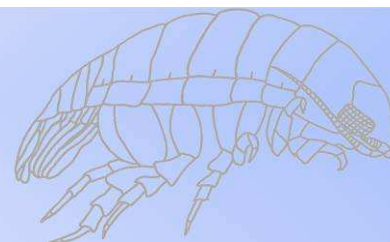


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Miljø

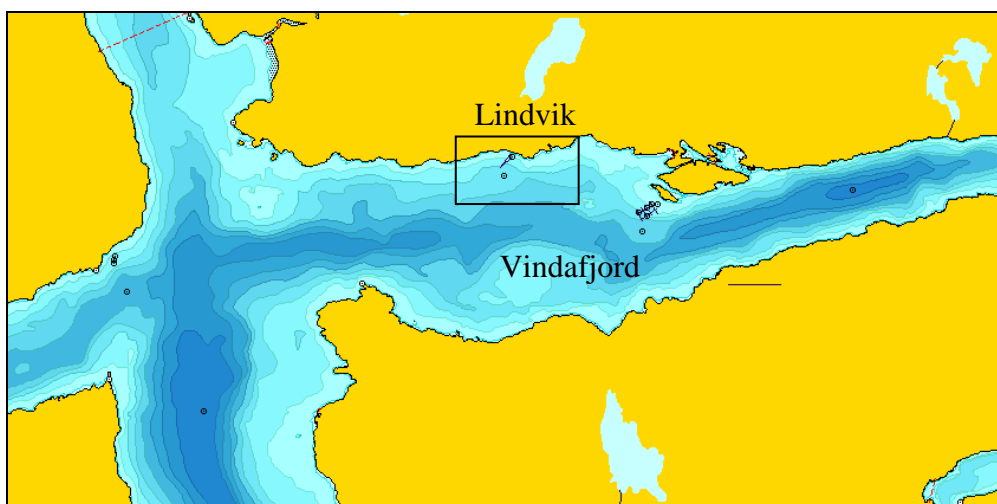




e-Rapport nr. 7-2011

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Lindvik, Vindafjord kommune i 2011

Kristin Hatlen

Per Johannessen



	SAM-Marin	 <small>Test 157</small>
Seksjon for anvendt miljøforskning Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Lindvik, Vindafjord kommune i 2011	Dato: 16/8/2011
	Antall sider og bilag: 49
Forfatter(e): K. Hatlen og P. Johannessen	Prosjektleder: E. Heggoy
	Prosjektnummer: 805318

Oppdragsgiver: Marine Harvest	Tilgjengelighet:
-------------------------------	------------------

Abstract: This report describes the MOM-C analyses conducted 8th of March 2011 in order to map the environmental condition of the sea floor around the fish farm Linvik in Vindafjord municipality. The results have been compared with the MOM-C of 2008 which indicated bad conditions in close vicinity to the farm, but good conditions further away and also in the deepest part of the fjord.

In 2011 the CTD analyses indicated good oxygen conditions near the bottom of the deepest station. No pollution of copper, zink or phosphor was detected and bottom fauna did not seem to be affected by the fish farm in the deepest station and the transition zone station. Near the fish pen, on the other hand, metal and phosphor pollution was detected and the benthic fauna was characterized by low diversity and species tolerant to stress.

Keywords: MOM-C, Vindafjorden, Lindvik	Emneord: MOM-C, Vindafjorden, Lindvik	ISSN NR.: 1891-7658 SAM-UNI Rapport nr. 7-2011
---	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	16/8-2011	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	16/8-2011	<i>Erling Heggoy</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til MOM-C analyser, samlet av: J. Hestetun og A. Yazdanpanah

Litoralundersøkelse utført av: E. Heggøy

Sortering av sediment utført av: A. Yazdanpanah, R. Tveit, N. Korableva og T. Ensrud

Identifikasjon av marin fauna utført av: E. Heggøy, Per Johannessen og Tom Alvestad (under opplæring).

Rapportering utført av: K. Hatlen og P. Johannessen

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: H. Grønning

LEVERANDØRER

Toktfartøy: MS Amalie

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as **akkrediteringsnummer** 003

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	10
2.2.2 Sediment.....	11
2.2.3 Kjemiske analyser	11
2.2.4 Bunndyr	12
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	15
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	16
3.1 Hydrografi	16
3.2 Sediment.....	20
3.3 Kjemi.....	22
3.4 Bunndyr	23
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	30
5 TAKK	31
6 LITTERATUR.....	31
7 VEDLEGG.....	32

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Lindvik i Vindafjorden, Vindafjord kommune, lokalitetsnummer 12966. Innsamlingene ble gjennomført 8. mars 2011. En MOM-B undersøkelse ble gjennomført under samme tokt og er presentert i Hestetun 2011. Stasjonen Vind 4 (fjernsonen) som presenteres i denne rapporten er sammenlignbare med stasjonen med samme navn fra MOM-C undersøkelsen i 2008, mens Lind 3 (nærsonen) er en ny stasjon som måtte opprettes etter en rekke bomhugg på den forrige nærstasjonen Lind 1. Det var også ved denne stasjonen vanskelig å få gode prøver og det anbefales derfor å forsøke en annen stasjon ved neste undersøkelse. Lind 2 (overgangssonen), skulle kunne sammenlignes med stasjonen med samme navn fra 2008. Geologiske analyser viser imidlertid at store lokale variasjoner har ført til at avvik fra posisjonen har gitt store utslag. Denne stasjonen er dermed ikke direkte sammenlignbar med Lind 2 fra 2008.

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 KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) 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 Uni Reserach AS. 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 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet 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.

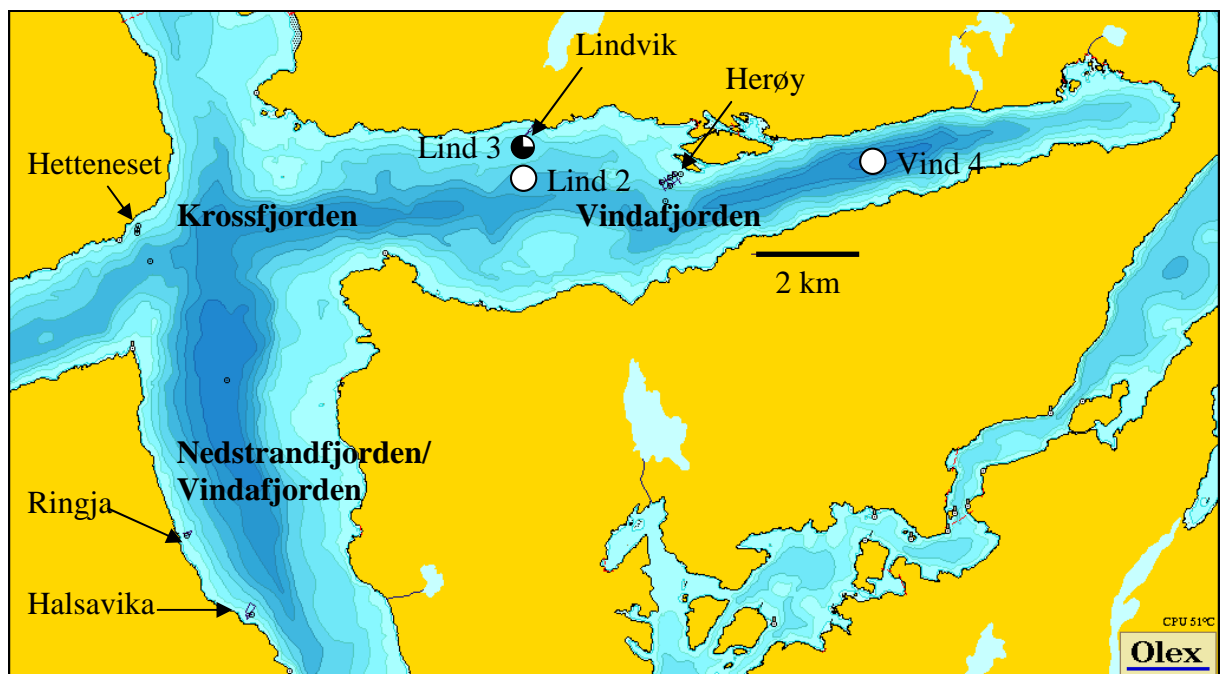
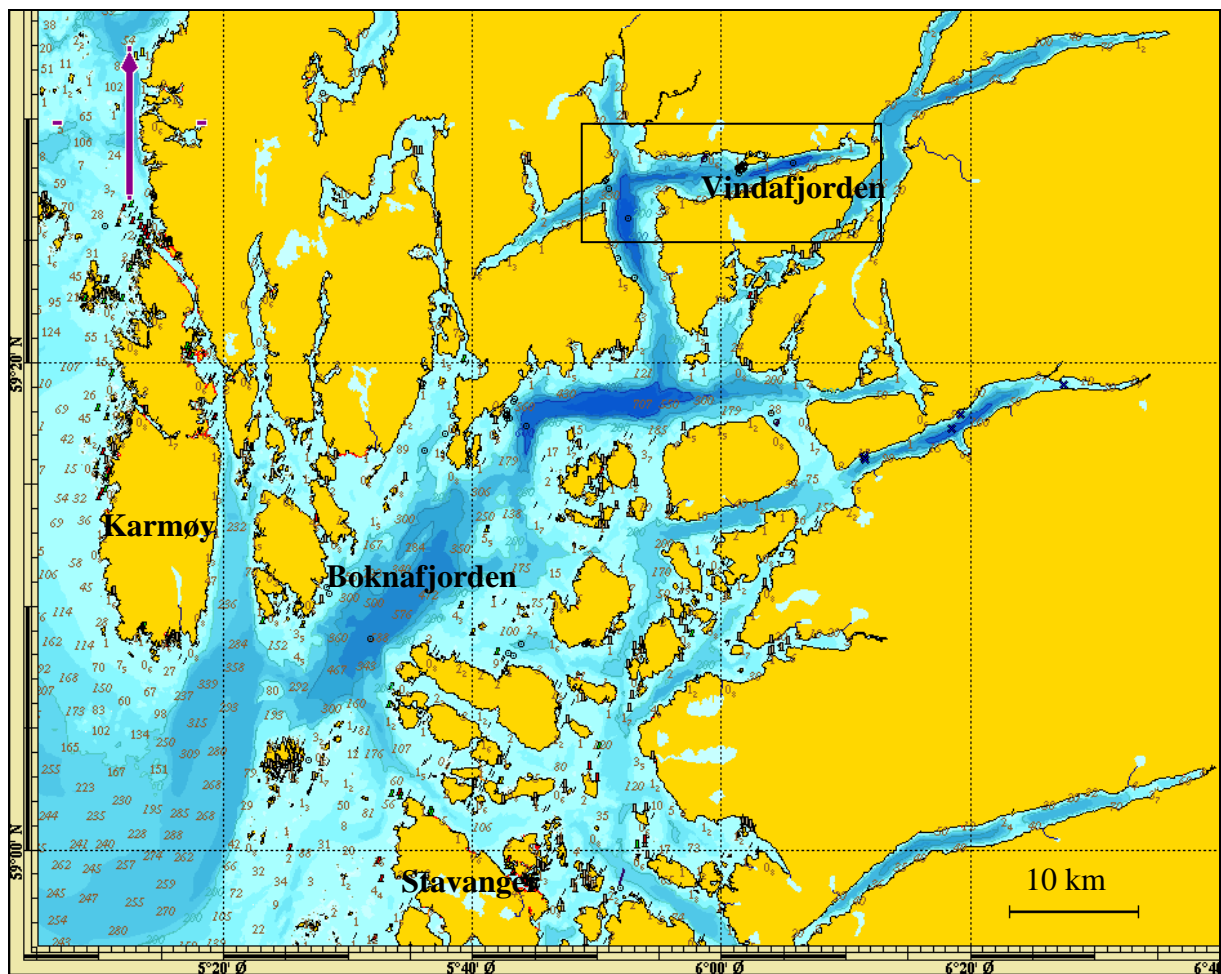
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Amalie* den 8. mars 2011 med hjelp fra båtfører Rolf Berg. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av Vindafjorden og Nedstrandfjorden/Vindafjorden.

