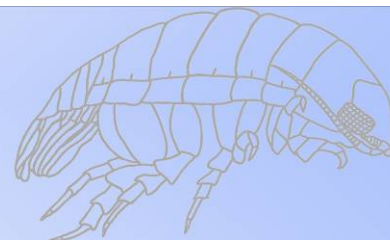


# SAM e-Rapport

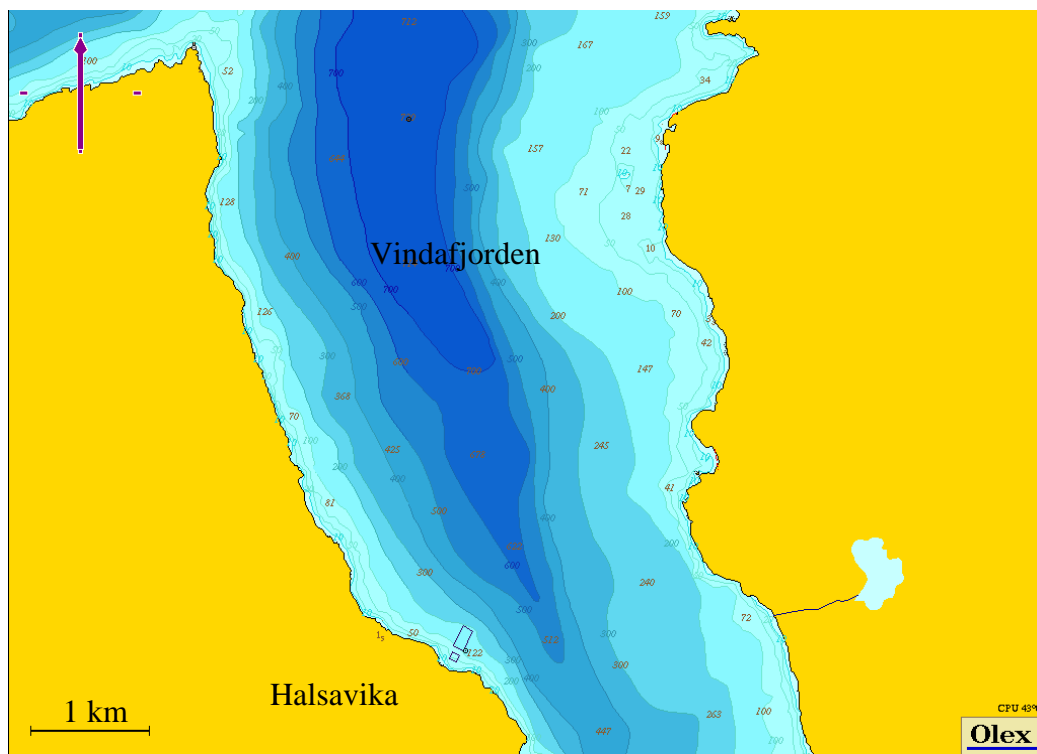
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 7-2008


## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007*

Erling Heggøy  
Per-Otto Johansen



**UNI FOB**  
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN  
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

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

Rapportens tittel: <b>MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007.</b>	Dato: 21.5.2008
	Antall sider og bilag: 31
Forfatter(e): <b>Erling Heggøy Per-Otto Johansen</b>	Prosjektleder: <b>Erling Heggøy</b>
	Prosjektnummer: 801368

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

Abstract:

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

The results show that the content of copper and TOC in the sediment was high close to the fish farm. The other measured chemical components in the sediment were low in Vindafjord. The oxygen content in the deepest part of Vindafjorden was high. The bottom fauna was classified as good (class II) in the deepest part of the fjord in 2007. The investigation shows an environmental impact on the bottom fauna close to Halsavika fish farm in 2007.

<b>Keywords:</b> Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	<b>Emneord:</b> Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
--	--

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 7-2008

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

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 Hydrografi .....	8
2.2.2 Sediment .....	8
2.2.3 Kjemiske analyser .....	9
2.2.4 Bunndyr .....	9
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>12</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Sediment .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Kjemi .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>15</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>	<b>19</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>20</b>
<b>6 LITTERATUR .....</b>	<b>20</b>
<b>7 VEDLEGG .....</b>	<b>21</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune, lokalitetsnummer 18639. Innsamlingene ble gjennomført i 20. desember 2007. På samme tokt ble også miljøforholdene i Jøsenfjorden, Austre Ombofjorden og Hervikfjorden undersøkt, men resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter. Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra Marine Harvest Norway as. Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin).

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

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

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410). Det ble utført en MOM-B undersøkelse i april 2008 (Skaar 2008), men ikke tidligere utført MOM-C undersøkelser ved lokaliteten.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Vindafjorden utenfor Halsavik (Figur 2.1 og 2.2).

Oppdrettsanlegget ligger over en skråning fra 50 til 100 m dyp. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot et maks dyp på 712 m.

