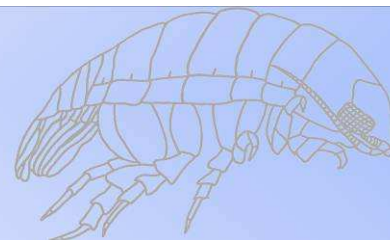


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 16-2008

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Lindvik, Vindafjord kommune i 2008

Gisle Vassenden
Erling Heggøy



UNI FOB
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 44 65  55 58 45 25

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Lindvik, Vindafjord kommune i 2008.	Dato: 25.6.2008
	Antall sider og bilag: 45
Forfatter(e): Gisle Vassenden og Erling Heggøy	Prosjektleder: Gisle Vassenden
	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 at Lindvik in Vindafjorden. The investigation included 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 measured chemical components in the sediment were high close to the fish farm, but low at the other stations in the fjord. The oxygen content in the deepest part of the fjord was high. The investigation shows an environmental impact on the bottom fauna close to Lindvik fish farm in February 2008. The bottom fauna was classified as very good in the transition zone and in the deepest part of the fjord in 2008

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

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 16-2008

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7/7 - 08	Per Johannessen
Prosjektet / undersøkelsen:	7/7 - 08	Erling Heggøy

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr.....	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	18
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	24
5 TAKK	25
6 LITTERATUR.....	25
7 VEDLEGG.....	26

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Lindvik i Vindafjorden, Vindafjord kommune, lokalitetsnummer 12966. Innsamlingene ble gjennomført 21. februar 2008. På samme tokt ble miljøforholdene ved oppdrettsanlegget ved Herøy og Hetteneset også undersøkt. Resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter. En stasjon er felles med undersøkelsen ved Herøy (Vind 4), og en stasjon er felles med Hetteneset (Vind 1), som da blir presentert i begge rapportene (Heggøy & Vassenden 2008a og Heggøy & Vassenden 2008b). Stasjon Vind 1 ble undersøkt i desember 2007 i forbindelse med to oppdrettslokaliteter i Nedstrandfjorden/Vindafjorden, lokalitet Halsavika og Ringja. Resultatene fra denne stasjonen er også presentert i disse rapportene (Heggøy & Johansen 2008a og Heggøy & Johansen 2008b)

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Lindvik. Med resipient menes her et sjøområde som vil mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot 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).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin) på oppdrag fra Marine Harvest AS. 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.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

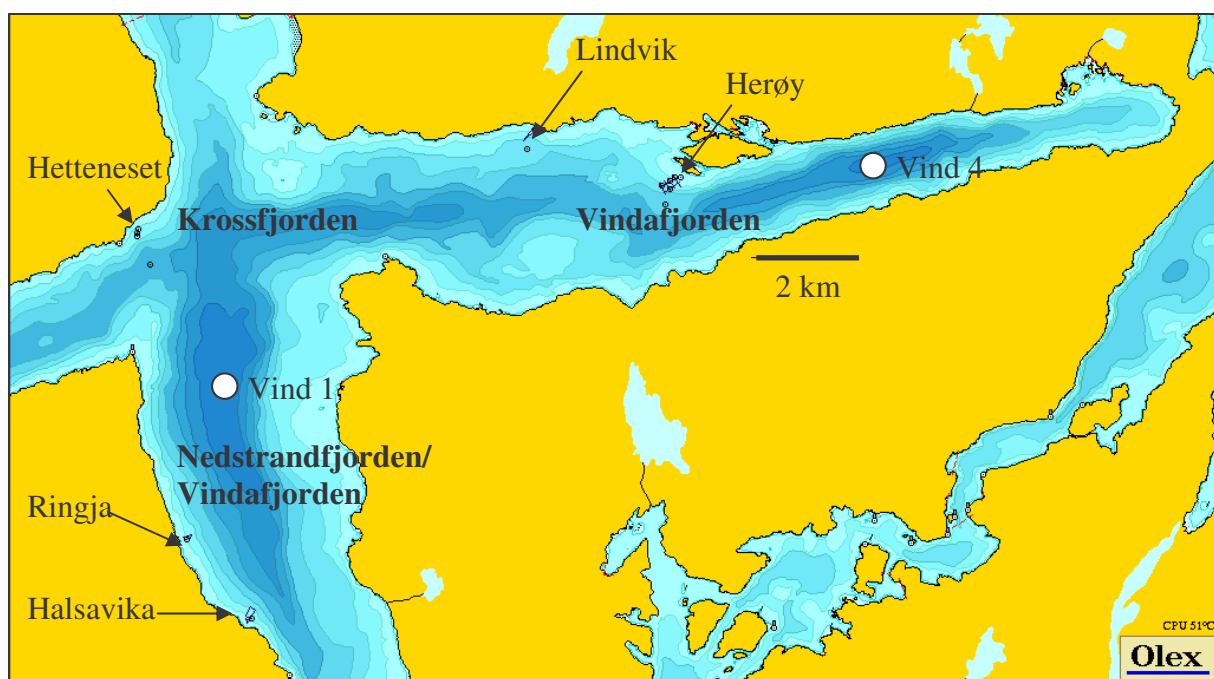
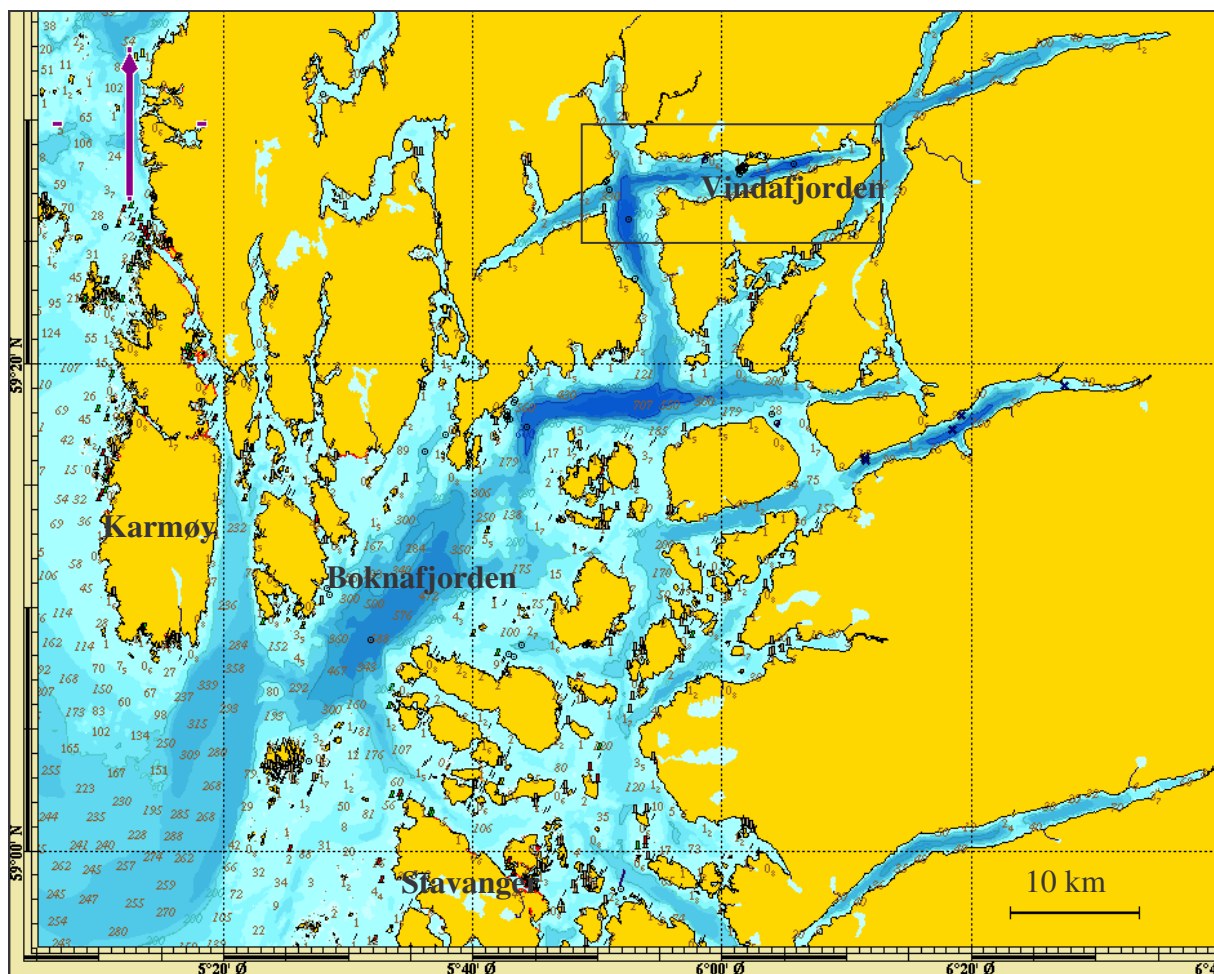
Undersøkelsesområdet ligger på nordsiden av Vindafjorden som er en østlig arm av Krossfjorden (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under anlegget skrår nedover fra ca. 70 m innerst til over 200 m i ytre del av anlegget. Bunnen skrår videre nedover til 535 m rett utenfor anlegget og videre til 707 m i indre del av Vindafjord og 712 m i Nedstrandfjorden/Vindafjorden.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

