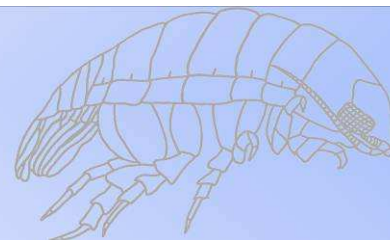


SAM e-Rapport

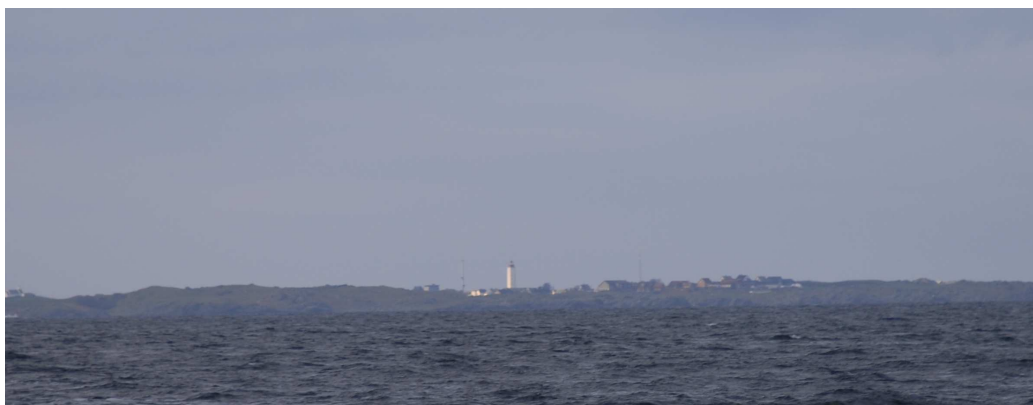
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 14-2008

MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hestholmen, Kvitsøy kommune i 2008

Gisle Vassenden
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: MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hestholmen, Kvitsøy kommune i 2008.	Dato: 25.6.2008
	Antall sider og bilag: 36
Forfatter(e): Gisle Vassenden og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Gisle Vassenden
	Prosjektnummer: 801563

Oppdragsgiver: Grieg Seafood Rogaland AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

Abstract:



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

The results show that the measured chemical components in the sediment were low. The oxygen content in the deepest part of Boknafjorden was high. The bottom fauna was rich and classified as good.

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

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 14-2008

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7/7-08	
Prosjektet / undersøkelsen:	7/7-08	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr.....	10
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	19
5 TAKK	20
6 LITTERATUR.....	20
7 VEDLEGG.....	21

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Hestholmen ved Kvitsøy i Boknafjorden, Kvitsøy kommune, lokalitetsnummer 14136. Innsamlingene ble gjennomført i 19. og 20. februar 2008. På samme tokt ble miljøforholdene ved oppdrettsanlegg i områdene ved Lauplandsholmen, Store Teistholmen og Rennaren også undersøkt. Resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter. En stasjon er felles med undersøkelsen ved Lauplandsholmen, som derfor blir presentert i begge rapportene.

På lokalitet Hestholmen var det ørretproduksjon fra 1992 - 1999, og fra 2001 - 2003. Total produksjon var 1400 tonn i tidsrommet 2001 - 2003. Alt ble utslaktet i november 2003. Siden har det ikke vært produksjon på lokaliteten. I mai 2008 ble det satt ut ca. 400.000 laksesmolt.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet før oppdrettsanlegg ved Hestholmen ble installert. Med resipient menes her det sjøområdet som vil mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

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

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

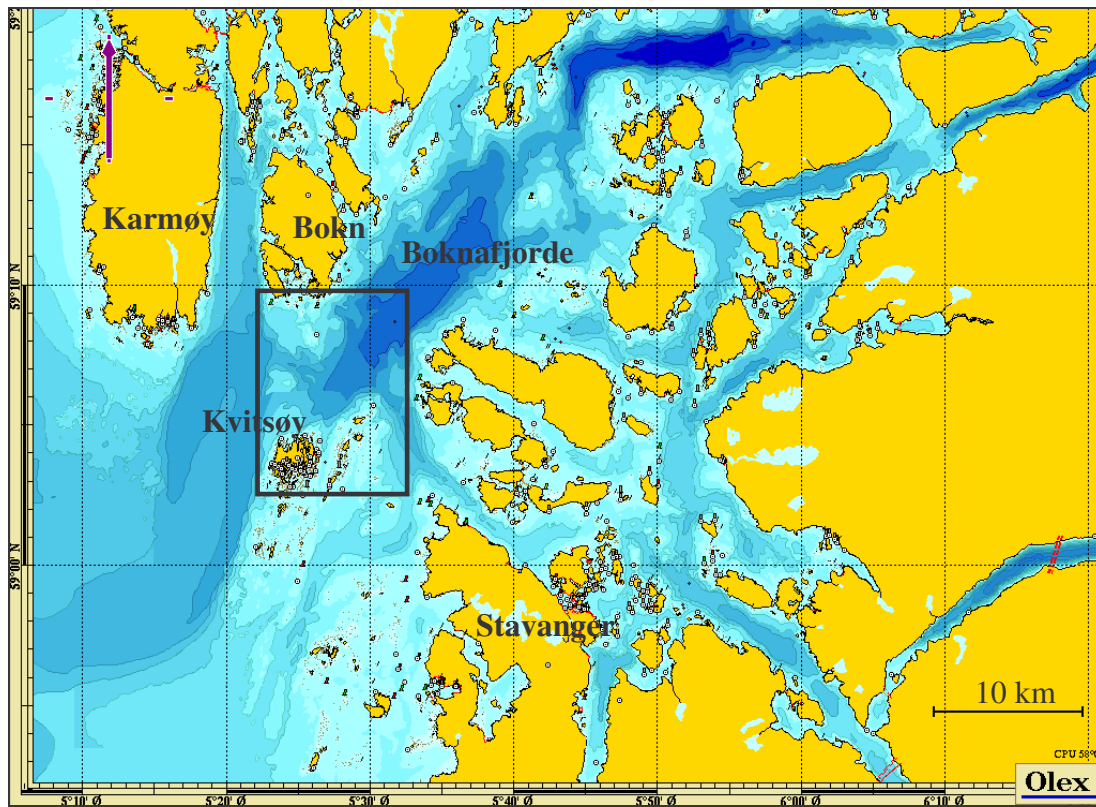
Undersøkelsesområdet ligger øst for Hestholmen og Kråkøya ved Kvitsøy i Boknafjorden (Figur 2.1 og 2.2). Stasjonen ligger i et sund, kalt Krågøyosen, som går i nord-sør-retning og har forholdsvis jevn dybde på 70-80 meter midt i sundet. Fjorden nord for Krågøyosen skrår ned mot dypet av Boknafjorden på 580m.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