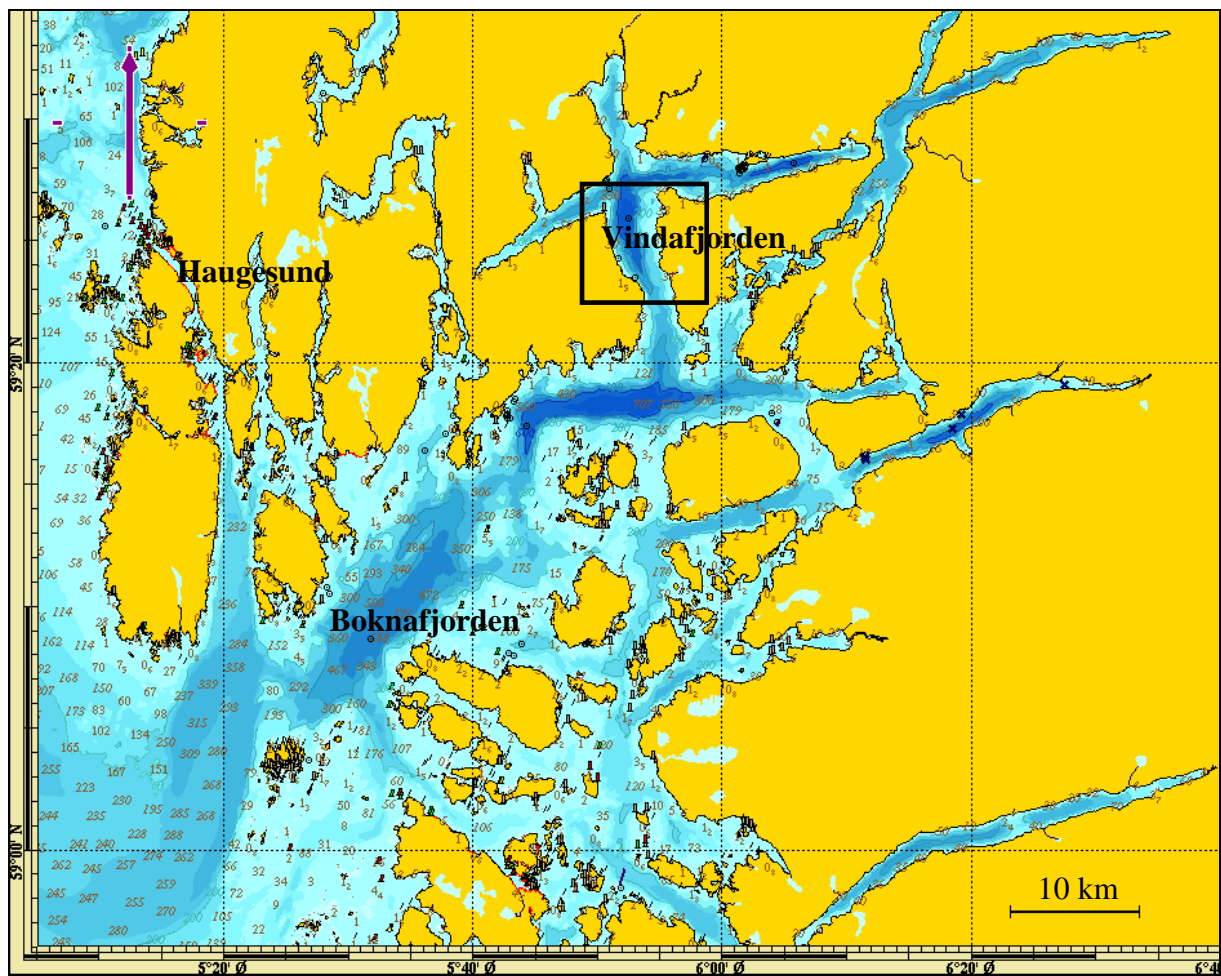
### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 20. desember 2007. Det ble tatt prøver fra en stasjon rett ved anlegget, og fra en stasjon i det dypeste punktet av fjorden.