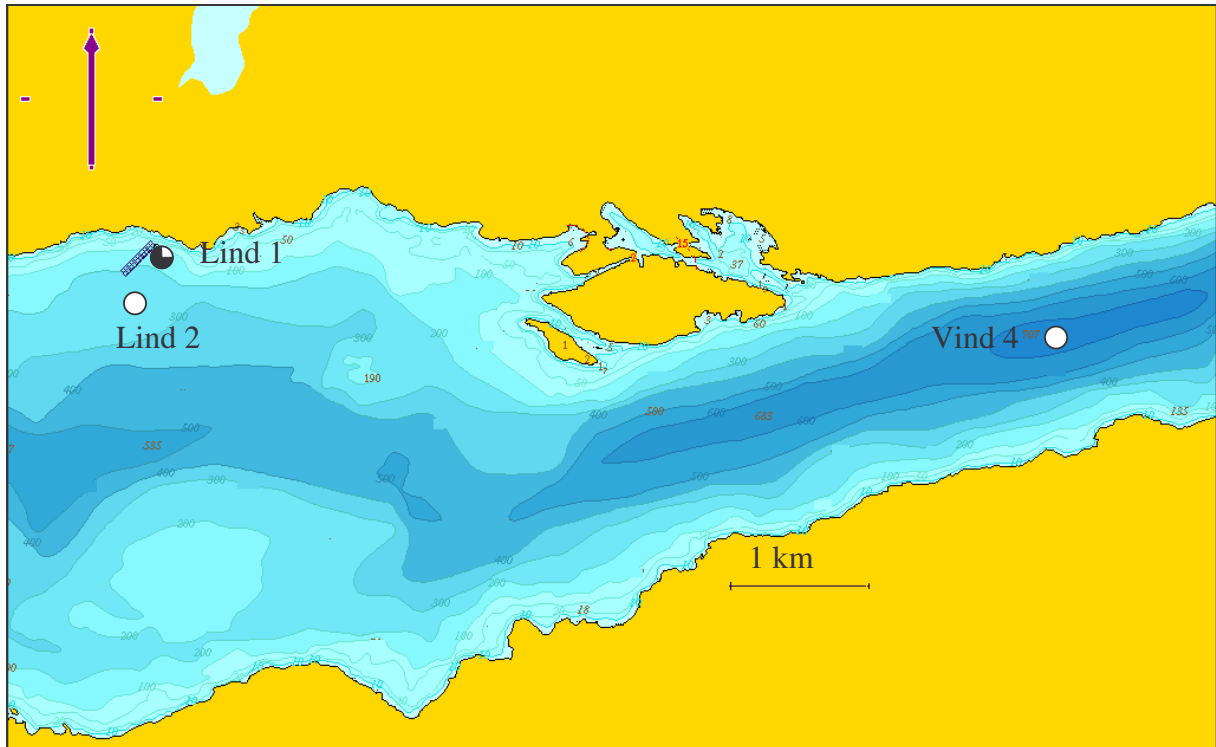
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 21. februar 2008. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av Vindafjorden og Nedstrandfjorden/Vindafjorden. Stasjonen Vind 1 i dypet av Nedstrandfjorden/Vindafjorden, som ble undersøkt i desember 2007, er tatt med siden det ikke er noen terskler mellom denne stasjonen og oppdrettsanlegget Lindvik. Stasjon Vind 4 er tatt med for å få det totale bilde av hele resipienten.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjordene. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Til innsamling av vannprøver i 2007 ble det benyttet Nansen-vannhentere, mens det i 2008 ble benyttet Nansen-vannhenter og en CTD-sonde.

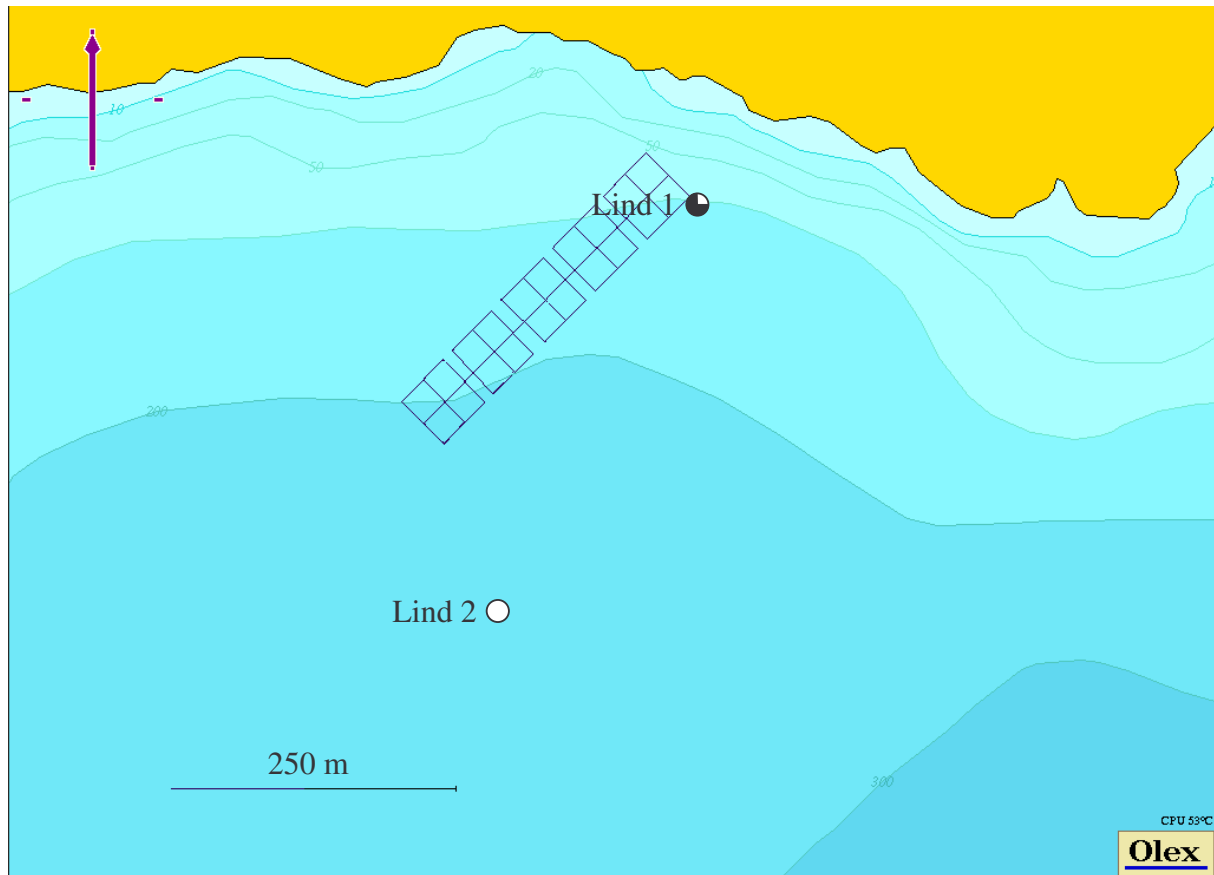
Saltholdighet ble i 2007 bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Tettheten av sjøvannet (σ_t) ble beregnet. Tettheten øker i sjøvann med økende saltholdighet og avtagende temperatur. I 2008 ble måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Oksygeninnholdet (ml/l) i sjøvannsprøver ble begge gangene bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet.



Figur 2.1. Oversiktskart med fjordsystemet i Ryfylket (øverst) og mer detaljert over Vindafjorden og nærliggende fjorder (nederst). Nærliggende oppdrettslokaliteter er vist i kartet. Vurdering av miljøforholdene er vist kom katediagram, se figur 2.2. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Utsnitt av Vindafjorden med referansestasjonen Vind 4 i dypet og stasjonene ved Lindvik. 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.



