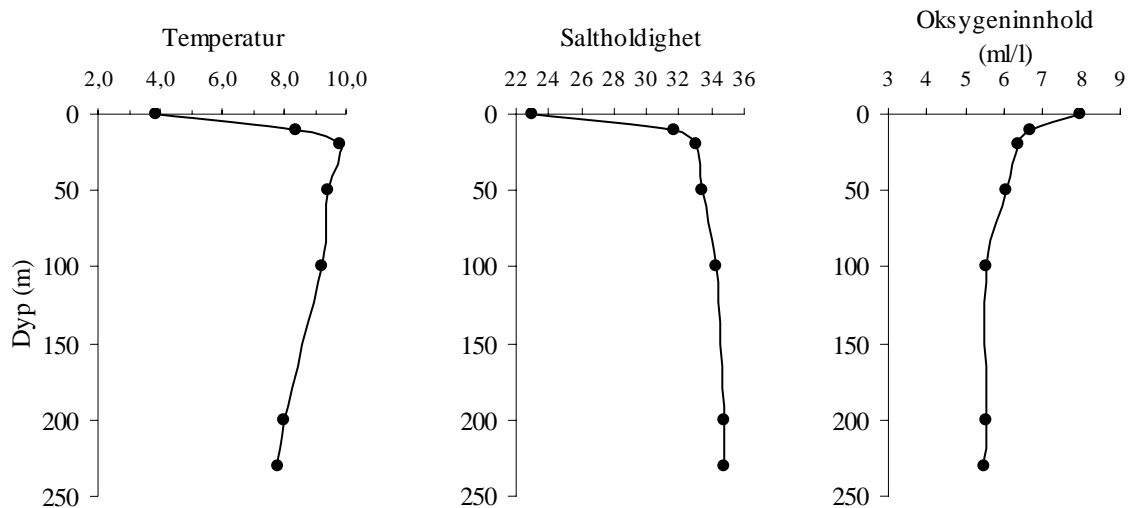
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt i syv forskjellige dyp fra overflaten til 230 m dyp, på stasjon Her 1. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Munkholmen den 19. desember 2007.

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Temp. (°C)	Salt. (psu)	Tetthet	Oksygen (ml/l)	Oks.met.	Sikt (m)
Her 1	19.12.2007	0	3,9	22,92	18,25	7,99	101,30	Mørkt
		10	8,4	31,71	24,66	6,65	99,44	
		20	9,8	33,04	25,48	6,35	98,90	
		50	9,4	33,43	25,85	6,03	93,33	
		100	9,2	34,24	26,51	5,51	85,33	
		200	8,0	34,76	27,11	5,54	83,66	
		230	7,8	34,80	27,17	5,48	82,48	



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold fra overflaten og til 230 meter dyp på stasjon Her 1 den 19. desember 2007.

Temperaturen steg fra 3,9 °C i overflaten til 9,8 °C på 20 m dyp, og sank til 7,8 °C på 230 m dyp. Saltholdighetsmålingene viser et ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 22,9. På 10 m var saltholdigheten 31,7 og økte videre nedover i vannsøyla til 34,8 på 230 m dyp (Tabell 3.1). Oksygeninnholdet sank fra 7,99 ml/l i overflaten til 5,48 ml/l på 230 m dyp. Oksygeninnholdet i bunnvannet var i SFT's tilstandsklasse I (Meget god).

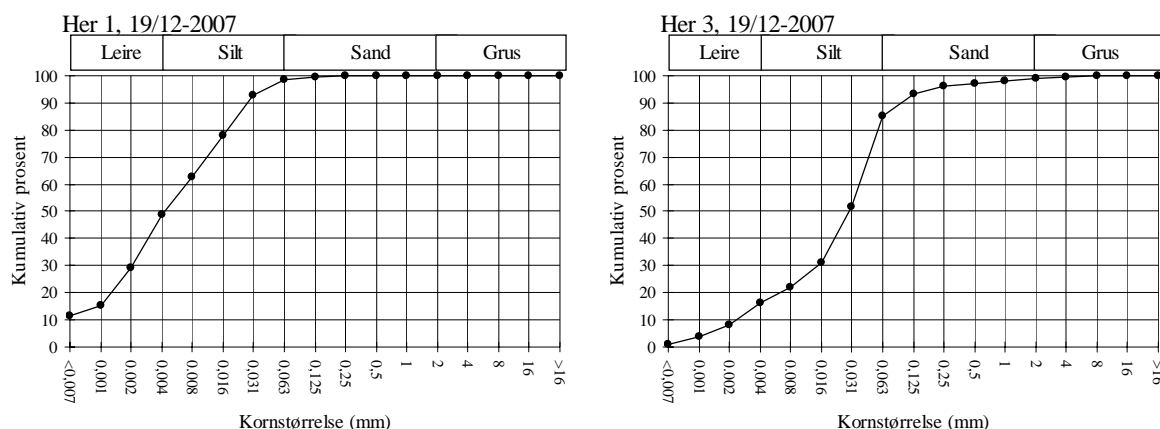
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2007 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