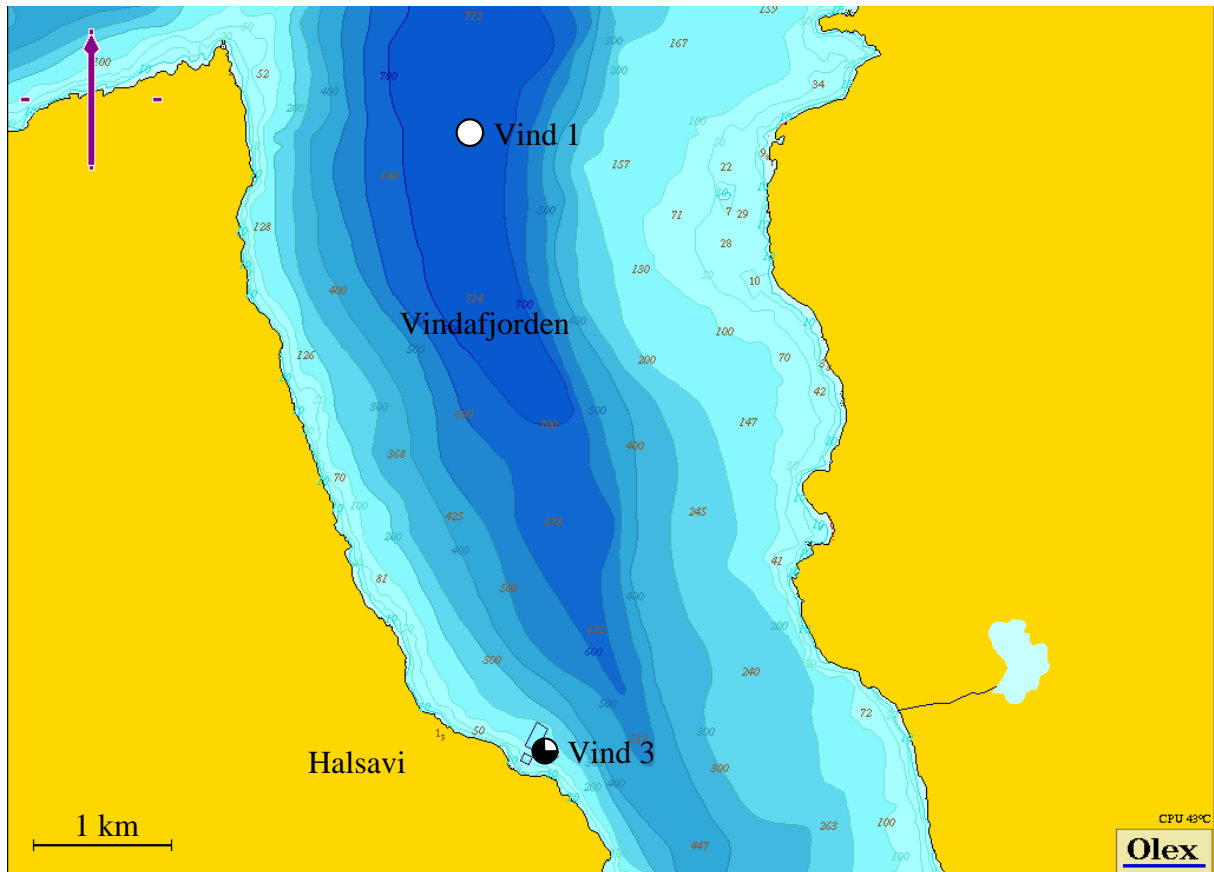
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden.

Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

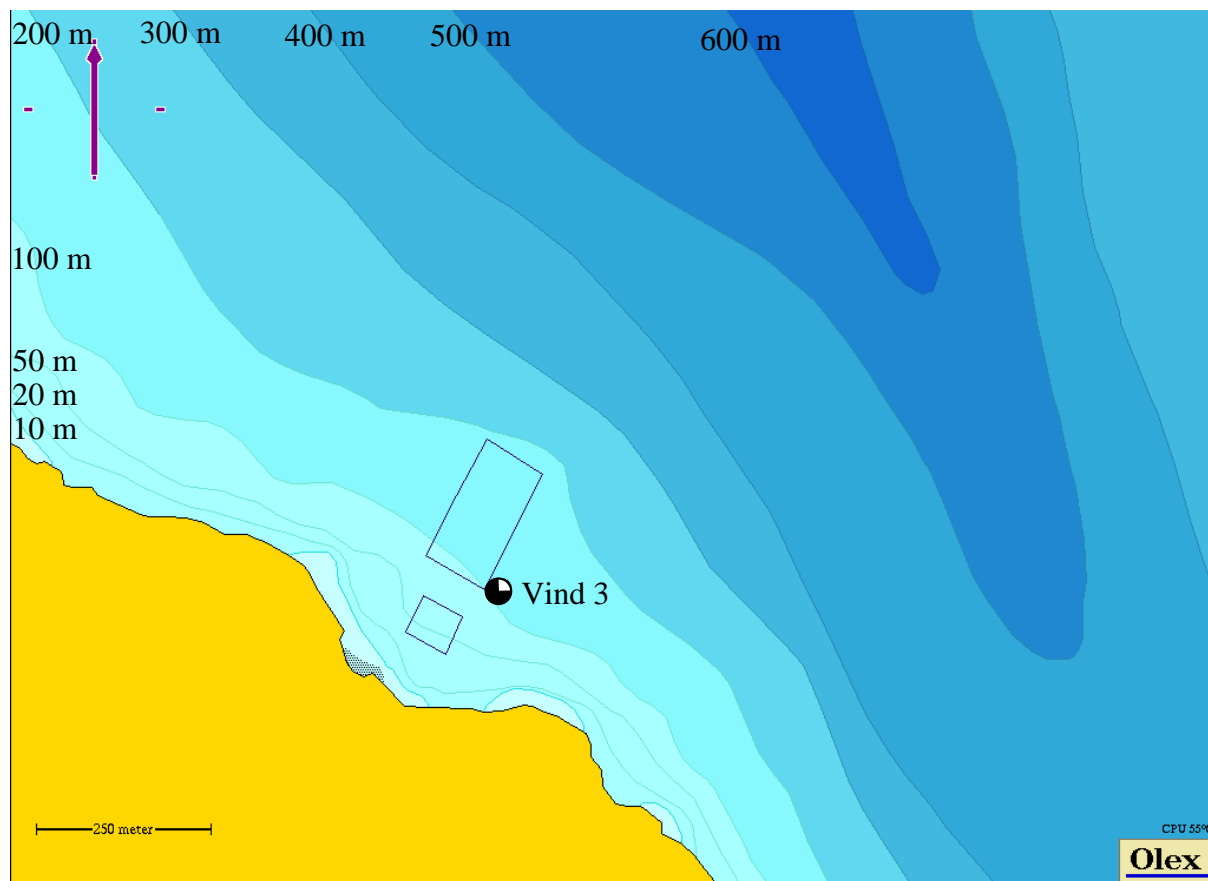
Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhenter. Saltholdighet ble bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Oksygeninnholdet (ml/l) ble bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet ( $\sigma_t$ ) ble beregnet. Tettheten øker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