Figur 2.3. Detalskisse over området hvor lokaliteten ligger med stasjonene inntegnet. 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 20. desember 2007 og 21. februar 2008. 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
Lind 1 21.02.08	Lindvik 59°28,545'N 05°58,809'Ø	78	1	6	Grå til svart sand med en del blåskjellskall. Sterk lukt. Tatt ut prøve til geologi og kjemi fra 3. hugg.
			2	17	
			3	2	
					Det var stor variasjon mellom prøvene avhengig av om kranen var tett inntil merden eller et par meter unna. Tett opptil merden var det illeluktende masse av fôr og feces over blåskjellskall (huggnr. 2).
Lind 2 21.02.08	Lindvik 59°28,350'N 05°58,628'Ø	220	1	17	Grått finkornet sediment. Tatt ut prøve til geologi og kjemi fra 3. hugg.
			2	17	
			3	17	
St. Vind 1 20.12.07	Vindafjorden 59°25,912'N 05°52,505'Ø	712	1	17	Grått finkornet sediment. Geologi og kjemi fra 3. hugg.
			2	17	
			3	17	
Vind 4 21.02.08	Vindafjorden 59°28,206'N 06°05,750'Ø	703	1	17	Grått finkornet sediment med et par mm tykt brunt lag øverst. Litt lagdelt med brune partier nedover i sedimentet. Tatt ut prøve til geologi og kjemi fra 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 (H₂S), 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 analyse av kornfordeling, 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 strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, 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 til analyse av 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).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil 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 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 hull diameter 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 2). 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). Når 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 TOC/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 (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

På lokalitet Lindvik startet produksjonen i 1998. Fra 2001 til 2007 har det vært totalt 8 måneder med brakklegging (Tabell 2.4). Siste brakkleggingsperiode var i juni og juli 2007. Førforbruket har vært fra 1490 tonn til 3790 tonn. Siste året har forbruket vært på 1563 tonn før.

Tabell 2.4. Førforbruk i kg på lokaliteten Lindvik i 2001 -2007

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	214 000	132 511	342 800	285 000	186 865	294 685	275 000	152 500
Feb	77 500	111 001	180 500	246 000	166 710	260310	246 957	154 900
Mars	84 500	87 500	125 000	213 707	124 909	141500	156 801	177 500
April	56 500	18 000	100 615	119 057	45 785	31500	130 242	192 500
Mai	8 500	0	0	39 573	0	0	96 500	
Juni	101 000	0	106 861	237 058	0	121668	0	
Juli	145 500	277 000	293 944	364 700	424 823	375500	0	
Aug	248 000	204 000	415 000	291 274	509 320	435500	35 000	
Sept	102 300	92 500	410 000	522 269	579 228	603946	73 000	
Okt	125 384	348 000	306 000	369 613	488 730	554054	162 500	
Nov	202 832	422 000	300 000	378 344	488 055	517769	189 000	
Des	123 654	352 200	402 000	409 431	523 579	454731	198 000	
Totalt	1 489 670	2 044 712	2 982 720	3 476 026	3 538 004	3 791 163	1 563 000	

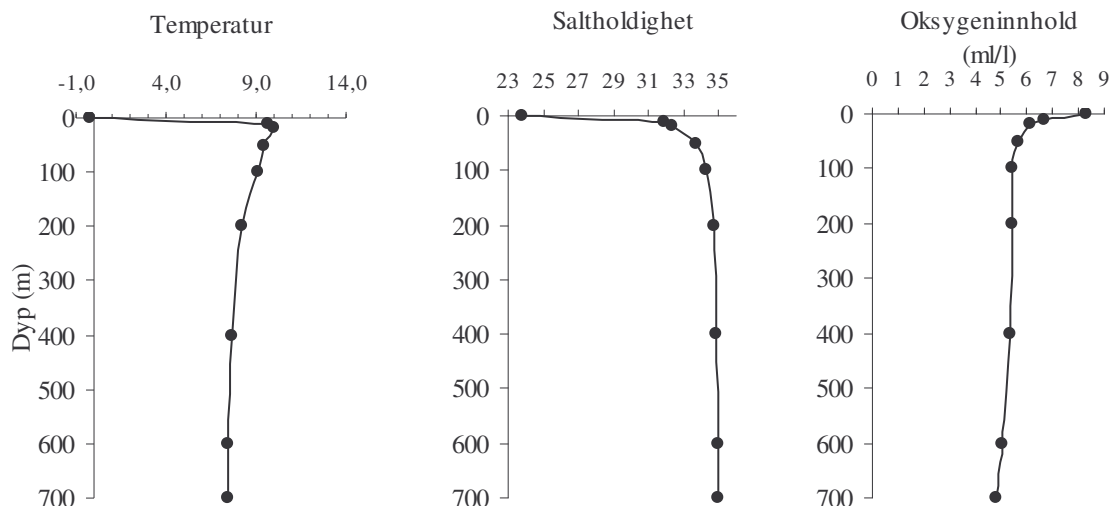
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

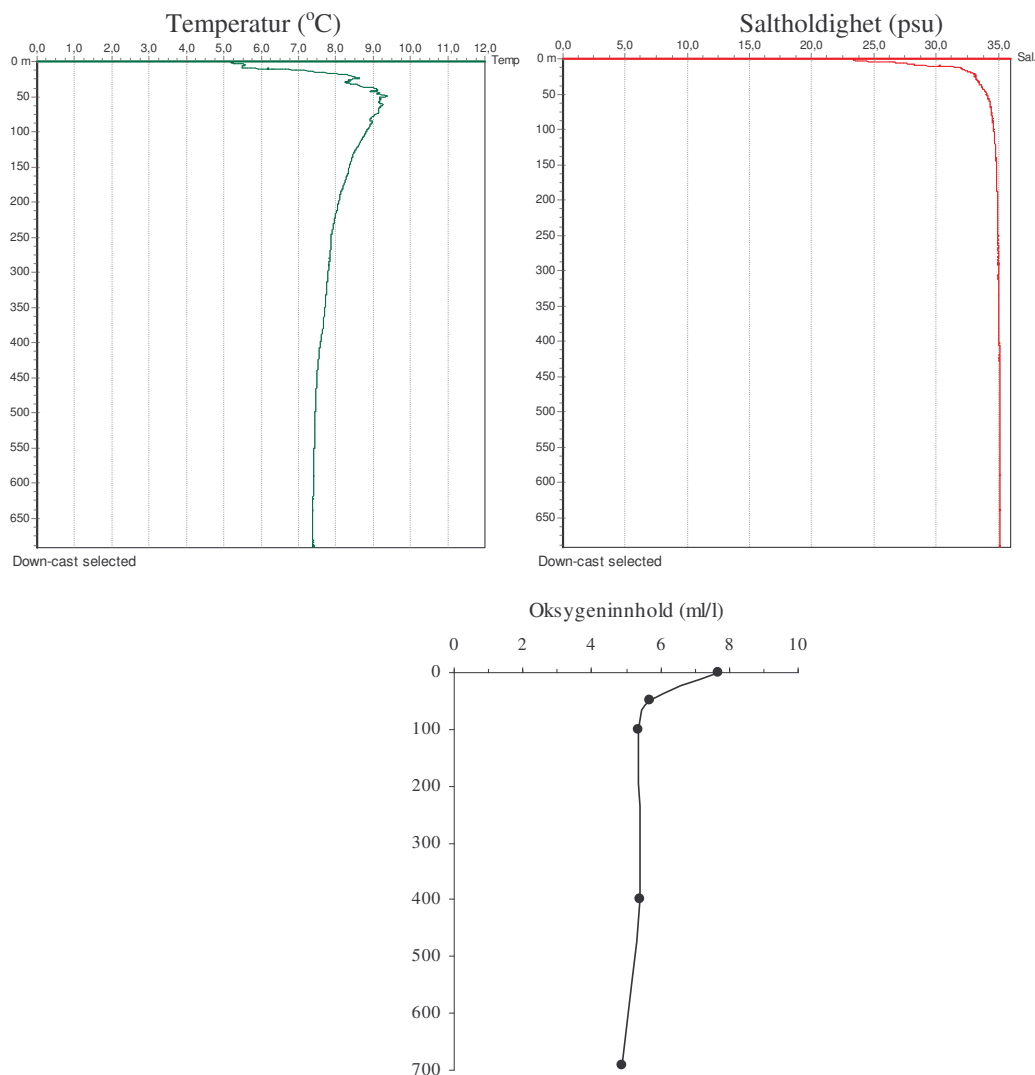
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Vind 1 fra desember 2007 og Vind 4 fra februar 2008. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Vind 1 og Vind 4.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Tetthet (δ_t)	Oksygen (ml/l)	Oks. met. (%)	Sikt (m)
Vind 1 20.12.2007	0	23,78	-0,20	19,11	8,26	94,6	17
	10	31,92	9,70	24,63	6,67	102,8	
	20	32,36	9,95	24,92	6,15	95,6	
	50	33,72	9,40	26,08	5,67	87,8	
	100	34,32	9,10	26,59	5,42	83,8	
	200	34,74	8,20	27,06	5,45	82,8	
	400	34,87	7,65	27,24	5,34	80,1	
	600	34,93	7,40	27,33	5,03	75,0	
	700	34,92	7,40	27,32	4,84	72,3	
Vind 4 21.02.2008	1	23,34	5,209	18,433	7,68	100,93	10
	3	23,7	5,327	18,718			
	5	26,59	5,569	20,984			
	7	27,76	5,495	21,927			
	10	29,18	5,840	23,018			
	20	32,84	8,359	25,618			
	40	33,71	9,122	26,269			
	50	34,04	9,330	26,541	5,69	87,92	
	70	34,39	9,145	26,933			
	90	34,56	8,922	27,195			
	100	34,64	8,815	27,324	5,35	82,26	
	150	34,85	8,361	27,784			
	200	34,94	8,084	28,124			
	250	35,00	7,876	28,431			
	300	35,00	7,799	28,674			
	350	35,03	7,714	28,935			
	400	35,07	7,592	29,211	5,38	80,74	
	450	35,11	7,497	29,484			
500	35,13	7,450	29,733				
550	35,12	7,426	29,959				
600	35,14	7,397	30,230				
650	35,14	7,392	30,428				
700	35,16	7,395	30,664	4,87	72,78		



Figur 3.1. Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold fra overflaten og til 700 meter dyp på stasjon Vind 1 den 20. desember 2007.