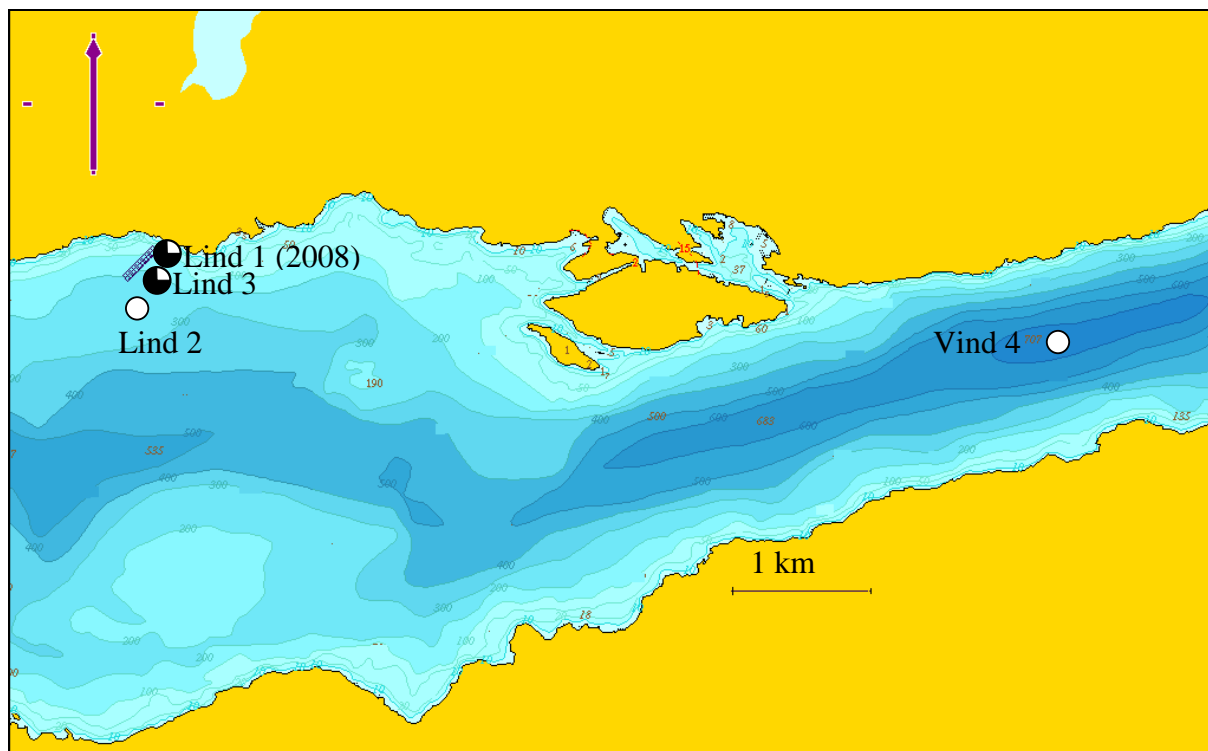
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden.

Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Til innsamling av vannprøver i ble det, som i 2008, benyttet Nansen-vannhenter og en CTD-sonde.

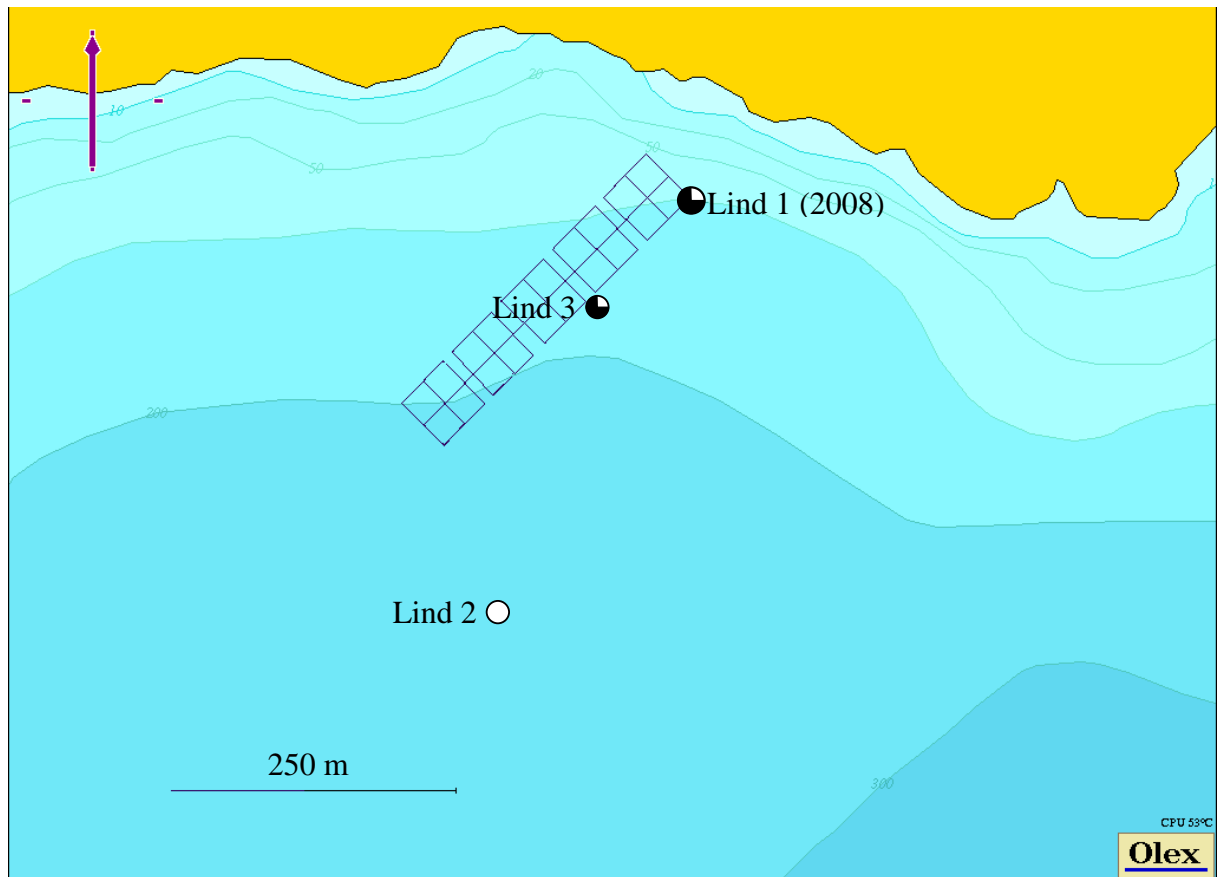
Under årets undersøkelse og i 2008 ble måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. I år ble det også benyttet en oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



Figur 2.1. Oversiktskart med fjordsystemet i Ryfylke (øverst) og mer detaljert over Vindafjorden og nærliggende fjorder (nederst). Nærliggende oppdrettslokaliteter er vist i kartet. Vurdering av miljøforholdene er vist kom kakediagram, 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. Detaljskisse 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 1.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Vindafjorden og ved Lindvik i mars 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en duograbb, hvor det ene kammeret utgjør 0.1m² og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St Lind 2 8/3-2011	Vindafjorden 59° 28,390'N 005° 58,558'Ø	220	1	13	Kjemi, duograbb
			1	13	Biologi, duograbb
			2	8	Geologi, duograbb
			2	8	Biologi, duograbb 1. hugg fint, 2. hugg grovt sediment.
St Lind 3 8/3-2011	Vindafjorden 59° 28,493'N 005° 58,763'Ø	143	1	2,5	Biologi, duograbb
			2	2,5	Kjemi, duograbb
			2	2,5	Geologi, duograbb Kun noe sediment, fint, svart og med en del H ₂ S-lukt. Stasjonen tatt istedenfor Lind 1 (bomhugg på hardbunn ved denne stasjonen). Etter mange bomhugg ble det besluttet å ikke ta en ekstra biologisk prøve. Sannsynligvis kun et tynt sedimentlag oppe på hardbunn ved stasjon Lind 3.
St Vind 4 8/3-2011	Vindafjorden 59° 28,229'N 006° 05,789'Ø	703	1	21	Kjemi, duograbb
			1	21	Biologi, duograbb
			2	21	Geologi, duograbb
			2	21	Biologi, duograbb Fint sediment. I tillegg CTD og siktedyp.

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 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 til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). 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 KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (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 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 i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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.