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



**Figur 2.2.** Utsnitt av Vindafjorden med referansestasjonen i dypet og stasjonen ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.



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

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i desember 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Vind 1 20.12.07	Vindafjorden 59°25,912'N 05°52,505'Ø	712	1	17	Grått finkornet sediment.
			2	17	2 bomhugg.
			3	17	Geologi og kjemi fra 3. hugg.
St. Vind 3 20.12.07	Vindafjorden 59°23,472'N 05°53,019'Ø	115	1	5	Mørkegrått – svart sediment med blåskjells skall. Noe fôr lukt.
			2	7	Geologi og kjemi fra 1. hugg.
			3	6	1. bomhugg



### 2.2.1 Hydrografi

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

### 2.2.2 Sediment

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

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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

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

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

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget 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).

### 2.2.4 Bunndyr

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

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

hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m<sup>2</sup> 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 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

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

oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

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

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

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks (H')		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup> . - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Frem til 2007 ble lokaliteten bruk til oppdrett av torsk. Den første produksjonssyklusen med laks startet i mai 2007 (Tabell 2.4). Da denne undersøkelsen ble foretatt 20/12-2007, stod det 681 000 fisk med totalt 2192 tonn biomasse. Denne fisken var satt ut høsten 2006.

**Tabell 2.4.** Fórforbruk ved Halsavika. Frem til 2007 ble lokaliteten benyttet til oppdrett av torsk.

	Torsk		Laks	
	2005	2006	2007	2008
Januar	12 875	46 430		333 160
Februar	15 025	38 344		365 423
Mars	22 500	37 847		273 880
April	49 321	76 984		312 570
Mai	74 249	117 708	9 444	159 069
Juni	105 638	148 430	101 644	
Juli	76 032	21 354	279 054	
August	88 060	10 082	390 216	
September	137 737	3 061	414 891	
Oktober	101 597	120 359	399 152	
November	91 602		366 970	
Desember	17 900		339 647	
Sum	792 536	620 599	2 301 017	1 444 102

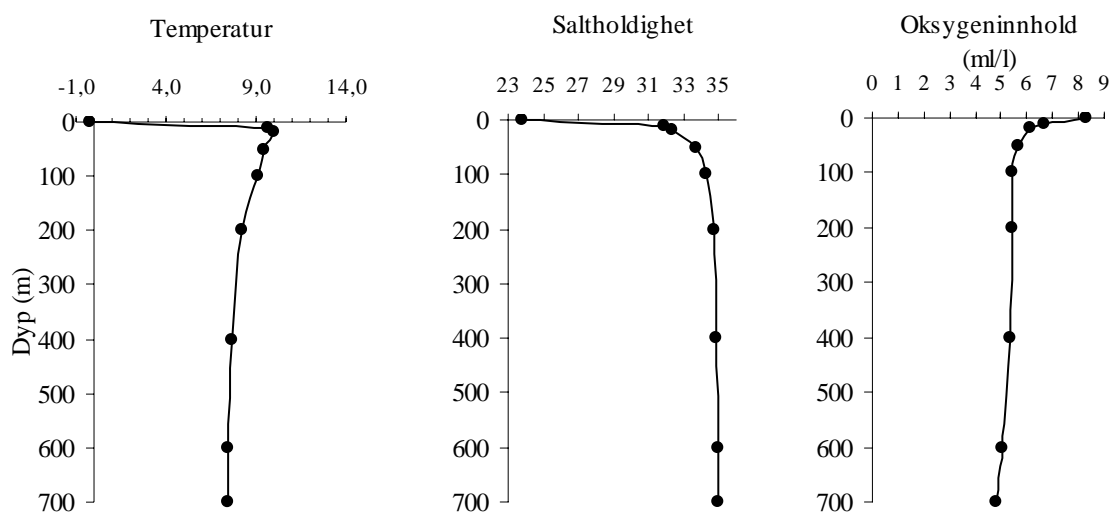
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt i ni forskjellige dyp fra overflaten til 700 m dyp, på stasjon Vind 1. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