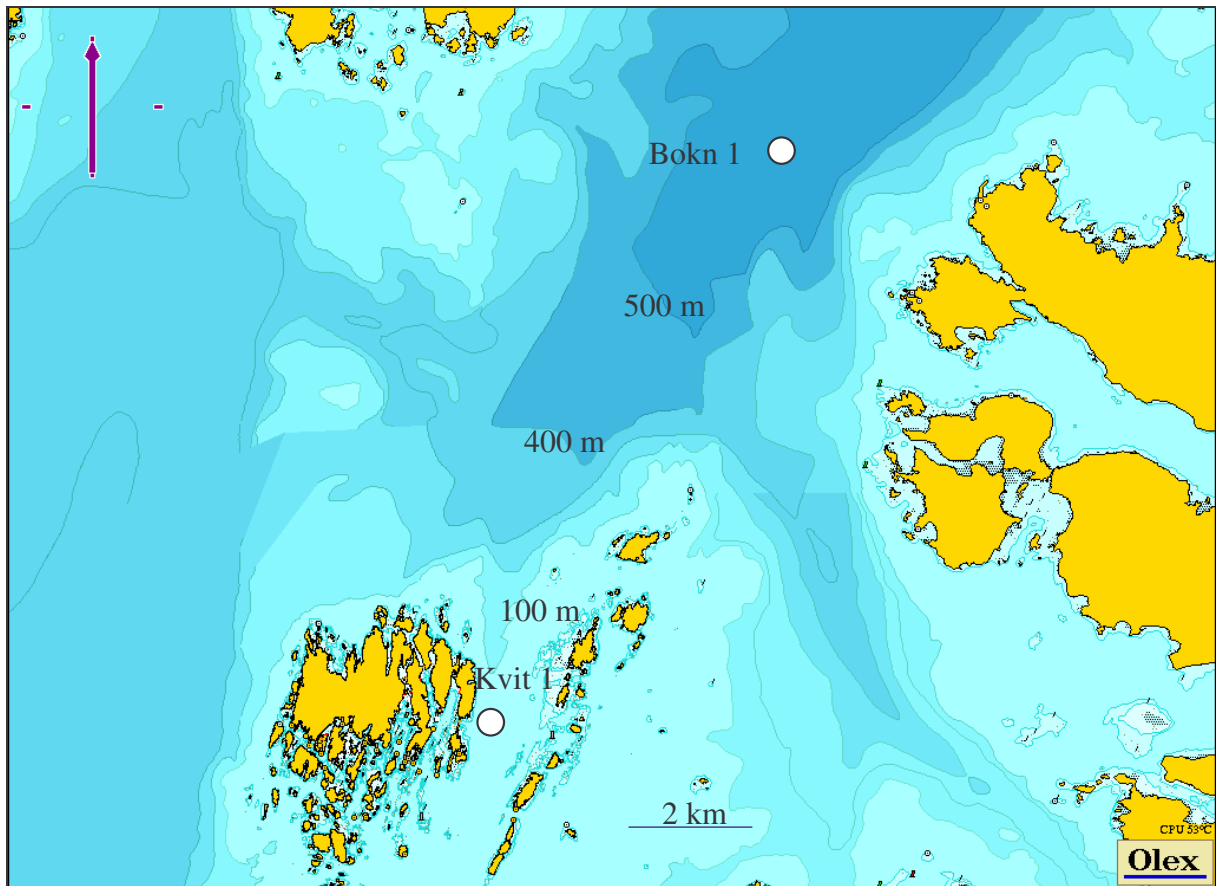
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 19. og 20. februar 2008. Det ble tatt prøver fra en stasjon i området ved det kommende anlegget, og fra en stasjon på 581 m i Boknafjorden. Nøyaktig posisjon til anlegget var ikke kjent under prøveinnsamlingen. Plasseringen til anlegget slik det ble lagt ut i mai 2008 er vist i Vedleggsfigur 1.