Tabell 3.2. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra to stasjoner ved Munkholmen i 2007.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Her 1	243	11,17	49	50	99	1	0
Her 3	180	7,22	16	69	85	14	1

De to stasjonene Her 1 og Her 3 hadde et lavt organisk innhold på henholdsvis 11,7 % og 7,22 %. På Her 1, i dypet av Hervikfjorden var det et finkornet sediment med 99 % finfraksjon (leire + silt). På Her 3, like ved anlegget var det et litt mer grovkornet sediment med 14 % sand og 1 % grus.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Munkholmen i 2007.

3.3 Kjemi

Innholdet av TOC/100 g sediment var 2,3 og 2,4 på henholdsvis Her 1 og Her 3. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Ved å benytte formelen gitt i SFT's fikk Her 1 og Her 3 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 23 og 27 mg/g, som plasserer stasjonene i SFT's tilstandsklasse II (God) og II-III (God - Mindre god). Innholdet av sink og kobber var lave på begge stasjonene og i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn) (Tabell 3.3). I

januar 2007 ble det foretatt en undersøkelse ved det samme anlegget av BioConsult (Skaar 2007). Denne undersøkelsen viste et høyt innhold av kobber i sedimentet like ved anlegget, 200 mg/kgTS som tilsvarer SFT's tilstandsklasse V (Svært dårlig). Dette synes å være en høy verdi tatt i betraktning hva som ble målt i desember 2007. Kjeldal-Nitrogen og fosfor inngår ikke i SFT's manual. Sammenlignet med undersøkelser fra andre opprettsanlegg var verdiene av Kjeldal-Nitrogen og fosfor lave.

Tabell 3.3. Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (T.kl.) er oppgitt etter SFT' klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink og kobber.

	Kobber (mg/kg TS)	T.kl	Sink (mg/kg TS)	T.kl	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl	Fosfor (g/kg TS)	Nitrogen- Kjeldahl (g/kg TS)	TS (%)
Her 1	13	I	77	I	23	II	0,49	2,7	36,4
Her 3	18	I	97	I	27	II-III	2,1	2,1	47,6

3.4 Bunn dyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabellene 3.4 - 3,5, Figurene 3.3 - 3.4 og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i desember 2007. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremitter) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

I det dypeste partiet av Herviksfjorden på stasjon Her 1, ble det funnet 45 arter med til sammen 1063 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,7 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). Et høyt antall individer av børstemarken *Heteromastus filiformis*, 824 individer, noe som utgjorde 77,5 % av alle individene, trekker ned diversiteten (Tabell 3.5). Dette er en art som kan opptrer i stort antall uten at det er en indikasjon på belastning. Den resterende artssammensetningen viste ikke tegn på belastning fra oppdrettet og forholdene karakteriseres som gode. Om en beregner diversiteten uten *Heteromastus filiformis*, blir diversiteten 4,1 som gir SFT's tilstandsklasse I (Meget god).