**Tabell 3.1.** Resultater fra hydrografimålingene på Vind 1 den 20. desember 2007.

Stasjon	Dyp (m)	Temp. (°C)	Salt.	Tetthet	Oksygen ml/l	Oks.met.	Sikt (m)
Vind 1	0	-0,20	23,78	19,11	8,26	94,6	17
	10	9,70	31,92	24,63	6,67	102,8	
	20	9,95	32,36	24,92	6,15	95,6	
	50	9,40	33,72	26,08	5,67	87,8	
	100	9,10	34,32	26,59	5,42	83,8	
	200	8,20	34,74	27,06	5,45	82,8	
	400	7,65	34,87	27,24	5,34	80,1	
	600	7,40	34,93	27,33	5,03	75,0	
	700	7,40	34,92	27,32	4,84	72,3	



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

Temperaturen var  $-0,2$  °C i overflaten, og steg til  $9,9$  °C på 20 m dyp før den sank til  $7,4$  °C på 600 m dyp. Saltholdighetsmålingene viser et ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 23,8. På 10 m var saltholdigheten 31,9 og økte videre nedover i vannsøyla til 34,9 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).

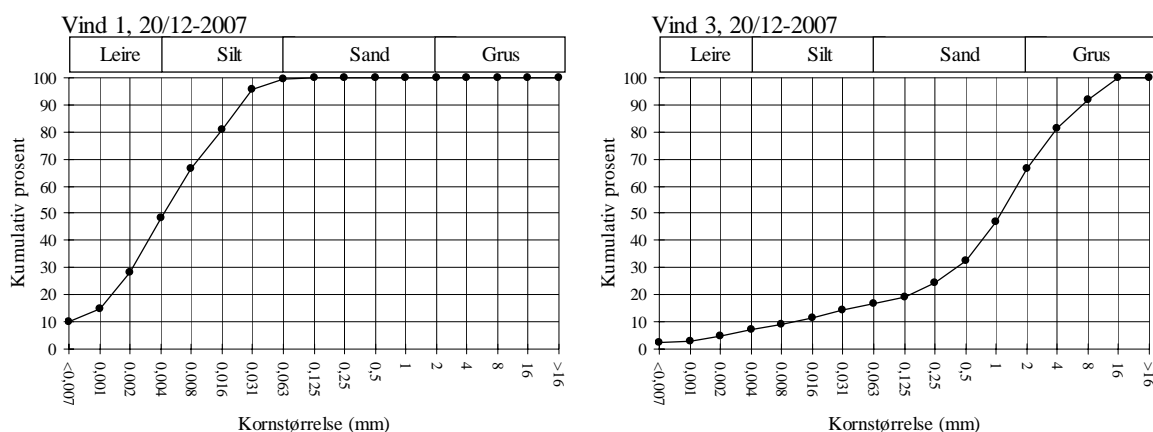
### 3.2 Sediment

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

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Vind 1</b>	712	9,57	48	51	100	0	0
<b>Vind 3</b>	115	5,16	7	9	17	50	34

De to stasjonene Vind 1 og Vind 3 hadde et lavt organisk innhold på henholdsvis 9,57 % og 5,16 %. Vind 1 hadde et finkornet sediment med 100 % finfraksjon. Sedimentet på Vind 3 var grovkornet med bare 17 % finfraksjon og 50 % sand og 34 % grus.



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

### 3.3 Kjemi

Innholdet av TOC/100 g sediment var 1,9 og 3,0 på henholdsvis Vind 1 og Vin 3. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Ved å benytte formelen gitt i SFT's fikk Vind 1 og Vind 3 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 19 og 45 mg/g, som plasserer stasjonene i SFT's tilstandsklasse I (Meget god) og V (Meget dårlig). Sistnevnte samsvarer ikke med det organisk innholdet (glødetapet), og kan forklares med at normaliseringen av TOC ikke er tilpasset denne typen lokalitet. Innholdet av kobber var i

tilstandsklasse I (Bakgrunn) på Vind 1, med 21 mg/kg, og i tilstandsklasse IV (Dårlig) på Vind 3. Innholdet av sink var i tilstandsklasse I (Bakgrunn) på begge stasjonene (Tabell 3.3). Kjeldal-Nitrogen og fosfor inngår ikke i SFT's manual. Dette var lave verdier sammenlignet med verdier fra andre oppdrettslokaliteter.

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

	Kobber (mg/kg)	T.kl	Sink (mg/kg)	T.kl	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl	Fosfor (g/kg)	Nitrogen- Kjeldahl (g/kg)	TS (%)
Vind 1	21	I	110	I	19	I	0,68	<2.6	38,5
Vind 3	170	IV	97	I	45	V	3,32	1,8	54,6

### 3.4 Bunndyr

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

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

På Vind 1 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). Jevnheten ble beregnet til 0,8 som også er bra. Den mest tallrike arten var børstemarken *Melythasides laubieri* med 33 individer, noe som utgjorde 20,2 % av alle individene (Tabell 3.5). *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.