Klima og forurensingsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppen Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten (H') og NQII beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Både Shannon-Wiener indeks (H') og NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQII et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (svært/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
	NQI1		>0,72	0,63- 0,72	0,49-0,63	0,31- 0,49	<0,31
	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. Siste brakkleggingsperiode var i juni og juli 2009.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Lindvik i 2001 -2011

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Totalt	1 490	2 045	2 983	3 476	3 538	3 791	832	5 039	1 511	4 271	5 600

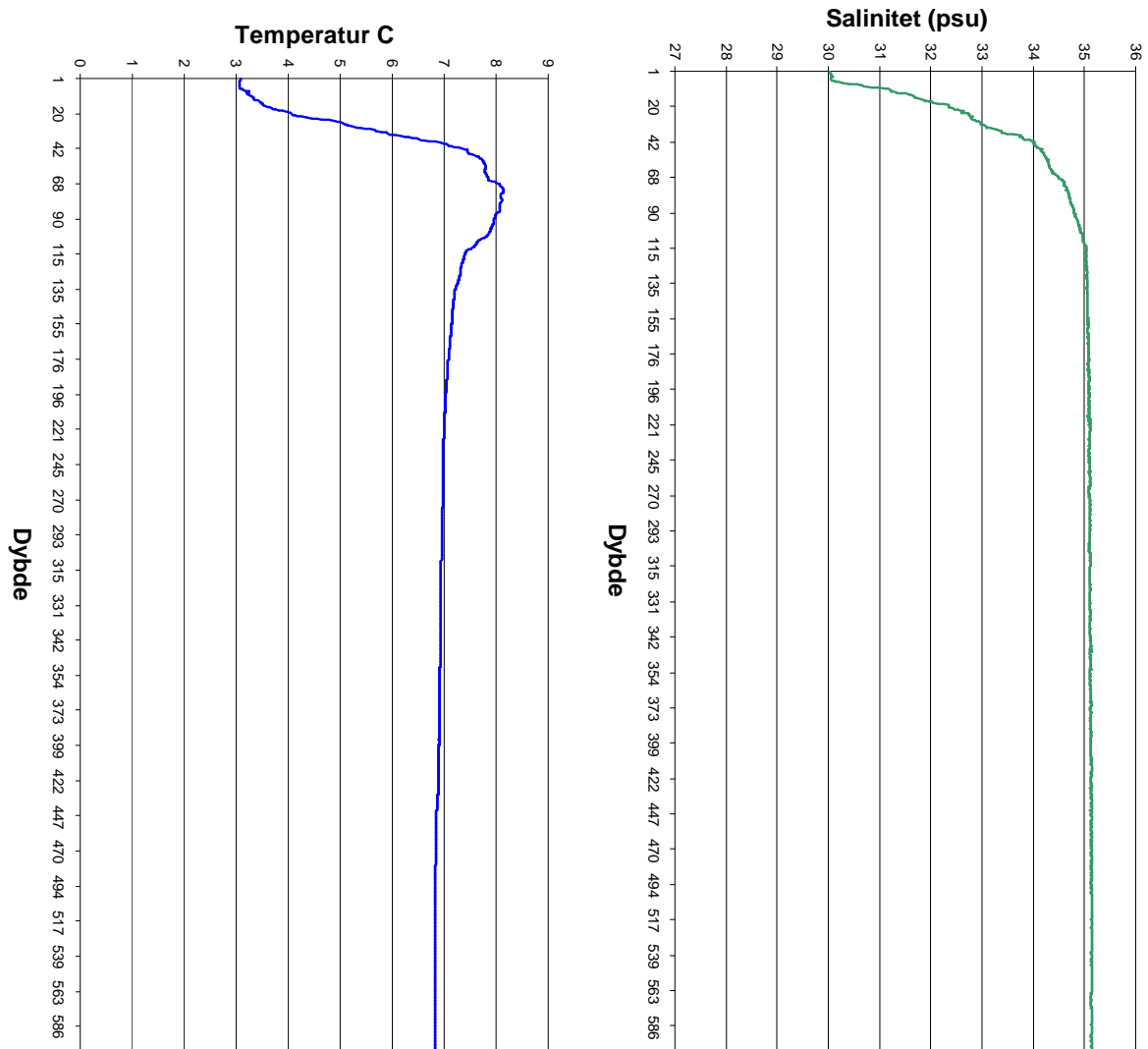
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

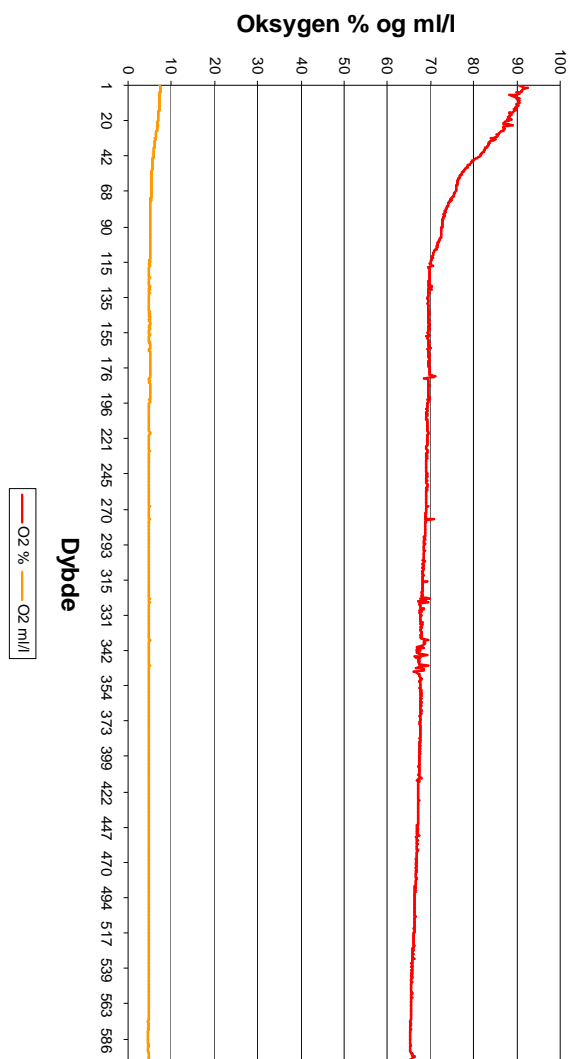
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Vind 4 8.mars 2011. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Vind 4 i 2011 og 2008.

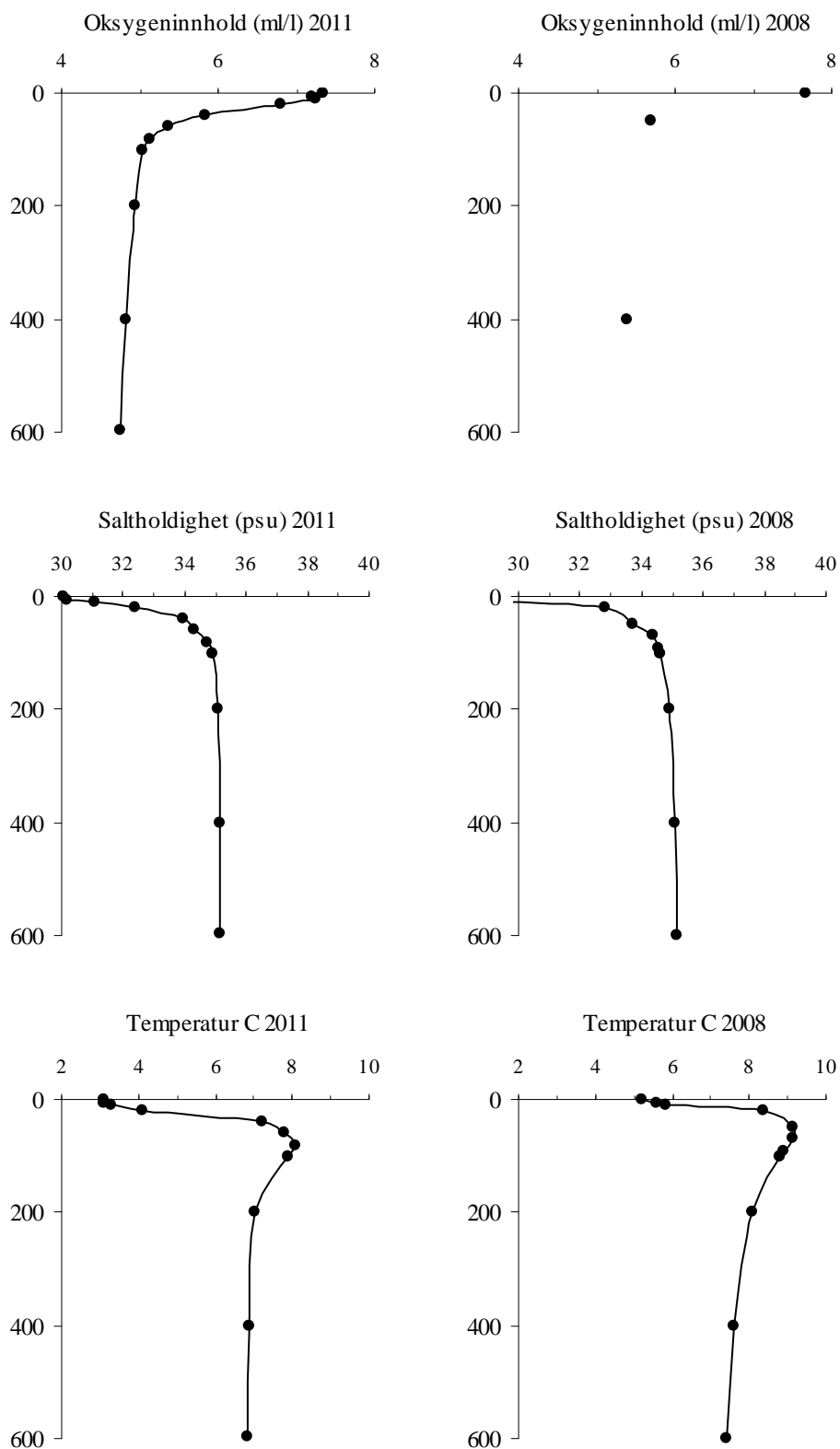
Stasjon Dato	Dyp (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (oC)	Tetthet (dt)	Oksygen (ml/l)	Oks. met. (%)	Sikt (m)		
Vind 4 8.3.2011	1	30,03	3,08	23,92	7,33	90,31	8		
	5	30,18	3,11	24,06	7,20	88,86			
	10	31,09	3,27	24,79	7,24	90,27			
	20	32,38	4,09	25,79	6,80	87,26			
	40	33,93	7,20	26,73	5,83	81,57			
	60	34,33	7,79	27,05	5,37	76,33			
	80	34,71	8,07	27,40	5,12	73,39			
	100	34,90	7,88	27,67	5,04	72,00			
	200	35,10	7,02	28,41	4,94	69,31			
	400	35,13	6,90	29,36	4,82	67,39			
	596	35,15	6,82	30,28	4,75	66,42			
Vind 4 21.2.2008	1	23,34	5,21	18,43	7,68	100,93	10		
	5	26,59	5,57	20,98					
	10	29,18	5,84	23,02					
	20	32,84	8,36	25,62					
	40	33,71	9,12	26,27					
	70	34,39	9,15	26,93					
	90	34,56	8,92	27,20					
	100	34,64	8,82	27,32					
	200	34,94	8,08	28,12					
	400	35,07	7,59	29,21				5,38	80,74
	600	35,14	7,40	30,23					



Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet på Vind 4, målt med CTD-sonde fra overflaten og til 596 meter dyp ved Vind 4 den 8. mars 2011.