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

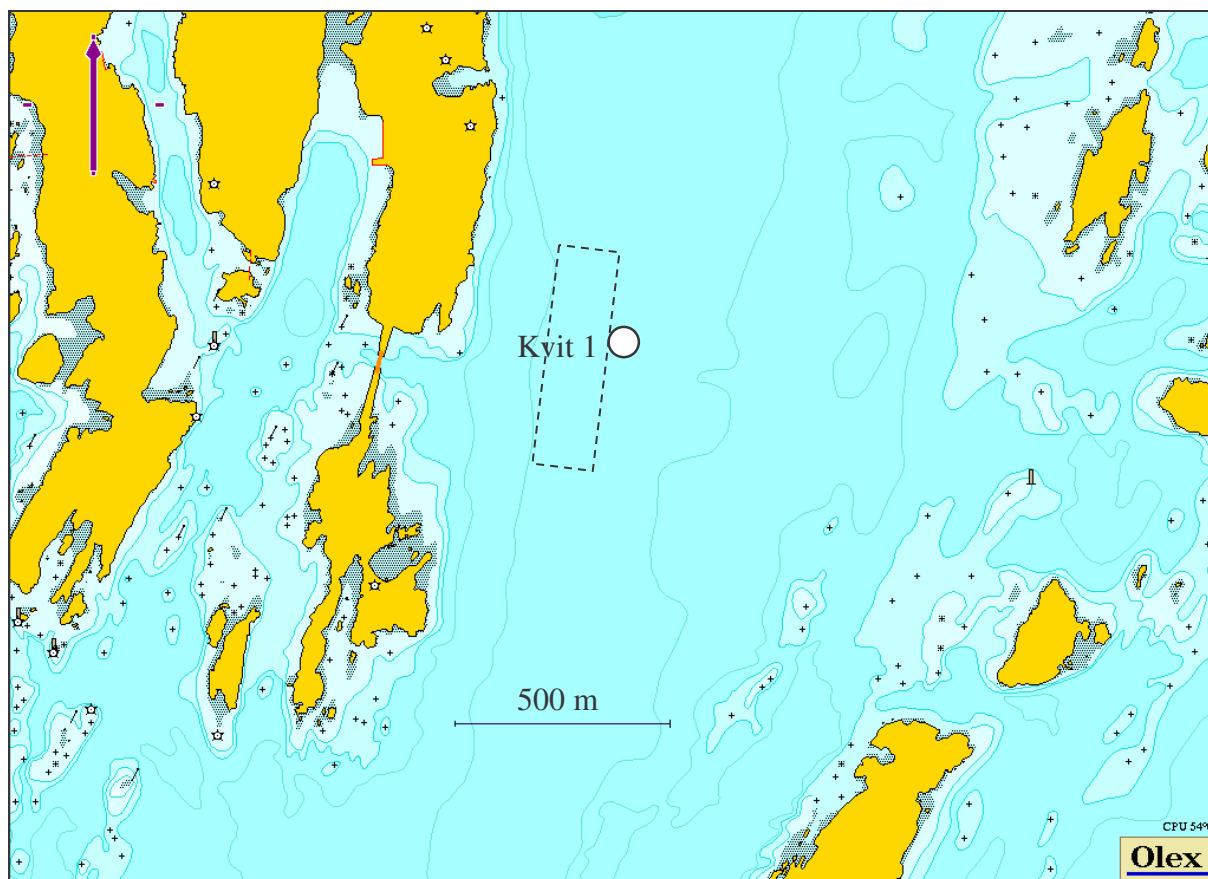
Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhentere og en CTD-sonde. Måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Oksygeninnholdet (ml/l) i sjøvannsprøver ble bestemt i vannprøver etter Winkler metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet (σ_t) ble beregnet. Tettheten i sjøvann øker med økende saltholdighet og avtagende temperatur.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Kvitsøy avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Utsnitt av Boknafjorden med referansestasjonen i dypet og stasjonen ved Kvitøya. 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 området hvor lokaliteten ligger med stasjonen inntegnet. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Opprinnelig plassering av anlegget er markert som stiplet firkant. Plasseringen til anlegget lagt ut i mai 2008 er vist i Vedleggsfigur 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 19. og 20. februar 2008. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Kvit 1 20.2.08	Kvitsøy 59°03,670' N 05° 26,860' Ø	70	1 2 3	5 4 5	Grå sand og skjellsand med en del stein. Geologi og kjemi fra 3. hugg.
Bokn 1 19.2.08	Boknafjorden 59°08,676' N 05° 31,760' Ø	581	1 2 3	17 17 14	Grått finkornet sediment. Geologi og kjemi fra 3. hugg.

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 bunnvann. 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 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 strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent

(H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av AnalyCen AS (akkrediteringsnummer Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysen av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i SFT's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

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

2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som

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

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

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

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

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

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks (’H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg 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 nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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

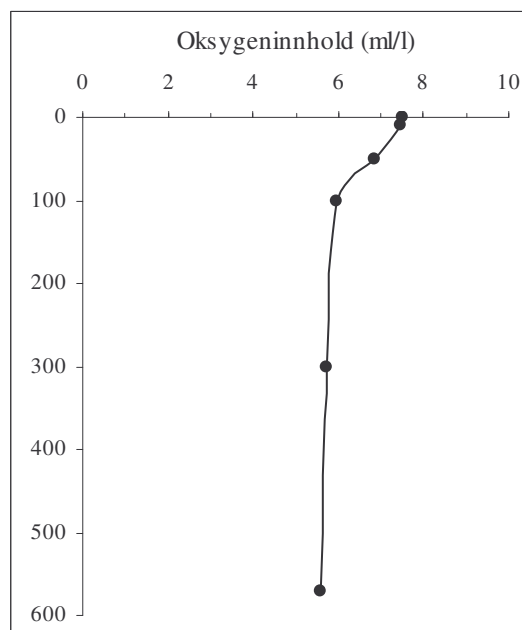
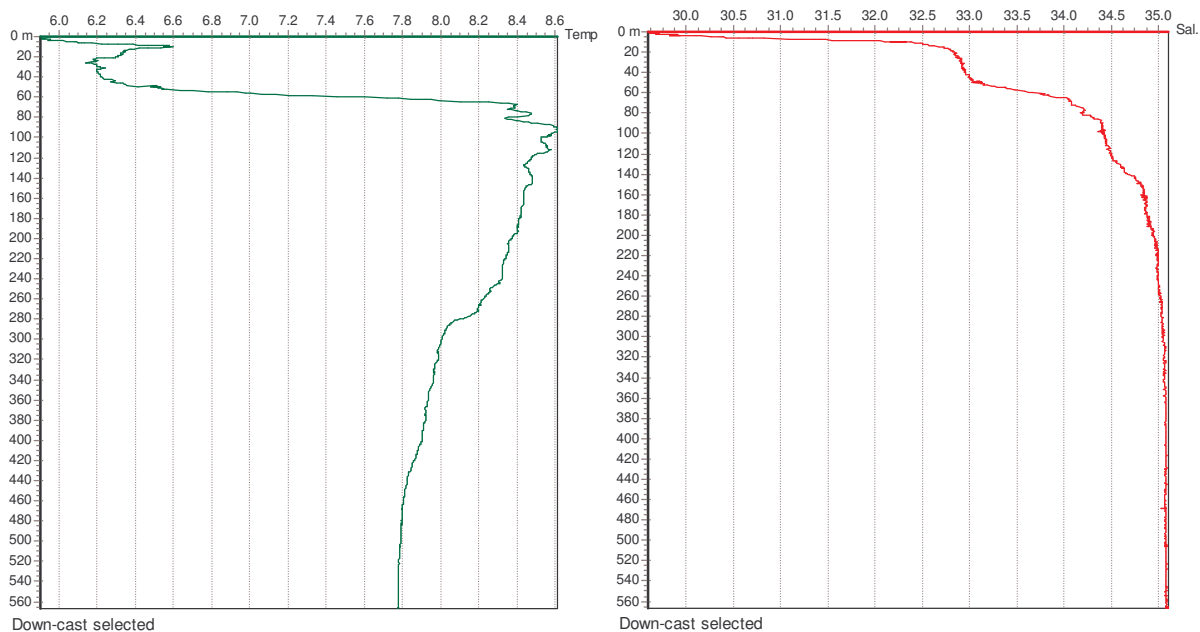
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Bokn 1. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1 og 3.2.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Bokn 1 den 19. februar 2008.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Tetthet (δ_t)	Oksygen (ml/l)	Oks. met. (%)	Sikt (m)
Bokn 1 19.2.2008	1	29,67	5,935	23,355	7,49	104,4	16
	2	29,69	5,913	23,376			
	3	29,92	5,958	23,561			
	5	30,36	6,085	23,900			
	7	31,11	6,231	24,485			
	10	32,23	6,558	25,344	7,49	105,1	
	15	32,72	6,352	25,776			
	20	32,83	6,308	25,892			
	25	32,85	6,168	25,951			
	30	32,92	6,216	26,018			
	40	32,94	6,223	26,084			
	50	33,13	6,513	26,241	6,84	98,7	
	60	33,69	7,632	26,576			
	70	34,07	8,388	26,807			
	80	34,18	8,347	26,943			
	90	34,41	8,606	27,127			
	100	34,42	8,528	27,194	6,84	98,7	
	125	34,51	8,453	27,390			
	150	34,81	8,444	27,740			
	175	34,86	8,422	27,894			
200	34,94	8,372	28,080				
250	35,00	8,260	28,374				
300	35,05	8,008	28,676	5,71	86,5		
350	35,07	7,942	28,930				
400	35,08	7,901	29,168				
450	35,06	7,814	29,398				
500	35,07	7,792	29,636				
550	35,07	7,778	29,864				
570	35,08	7,776	29,960	5,61	84,5		