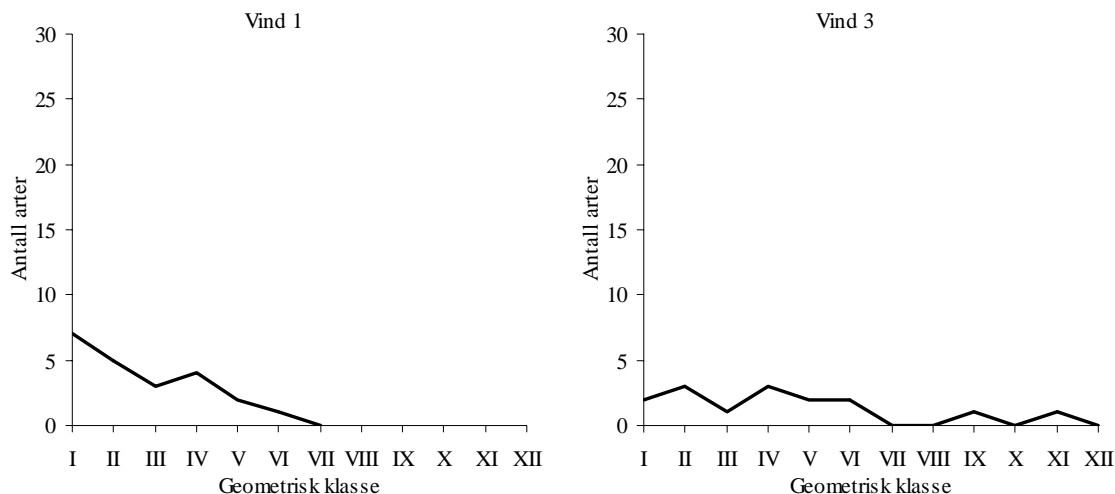
I bunndyrsprøvene fra Vind 3 ble det funnet 15 arter med til sammen 1575 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,6 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). I følge MOM standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet etter eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet får Vind 3 Miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.3). Dette er den nest beste tilstanden. Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 1029 individer som utgjorde 65 % av alle individene. Dette er en art som ofte dominerer i sediment som blir tilført mye organisk materiale. Børstemarken *Palpiphitima lobifera*, som ble registrert med 355 individer, er en art som er funnet sammen med børstemarken *Vigtorniella* sp. i sedimentet under oppdrettsanlegg hvor det er dårlige forhold.

I de geometriske klassene vist i Figur 3.3, begynner kurven langt nede på y-aksen på begge de undersøkte stasjonene. På Vind 1 faller kurven forholdsvis jevnt ned mot x-aksen, mens den på Vind 3 strekker seg jevnt bortover langs X-aksen. Dette viser at det er dårlige bunnforhold, på Vind 3.

De to stasjonene grupperer seg sammen med bar 10 % likhet, noe som viser at det er stor forskjell i faunasammensetningen mellom de to stasjonene. Likheten mellom huggene er imidlertid høy, med 82 prosent likhet mellom huggene på Vind 3 og 71 prosent likhet mellom huggene på Vind 1 (Figur 3.4).

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og beregnet maksimal diversitet ( $H'_{max}$ ) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon.

Stasjon	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet ( $H'$ )	Jevnhet ( $J$ )	$H'$ -max	SFT's T.kl.	Mom T.kl.
Vind1	1	73	18	3,7	0,9	4,2	II	
	2	90	16	3,3	0,8	4,0		
	Sum	163	22	3,6	0,8	4,5		
Vind 3	2	771	12	1,6	0,5	3,6	IV	2
	3	804	14	1,5	0,4	3,8		
	Sum	1575	15	1,6	0,4	3,9		