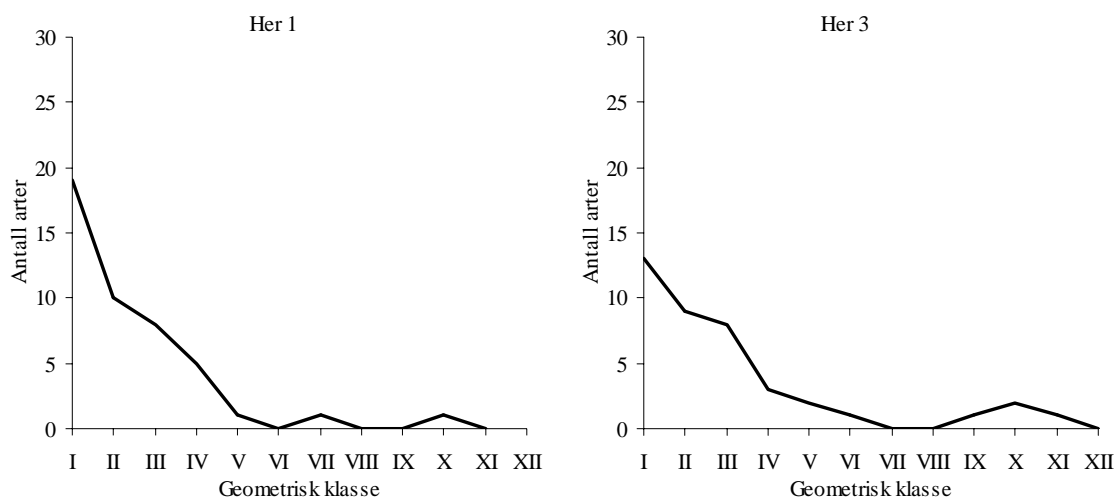
Like ved anlegget på stasjon Her 3, ble det funnet 40 arter med til sammen 3087 individer. Diversiteten ble beregnet til 2,3 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse III (Mindre god). I følge MOM standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet etter eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk Her 3 Miljøtilstand 2 god (Tabell 2.3). De geometriske klassene indikerer også gode forhold (Figur 3.3).

De multivariate analysene viste liten likhet i bunnfaunaen mellom stasjonene i dypet av fjorden og stasjonene like ved anlegget. Det var også liten likhet mellom prøvene samlet inn i januar 2007 (Skaar 2007) og desember 2007 (Figur 3.4). Prøvene fra dypet av fjorden er

samlet fra to forskjellige dyp, noe som kan være med på å forklare fauna forskjellen. Stasjonene like ved anlegget er omtrent samme posisjon og sammenlignbare. Fôrforbruket var mye høyere i perioden før prøvetakingen i januar sammenlignet med desember. Artssammensetningen i januar indikerer en større organisk belastning enn i desember.

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J) og beregnet maksimal diversitet (H'_{max}) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. SFT's tilstandsklasse er oppgitt for diversiteten beregnet på summen av de to huggene på hver stasjon. * Beregninger foretatt etter at børstemarken *Heteromastus filiformis* er utelatt fra datasettet.

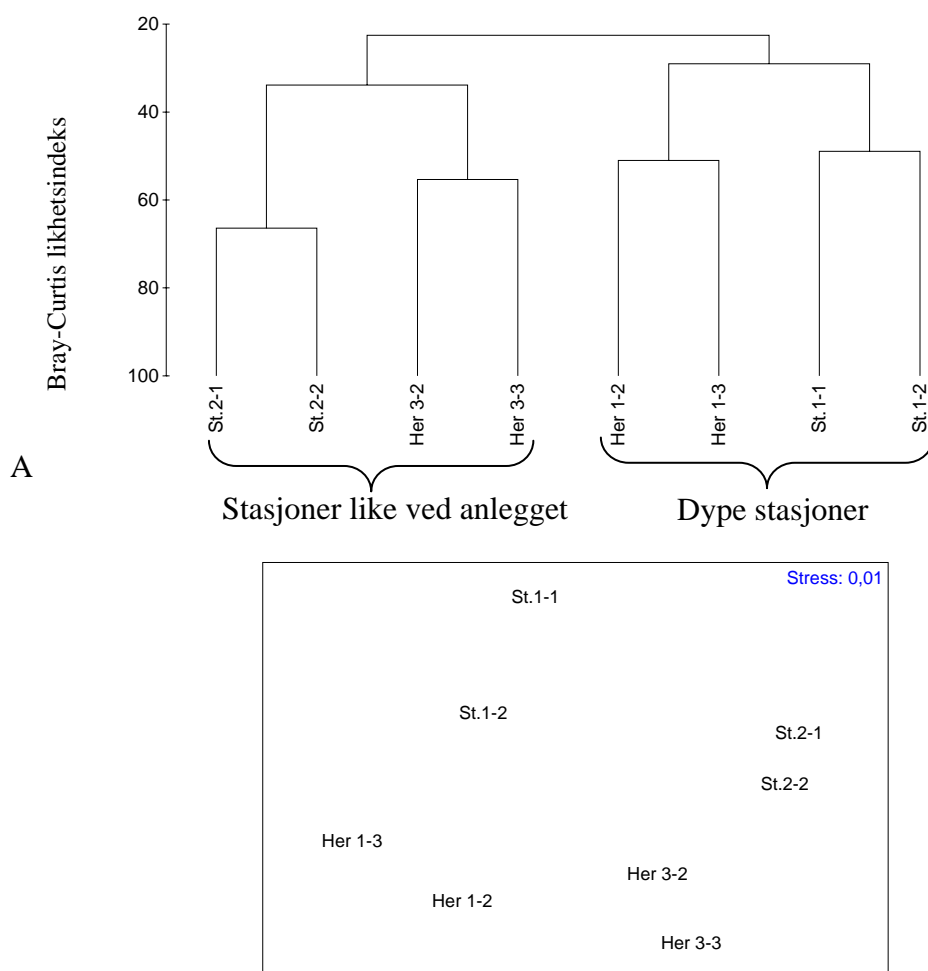
Stasjon	Hugg nr.	Dyp (m)	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'_{max}	SFT's T.kl.	Mom T.kl.
Her 1	2	243	861	39	1,2	0,2	5,3	IV	
	3		202	20	2,8	0,6	4,3		
	Sum		1063	45	1,7	0,3	5,5		
	Her 1*		239	44	4,1	0,8	5,5		
Her 3	2	180	619	19	2,2	0,5	4,2		2
	3		2468	35	2,3	0,5	5,1		
	Sum		3087	40	2,3	0,4	5,3		