Figur 3.3. Oksygen i % metning og mg O₂/L på Vind 4, målt med oksygen-sonde fra overflaten og til 596 meter dyp ved Vind 4 den 8. mars 2011. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.



Figur 3.4. Sammenligning av oksygendata (ml/l), saltholdighet (psu) og temperatur (C), mellom 2008 og 2011.

Temperaturen på Vind 4 den 8.mars 2011 var på 3°C i overflaten, økte til like over 8°C ved omtrentlig 80 m dyp og sank igjen til 7°C på den dypeste målingen (596 m). Saltholdigheten sank fra 30 psu ved overflatene ned mot 35 psu på ca 100 m dyp. Derfra var det liten endring i vannsøylen ned til 596 m dyp. Oksygeninnholdet var høyest i overflaten med 7,3 ml/L og sank jevnt ned til 4,8 ml/L på det dypeste punktet. Dette plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2008 og 2011 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 2008 og 2011.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Lind 2	2011	220	6,65	7	18	25	27	48
Lind 2	2008*	220	3,94	12	61	73	26	0
Lind 3	2011	143	1,46	21	43	64	23	13
Lind 1	2008**	78	14,40	3	11	14	36	50***
Vind 4	2011	703	11,83	45	53	97	3	0
Vind 4	2008	703	11,46	38	60	98	2	0

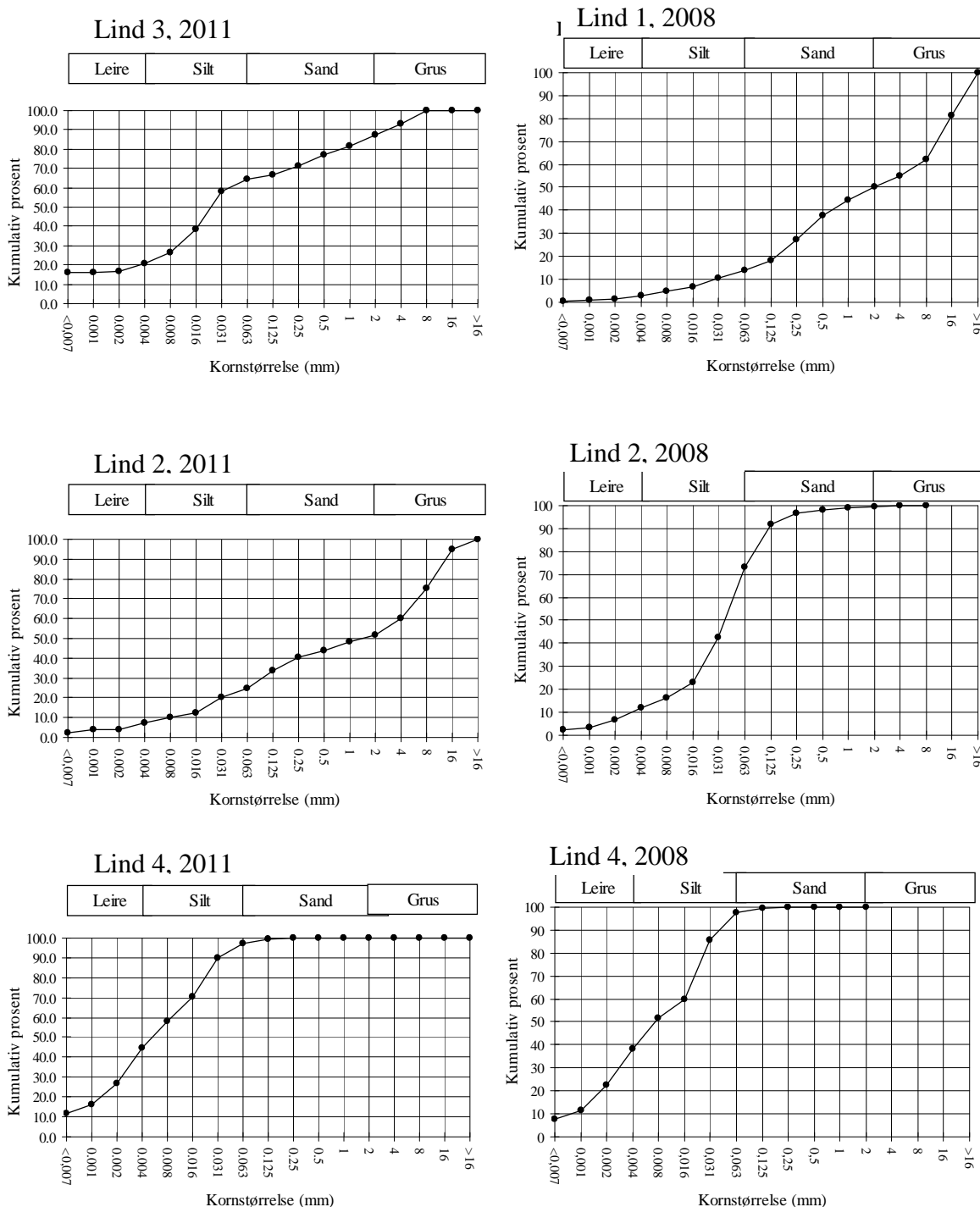
*) De geologiske analysene viser at Lind 2 fra 2008 ikke er direkte sammenlignbar med Lind 2 fra 2011.

**) Lind 1 er nærstasjonen som ble undersøkt i 2008. Denne er ikke direkte sammenlignbar med årets nærstasjon (Lind 3), men gir en pekepinn på forholdene nær anlegget ved forrige MOM-C undersøkelse.

***) For det meste blåskjell

Tett på anlegget, på stasjon Lind 3, var sedimentet finkornet. Fraksjonen med leire og silt utgjorde 64 %, men det fantes også en del sand og grus (23 og 13 %). Vanskelighetene med å få nok prøvemateriale skyldes trolig fjellbunn under et tynt sedimentlag. Til sammenligning, ble det funnet grovere sediment på nærstasjonen i 2008 (Lind 1), men mye av innholdet i kategorien grus var i realiteten blåskjellrester. Glødetapet var mye høyere på nærstasjonen i 2008 enn i 2011, med henholdsvis 14,40 og 1,46 %.

Figur 3.4. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Lind 3 (2011) og Lind 1 (2008), Overgangssonen: Lind 2 (2011) og Lind 2 (2008), og Fjernsonen: Lind 4 (2011) og Lind 4 (2008).



I overgangssonen (Lind 2) var sedimentet i 2011 mye grovere enn det som ble innsamlet i 2008. Den gang var leire og silt mest dominerende med 73 % av sedimentet, mens det i 2011 ble funnet mest grus (48 %). Den mest sannsynlige årsaken til dette er at båten ikke har ligget

på nøyaktig samme posisjon de to årene og at det finnes store lokale variasjoner i området. Glødetapet var relativt lavt begge år.

På den dypeste stasjonen, Vind 4, var det liten endring i sedimenttype fra 2008 til 2011. Leire og silt dominerte med 98 %, mens det fantes kun 2 % sand og ingen grus. Dette er typisk for dype fjorder. Glødetapet er også uendret siden 2008.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Inntil anlegget, ved Lind 3, ble det funnet verdier av kobber og sink som gir tilstandsklasse III (Mindre god) (Tabell 3.3). Mengden organisk karbon (TOC) tyder på mye organisk materiale. Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Andelen fosfor var høy (40 g/kg), men glødetapet peker mot lavere nivåer av organisk materiale enn det TOC-verdien tilsier. Nærstasjonen fra 2008 (Lind 1) var forurenset av både kobber (TK V) og sink (TK IV), hadde lavere nivå av TOC, mens fosforverdiene var omtrent som i 2011.

Verdiene av metaller i overgangssonen var svært lave og får i 2011 som i 2008 tilstandsklasse I (Meget god). Totalt organisk karbon (TOC) var derimot noe høyt og får KLIFs tilstandsklasse V (Meget dårlig). Ettersom det fantes mye grus på stasjonen, trekker dette opp den normaliserte TOC. Uansett har det vært en økning av organisk materiale siden 2008, men trolig ikke i så stor grad som KLIFs tilstandsklasse tilsier.

På den dypeste stasjonen (Vind 4), ble det kun funnet bakgrunnsnivåer av metaller (TK I). TOC hadde økt så vidt siden 2008, mens den normaliserte TOC tydet på en nedgang. Alt i alt har det vært lite endring i de kjemiske forholdene ved Vind 4 i 2011 sammenlignet med 2008.

Tabell 3.3. Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon		Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Lind 2	2011	220	21	I	73	I	45	58,5	V	0,96	54
Lind 2	2008*	220	10	I	65	I	10	20,0	II	1,00	55
Lind 3	2011	143	560	III	1100	III	180	186,48	V	40,00	22
Lind 1	2008**	78	990	V	600	IV	71	65,00	I	42,00	38
Vind 4	2011	703	23	I	140	I	31	31,54	III	0,96	32
Vind 4	2008	703	17	I	120	I	26	34,70	IV	0,84	33

*) De geologiske analysene viser at Lind 2 fra 2008 ikke er direkte sammenlignbar med Lind 2 fra 2011.

***) Lind 1 er nærstasjonen som ble undersøkt i 2008. Denne er ikke direkte sammenlignbar med årets nærstasjon (Lind 3), men gir en pekepinn på forholdene nær anlegget ved forrige MOM-C undersøkelse.

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 og i Hestetun 2011. Kjemiske verdier (pH og E_h) ga lave pH- og E_h-verdier for alle stasjonene der det var nok sediment til å måle kjemiske parametre, noe som ga tilstand 4 for disse stasjonene. Med poengverdiene fra de tre hardbunnsstasjonene ble tilstand 3.

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 mars 2011 sammenlignet med miljøforholdene i 2008. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjonen nærmest anlegget, Lind 3, var det vanskelige prøvetakingsforhold og det ble bare tatt et hugg til biologi. Bunnprøven var relativt grunn og sedimentvolumet i grabben var dermed mindre enn anbefalt. Mesteparten av dyrene holder seg i de øverste centimeterne av sedimentet, så det er lite sannsynlig at dette har påvirket analyseresultatene. Det ble funnet 24 individer og 3 arter på 0,1m². Dette gir en diversitet på 0,5 og en jevnhet på 0,31. 22 av individene, og dermed 92 %, var av børstemarkarten *Palpiphitima lobifera*. Dette er en art

som takler dårlige bunnforhold og som derfor ofte dominerer under oppdrettsanlegg med mye organisk avfall. Arten dominerte også i 2008, den gang på en annen stasjon tett på anlegget (Lind 1). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir tilstandsklassen ”Dårlig”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”Moderat forstyrret”. MOM-klassifiseringen gir denne stasjonen en miljøtilstand 3 (dårlig). Dette er omtrent de samme resultatene som ved Lind 1 i 2008.