Figur 3.2. Temperatur, saltholdighet og oksygen på Vind 4. Temperatur og saltholdighet er målt med CTD-sonde fra overflaten og til 700 meter dyp mens og oksygeninnhold (ml/l) er målt med Winkler-metode i vannprøver fra seks dyp fra overflaten og til 700 meter på stasjon Vind 4 den 21. februar 2008.

Temperaturen på Vind 1 i desember 2007 var $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ i overflaten, og steg til $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ på 20 m dyp før den sank til $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ på 600 m dyp. Saltholdighetsmålingene viser et ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 23,8. Det var et kraftig sprangsjikt ned til 10 m dyp hvor saltholdigheten 31,9 psu og økte videre nedover i vannsøyla til 34,9 psu på 700 m dyp (Tabell 3.1). Oksygeninnholdet var høyest på i overflaten med 8,2 ml/l, og sank til 4,8 ml/l på 700 m dyp. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

Temperaturen på Vind 4 i februar 2008 var $5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ i overflaten, og steg til $9,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 50 m dyp før den sank til $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 700 m dyp (Tabell 3.1). Saltholdighetsmålingene viser også her et litt ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 23,3 psu og ved bunnen var saltholdigheten 32,2 psu. Oksygeninnholdet var høyest i overflaten med 7,7 ml/l, og sank til 4,9 ml/l på 700 m dyp. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

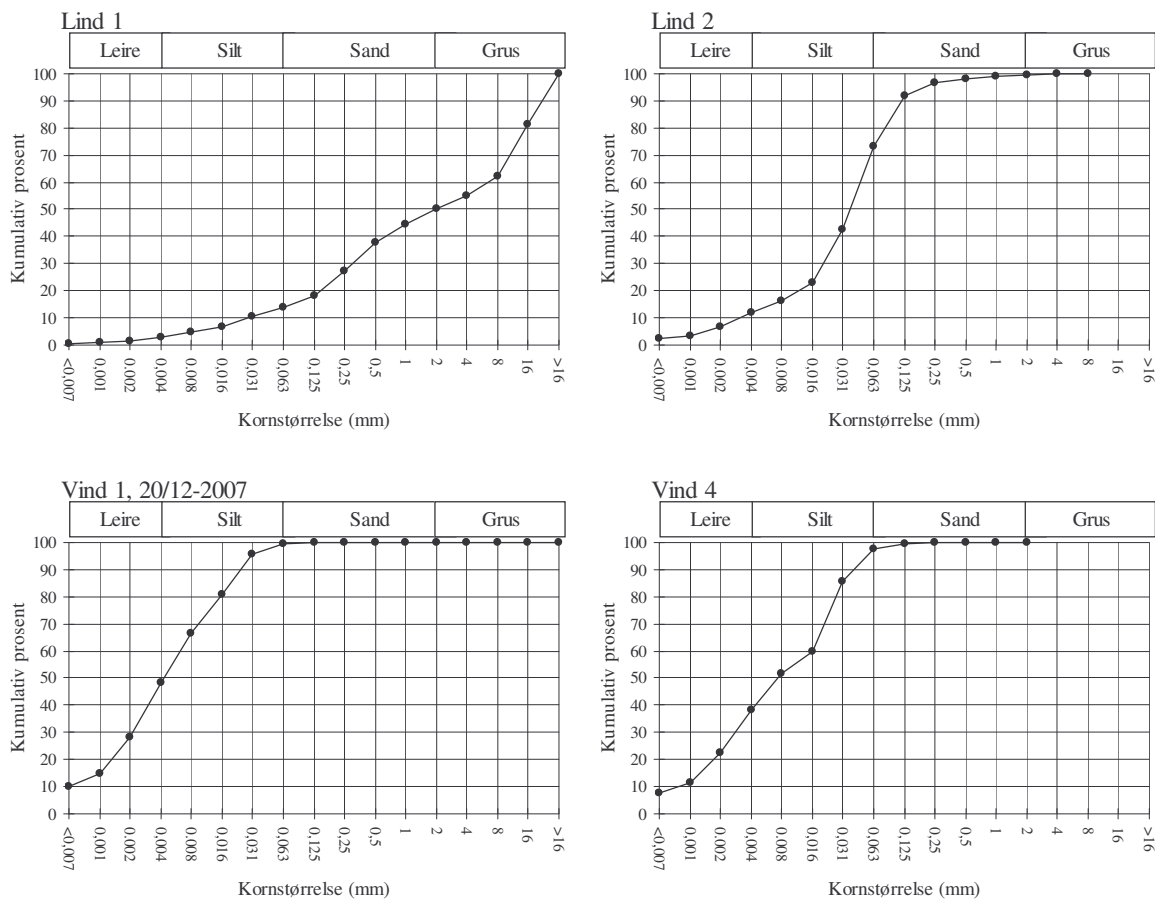
3.2 Sediment

Resultatene fra sediment undersøkelsene fra er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.3.

Tabell 3.2. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Lindvik i 2007/2008.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Lind 1	2008	78	14,40	3	11	14	36	50*
Lind 2	2008	220	3,94	12	61	73	26	0
Vind 1	2007	712	9,57	48	51	100	0	0
Vind 4	2008	703	11,46	38	60	98	2	0

* for det meste blåskjellskall



Figur 3.3. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Lindvik og Vindafjorden i 2007/2008.

Stasjonen Lind 1 hadde et grovkornet sediment, hele 50 % blåskjells skall. Det var 14 % silt og leire og 36 % sand. Stasjon Lind 2 hadde et mer finkornet sediment med 73 % silt og leire. I dypet av fjorden på Vind 1 og Vind 4 var det også et finkornet sediment med henholdsvis 100 og 98 % leire og silt. Det organiske innholdet var forholdsvis høy på Lind 1, men lav på Lind 2. I dypet av fjordene var det organiske innholdet som normalt i slike dype fjorder (9,6 og 11,5 %).

3.3 Kjemi

Sediment analyser

Innholdet av kobber og sink var høyt på Lind 1, henholdsvis SFT's tilstandsklasse V og IV. Fosfor inngår ikke i SFT's manual, men sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser var også fosfor-verdien på Lind 1 høy.

Innholdet av kobber og sink var lavt og i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn) på Lind 2, Vind 1 og Vind 4. Fosfor-verdiene var også lave på disse stasjonene.

Innholdet av TOC/100 g sediment var 7,1 på Lind 1, 0,95 på Lind 2, 1,9 på Vind 1 og 2,6 på Vind 4. 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). Hvis vi benytter formelen gitt i SFT's manual fikk stasjonene Lind 1, Lind 2, Vind 1 og Vind 4 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 6,5, 20,2, 19 og 34,7 mg/g.

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, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	TOC (g/100g)	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Lind 1	78	990	V	600	IV	7,1	6,5	I	42	38,1
Lind 2	220	9,8	I	65	I	0,95	20,2	II	1,0	55
Vind 1	712	21	I	110	I	1,9	19	I	0,68	38,5
Vind 4	703	17	I	120	I	2,6	34,7	IV	0,84	33,2

Måling av pH og Redokspotensial (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Målingene av pH og E_h plasserte Lind 1 i dårligste tilstand i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4). pH/E_h var akkurat på grensen mellom poeng 3 og 5, som begge gir tilstand 4.

Målingene av pH og E_h plasserte de to stasjonene Lind 2 og Vind 4 i beste tilstand i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4). pH og E_h ble ikke målt i 2007 på Vind 1.

Tabell 3.4. Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de to undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Lind 1	6,8	-1	3-5	4
Lind 2	7,3	314	0	1
Vind 4	7,8	297	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5 - 3.6, Figur 3.4 - 3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2008 sammen med miljøforholdene i dypeste parti av fjorden fra 2007 og 2008. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Lind 1 like ved anlegget ble det bare funnet 6 arter med til sammen 303 individer. Diversiteten ble beregnet til 0,37 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse V (Meget dårlig). 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 får Lind 1 Miljøtilstand 3 (Dårlig) (Tabell 2.3). Dette er den nest dårligste tilstanden. Den mest tallrike arten var børstemarken *Palpiphitima lobifera* med 289 individer, som er 95 % av alle individene. Dette er en art som ofte opptrer i stort antall under oppdrettsanlegg med dårlige forhold. Også *Vigtorinella* sp. og *Malacoceros fuliginosa* er arter som klarer dårlige bunnforhold godt. Kråkebollen *Brissopsis lyrifera* ble funnet i det første hugget, som var tatt et par meter lengre vekk fra anlegget enn det andre hugget (se Tabell 1). Dette viser hvor skarp gradienten i miljøforholdene er. De geometriske klassene viser også at det var dårlige forhold ved Lind 1.