Figur 3.3. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Munkholmen.

Tabell 3.5. De mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene ved Munkholmen.

Her 1 Arter	0,2 m ²			Her 3 Arter	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	824	77,5	77,5	<i>Thyasira sarsii</i>	1227	39,7	39,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	73	6,9	84,4	<i>Heteromastus filiformis</i>	833	27,0	66,7
<i>Thyasira equalis</i>	26	2,4	86,8	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	540	17,5	84,2
<i>Amphilepis norvegica</i>	15	1,4	88,2	<i>Capitella capitata</i>	288	9,3	93,6
<i>Kelliella abyssicola</i>	14	1,3	89,6	<i>Myriochele oculata</i>	40	1,3	94,8
<i>Eriopisa elongata</i>	12	1,1	90,7	<i>Abra nitida</i>	30	1,0	95,8
<i>Myriochele oculata</i>	11	1,0	91,7	<i>Mysella bidentata</i>	22	0,7	96,5
<i>Abra nitida</i>	9	0,8	92,6	<i>Prionospio steenstrupii</i>	14	0,5	97,0
<i>Glycera lapidum</i>	7	0,7	93,2	<i>Chaetozone</i> sp.	13	0,4	97,4
<i>Terebellides stroemi</i>	5	0,5	93,7	<i>Pectinaria koreni</i>	11	0,4	97,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	5	0,5	94,2				

**Figur 3.4.** De multivariate analysene viste at det var stor likhet mellom de to huggene fra hver enkelt stasjon, men stor forskjell i faunasammensetningen mellom stasjonene. A) Cluster og B) MDS-plot med stressfaktor 0,01. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Bassert på Bray-Curtis indeks. Stasjonene merket med St er fra innsamlinga i januar 2007, mens stasjonene merket med Her er fra innsamlinga i desember 2007. Her 1-1: 1. hugg fra stasjon Her 1.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved en oppdrettslokalitet i Hervikfjorden i Tysvær kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 19. desember 2007. Det ble samlet prøver fra to stasjoner, en ved anlegget og en i dypet av fjorden.

Hydrografimålingene viste litt lavere saltholdighet i overflaten. Oksygeninnholdet var bra i hele vannsøylen.

Begge stasjonene hadde et lavt organisk innhold. Innholdet av TOC var i SFT tilstandsklasse II (God) ute i dypet av fjorden og II-III (God-mindre god) like ved anlegget. Innholdet av kobber og sink i sedimentet, var i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn) på begge stasjonene i desember 2007.

I sedimentet fra den dypeste stasjonen var det et høyt antall av børstemarken *Heteromastus filiformis* som trakk ned diversiteten. Dette er en art som kan opptrer i stort antall uten at det er en indikasjon på belastning. Den resterende artssammensetningen viste ikke tegn på belastning fra oppdrettet.

Bunnfaunaen like ved anlegget inneholdt 40 arter, noe som er bra. Høyt individantall for noen av artene trakk diversiteten ned. Noen av artene er også typiske arter for områder med organisk belastning, men totalt sett var forholdene bra like under anlegget.

Det ble ikke funnet at driften ved anlegget har ført til vesentlig negativ påvirkning på bunnfaunaen. Sammenlignet med prøvene fra desember var det en bedring i bunnfaunaen.