I overgangssonen, Lind 2, ble det funnet 1 099 individer fordelt på 79 forskjellige arter. Dette gir en diversitet på 3,35 og en jevnhet på 0,53. KLIF gir stasjonen tilstandsklasse II (God), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). De to børstemarkartene *Spiophanes wigley* og *Paramphinome jeffreysii* var i 2011, som i 2008, de mest individrike. *S. wigley* utgjorde 45%, mens *P. jeffreysii* utgjorde 22% av alle individer i 2011. Det ble også funnet mye skjell og noen få sipunculidaer. AMBI indikerer en fauna som er ”Lett forstyrret”, mens NQI1 og NQI2 gir tilstandsklassen ”Svært god” og MOM-tilstandsklassen 1 (Meget god). Alt i alt tyder resultatene på at det er lite eller ingen negativ påvirkning av anlegget på bunnfaunaen på Lind 2.

På det dypeste punktet i Vindafjorden ligger stasjonen Vind 4. Her ble det funnet 111 individer og 23 arter. Dette gir en diversitet på 4,07 med en jevnhet på 0,90 og dermed KLIFs tilstandsklasse I (Meget god). De to mest individrike artene var skjellet *Nucula tumidula* og børstemarken *Terebellides stroemi*. Disse utgjorde 12 % hver av hele individmengden i prøven. Ellers bestod sedimentet for det meste av børstemark, med noen anemoner og skjell. Faunasammensetningen er noe endret siden 2008, men begge år har sedimentet inneholdt arter som tyder på gode, frisk bunnforhold. Dette indikerer også tilstandsklassene for AMBI, NQI1 og NQI2.

Geologiske undersøkelser tydet på at Lind 2 ikke kunne sammenlignes direkte mellom 2008 og 2011, men de multivariate analysene viser likevel en relativt stor likhet (>50%) i fauna mellom disse to årene. Likheten mellom årene ved de to andre stasjonene var omtrent på samme nivå (ca 50%), til tross for at Lind 1 (2008) og Lind 3 (2011) ikke ligger på samme posisjon eller dybde. Stasjonen er i overgangssonen (Lind 2) har større likhet med stasjonen i dypet (Vind 4), enn med stasjonen nært anlegget (Lind 1 og Lind 3). Dette gjelder både 2008 og 2011.

Tabell 3.5. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

*) Det var lite sediment i prøven ved Lind 3 og det ble kun tatt et hugg.

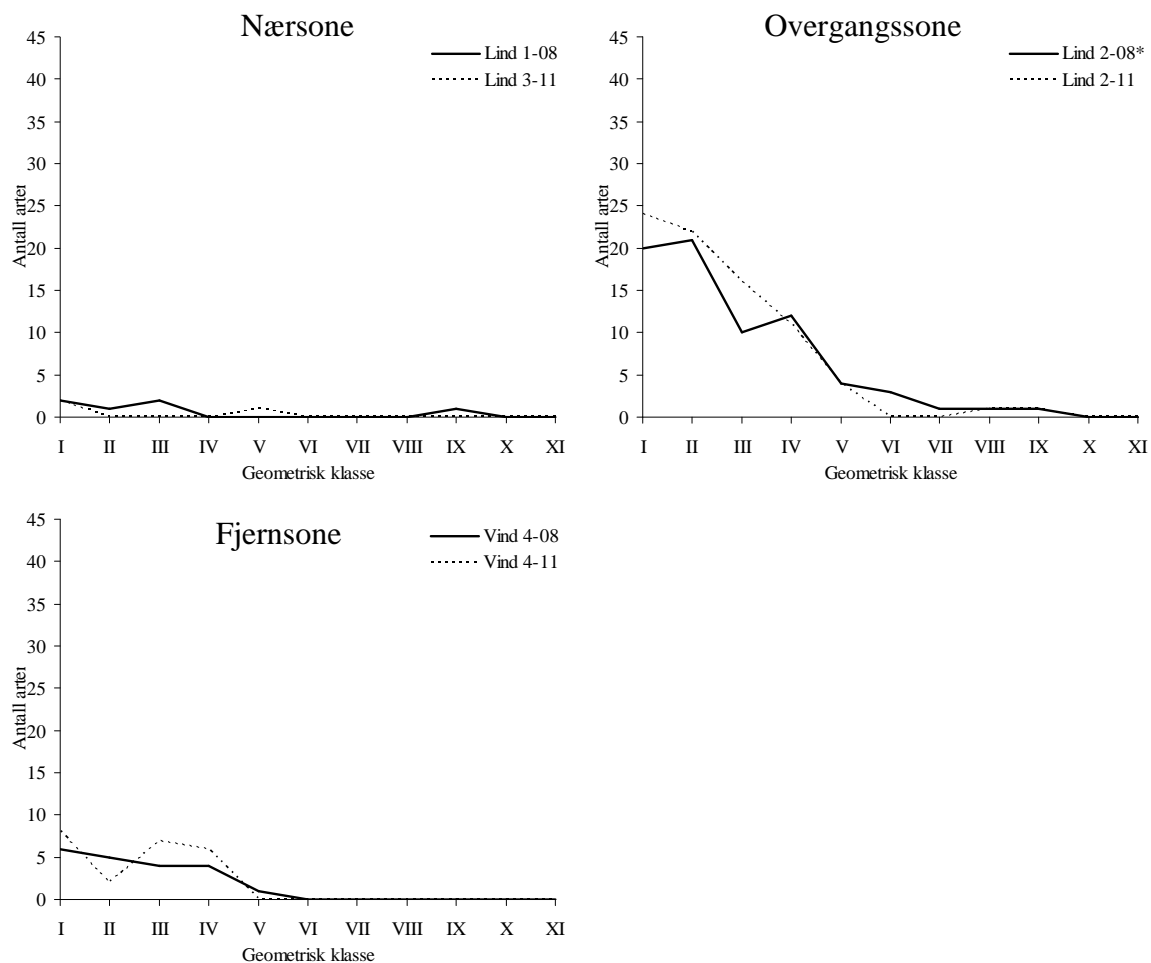
Stasjon	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet	Jevnhet	H'-	AMBI	NQI1	NQI2	MOM	KLIF
					(H')	(J)	max					
Lind 2	2011	1	537	58	3.63	0.62	5.86	2.55	0.72	0.62	1	II
		2	562	54	2.67	0.46	5.75	2.66	0.71	0.53		
		Sum	1099	79	3.35	0.53	6.30	2.61	0.73	0.59		
Lind 2	2008*	1	469	55	4.09	0.71	5.78	2.54	0.72	0.66	1	II
		2	609	57	3.63	0.62	5.83	2.54	0.72	0.62		
		Sum	1078	73	3.98	0.64	6.19	2.54	0.73	0.65		
Lind 3	2011**	1	24	3	0.50	0.31	1.58	4.50	0.32	0.22	3	
Lind 1	2008***	1	129	6	0.64	0.25	2.58	2.63	0.51	0.37	3	
		2	174	3	0.1	0.06	1.58	4.50	0.30	0.19		
		Sum	303	6	0.37	0.14	2.58	3.56	0.43	0.28		
Vind 4	2011	1	51	18	3.87	0.93	4.17	1.47	0.75	0.72		I
		2	60	20	3.98	0.92	4.32	1.61	0.75	0.72		
		Sum	111	23	4.07	0.90	4.52	1.54	0.75	0.73		
Vind 4	2008	1	75	16	3.35	0.84	4.00	1.34	0.73	0.68		II
		2	23	12	3.2	0.89	3.58	1.93	0.69	0.63		
		Sum	98	20	3.64	0.84	4.32	1.64	0.73	0.69		

*) De geologiske analysene viser at Lind 2 fra 2008 ikke er direkte sammenlignbar med Lind 2 fra 2011.

***) Det var lite sediment i prøven ved Lind 3 og det ble kun tatt et hugg.

****) Lind 1 er nærstasjonen som ble undersøkt i 2008. Denne er ikke direkte sammenlignbar med årets nærstasjon (Lind 3), men gir en pekepinn på forholdene nær anlegget ved forrige MOM-C undersøkelse.

SAM-Marin



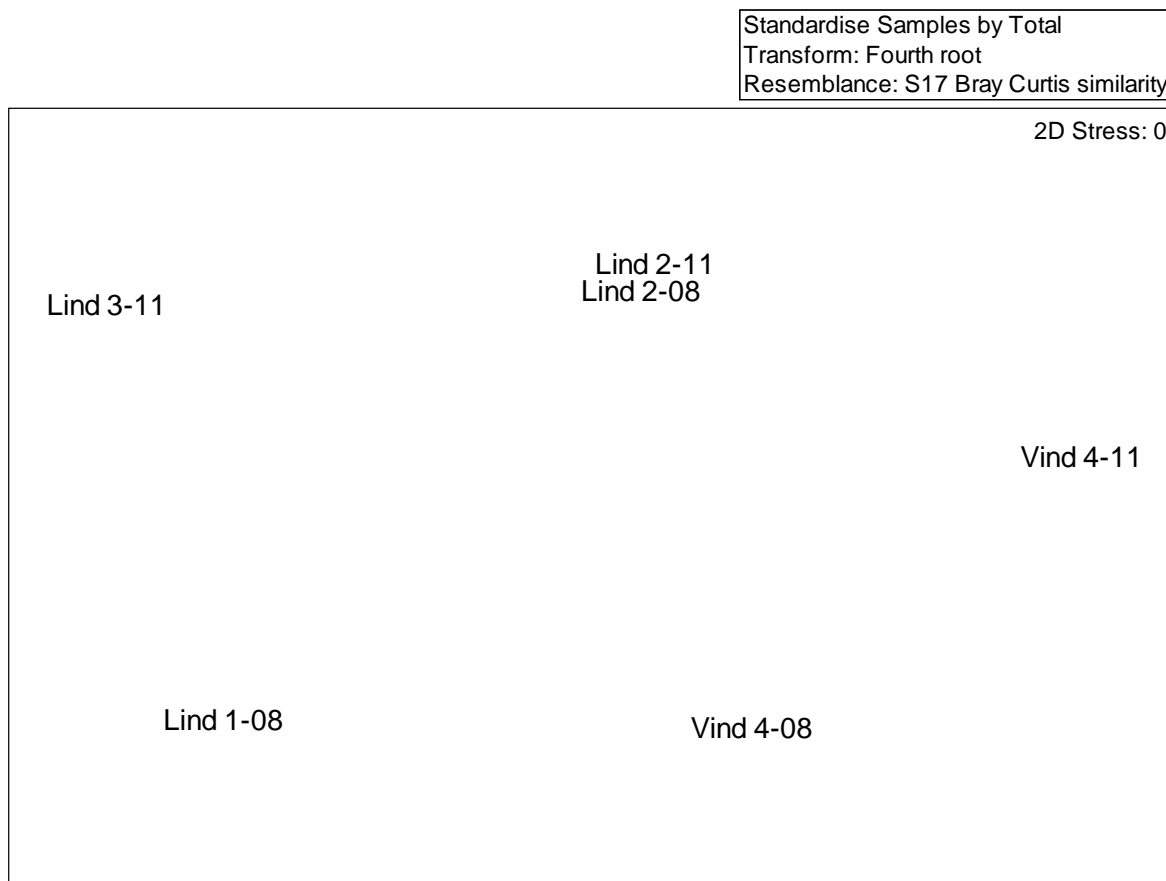
Figur 3.5. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. *) Geologiske analyser viser at Lind 2 ikke er sammenlignbar mellom de to årene 2008 og 2011.