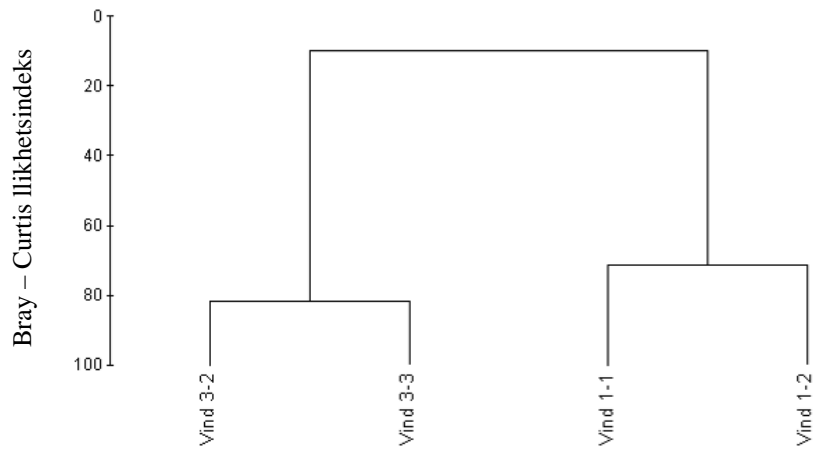


**Figur 3.3.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Halsavika.

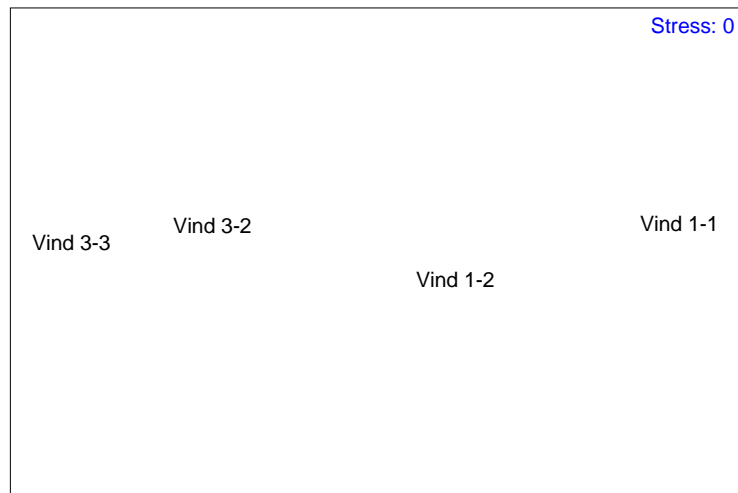
**Tabell 3.5.** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene ved Halsavika.

Vind 1		0,2 m <sup>2</sup>	Kum %	Vind 3		0,2 m <sup>2</sup>	Kum %
Arter	Antall	%		Arter	Antall	%	
<i>Melythasides laubieri</i>	33	20,2	20,2	<i>Capitella capitata</i>	1029	65,3	65,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	26	16,0	36,2	<i>Palpiphitima lobifera</i>	355	22,5	87,9
<i>Montacuta ferruginosa</i>	21	12,9	49,1	<i>Heteromastus filiformis</i>	44	2,8	90,7
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	8,6	57,7	<i>Vigtorniella</i> sp.	36	2,3	93,0
<i>Thyasira equalis</i>	12	7,4	65,0	<i>Hydroides norvegica</i>	31	2,0	94,9
<i>Brissopsis lyrifera</i>	12	7,4	72,4	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	30	1,9	96,8
<i>Kelliella abyssicola</i>	10	6,1	78,5	<i>Prionospio steenstrupii</i>	13	0,8	97,7
<i>Cerianthus lloydii</i>	7	4,3	82,8	<i>Paraonis</i> sp.	11	0,7	98,3
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	5	3,1	85,9	<i>Thyasira sarsii</i>	11	0,7	99,0
<i>Nucula tumidula</i>	5	3,1	89,0	<i>Aphelochaeta</i> sp.	5	0,3	99,4

Seksjon for Anvendt Miljøforskning



A



B

**Figur 3.4.** De multivariate analysene viste at det var stor likhet mellom de to huggene fra hver enkelt stasjon, men stor forskjell i faunasammensetningen mellom stasjonene. A) Cluster og B) MDS-plott med stressfaktor 0. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Bassert på Bray-Curtis indeks.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved en oppdrettslokalitet ved Halsavika i Vindafjorden, Tysvær kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. desember 2007. Da denne undersøkelsen ble foretatt, stod det 681 000 fisk med totalt 2192 tonn biomasse i anlegget. Det ble samlet prøver fra to stasjoner, en ved anlegget og en i dypet av fjorden. På stasjon ved anlegget, var det noe fôrlukt av sedimentet. Det er ikke tidligere utført en MOM-C undersøkelser ved lokaliteten.

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

Kornfordelingsanalysene viste at det var et finkornet sediment, med 100 % finfraksjon (leire og silt), i den dypeste delen av fjorden. Stasjonen like ved anlegget hadde et noe mer grovkornet sediment som indikerer noe mer strøm. Innholdet av totalt organisk karbon var likevel høyt like ved anlegget og fikk SFT's tilstandsklasse V (Meget dårlig). Dette samsvarer ikke med det relativt lave innholdet av organisk innhold, og viser at normaliseringen av TOC ikke er tilpasset denne typen lokalitet. Innholdet av kobber var også høyt like ved anlegget og fikk SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). De andre undersøkte kjemiske parametrene var lave like ved anlegget som ute i fjorden.

På stasjonen like ved anlegget ble det funnet 15 arter med til sammen 1575 individer. Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 65 % av alle individene.

Bunnfaunaen ved anlegget viser en tydelig påvirkning og fikk MOM miljøtilstand 2 (god).

Det ble funnet 22 arter i sedimentet i dypet av fjorden, og diversiteten ble beregnet til 3,6 som gir SFT's tilstandsklasse II (God).