5 TAKK

Vi takker Per Hausken på *Astri S* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Gisle vassenden og Amir Ebrahim Yazdanpanah Amin. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av A. Amin, T.M. Ensrud, K. L. Nielsen, T. Alvestad og F. Lie. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. *Langtidsovervåking av trofiutviklingen langs Sør Noreg. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Overvåkingsrapport 510/93. TA 914/1993.*
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek 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.
- 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*.
- Skaar A. 2007. *Miljøundersøkelse etter MOM-konseptet av Lokalitet Munkholmen, Tysvær kommune*. BioConsult Rapport nr. 5607.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</i>	<i>23</i>
<i>Vedleggstabell 1. Artsliste</i>	<i>27</i>
<i>Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....</i>	<i>30</i>
<i>Vedleggstabell 3. Analysebevis.....</i>	<i>31</i>

Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

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 bunndyr-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 bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

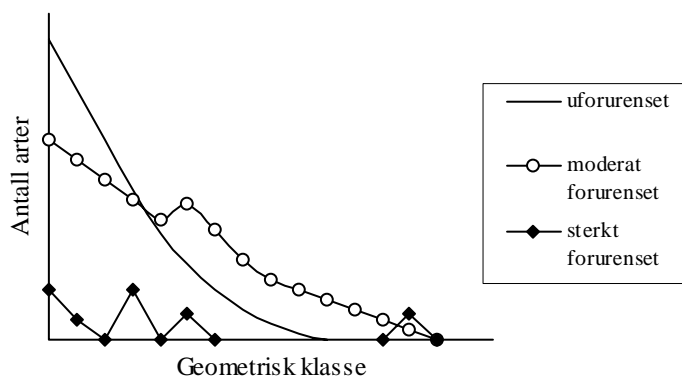
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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

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

Univariate metoder

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

Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélín, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**

Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS

Prosjekt nr.: 801368

Prøvetakingssted (område): Lokalteten Munkholmen, Hervikfjorden Tysvær kommune

Dato for prøvetaking: 19. desember 2007

Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFBOB AS SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

+ i tabellen angir at det var dyr tilstede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 2 sider.

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

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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 1/2	Stasjon:	Her 1	Her 1	Her 3	Her 3
Art	Hugg nr.:	2	3	2	3
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+
* ANTHOZOA					
Virgularia mirabilis			1		
Cerianthus lloydii				2	
Edwardsia sp.				1	3
* NEMERTINI indet.		25	19	93	79
* NEMATODA indet.					40
PRIAPULIDA					
Priapulus caudatus					2/2
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		33/3	35/2	154	368/18
Polynoidae indet.		1			
Eteone longa					1
Ophiodromus flexuosus					1
Syllidae indet.				2	
Exogone sp.				1	1
Nephtys hombergi					1
Nephtys incisa			2		
Glycera alba					2
Glycera rouxii				1	
Glycera lapidum		3	4		
Ophryotrocha sp.					1
Polydora sp.		1			
Prionospio steenstrupii				1	12/1
Prionospio cirrifera					1
Prionospio fallax				1	3/2
Levinsenia gracilis		2			
Paraonis sp.		3			
Aphelochaeta sp.					2
Caulleriella killariensis					1
Chaetozone sp.		1		3	10
Dodecaceria concharum				1	
Brada villosa					3
Diplocirrus glaucus		1/1	2/1		
Ophelina modesta		3			
Lipobranchus jeffreysii					3/1
Scalibregma inflatum					5
Capitella capitata		4		51/3	209/25
Heteromastus filiformis		734	90	184	605/44
Notomastus latericeus					1/1
Praxillura longissima		1			
Rhodine loveni		1/2	1		
Myriochele oculata		3	8	10	30
Owenia borealis					4/1
Pectinaria koreni					10/1
Sabellides indet.		3			
Sabellides octocirrata		1			