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet målt med CTD-sonde fra overflaten og til 570 meter dyp på stasjon Bokn 1 den 19. februar 2008. Oksygeninnhold (ml/l) målt med Winkler-metode i vannprøver fra seks dyp fra overflaten og til 570 meter.

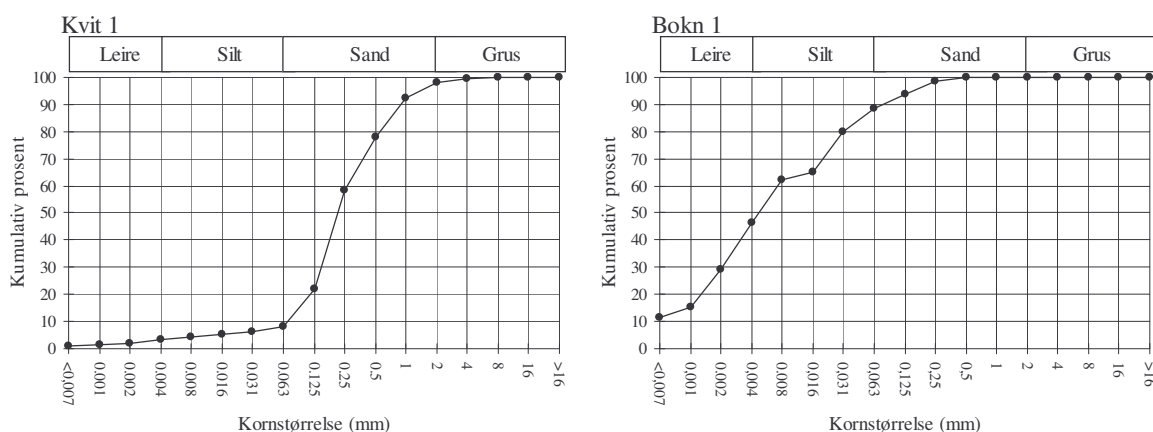
Temperaturen var $5,9^{\circ}\text{C}$ i overflaten, og steg til $8,6^{\circ}\text{C}$ i 90 m dyp før den sank til $7,8^{\circ}\text{C}$ i 570 m dyp (Tabell 3.1). Saltholdighetsmålingene viser et litt ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 29,7 og ved bunnen var saltholdigheten 35,08. Oksygeninnholdet var høyest i overflaten med 7,49 ml/l, og sank til 5,61 ml/l på 570 m dyp. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

3.2 Sediment

Resultatene fra sediment-undersøkelsene fra 2008 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Kvit 1	70	3,65	3,4	4,6	8,0	90,2	1,8
Bokn 1	581	11,78	46,6	41,9	88,6	11,4	0,0



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Kvitsøy og Boknafjorden i 2008.

Stasjonen Kvit 1 hadde et lavt organisk innhold med et glødetap på 3,65 %. På stasjon Bokn 1 var det organiske innholdet som normalt på dypt vann, 11,78 %. Stasjonen ved Kvitsøy hadde et grovkornet sediment med mest sand og skjellsand (90 %) og noe grus. Dette viser at det var gode strømforhold langs bunnen like ved der anlegget skulle plasseres. Ute i dypet av fjorden var det et mer finkornet sediment med 89 % leire og silt.

3.3 Kjemi

Sediment analyser

Både på Kvit 1 og Bokn 1 ble det funnet et lavt innhold av kobber på henholdsvis 1,6 og 14 mg/g, som er i SFT's tilstandsklasse I (meget god = bakgrunnsnivå). Sink var også i tilstandsklasse I (bakgrunn) på de to stasjonene med 30 og 110 mg/kg. Fosfor inngår ikke i SFT's manual, men sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser var verdiene lave.