## 5 TAKK

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

## 6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. *Langtidsovervåking av trofiutviklingen langs Sør Noreg. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91*. Overvåkingsrapport 510/93. TA 914/1993.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Skaar A. 2008. Miljøundersøkelse etter MOM- konseptet av lokalitet Halsavika, Tysvær kommune. Bioconsult Rapport 6208. 31 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

## **7 VEDLEGG**

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</i>	<i>22</i>
<i>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</i>	<i>26</i>
<i>Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....</i>	<i>28</i>
<i>Vedleggstabell 3. Analysebevis.....</i>	<i>29</i>

## Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyr-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

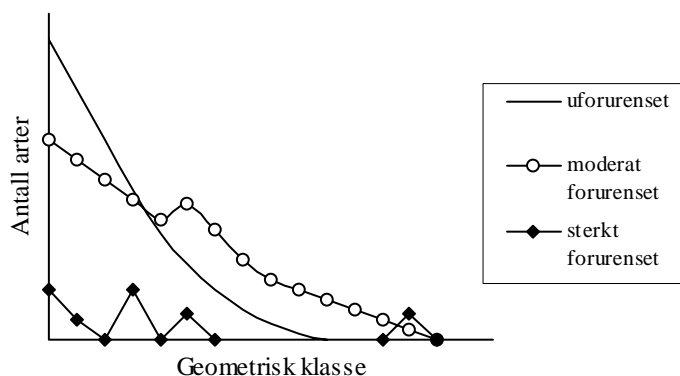
### Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er 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 uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

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

## Litteratur til Generelt Vedlegg

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

**Vedleggstabell 1. Artsliste**



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

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



**BENTHOS ARTSLISTE**

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS**

**Prosjekt nr.: 801368**

**Prøvetakingssted (område): Lokalitet Halsavika, Vindafjorden Tysvær kommune**

**Dato for prøvetaking: 20. desember 2007**

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

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**

**Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

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

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

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

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

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

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av 1 side.

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

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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 1/1 Art	Stasjon: Hugg nr.:	Vind1 1. Hugg	Vind1 2. Hugg	Vind 3 2. Hugg	Vind 3 3. Hugg
* PORIFERA indet.				+	
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.		+	+		
* ANTHOZOA					
Cerianthus lloydii		3	4		
* NEMERTINI indet.		3		7	
* NEMATODA indet.				ca 30	ca 30
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii				27	3
Aphrodita aculeata		0/1			
Pholoe baltica					2
Neoleanira tetragona		1	1		
Syllidae indet.				3	
Exogone sp.					1
Glycera lapidum			1		
Paradiopatra quadricuspis			1		
Lumbrineridae indet.		1			
Palpiphitime lobifera				119/6	194/36
Prionospio steenstrupii				7	6
Vigtorniella sp.				5	25/6
Paraonis sp.			2	10	1
Aphelochaeta sp.				2	3
Capitella capitata				495/33	462/39
Heteromastus filiformis		10	15/1	33/1	9/1
Amage auricula			1		
Melythasides laubieri		10	22/1		
Hydroides norvegica				22	9
SIPUNCULA					
Onchnesoma steenstrupi		2	3		
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		23	35		
* Heterorhabdus norvegicus		1			
* Nebalia sp.					2
* Amphipoda indet.				1	
* Caprellidae indet.				1	
Eriopisa elongata		2			
MOLLUSCA					
Euspira pulchella					1
Nucula tumidula		1/3	0/1		
Yoldiella lucida		2			
Yoldiella philippiana		1			
Mytilus edulis				0/2	0/1
Thyasira obsoleta		2	0/1		
Thyasira sarsii				6	5
Thyasira equalis		6/2	2/2		
Montacuta ferruginosa		5/3	10/3		
Abra longicallus		1			
Kelliella abyssicola		0/2	4/4		
* BRYOZOA					
* Bryozoa grenet					+
OPHIUROIDEA indet.					
Amphilepis norvegica		2/6	0/6		
Brissopsis lyrifera		7	5		
* POGONOPHORA indet.					
* CHAETOGNATHA indet.			2		
* VARIA			+		

**Vedleggstabell 2. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

	Vind 1	Vind 3
I	7	2
II	5	3
III	3	1
IV	4	3
V	2	2
VI	1	2
VII	0	0
VIII		0
IX		1
X		0
XI		1
XII		0
XIII		
XIV		
XV		

## Vedleggstabell 3. Analysebevis

## Analyserapport

Moss

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

AnalyCen 

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



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

<b>Lab.nr.</b>	NOV000346-08	NOV000347-08	NOV000348-08	NOV000349-08
<b>Merket</b>	Her 3	Vind 1	Vind 2	Vind 3
<b>Tatt ut</b>	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

## Analyserapport

Moss

AnalyCen 

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

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



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

Lab.nr.

Merket

Tatt ut

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

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

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – [www.analycen.no](http://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](http://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](http://www.analycen.dk)

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

Lantmännen Analycen OY, Finland – [www.analycen.fi](http://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