Tabell 3.6. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. *) Geologiske analyser viser at Lind 2 ikke er sammenlignbar mellom de to årene 2008 og 2011.

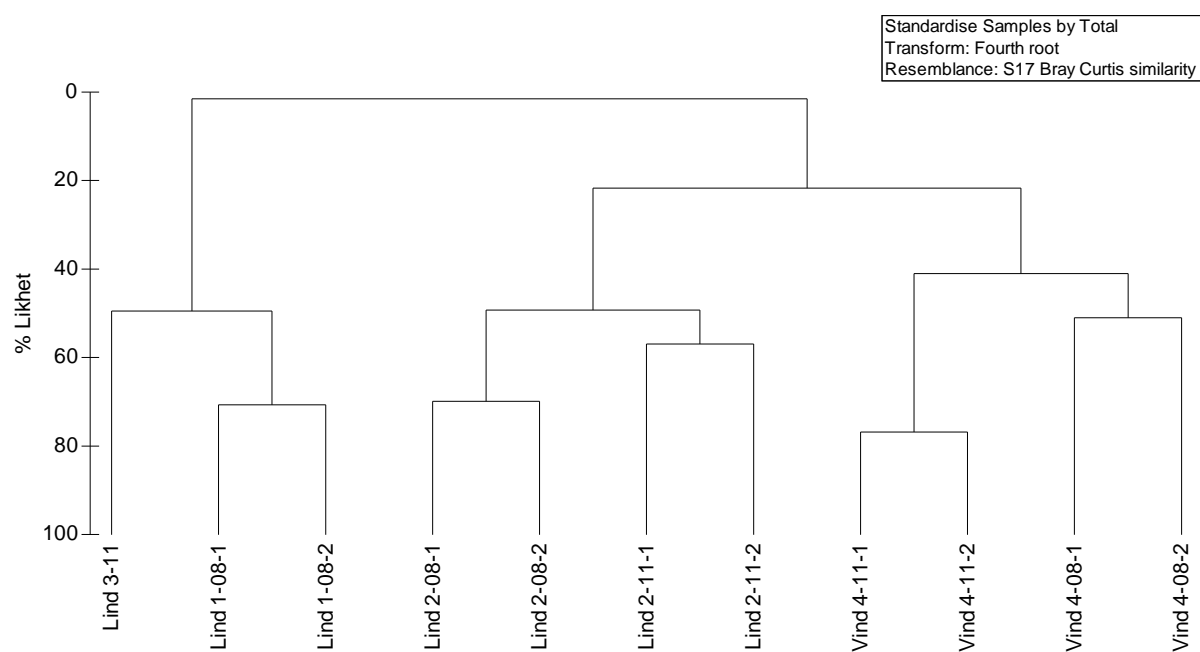
Lind 3 2011	Antall individer	%	Kum.%	Lind 1 2008	Antall individer	%	Kum.%
<i>Palpiphitime lobifera</i>	22	91.7	91.7	<i>Palpiphitime lobifera</i>	289	95.4	95.4
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1	4.2	95.8	<i>Vigtorniella sp.</i>	5	1.7	97
<i>Capitella capitata</i>	1	4.2	100.0	<i>Prionospio steenstrupii</i>	4	1.3	98.3
				<i>Brissopsis lyrifera</i>	3	1	99.3
				<i>Sabellides octocirrata</i>	1	0.3	99.7
				<i>Malacoceros fuliginosa</i>	1	0.3	100

Lind 2 2011	Antall individer	%	Kum.%	Lind 2 2008*	Antall individer	%	Kum.%
<i>Spiophanes wigleyi</i>	497	45.2	45.2	<i>Spiophanes wigleyi</i>	336	31.2	31.2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	246	22.4	67.6	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	197	18.3	49.4
<i>Aphelochaeta sp.</i>	23	2.1	69.7	<i>Thyasira equalis</i>	88	8.2	57.6
<i>Nucula tumidula</i>	22	2.0	71.7	<i>Heteromastus filiformis</i>	52	4.8	62.4
<i>Thyasira equalis</i>	20	1.8	73.5	<i>Aphelochaeta sp.</i>	51	4.7	67.2
<i>Abra nitida</i>	17	1.5	75.1	<i>Diplocirrus glaucus</i>	35	3.2	70.4
<i>Heteromastus filiformis</i>	14	1.3	76.3	<i>Pectinaria auricoma</i>	25	2.3	72.7
<i>Lumbrineridae indet.</i>	13	1.2	77.5	<i>Pista cristata</i>	17	1.6	74.3
<i>Mendicula ferruginosa</i>	13	1.2	78.7	<i>Lumbrineridae indet.</i>	16	1.5	75.8
<i>Amythasides macroglossus</i>	11	1.0	79.7	<i>Chaetozone sp.</i>	16	1.5	77.3
<i>Sipuncula indet.</i>	11	1.0	80.7				

Vind 4 2011	Antall individer	%	Kum.%	Vind 4 2008	Antall individer	%	Kum.%
<i>Nucula tumidula</i>	13	11.7	11.7	<i>Thyasira equalis</i>	24	24.5	24.5
<i>Terebellides stroemi</i>	13	11.7	23.4	<i>Kelliella abyssicola</i>	12	12.2	36.7
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	8.1	31.5	<i>Amphilepis norvegica</i>	10	10.2	46.9
<i>Cerianthus lloydii</i>	9	8.1	39.6	<i>Melythasides laubieri</i>	9	9.2	56.1
<i>Ceratocephale loveni</i>	8	7.2	46.8	<i>Cerianthidae indet.</i>	8	8.2	64.3
<i>Anobothrus gracilis</i>	8	7.2	54.1	<i>Terebellides stroemi</i>	6	6.1	70.4
<i>Lumbrineridae indet.</i>	7	6.3	60.4	<i>Paradiopatra fiordica</i>	4	4.1	74.5
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	7	6.3	66.7	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	4	4.1	78.6
<i>Nephtys hystrixis</i>	6	5.4	72.1	<i>Neoleanira tetragona</i>	4	4.1	82.7
<i>Levinsenia gracilis</i>	5	4.5	76.6	<i>Nephtys longosetosa</i>	3	3.1	85.7
<i>Kelliella abyssicola</i>	5	4.5	81.1				



Figur 3.5. MDS- og cluster plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2008 og 2011. Lind 2 er ikke direkte sammenlignbar mellom årene 2011 og 2008. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5. Cluster plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2008 og 2011. Lind 2 er ikke direkte sammenlignbar mellom årene 2011 og 2008. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Lind 2-11-1 er første hugg fra Lind 2 i 2011 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 21. februar 2008 og 8.mars 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og to i dypet av fjorden. En ny stasjon inntil anlegget måtte opprettes i 2011 ettersom det ikke var mulig å skaffe sediment fra den anleggsnæres stasjonen fra 2008. Under samme tokt i 2011 ble det foretatt en MOM-B undersøkelse på lokaliteten (Hestetun 2011). Her fikk lokaliteten en samlet tilstand på 3 (Dårlig). MOM-C undersøkelsen i 2008 (Vassenden og Heggøy 2008) viste dårlige miljøforhold på stasjonen nærmest anlegget, mens forholdene var gode i overgangssonen og i dypet av fjorden.

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

På stasjonen nærmest anlegget var glødetapet var lavt. Innholdet av organisk karbon (TOC), lukt av H₂S og nivået av fosfor tyder imidlertid på organisk forurensing. Sedimentet bestod hovedsakelig av leire og silt, trolig med fjellbunn under. De kjemiske analysene tyder på svak forurensing av kobber og sink og redokspotensialet tydet også på dårlige forhold. Diversiteten av bunnfauna var lav og det ble kun funnet tre arter. Sedimentmengden i prøven var noe mindre enn anbefalt. De fleste parametre fra denne undersøkelsen, samt MOM-B undersøkelsen som ble gjennomført dagen før, tyder på at forholdene var dårlige. Det er derfor lite sannsynlig at mer sediment i prøven ville ført til en radikal endring av faunaresultatene. Selv om stasjonen i nærsonen i 2008 lå på en annen posisjon og dyp, er det store likheter i bunnforhold mellom dette året og 2011.

I overgangssonen inneholdt sedimentet mye grus. Glødetapet var også her relativt lavt, mens innholdet av TOC var høyt. Ved denne stasjonen var det imidlertid ingen andre indikatorer på organisk forurensing ettersom nivået av fosfor var lavt og lukten var frisk. Analysene av bunnfauna tydet på gode forhold. Geologiske undersøkelser viste at denne stasjonen ikke er direkte sammenlignbar mellom de to årene 2008 og 2011, men de biologiske undersøkelsene indikerte likevel en likhet på omtrent 50 %. Generelt sett var det lite endring siden forrige undersøkelse i 2008.

På den dypeste stasjonen får bunnvannet beste karakter med tanke på oksygeninnhold. Her var sedimentet dominert av leire og silt. Både glødetap og TOC indikerte en del organisk innhold i sedimentet, mens fosforverdiene var lave også her. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink og undersøkelsene av bunnfauna tydet på gode forhold.