Innholdet av TOC/100 g sediment var 0,5 på Kvit 1 og 2,1 på Bokn 1. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Hvis vi benytter formelen gitt i SFT's manual fikk de to stasjonene Kvit 1 og Bokn 1 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 21,6 og 23,1 mg/g, noe som plasserer stasjonene i SFT's tilstandsklasse II (god).

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

Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Kvit 1	70	1,6	I	30	I	21,6	II	0,31	70,2
Bokn 1	581	14	I	110	I	23,1	II	0,74	39,0

Måling av pH og Redokspotensial (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Målingene av pH og E_h plasserte de to stasjonene i beste tilstand i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4).

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

Stasjon / Parameter	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Kvit 1	7,5	191	0	1
Bokn 1	7,5	244	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5, Tabell 3.6, Figur 3.3, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2008 sammen med miljøforholdene i dypeste parti av fjorden. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

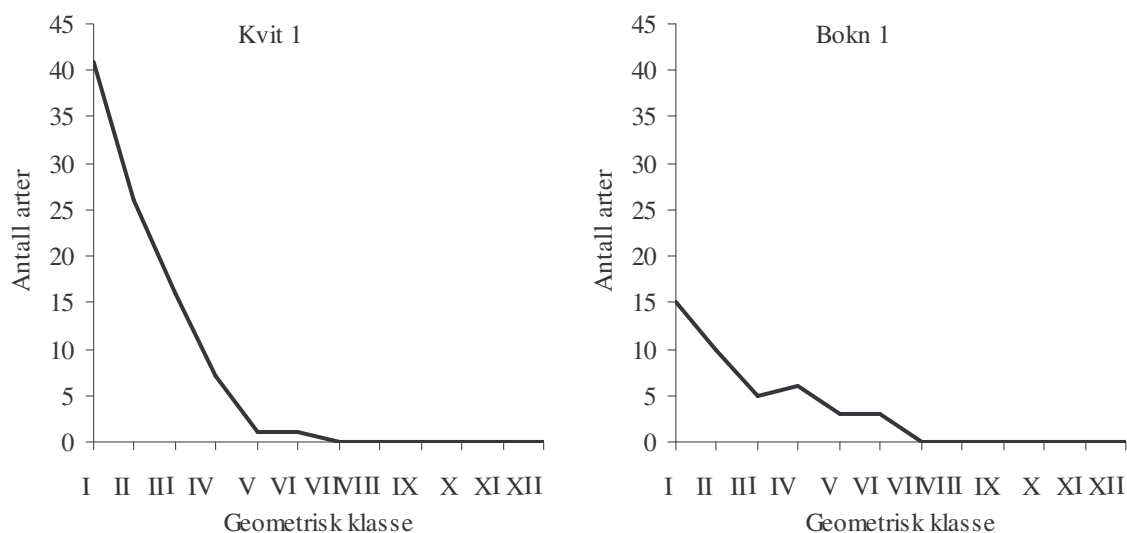
Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremitter) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre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

I bunndyrsprøvene fra Kvit 1 ble det funnet 92 arter med til sammen 308 individer. Diversiteten ble beregnet til 5,7 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (meget god). Hvis vi bruker MOM standarden fikk Kvit 1 miljøtilstand 1 (meget god) (Tabell 2.4). Den mest tallrike arten var børstemarken *Spiophanes kroeyeri* med 42 individer, som utgjorde 14 % av individene. Blant de 10 mest tallrike artene var det mest børstemarker, men også sjøpølse og krepsdyr. Artene som ble registrert indikerer frisk og fin sjøbunn. Også fordelingen av de geometriske klassene viser at det var gode forhold på stasjonen.

Ute i dypet av Boknafjorden på stasjon Bok 1 ble det funnet 42 arter med til sammen 316 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,3 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (meget god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis* med 45 individer som utgjorde 14 % av individene. Blant de ti mest tallrike artene var det fire børstemarker, en pølseorm og fem bløtdyr. Artene som ble registrert indikerer frisk og fin sjøbunn. Fordelingen av de geometriske klassene viser også at det var gode forhold i dypet av fjorden.

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

Stasjon	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	Mom. T.kl.	SFT's T.kl.
Kvit 1	1	162	68	5,54	0,91	6,11		
	2	146	57	5,11	0,88	5,83		
	Sum	308	92	5.69	0.87	6.54	1	I
Bokn 1	1	131	28	3,95	0,82	4,81		
	2	185	31	4,24	0,85	4,95		
	Sum	316	42	4,32	0,80	5,39		I

**Figur 3.3.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.**Tabell 3.6.** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Kvit 1	0,2 m ²			Bokn 1	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	42	13.6	13.6	<i>Heteromastus filiformis</i>	45	14,2	14,2
<i>Owenia borealis</i>	22	7.1	20.8	<i>Thyasira equalis</i>	40	12,7	26,9
<i>Synaptidae</i> indet.	14	4.5	25.3	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	39	12,3	39,2
<i>Paraonis</i> sp.	11	3.6	28.9	<i>Kelliella abyssicola</i>	29	9,2	48,4
<i>Prionospio cirrifera</i>	9	2.9	31.8	<i>Oligochaeta</i> indet.	18	5,7	54,1
<i>Pista cristata</i>	9	2.9	34.7	<i>Lumbrineridae</i> indet.	17	5,4	59,5
<i>Myriochele oculata</i>	8	2.6	37.3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	4,4	63,9
<i>Glycera lapidum</i>	8	2.6	39.9	<i>Caudofoveata</i> indet.	13	4,1	68,0
<i>Myriochele fragilis</i>	8	2.6	42.5	<i>Entalina tetragona</i>	9	2,8	70,9
<i>Notomastus latericeus</i>	7	2.3	44.8	<i>Yoldiella lucida</i>	9	2,8	73,7
<i>Verruca stroemi</i>	7	2.3	47.1				

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved en nyopprettet oppdrettslokalitet ved Hestholmen på Kvitsøy kommune i Rogaland. Området er tidligere brukt til oppdrett, men har lagt brakk siden 2003. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 19. og 20. februar 2008. Det ble samlet prøver fra to stasjoner, en i nærheten av der anlegget var planlagt å ligge, og en i dypet av Boknafjorden. Det er ikke tidligere utført MOM-C undersøkelser ved lokaliteten.