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 2/2	Stasjon:	Her 1	Her 1	Her 3	Her 3
Art	Hugg nr.:	2	3	2	3
Sosane sulcata		0/4			
Mugga wahrbergi		2			
Amythasides macroglossus		1			
Eclysippe vanelli		1/1			
Melinna elisabethae			1		
Pista cristata		0/2			
Polycirrus medusa		1			1
Terebellides stroemi		2	2/1		
SIPUNCULA					
Onchnesoma steenstrupi		3	1		
CRUSTACEA					
* Eudorella emarginata		3	2		
Eriopisa elongata		3	8/1		
* PYCNOGONIDA indet.					1
MOLLUSCA					
Cylichna cylindracea					1/1
Nucula nucleus					1
Nucula tumidula		1	2/1		
Ennucula tenuis		1	1		
Yoldiella lucida		1			
Yoldiella philippiana		1			
Mytilus edulis				0/2	1/1
Limatula subauriculata		0/1			
Delectopecten vitreus			0/1		
Thyasira flexuosa					1
Thyasira obsoleta		0/1			
Thyasira sarsii		1		194/2	1011/20
Thyasira equalis		9/1	16		3
Thyasira pygmaea		1			
Mysella bidentata				2	20
Abra nitida		8/1		1/1	25/3
Kelliella abyssicola		2/2	7/3		
Hiatella sp.					1
Cuspidaria abbreviata		0/1		0/1	
Entalina tetragona			0/1		
* BRYOZOA					
* Bryozoa grenet					++
OPHIUROIDEA indet.					
Amphilepis norvegica		1/5	0/9		
Ophiura sp.			0/1		
Brissopsis lyrifera		0/2			
Echinocardium cordatum				1	3
* POGONOPHORA indet.					
* Siboglinum fiordicum		+			
* Myxine glutinosa					2
* VARIA				+	+

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Her 1	Her 3
I	19	13
II	10	9
III	8	8
IV	5	3
V	1	2
VI	0	1
VII	1	0
VIII	0	0
IX	0	1
X	1	2
XI	0	1
XII		0

Vedleggstabell 3. Analysebevis

Analyserapport

Moss

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

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1211502	Prøvemottak	03.01.2008
Prøvetyyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	30.01.2008
Oppdragsmerket	Prosjektnr 801368, ref 01/08. Stedkode 611101.		
Sted for prøvetaking	Her		

Lab.nr.	NOV000342-08	NOV000343-08	NOV000344-08	NOV000345-08
Merket	Kje 1	Kje 2	Her 1	Her 2
Tatt ut	19.12.2007	19.12.2007	19.12.2007	19.12.2007

Parameter	Enhet				
Totalt Organisk Karbon	g/100g	2.0	0.7	2.3	0.5
Tørrstoff	%	51.4	60.5	36.4	76.7
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	1.9	<1.7	2.7	<1.3
Fosfor, P	g/kg TS	4.1	0.66	0.49	1.0
Sink, Zn	mg/kg TS	110	45	77	24
Kobber, Cu	mg/kg TS	23	6.9	13	5.1

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten.
Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

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

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1211502	Prøvemottak	03.01.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	30.01.2008
Oppdragsmerket	Prosjektnr 801368, ref 01/08. Stedkode 611101.		
Sted for prøvetaking	Her		

Lab.nr.	NOV000346-08	NOV000347-08	NOV000348-08	NOV000349-08
Merket	Her 3	Vind 1	Vind 2	Vind 3
Tatt ut	19.12.2007	20.12.2007	20.12.2007	20.12.2007

Parameter	Enhet				
Totalt Organisk Karbon	g/100g	2.4	1.9	1.2	3.0
Tørrestoff	%	47.6	38.5	35.0	54.6
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	2.1	<2.6	11	1.8
Fosfor, P	g/kg TS	2.1	0.68	41	3.32
Sink, Zn	mg/kg TS	97	110	770	97
Kobber, Cu	mg/kg TS	18	21	100	170

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten
erklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

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

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1211502	Prøvemottak	03.01.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	30.01.2008
Oppdragsmerket	Prosjektnr 801368, ref 01/08. Stedkode 611101.		
Sted for prøvetaking	Her		

Lab.nr.

Merket

Tatt ut

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Totalt Organisk Karbon	g/100g	±15%	AJ 31	
Tørrestoff	%	±15%	NS 4764-1	○
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	±10%	NS-EN 13654-1 m	○
Fosfor, P	g/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten
Forklaring til forkortelsene og *, se baksiden.

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

O Postboks 3055, 1506 Moss, Norge Tlf.: +47 69 27 98 00

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

AnalyCen Ecotox, Norge

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

Lantmännen Analycen AB, Sverige – www.analycen.se

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

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

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

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

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

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

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

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

Lantmännen Analycen OY, Finland – www.analycen.fi

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

AnalyCen Polska Sp.2.0.0, Polen

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

Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet.

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

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

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

Øvrige forklaringer

* Ikke akkreditert av AnalyCen AS

m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner.

Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering og sertifisert av SEMKO.

Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i

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

Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.

Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

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