5 TAKK

Vi takker Rolf Berg på *MS Amalie* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Jon Hestetun og Amir Yazdanpanah. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av R. Tveiten, N. Korableva, A. Yazdanpanah. Bunndyrene ble identifisert av T. Alvestad og 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hestetun J. 2011. MOM B-undersøkelse ved Lindvik i Vindafjord kommune mars 2011.
- 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.
- Vassenden G. og Heggøy E. 2008. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Lindvik, Vindafjord kommune i 2008

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>33</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>41</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>43</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>47</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>48</i>

GENERELL VEDLEGGSEDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

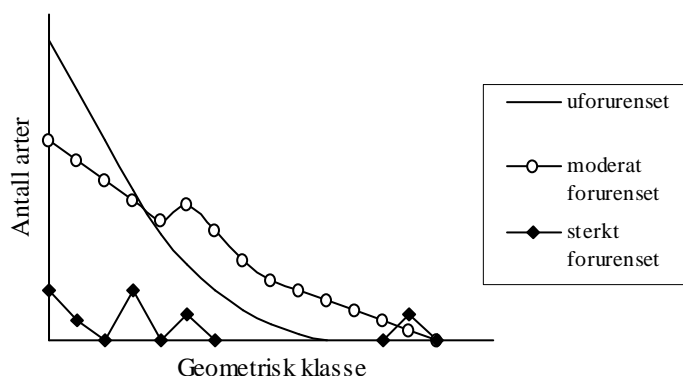
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

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

Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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

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

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

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 miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

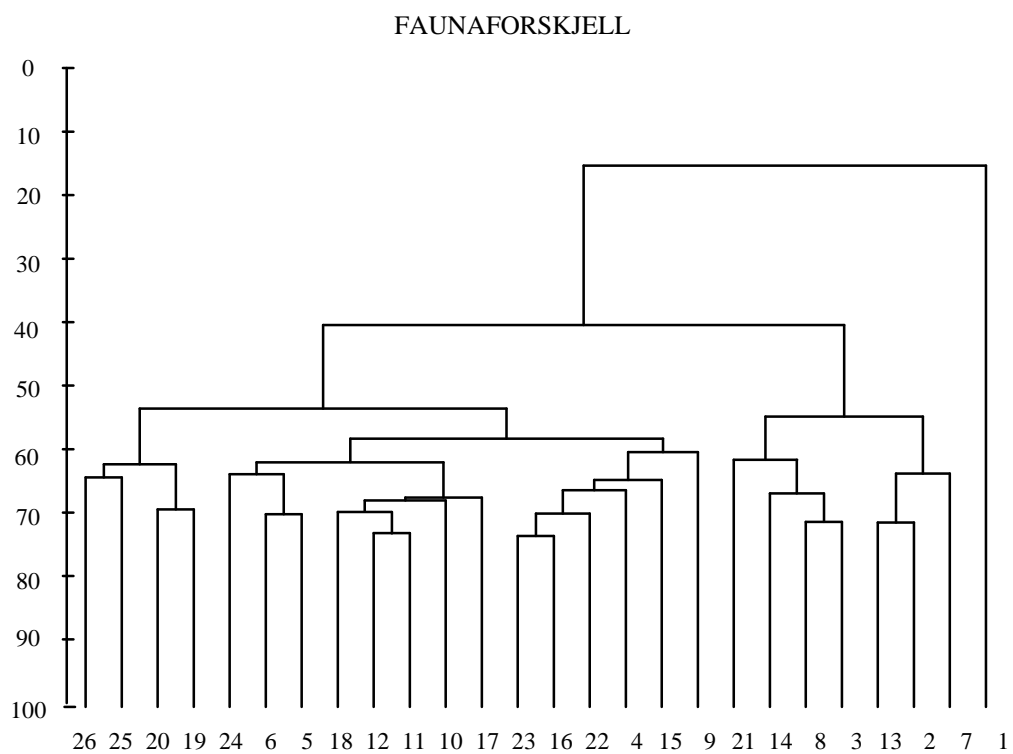
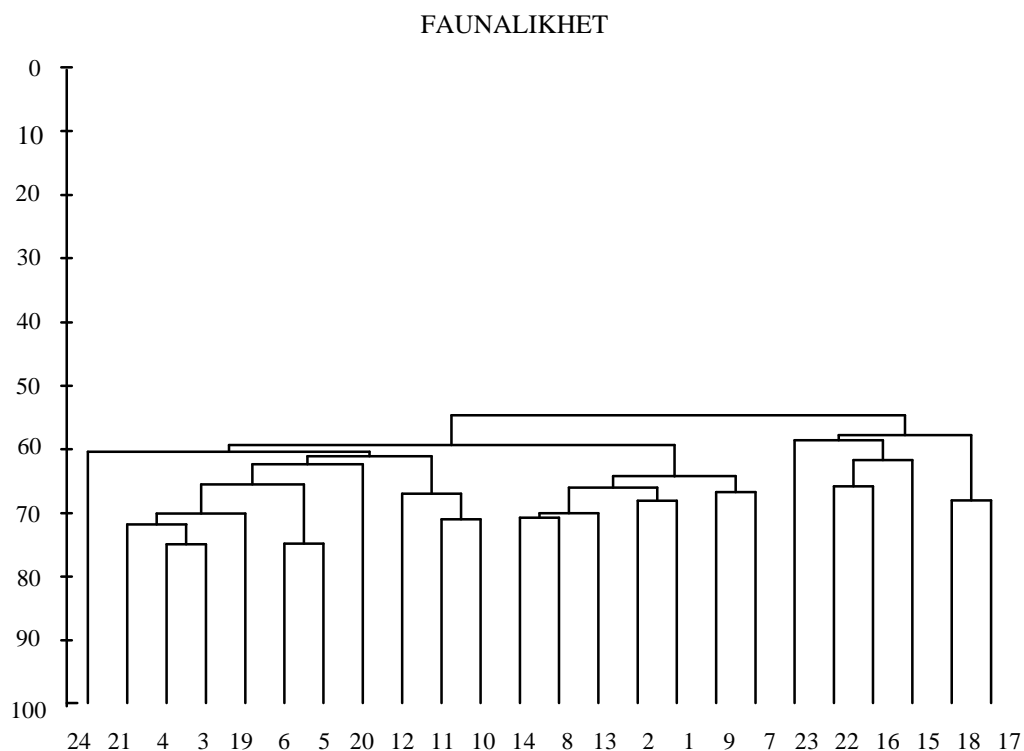
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

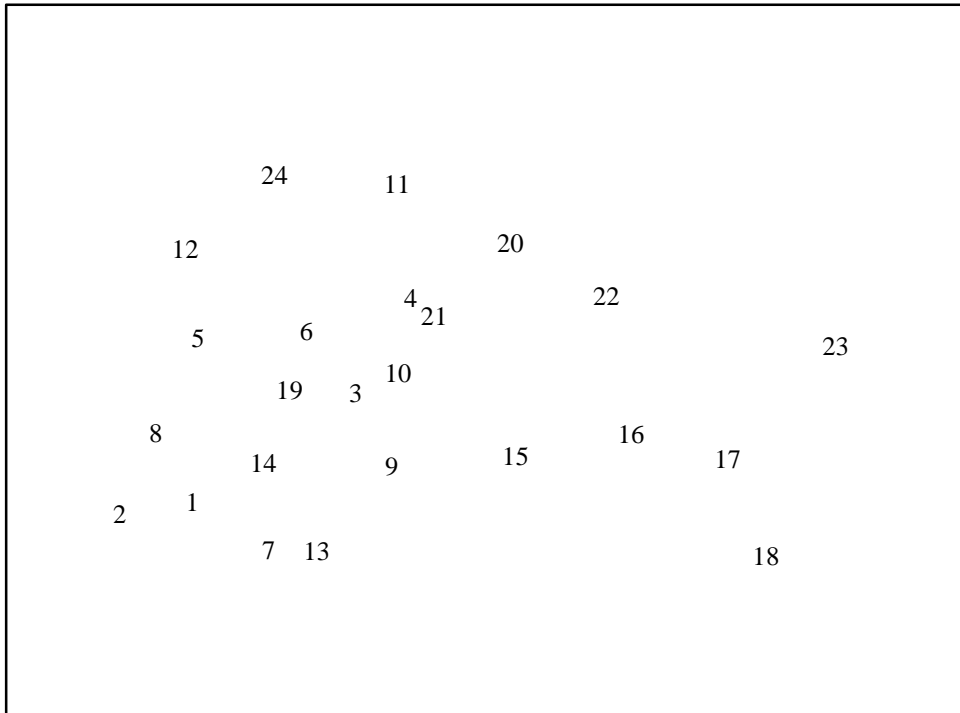
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