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

Det var et lavt organisk innhold på begge stasjonene. På stasjonen ved Hestholmen var det sand og skjellsand med noe grus som indikerer gode strømforhold. I dypet av fjorden var det et finkornet sediment.

Alle de kjemiske parametrene var lave både ved Hestholmen og i dypet av Boknafjorden (SFT's tilstandsklasse I - meget god). Eh og pH målingene indikerte gode forhold.

På begge de undersøkte stasjonene var det mange arter og individer, og diversiteten var meget god (tilstandsklasse I).

Stasjonen som ble undersøkt her vil være en god referanse for senere MOM-C undersøkelser.

5 TAKK

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

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- 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*.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	22
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i>	26
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	28
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i>	32
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i>	33
<i>Vedleggsfigur 1. Plassering av anlegget</i>	36

Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyr-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

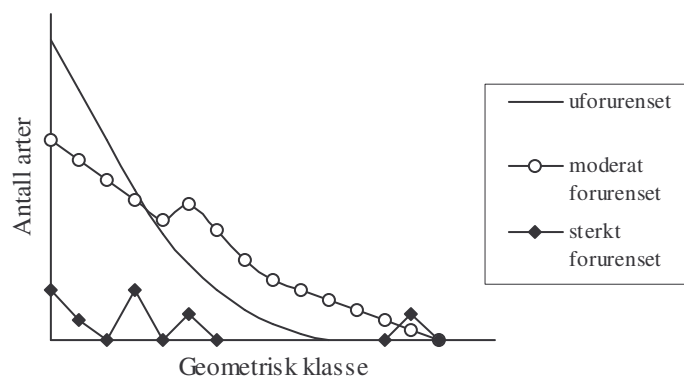
Geometriske klasser

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

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er 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 & Thélin 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, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02* 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.

Tabell B1 - SKJEMA FOR PRØVETAKINGSTEDER - B-undersøkelsen

Firma: GRIEG SEAFOOD ROGALAND AS

Konsesjonsnr: RB 0001; RB0003; RB0005; RK0001; RKV0001; RKV0002; RSD0002; RSD0023

Lokalitet: 14136 Hestholmen Ø, Kvitsøy kommune

Dato: 19.-20.02.2008

Prøvetakingssted (nummer)	Kvit 1	Bokn 1								
Dyp (m)	70	581								
Antall forsøk for prøvetaking										
Bunntype: Skjellsand										
Sand/Grus	x									
Leire		x								
Mudder										
Steinbunn										
Fjellbunn										
Pigghuder	Få									
*Krepsdyr	Få									
*Bløtdyr	Få	Få								
*Mark	Få	Få								
**Malacoceros fuliginosus										
Dyr fra anleggsinstallasjonen	-	-								
For/fekalier	-	-								
Beggiatoa	-	-								
Spontan bobling	-	-								
Bobling ved prøvetaking	-	-								
Bobling i prøve	-	-								
Grabb areal	0,1 m ²	*Få/Mange/En art dominerer. **Antall individer noteres								

Signatur: Gisle Vassenden

Tabell B2 - SKJEMA FOR KONTROLLBETINGELSER

Dato: 19.02.08 / 20.02.08

	Sjøvann	Sediment	pH-buffer
Temperatur	6 / 6	8.1 / 7.4	12 / 6
pH	7.8 / 7.7		
E _h	263 / 237	Referanseelektrodens potensial (mv)	217

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Tabell B3 - PRØVESKJEMA

Lokalitet: Hestholmen Ø, Kvitsøy kommune

Dato: 19.-20.02.2008

Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer								Indeks	
			Kvit 1	Bokn 1								
I	Dyr	Ja (0) Nei (1)	0	0								
	Tilstand (Gruppe I)											
II	pH	Målt verdi	7.5	7.5								
	E _h (mv)	Målt verdi	-26	27								
		+ ref.potensial	191	244								
	pH/E _h	Poeng, tillegg D	0	0								
	Tilstand (prøve)											
Tilstand (Gruppe II)												
III	Gassbobler	Ja (4) Nei (0)	0	0								
	Farge	Lys/Grå (0)	0	0								
		Brun/Sort (2)										
	Lukt	Ingen (0)	0	0								
		Noe (2)										
		Sterk (4)										
	Konsistens	Fast (0)	0									
		Myk (2)		2								
		Løs (4)										
	Grabbvolum (v)	v < 1/4 (0)										
		1/4 < v < 3/4 (1)	1									
		v ≥ 3/4 (2)		2								
	Slamtykkelse	t < 2 cm (0)		0								
		2 ≤ t < 8 cm (1)										
		t ≥ 8 cm (2)										
Sum												
Korr.sum (0,22)												
Tilstand (prøve)												
Tilstand (Gruppe III)												
II & III	Middelverdi (Gruppe II & III)		1	1								
	Tilstand (prøve)											
Tilstand (Gruppe II & III)												

LOKALITETENS MIDDELTILSTAND

Signatur: Gisle Vassenden

Vedleggstabell 2. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)

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



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood AS

Prosjekt nr.: 801563

Prøvetakingssted: Lokalitet Hestholmen Ø og Boknafjorden, Kvitsøy kommune

Dato for prøvetaking: 19. og 20. februar 2008

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

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen

Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 3 sider.