På Lind 2 i overgangssonen, ble det funnet 74 arter med til sammen 1079 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,98 som plasserer stasjonen på grensen mellom SFT's tilstandsklasse I (Meget god) og II (God). I følge MOM standarden får Lind 2 Miljøtilstand 1 (Meget god) (Tabell 2.3). Plottet med antall arter i geometriske klasser viser også gode forhold på Lind 2. De mest tallrike artene var børstemarkene *Spiophanes wigleyi* (336 individer) og *Paramphinome jeffreysii* (197 ind.). Det var også en del skjell av arten *Thyasira equalis* (88 ind.). Artslisten bestod generelt av arter som normalt finnes på frisk og fin sjøbunn.

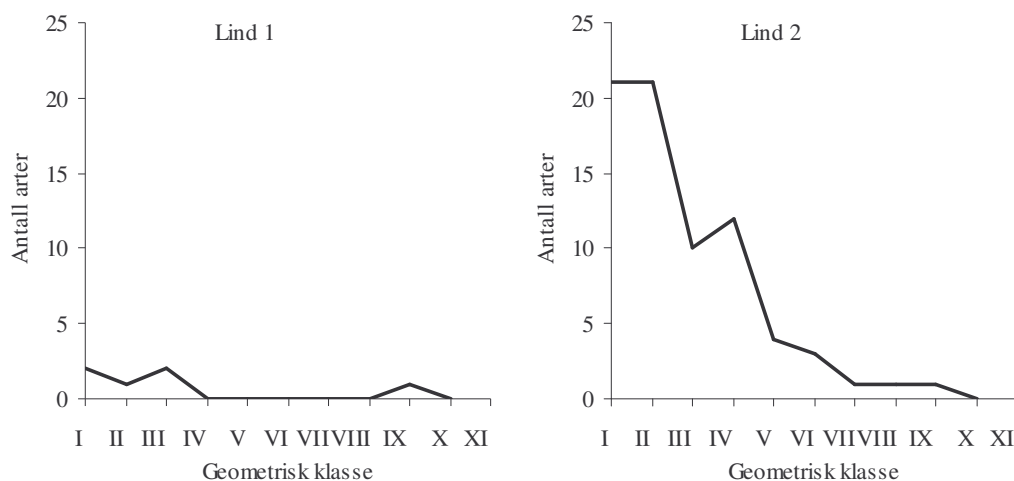
På Vind 1 som ligger på 712 m dyp i Nedstrandsfjorden/Vindafjorden, ble det funnet 22 arter med til sammen 163 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,6 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). Den mest tallrike arten var børstemarken *Melythasides laubieri* med 33 individer, noe som utgjorde 20,2 % av alle individene (Tabell 3.6).

Melythasides laubieri er en dypvannsart som vi finner i de dype fjordene på Vestlandet. Ellers viser artene som ble funnet på denne stasjonen at forholdene var gode. Blant de ti mest tallrike artene var det nesten ikke børstemark, noe som indikerer gode forhold.

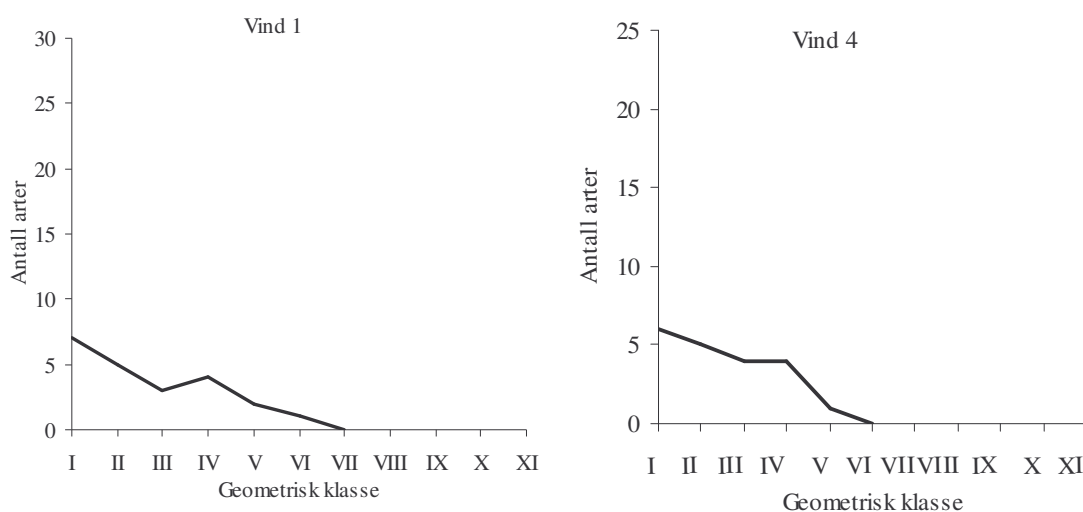
Ute i dypet av Vindafjorden på stasjon Vind 4 ble det funnet 20 arter med til sammen 98 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,6 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). Den mest tallrike arten var skjellet *Thyasira equalis* med 24 individer. Fordelingen av de geometriske klassene viser også at det var gode forhold i dypet av fjorden. Også her bestod artslisten generelt av arter som normalt finnes på frisk og fin sjøbunn i dype fjorder.

Tabell 3.5. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J) og beregnet maksimal diversitet (H'_{\max}) for hver enkelt prøve (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon.

Stasjon	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'_{\max}	Mom. T.kl.	SFT's T.kl.
Lind 1	1	129	6	0.64	0.25	2.58		
Lind 1	2	174	3	0.10	0.06	1.58		
Lind 1	sum	303	6	0.37	0.14	2.58	3	
Lind 2	1	470	56	4.08	0.70	5.81		
Lind 2	2	609	57	3.63	0.62	5.83		
Lind 2	sum	1079	74	3.98	0.64	6.21	1	
Vind 1	1	73	18	3.71	0.89	4.17		II
Vind 1	2	90	16	3.27	0.82	4.00		
Vind 1	Sum	163	22	3.61	0.81	4.46		
Vind 4	1	75	16	3.35	0.84	4.00		II
Vind 4	2	23	12	3.20	0.89	3.58		
Vind 4	sum	98	20	3.64	0.84	4.32		



Figur 3.4. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.



Figur 3.4 fortsetter. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.6. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

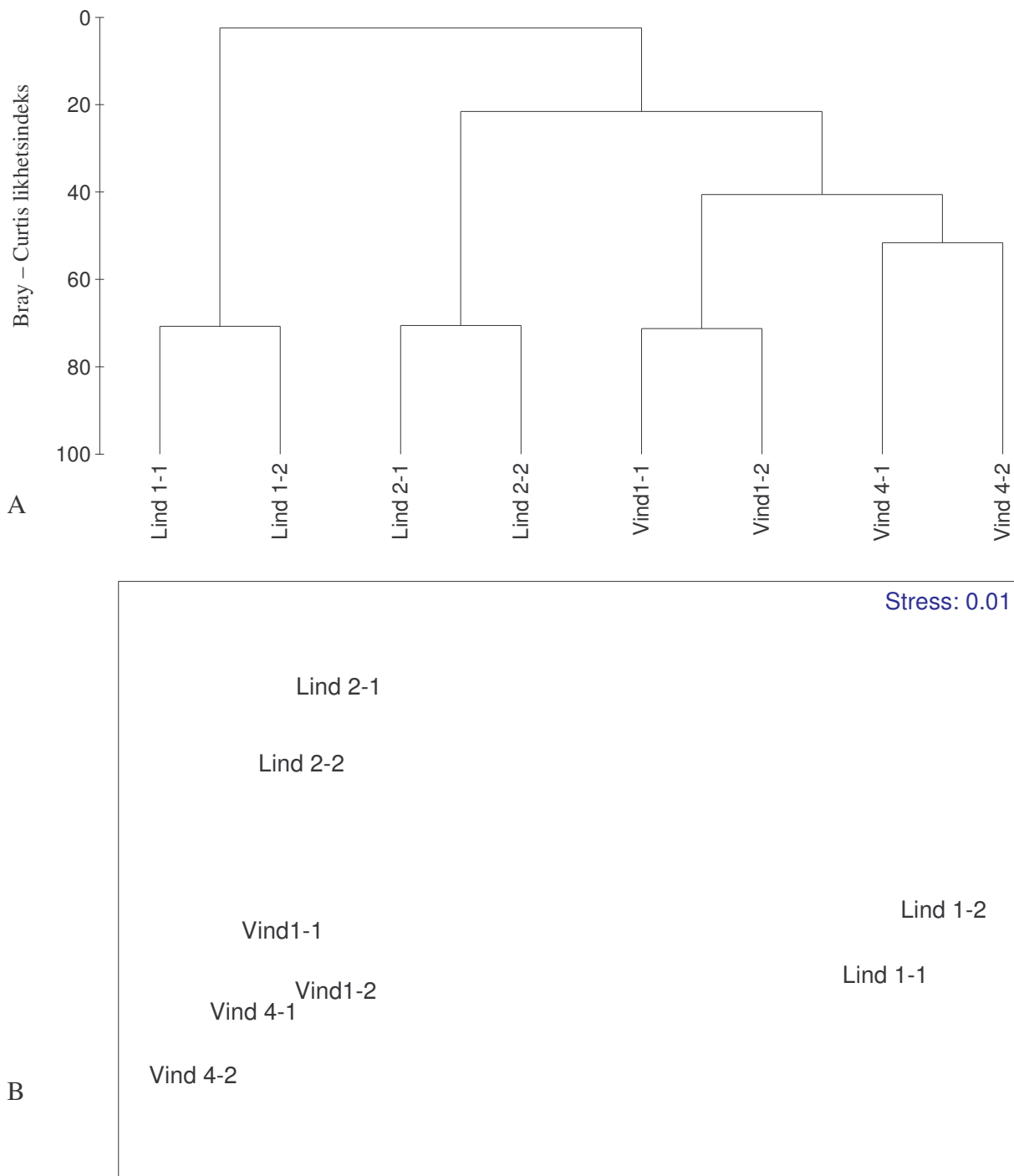
Lind 1	Antall	%	Kum %
<i>Palpiphitime lobifera</i>	289	95.4	95.4
<i>Vigtorniella sp.</i>	5	1.7	97.0
<i>Prionospio steenstrupii</i>	4	1.3	98.3
<i>Brissopsis lyrifera</i>	3	1.0	99.3
<i>Sabellides octocirrata</i>	1	0.3	99.7
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	1	0.3	100.0