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

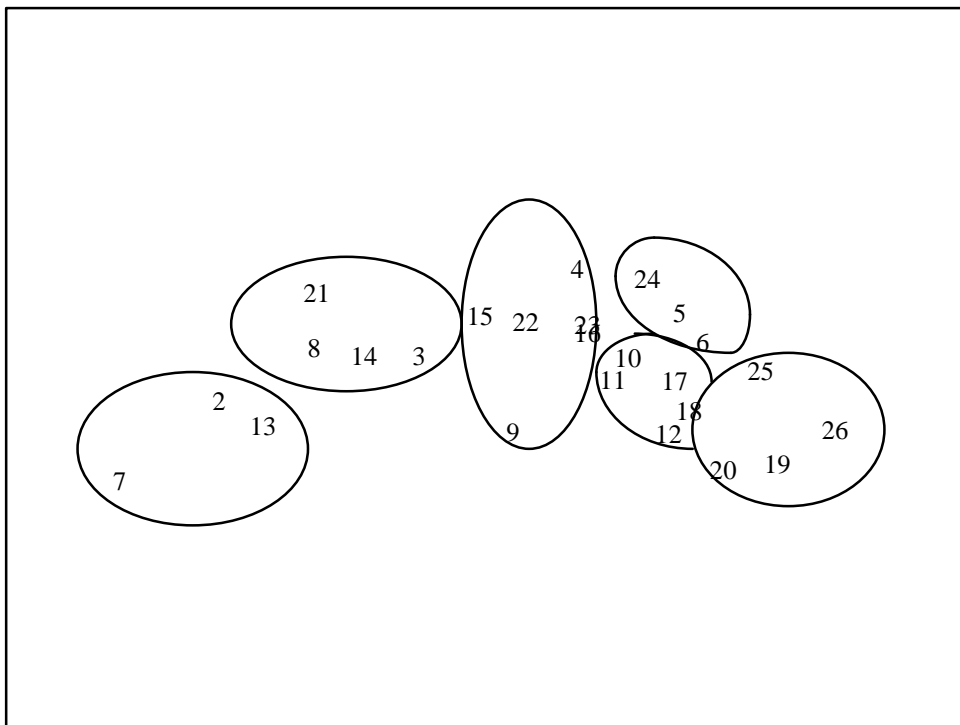


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway AS
 Lokalitet: Lindvik

Dato: 07.03.2011
 Konesjonsnr: RTV0002, RV0004, RV0011, RV0016, RV0017, RV0018

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr											Indeks																															
			2	11	16	18	19	20	21	22	23	24	25																																
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1		1	1	1			1	1	1	1		1,0																															
I	Tilstand (Gruppe I)		4																																										
II	pH	verdi			6,4	6,5			6,6	6,2	6,4	6,4		2,7																															
	E _h (mv)	verdi			-298	-324			-300	-268	-344	-344																																	
		+ ref. verdi			-21	-47			-23	9	-67	-67																																	
	pH/E _h	fra figur	0	0	5	5	0	0	5	5	5	5	0																																
	Tilstand, prøve		1	4	4	4	1	1	4	4	4	4	1																																
	Tilstand, gruppe II		3																																										
			Buf.tmp: 6,2 °C		Sjø.tmp: 3,6 °C		Sed.tmp: 3,4 °C		Ref. elektrode: 277 mv																																				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0		0	4	4			4	4	4	4	0																																
	Farge	Lys/Grå = 0																																											
		Brun/Sort = 2	2		2	2			2	2	2	2																																	
	Lukt	Ingen = 0																																											
		Noe = 2	2	2									2																																
		Sterk = 4			4	4			4	4	4	4																																	
	Konsistens	Fast = 0																																											
		Myk = 2																																											
		Løs = 4		4	4	4			4	4	4	4																																	
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0		0									0																																
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1				1																																				
		v ≥ 3/4 = 2				2				2	2																																		
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0				0			0				0																																
2 - 8 cm = 1				1						1																																			
t ≥ 8 cm = 2			2						2																																				
SUM			4	8	16	16	0	0	15	18	17	14	2																																
Korrigeret sum (*0,22)			0,88	1,76	3,52	3,52	0,00	0,00	3,30	3,96	3,74	3,08	0,44																																
Tilstand prøve			1	2	4	4	1	1	4	4	4	4	1																																
Tilstand gruppe III			3																																										
Middelve verdi gruppe II og III			0,44	0,88	4,26	4,26	0	0	4,15	4,48	4,37	4,04	0,22	2,5																															
Tilstand gruppe II og III			3																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td rowspan="4">pH/E_h Korr. sum Indeks Middelve verdi</td> <td rowspan="4">Tilstand</td> <td colspan="2">Tilstand</td> <td rowspan="2">Lokalitetstilstand</td> </tr> <tr> <td>Gruppe I</td> <td>Gruppe II og III</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>< 1,1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1,1 - < 2,1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2,1 - < 3,1</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>≥ 3,1</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													pH/E _h Korr. sum Indeks Middelve verdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand	Gruppe I	Gruppe II og III	A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	4	1, 2, 3	1, 2, 3	< 1,1	1	4	4	4	1,1 - < 2,1	2				2,1 - < 3,1	3				≥ 3,1	4			
pH/E _h Korr. sum Indeks Middelve verdi	Tilstand	Tilstand		Lokalitetstilstand																																									
		Gruppe I	Gruppe II og III																																										
		A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																																									
		4	1, 2, 3	1, 2, 3																																									
< 1,1	1	4	4	4																																									
1,1 - < 2,1	2																																												
2,1 - < 3,1	3																																												
≥ 3,1	4																																												
LOKALITETSTILSTAND												3																																	

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 07.03.2011

Lokalitet: Lindvik

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

Prøvetaksstedsnr (nr)	2	11	16	18	19	20	21	22	23	24	25
Dyp (m)	215	185	89	213	195	166	222	202	166	137	82
Antall forsøk	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2
Bobling (i prøve)			JA	JA			JA	JA	JA	JA	
Primær-sediment	Grus							25%			
	Skjellsand										
	Sand										
	Mudder										
	Silt			100%	100%			100%	75%	100%	100%
	Leire										
Fjellbunn					X	X					X
Steinbunn	X										
Pigghuder, antall											
Krepsdyr, antall											
Skjell, antall											
Børstemark, antall											
Andre dyr, antall											
<i>Malacoceros fuliginosa</i>											
Beggiatoa											
Før											
Fekalier		X	X	X			X	X	X	X	
Kommentarer		Kun slam	Bløskjell, slam, fisketarm								For lite sediment til å måle pH og E _h

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest**Prosjekt nr.: 805318****Prøvetakingssted (område): Lindvik, Vindafjord kommune****Dato for prøvetaking: 8.mars 2011****Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: lite innhold i grabb ved stasjon Lind 3****Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen**

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

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

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

Signatur:.....

Godkjent taksonom

SAM-Marin

Arter	Lind 2	Lind 2	Lind 3	Vind 4	Vind 4
	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11
	1	2	1	1	2
* PORIFERA indet.		1			
* Hydrozoa indet.	+				
* ANTHOZOA					
Tellimya ferruginosa	0/2				
Stylatula elegans					1
Cerianthus lloydii				4/1	4
* NEMERTINI indet.	2	1			
* NEMATODA indet.	2	8			
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii	167	79			
Aphrodita aculeata	0/1				
Pholoe baltica		1/1			
Pholoe pallida	1				
Neoleanira tetragona					1
Nereiphylla lutea	1				
Sige fusigera	2				
Nereimyra punctata	0/2	0/1		0/1	0/1
Syllidae indet.	1				
Exogone sp.		2			
Ceratocephale loveni	1			2	2/4
Nephtys hystricis	1	0/1		3/2	1
Glycera lapidum	0/1	0/3			
Paradiopatra fiordica	1/1	6/1		2/1	0/1
Paradiopatra quadricuspis	2				1
Eunice pennata		0/1			
Lumbrineridae indet.	7	6		2	5
Drilonereis filum	2	3			
Palpiphitime lobifera			22		
Laonice sarsi		1			
Prionospio cirrifera		2			
Scolelepis korsuni	2	1			
Spiophanes wigleyi	147/8	319/23	1		
Spiochaetopterus bergensis				4	3
Levinsenia gracilis	1			1	4
Paraonis sp.	3				
Aphelochaeta sp.	16	7			
Chaetozone sp.	5				
Brada villosa	0/1			1	
Diplocirrus glaucus	7				
Lipobranchus jeffreysii		4			
Scalibregma inflatum	2				
Scalibregma sp		3/2			
Capitella capitata			1		
Heteromastus filiformis	12	2		4	5
Notomastus latericeus	3	1			
Clymenura borealis					
Maldanidae indet.	2	6			
Myriochele oculata		1			
Owenia borealis					
Pectinaria auricoma	0/1	0/1			

SAM-Marin

Arter	Lind 2	Lind 2	Lind 3	Vind 4	Vind 4
	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11
	1	2	1	1	2
Anobothrus gracilis				0/3	0/5
Amphicteis gunneri		1			
Amythasides macroglossus		11			
Eclysippe vanelli	3				
Sosanopsis wireni	3/1	4			
Melinna albicincta	1	1/2			
Pista malmgreni	4/1				
Thelepus cincinnatus	0/1				
Polycirrus norvegicus	0/1	2/2			
Trichobranchus roseus	1				
Terebellides stroemi	1/1	3		5/1	5/2
Sabellidae indet.	2	1			
OLIGOCHAETA indet.		2			
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.	10	1			
Phascolion strombus	5				
Onchnesoma steenstrupi	1	2		1	3
Onchnesoma squamatum		1			
CRUSTACEA					
* Copepoda indet.			11		
* Philomedes lilljeborgi		2			
* Eudorella truncatula	1	2			
* Diastylis cornuta	1				
* Tanaidacea indet.	3	1			
* Amphipoda indet.	5	8			
Eriopisa elongata	2	1			
* Munida sarsi		1/1			
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.	2	1			
Lepidochiton asellus		2			
Lepeta caeca		1			
Euspira montagui		2			
Diaphana globosa		1			
Nucula tumidula	11/8	2/1		5/2	1/5
Yoldiella lucida				0/1	
Yoldiella nana					1
Yoldiella philippiana	6	4			
Bathyarca pectunculoides		1			
Delectopecten vitreus	1	1/1			0/1
Pseudamussium peslutrae	0/1				
Similipecten similis	0/1				
Thyasira obsoleta	5	4/1			
Thyasira equalis	15/3	2		2	1
Axinulus eumyrius				1	
Mendicula ferruginosa	5/3	2/3			
Adonthorina similis	5	2			
Kurtiella bidentata	1				
Astarte sulcata		1/1			
Abra nitida	7/6	2/2			
Kelliella abyssicola	1/3	2		2	3
Antalis entalis		1			

SAM-Marin

Arter	Lind 2	Lind 2	Lind 3	Vind 4	Vind 4
	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11	8.3.11
	1	2	1	1	2
Antalis occidentale	1				
Entalina tetragona	4/2				
ECHINODERMATA					
Amphipholis squamata		7/1			
Ophiura sarsi	1				
Brissopsis lyrifera	0/4	0/1			
ENTEROPNEUSTA indet.					
* CHAETOGNATHA indet.				1	
ASCIDIACEA					
Ascidiacea indet.		1			
CHORDATA					
* VARIA				+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Lind 1-08	Lind 3-11	Lind 2-08	Lind 2-11	Vind 4-08	Vind 4-11
I	2	2	20	24	6	8
II	1	0	21	22	5	2
III	2	0	10	16	4	7
IV	0	0	12	11	4	6
V	0	1	4	4	1	0
VI	0	0	3	0	0	0
VII	0	0	1	0	0	0
VIII	0	0	1	1	0	0
IX	1	0	1	1	0	0
X	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

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

AR-11-MM-004121-01



EUNOMO-00030078

Prøvemottak: 16.03.2011
Temperatur: 0 °C
Analyseperiode: 16.03.2011-25.03.2011
Referanse: 805318/7- 11,
Sedimentprøver 8/3-
2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2011-03160112	Prøvetakingsdato:	08.03.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Jon Hestetun		
Prøvemerking:	Lind 2	Analysestartdato:	16.03.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	73	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	960	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	54	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	45	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-03160113	Prøvetakingsdato:	08.03.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Jon Hestetun		
Prøvemerking:	Lind 3	Analysestartdato:	16.03.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	560	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	1100	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	40000	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	22	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	180	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Posen med prøvemateriale er merket Lind 1					

Teqnforklaring:

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-11-MM-004121-01



EUNOMO-00030078



Prøvenr.:	439-2011-03160114	Prøvetakingsdato:	08.03.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Jon Hestetun		
Prøvemerkning:	Vind 4	Analysestartdato:	16.03.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	23	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	140	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	960	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	32	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	31	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Kopi til:

Uni Miljø Uni Miljø (sam-marin@uni.no)

Moss 25.03.2011-----
Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2