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

Signatur: 
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 1 / 3	Stasjon:	Bokn 1	Bokn 1	Kvit 1	Kvit 1
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2.Hugg	1. Hugg	2.Hugg
* PORIFERA indet.				+	
* HYDROZOA indet.				+	
* ANTHOZOA					
Cerianthus lloydii				2	0/1
Edwardsia sp.				2	
Paraedwardsia cf. arenaria			5/3		
Paraedwardsia sp.					1
* NEMERTINI indet.		2	+	5	3
* NEMATODA indet.			1	1	1
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		6	7/1		
Bylgides sp.			1		
Eunoe nodosa				1	1
Pholoe baltica				0/1	1
Pholoe pallida		1			
Sthenelais limicola				1	2
Chaetoparia nilssoni				1	
Eumida bahusiensis				1	
Sige fusigera					1
Gyptis sp.		1			
Syllidae indet.				5	
Exogone sp.				4	2
Ceratocephale loveni		1	1		
Aglaophamus malmgreni		1			
Glycera lapidum			1	3	3/2
Glycinde nordmanni					1
Goniada maculata				2	2/2
Lumbrineridae indet.		8	9	4	1
Schistomeringos sp.					1
Phylo norvegica		1/1			
Scoloplos armiger				0/2	
Aonides paucibranchiata				1	1
Polydora sp.				0/1	2
Prionospio cirrifera		1		3/1	5
Prionospio fallax				1	
Prionospio dubia		2			
Spiophanes kroeyeri				9/6	20/7
Spiochaetopterus bergensis			1		
Aricidea catherinae				1	
Aricidea suecia			2		
Aricidea wassi				1	
Levinsenia gracilis		1	6		
Paraonis sp.				6	5
Aphelochaeta sp.				2	3
Chaetozone cf. chriestie				2	2
Chaetozone sp.				1	1
Diplocirrus glaucus			1	1	
Ophelina cylindricaudata					2
Ophelina norvegica		2	3		
Heteromastus filiformis		19	25/1	1	
Notomastus latericeus			2	4/1	2
Praxillella affinis					2/2
Praxillura longissima				0/1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 2 / 3	Stasjon:	Bokn 1	Bokn 1	Kvit 1	Kvit 1
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2.Hugg	1. Hugg	2.Hugg
Rhodine gracilor			2		
Myriochele fragilis			3	2	6
Myriochele oculata		3	3	4	4
Owenia borealis				5/9	4/4
Pectinaria auricoma				1	
Ampharetidae indet.				1	3
Ampharete falcata					2
Ampharete finmarchica					1
Sabellides indet.				1	1
Sabellides octocirrata					3/1
Amphicteis gunneri					1/1
Amythasides macroglossus					1
Eclysippe vanelli					1
Sosanopsis wireni					1
Samytha sexcirrata					2
Melinna cristata		1			
Melinna elisabethae				1	1
Pista cristata				1/5	0/3
Polycirrus norvegicus				1	0/1
Trichobranchus roseus				1	0/1
Terebellides stroemi			3		
Euchone papillosa					1
Pomatoceros triqueter				1	
OLIGOCHAETA indet.			18	3	
SIPUNCULA					
Onchnesoma steenstrupi		20/1	16/2		
Nephasoma cf. minutum		3			
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus				1	
* Calanus sp.		30	41		
* Metridia longa			1		
* Heterorhabdus norvegicus			1		
Verruca stroemi				7	
* Philomedes lilljeborgi		2			
* Pterygocythereis jonesii				2	
* Macrocypris minna		2			
* Mysidacea indet.		2			
* Eudorella truncatula					2
* Campylaspis costata			1		
* Janira maculosa				1	
* Munna sp.				1	
* Amphipoda indet.		1		4	9
Eriopisa elongata		4	3/1		
* Pontophilus norvegicus		1	1		
Calocarides coronatus			1		
* PYCNOGONIDA indet.					3
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.		3	10		1
Solenogastres indet.		1			
Leptochiton asellus				4/1	1
Anatoma crispata				1	
Jujubinus miliaris				1	

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

S 3 / 3	Stasjon:	Bokn 1	Bokn 1	Kvit 1	Kvit 1
Art	Hugg nr.:	1. Hugg	2.Hugg	1. Hugg	2.Hugg
Capulus ungaricus				0/1	
Euspira pulchella				1	
Mangelia coarctata					1
Melanella alba					0/1
Eulimella compactilis					1
Acteon tornatilis				1	
Cylichna cylindracea					1
Nucula nucleus				0/1	
Nucula tumidula		3	3		
Yoldiella lucida		2	6/1		
Yoldiella nana			1		
Yoldiella philippiana				1	
Modiolula phaseolina				1	
Similipecten similis					0/1
Lucinoma borealis				0/1	
Myrtea spinifera					1
Thyasira obsoleta		0/2	2		
Thyasira equalis		19/2	16/3		
Thyasira ferruginea			1		
Thyasira pygmaea					1
Astarte sulcata				0/2	2
Parvicardium minimum				1	1
Abra nitida		1			
Abra prismatica				1	
Kelliella abyssicola		13	12/4		
Cuspidaria obesa		1			
Dentalium entalis				0/1	1
Entalina tetragona		5	4		
BRACHIOPODA indet.					
Crania anomala				6	
Terebratulina sp.				2	
* BRYOZOA					
* Bryozoa skorpeformet				+	+
ECHINODERMATA					
Asteroidea indet.				0/1	0/1
Ophiothrix fragilis				1	
Amphipholis squamata				1	
Amphilepis norvegica		1/1	1		
Ophiura affinis				1/1	
Echinocyamus pusillus				1	1/2
Spatangus purpureus					0/2
Echinocardium cordatum				0/1	
Trionidium drummondi				1	
Synaptidae indet.				5	9
* POGONOPHORA indet.					
* Siboglinum fiordicum				+	
ENTEROPNEUSTA indet.				2	
* CHAETOGNATHA indet.		3	3		
Pterobranchia indet.				+	
ASCIDIACEA indet.		+		4	
Pyura tessellata				1	
CHORDATA					
* VARIA			+	+	+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

	Bokn 1	Kvit 1
I	15	41
II	10	26
III	5	16
IV	6	7
V	3	1
VI	3	1
VII	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis

Analyserapport

Moss

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

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1244627	Prøvemottak	05.03.2008
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	12.03.2008
Oppdragsmerket	prosjektnr 801563, ref 08/08 Stedkode 611101 (Laup, Bokn, Kvit, Ren og Teist)		
Sted for prøvetaking	Bokn		