Lind 2	Antall	%	Kum %
<i>Spiophanes wigleyi</i>	336	31.1	31.1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	197	18.3	49.4
<i>Thyasira equalis</i>	88	8.2	57.6
<i>Heteromastus filiformis</i>	52	4.8	62.4
<i>Aphelochaeta sp.</i>	51	4.7	67.1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	35	3.2	70.3
<i>Pectinaria auricoma</i>	25	2.3	72.7
<i>Pista cristata</i>	17	1.6	74.2
<i>Lumbrineridae indet.</i>	16	1.5	75.7
<i>Chaetozone sp.</i>	16	1.5	77.2

Vind 1	Antall	%	Kum %
<i>Melythasides laubieri</i>	33	20,2	20,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	26	16,0	36,2
<i>Montacuta ferruginosa</i>	21	12,9	49,1
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	8,6	57,7
<i>Thyasira equalis</i>	12	7,4	65,0
<i>Brissopsis lyrifera</i>	12	7,4	72,4
<i>Kelliella abyssicola</i>	10	6,1	78,5
<i>Cerianthus lloydii</i>	7	4,3	82,8
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	5	3,1	85,9
<i>Nucula tumidula</i>	5	3,1	89,0

Vind 4	Antall	%	Kum %
<i>Thyasira equalis</i>	24	24.5	24.5
<i>Kelliella abyssicola</i>	12	12.2	36.7
<i>Amphilepis norvegica</i>	10	10.2	46.9
<i>Melythasides laubieri</i>	9	9.2	56.1
<i>Cerianthidae/Botrucnidiferidae indet?</i>	8	8.2	64.3
<i>Terebellides stroemi</i>	6	6.1	70.4
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	4	4.1	74.5
<i>Neoleanira tetragona</i>	4	4.1	78.6
<i>Paradiopatra fiordica</i>	4	4.1	82.7
<i>Nephtys longosetosa</i>	3	3.1	85.7

De multivariate analysene viste at det var stor likhet mellom de to huggene fra hver enkelt stasjon (Figur 3.5). Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som er funnet og hvor mange individer det er av hver art.



Figur 3.5. A) Cluster og B) MDS-plott med stressfaktor 0,01. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Bassert på Bray-Curtis indeks. Lind 1-1 er første hugg fra Lind 1 osv.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliten Lindvik i Vindafjorden. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. desember 2007 og 21. februar 2008. Det ble samlet prøver fra fire stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og to i dypet av fjorden (Vind 1 fra 2007 og Vind 4 fra 2008). I 2006 ble det foretatt en MOM-B undersøkelse (Skaar 2006). Lokaliteten fikk da miljøtilstand 3, som er nest dårligste tilstand. Det er ikke tidligere utført MOM-C undersøkelser ved lokaliteten.

Hydrografimålingene viste at det var gode oksygenforhold i dypet av fjordene.

På stasjon ved anlegget var det et tykt lag av slam fra anlegget og sterk lukt av fôr og fekalier av sedimentet. På de andre undersøkte stasjonene var det ingen tegn til påvirkning fra anlegget. Det var et høyt organisk innhold (glødetap) under anlegget, mens det var lavt innhold i overgangssonen og i fjærnsjonen. Under anlegget var det masse blåskjellskall. Stasjonene i overgangssonen og i dypet av fjorden var det et finkornet sediment.

Innholdet av kobber og sink var høyt nær anlegget (SFT's tilstandsklasse V og IV), og lavt på stasjonen i overgangssonen og i fjærnsjonen (SFT's tilstandsklasse I). Fosfor-verdien var også høy ved anlegget og lav ute i fjorden. pH og E_h målingene indikerte dårlige forhold under anlegget (tilstand 4) og gode forhold på de to stasjonene ute i fjorden (tilstand 1).

På stasjonen like ved anlegget ble det bare funnet 6 arter med til sammen 303 individer. Den mest tallrike arten var børstemarken *Palpiphitime lobifera* som utgjorde 95 % av alle individene. Dette er en art som ofte opptrer i stort antall under oppdrettsanlegg når det er dårlige forhold. Stasjonen fikk miljøtilstand 3 (Dårlig). I overgangssonen ble det funnet 74 arter og 1079 individer. Stasjonen fikk miljøtilstand 1 (Meget god). I dypet av fjordene var det 22 og 20 arter og 163 og 98 individer. Stasjonene fikk SFT's tilstandsklasse II (God).

Prøvene tatt like ved anlegget viser sterk negativ påvirkning på bunnfaunaen fra driften av anlegget. Driften har vært over det lokaliteten kan tåle. Det anbefales at lokaliteten overvåkes med MOM-B undersøkelser for å sjekke at forholdene under anlegget blir bedre med dagens fôringsintensitet. Fjorden eller resipienten som helhet viser ingen tegn til å være påvirket av oppdrettsanleggene i Vindafjord.

5 TAKK

Vi takker Lars Nårstad på *Astri S* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Gisle Vassenden og Amir Amin. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av R. Tveiten, K. L. Nielsen, T. Alvestad og F. Lie. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- 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.
- Heggøy E, Johansen P-O. 2008a. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007. SAM e-Rapport nr 7-2008. 31 pp.
- Heggøy E, Johansen P-O. 2008b. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Ringja i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007. SAM e-Rapport nr 9-2008. 32 pp.
- Heggøy E, Vassenden G. 2008a. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Herøy, Vindafjord kommune i 2008. SAM e-Rapport nr 15-2008. In press.
- Heggøy E, Vassenden G. 2008b. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hetteneiset, Vindafjord kommune i 2008. SAM e-Rapport nr 17-2008. In press.
- 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. 2006. Miljøundersøkelse etter MOM-konseptet av Lokalitet Lindvik. Marine Harvest Rogaland A/S. BioConsult Rapport nr. 5207, 15.03.06.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	27
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	34
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	36
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	40
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i>	41

Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

Analyse av bunndyrdata

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.

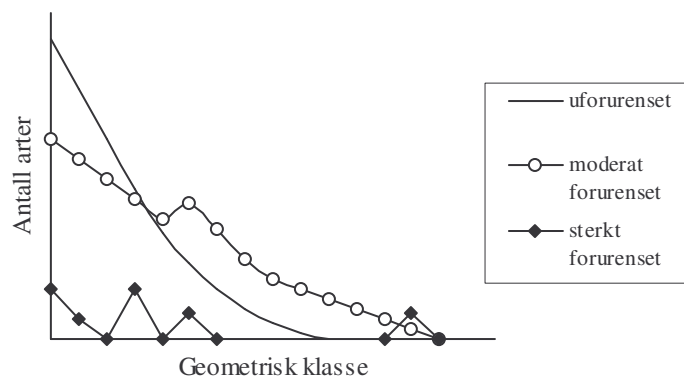
Geometriske klasser

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 & al. (1983).

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær & 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 og Hurlbert indeks (Molvær & 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
	Hurlbert indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6

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 & 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.