Lab.nr.		NOV007389-08	NOV007390-08	NOV007391-08	NOV007392-08
Merket		Laup 1, 3.hugg	Bokn 1 3.hugg	Kvit 1 3.hugg	Ren 1 3.hugg
Tatt ut		19.02.08	19.02.08	19.02.08	19.02.08
		19.02.2008	19.02.2008	19.02.2008	19.02.2008
Parameter	Enhet				
Totalt Organisk Karbon	g/100g	2.3	2.1	0.5	2.6
Tørrestoff	%	59.8	39.0	70.2	39.9
Fosfor, P	g/kg TS	5.0	0.74	0.31	0.75
Sink, Zn	mg/kg TS	100	110	30	130
Kobber, Cu	mg/kg TS	280	14	1.6	16

Grethe Arnestad
Cand.Mag

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

Analyserapport

Moss

AnalyCen

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

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Kundenummer	8183600-1244627	Prøvemottak	05.03.2008
Prøvetyyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	12.03.2008
Oppdragsmerket	prosjektnr 801563, ref 08/08 Stedkode 611101 (Laup, Bokn, Kvit, Ren og Teist)		
Sted for prøvetaking	Bokn		

Lab.nr.
Merket
Tatt ut

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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

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

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

AnalyCen Ecotox, Norge

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

Lantmännen Analycen AB, Sverige – www.analycen.se

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

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

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

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

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

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

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

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

Lantmännen Analycen OY, Finland – www.analycen.fi

T Hatunpääkatu, 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

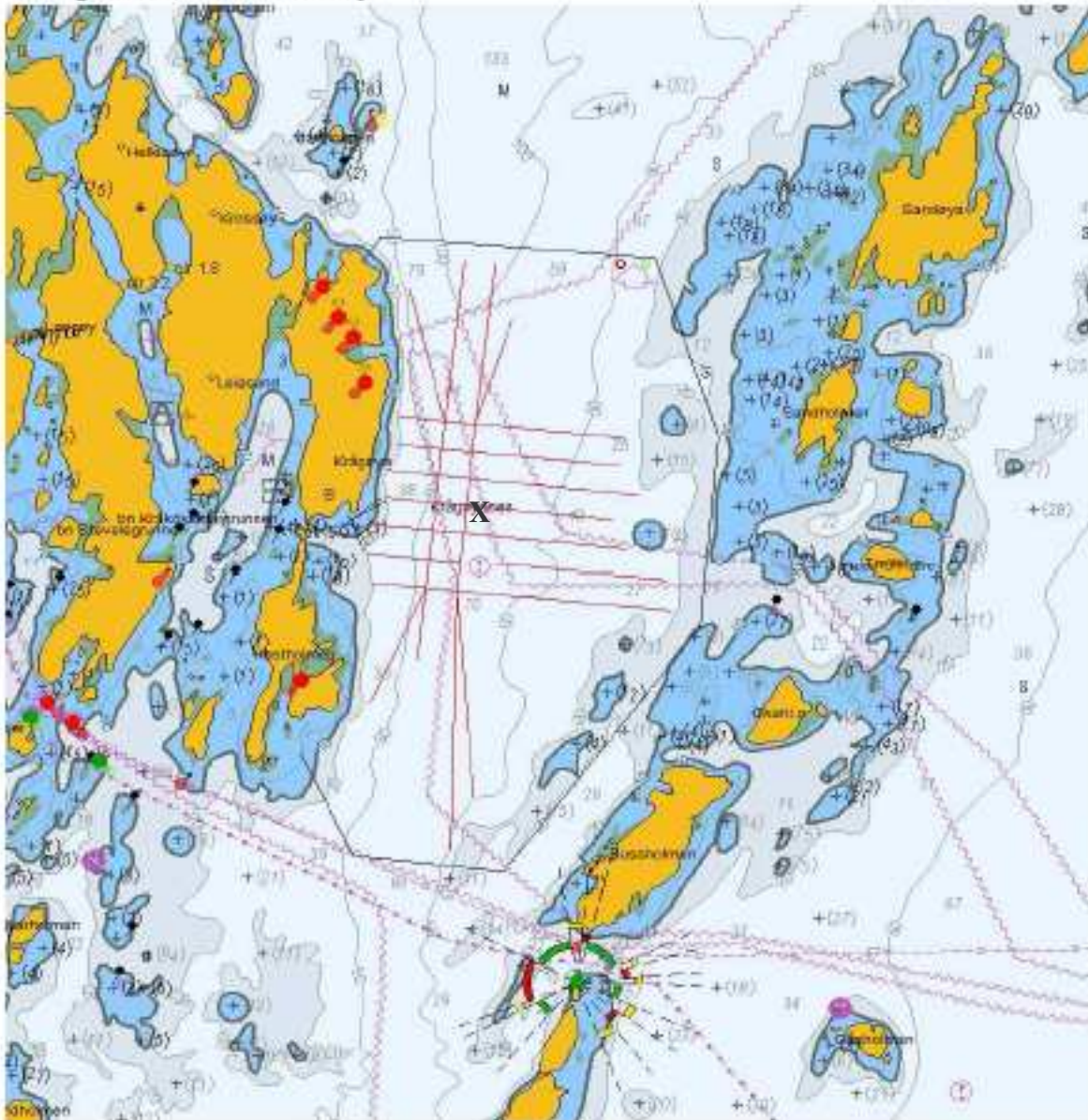
NS-EN ISO 17025, NS-EN ISO 9001 og NS-EN ISO 14001

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

Grieg Seafood avd. Kvitsøy



Posisjoner anleggets ytterpunkter (hjørnebøyer)

NV:	59.03.856N	5.26.722Ø
NØ:	59.03.850N	5.26.827Ø
SV:	59.03.533N	5.26.656Ø
SØ:	59.03.528N	5.26.762Ø

Vedleggsfigur 1. Plassering av anlegget.

Anlegget ble lagt ut i mai 2008 etter at prøvene til denne MOM-C undersøkelsen ble tatt. X: ca plassering av stasjon Kvit 1.