Flervariabel/multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

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

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & 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:

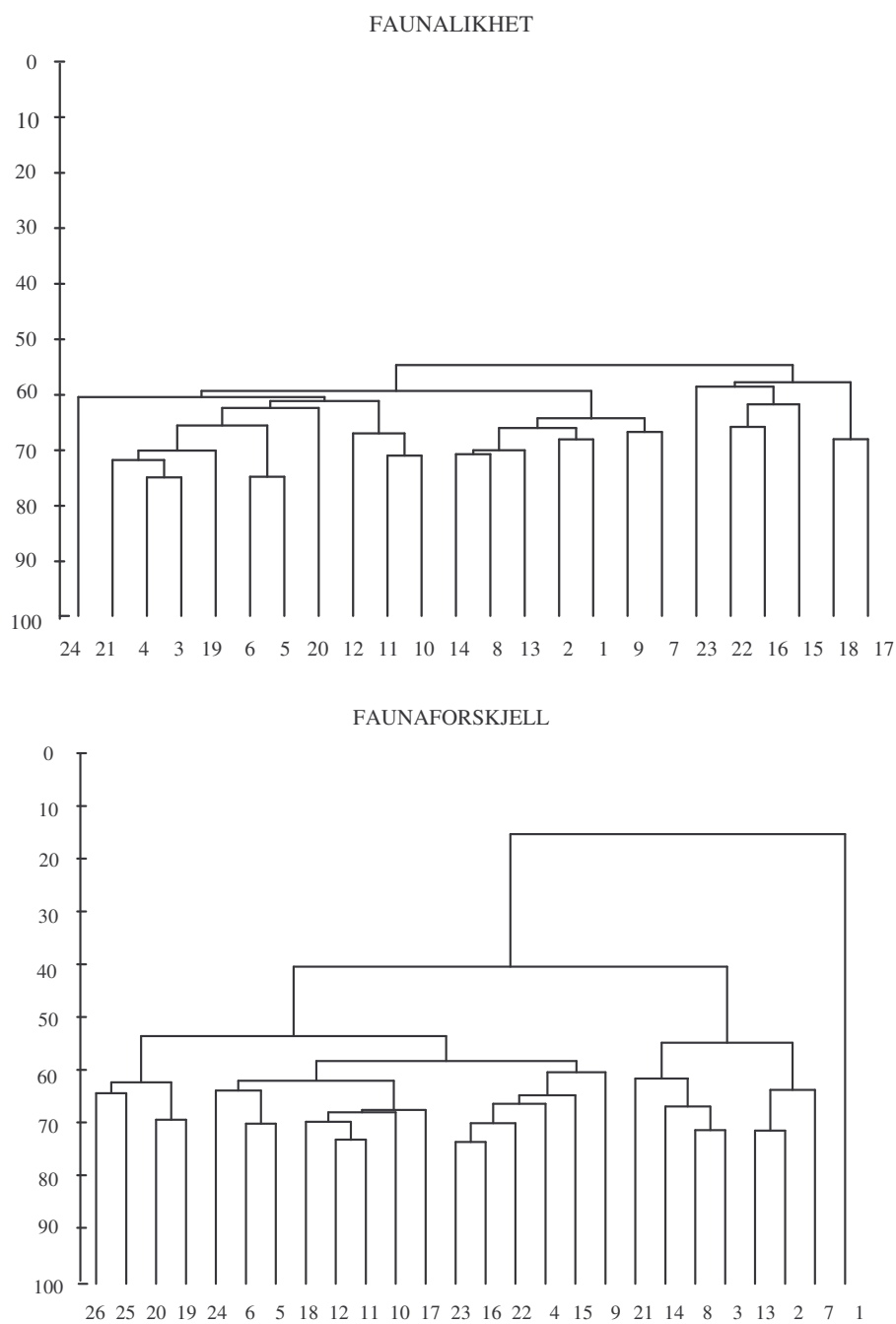
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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 Arrestad 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.

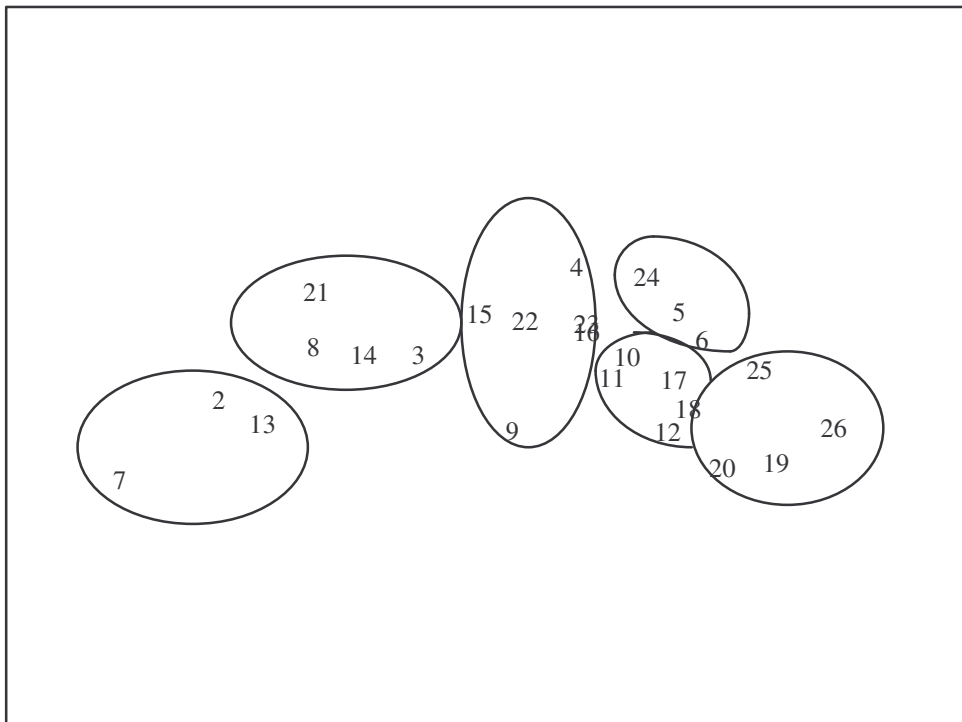


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

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.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.

Tabell B1 - SKJEMA FOR PRØVETAKINGSTEDER - B-undersøkelsen

Firma: Marine Harvest AS

Konsesjonsnr: RTV0002; RV0004; RV0011; RV0016; RV0017; RV0018

Lokalitet: Lindvik, Vindafjord kommune

Dato: 21.02.2008

Prøvetaksingssted (nummer)	Lind 1	Lind 2	Vind 4							
Dyp (m)	78	220	703							
Antall forsøk for prøvetaking										
Bunntype: Skjellsand	blåskjell									
Sand/Grus	x									
Leire		x	x							
Mudder										
Steinbunn										
Fjellbunn										
Pigghuder										
*Krepsdyr										
*Bløtdyr										
*Mark										
**Malacoceros fuliginosus										
Dyr fra anleggsinstallasjonen	blåskjell	-	-							
For/fekalier	ja	-	-							
Beggiatoa	-	-	-							
Spontan bobling	-	-	-							
Bobling ved prøvetaking	-	-	-							
Bobling i prøve	-	-	-							
Grabb areal	0,1 m ²	*Få/Mange/En art dominerer. **Antall individer noteres								

Signatur: Gisle Vassenden

Tabell B2 - SKJEMA FOR KONTROLLBETINGELSER

	Sjøvann	Sediment	pH-buffer
Temperatur	5,9	8	6,0
pH	7,7		
E _h	200	Referanseelektrodens potensial (mv)	217

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Tabell B3 - PRØVESKJEMA

Lokalitet: Lindvik Vindafjord kommune

Dato: 21.02.2008

Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer								Indeks	
			Lind 1	Lind 2	Vind 4							
I	Dyr	Ja (0) Nei (1)	0	0	0							
	Tilstand (Gruppe I) <input type="text"/>											
II	pH	Målt verdi	6,8	7,3	7,8							
	E _n (mv)	Målt verdi	-218	97	80							
		+ ref.potensial	-1	314	297							
	pH/E _n	Poeng, tillegg D	3-5	0	0							
Tilstand (prøve)			4	1	1							
Tilstand (Gruppe II) <input type="text"/>												
III	Gassbobler	Ja (4) Nei (0)	0	0	0							
	Farge	Lys/Grå (0)		0	0							
		Brun/Sort (2)	2									
	Lukt	Ingen (0)		0	0							
		Noe (2)										
		Sterk (4)	4									
	Konsistens	Fast (0)										
		Myk (2)		2	2							
		Løs (4)	4									
	Grabbvolum (v)	v < 1/4 (0)										
		1/4 ≤ v < 3/4 (1)	1									
		v ≥ 3/4 (2)		2	2							
	Slamtykkelse	t < 2 cm (0)		0	0							
		2 ≤ t < 8 cm (1)	1									
		t ≥ 8 cm (2)										
Sum			12	4	4							
Korr.sum (0,22)			2,64	0,88	0,88							
Tilstand (prøve)			3	1	1							
Tilstand (Gruppe III) <input type="text"/>												
II & III	Middelverdi (Gruppe II & III)		3,5	1	1							
Tilstand (prøve)			4	1	1							
Tilstand (Gruppe II & III) <input type="text"/>												

LOKALITETENS MIDDELSTILSTAND

Signatur: Gisle Vassenden

Vedleggstabell 2. 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: Lokalitet Lindvik, Vindafjord kommune

Dato for prøvetaking: 20. desember 2007 og 21. februar 2008

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 3 sider.

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

Signatur:.....

Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 1 av 3	Stasjon:	Vind1	Vind1	Vind 4	Vind 4	Lind 2	Lind 2
Dato		20.12.07		21.2.08		21.2.08	
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2. Hugg	1.hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
* HYDROZOA indet.		+	+			+	+
ANTHOZOA indet.							
Cerianthidae indet.				6	2		
Cerianthus lloydii		3	4				
Edwardsia sp.						1	
* NEMERTINI indet.		3				35	12
* NEMATODA indet.				1		1	2
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii						101/30	60/6
Aphrodita aculeata		0/1					1
Pholoe baltica						0/1	0/1
Neoleanira tetragona		1	1	1/2	1		1
Sige fusigera						2	
Ophiodromus flexuosus						0/1	
Exogone sp.						4	5
Nephtys incisa							1
Nephtys longosetosa				1	1/1		2
Glycera lapidum			1				
Paradiopatra fiordica				1	3	2	5
Paradiopatra quadricuspis			1			3/1	4
Lumbrineridae indet.		1		2		7	9
Phylo norvegica							1
Laonice sarsi							2
Polydora sp.						4	
Prionospio cirrifera							1
Scolecopsis korsuni							1/1
Spiophanes kroeyeri						3/6	3
Spiophanes wigleyi						75/2	256/3
Spiochaetopterus bergensis				1	1		
Levinsenia gracilis					1	5/1	4
Paraonis sp.			2				
Aphelochaeta sp.						30	21
Caulleriella killariensis							2
Chaetozone sp.						12	4
Diplocirrus glaucus						12	20/3
Pherusa falcata						1	
Heteromastus filiformis		10	15/1	1	1	13	37/2
Notomastus latericeus							1/1
Clymenura borealis						4/1	5/1
Myriochele oculata				1		5	1
Owenia borealis						2/1	
Pectinaria auricoma						14	8/3
Pectinaria belgica						1	1
Sabellides octocirrata				1			
Amythasides macroglossus						6	6
Eclysippe vanelli						1/1	2/1
Samytha sexcirrata						1	
Amage auricula			1			1	4/1
Melythasides laubieri		10	22/1	9			

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 2 av 3	Stasjon:	Vind1	Vind1	Vind 4	Vind 4	Lind 2	Lind 2
Dato		20.12.07		21.2.08		21.2.08	
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2. Hugg	1.hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
Eupolyornia nesidensis						1	
Pista cristata						12	0/5
Streblosoma bairdi						1	
Streblosoma intestinale						2/1	5/2
Polycirrus norvegicus						0/1	2
Amaeana trilobata						1	
Trichobranchus roseus						1	1
Terebellides stroemi				5/1		2	1
Sabellidae indet.						1	2
SIPUNCULA indet.						3	2
Phascolion strombus						1/1	0/1
Onchnesoma steenstrupi		2	3	2	2		2
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus		23	35				
* Calanus hyperboreus					2		
* Heterorhabdus norvegicus		1					
* Philomedes globosus						1	
* Mysidacea indet.				1			
* Eudorella emarginata							1
* Diastylodes serrata						1	
* Gnathia sp.						1	
* Amphipoda indet.						3	
Eriopisa elongata		2				4	5
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.							3
Nucula tumidula		1/3	0/1			3/1	8/1
Yoldiella lucida		2			1		
Yoldiella philippiana		1					1/1
Bathyarca pectunculoides							1
Similipecten similis						1	
Thyasira obsoleta		2	0/1	2			8/1
Thyasira sarsii						1/1	1/1
Thyasira equalis		6/2	2/2	12/5	6/1	43/4	32/9
Thyasira croulinensis							1
Thyasira eumyaria					1		
Thyasira ferruginea						6	4/1
Thyasira pygmaea						2	2
Montacuta ferruginosa		5/3	10/3			1/1	
Parvicardium minimum						1	0/1
Abra longicallus		1			1		
Abra nitida						½	½
Kelliella abyssicola		0/2	4/4	11/1		3	1/1
Cuspidaria abbreviata						1	
Dentalium occidentale						0/2	1
Entalina tetragona							2
ECHINODERMATA							
Amphiura chiajei						1	
Amphiura filiformis						1	
Amphilepis norvegica		2/6	0/6	1/9		0/1	
Ophiura sarsi						1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Side 3 av 3	Stasjon:	Vind1		Vind 4		Lind 2	
Dato		20.12.07		21.2.08		21.2.08	
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2. Hugg	1.hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
Brissopsis lyrifera		7	5			5	4/1
ENTEROPNEUSTA indet.							1
* CHAETOGNATHA indet.			2		1		
* PISCES egg.							1
* VARIA			+	+	+	+	

Stasjon:		Lind 1	
Dato		21.2.08	
Art	Hugg nr.:	1.hugg	2. hugg
* PORIFERA indet.		+	
* HYDROZOA indet.		+	
* NEMERTINI indet.			+
* NEMATODA indet.		8	2
POLYCHAETA			
Palpiphitime lobifera		116/1	170/2
Malacoceros fuliginosa		1	
Prionospio steenstrupii		3	1
Vigtorniella sp.		4	1
Sabellides octocirrata		1	
CRUSTACEA			
* Calanus finmarchicus			4
* Limnoria lignorum		1	
* BRYOZOA			
* Bryozoa skorpeformet			+
* Bryozoa grenet			+
ECHINODERMATA			
Brissopsis lyrifera		3	
* PISCES egg.		5	
* VARIA		+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Lind 1	Lind 2	Vind1	Vind 4
I	2	21	7	6
II	1	21	5	5
III	2	10	3	4
IV	0	12	4	4
V	0	4	2	1
VI	0	3	1	0
VII	0	1	0	
VIII	0	1		
IX	1	1		
X	0	0		
XI				

Vedleggstabell 4. Analysebevis

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
 Gisle Vassenden
 Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
 Høyteknologisenteret
 5020 Bergen

AnalyCen 

Rapport utført av
 akkreditert laboratorium

Report issued by
 Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1244612	Prøvemottak	05.03.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	12.03.2008
Oppdragsmerket	prosjektnr 801368, ref 07/08 Stedkode 611101 (Vind, Herøy, Lind og Het)		
Sted for prøvetaking	Herøy		

Lab.nr.		NOV007385-08	NOV007386-08	NOV007387-08	NOV007388-08
Merket		Vind 4, 3.hugg	Herøy 1, 3.hugg	Lind 1, 3.hugg	Het 1, 2.hugg
Tatt ut		21.02.08	21.02.08	21.02.08	21.02.08
		21.02.2008	21.02.2008	21.02.2008	21.02.2008
Parameter	Enhet				
Totalt Organisk Karbon	g/100g	2.6	1.0	7.1	2.3
Tørrestoff	%	33.2	65.9	38.1	42.7
Fosfor, P	g/kg TS	0.84	1.9	42	0.77
Sink, Zn	mg/kg TS	120	55	600	130
Kobber, Cu	mg/kg TS	17	8.8	990	17

Grethe Arnestad
 Cand.Mag

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

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS
Gisle Vassenden
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
Høyteknologisenteret
5020 Bergen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundenummer	8183600-1284471	Prøvemottak	14.05.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	22.05.2008
Oppdragsmerket	Prosjektnr: 801368, ref 18/08		
Sted for prøvetaking	Herøy		

Lab.nr.		NOV015412-08	NOV015413-08			
Merket		Lind 2, 3. hugg,	Herøy 2, 2. hugg,			
Tatt ut		21.02.08	21.02.08			
		21.02.2008	21.02.2008			
Parameter	Enhet			Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Totalt Organisk Karbon	g/100g	0.95	0.93	±15%	AJ 31	
Tørrestoff	%	55.0	61.4	±15%	NS 4764-1	○
Fosfor, P	g/kg TS	1.0	0.75	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	65	59	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	9.8	7.8	±20%	NS-EN ISO 11885	○

Grethe Arnestad
Cand.Mag

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

Side 1 (1)

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
 Gisle Vassenden
 Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
 Høytteknologisenteret
 5020 Bergen

Rapport utført av
 akkreditert laboratorium

Report issued by
 Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1244612	Prøvemottak	05.03.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	12.03.2008
Oppdragsmerket	prosjektnr 801368, ref 07/08 Stedkode 611101 (Vind, Herøy, Lind og Het)		
Sted for prøvetaking	Herøy		

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	○
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	○

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