

Resipientundersøkelse av en oppdrettslokalitet ved Kroholmen

RF-1999/061

Vår referanse: 613/654826	Forfattere: Øyvind F. Tvedten og Veslemøy Eriksen	Versjonsnr. / dato: Vers. 1 / 26.03.99
Ant. sider: 17 inkl. vedl.	Faglig kvalitetssikrer: Asbjørn Bergheim	Gradering: Åpen
ISBN: 82-7220-983-7	Oppdragsgiver: Grieg Seafood Bokn A/S	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: Resipientundersøkelse, 3 oppdrettslokaliteter	

Emne:

Undersøkelsen inneholder målinger og analyser av vannsøyle og sediment fra en oppdrettslokalitet. Ut fra resultatene vurderes miljøforholdene og bruk av området til oppdrett.

Emne-ord:

Oppdrett, matfisk, vannsøyle, sediment, bunndyr, MOM

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

Prosjektleder
Øyvind F. Tvedten

for RF - Miljø og Næringsutvikling
Kåre Netland

Forord

Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Grieg Seafood Bokn A/S, og rapporten kan brukes som en del av grunnlagsmaterialet til søknad om utvidelse av konsesjonen ved Kroholmen.

Feltarbeidet ble utført av Veslemøy Eriksen og Øyvind F. Tvedten.

I løpet av prosjektperioden har Asbjørn Bergheim overtatt for Odd Ketil Andersen som kvalitetssikrer.

Vi ønsker å takke Martin Steiness (kaptein) for god hjelp under feltarbeidet og Åshild Finnestad (RF) for utarbeidelse av kart, samt RF-Miljølab for analyser.

Stavanger 25. mars 1999

Øyvind F. Tvedten

Innhold

Forord	i
1 INNLEDNING	2
2 MATERIALE OG METODER	2
2.1 Beskrivelse av området og innsamlingsprogram.....	2
2.2 Innsamlings- og analysemetoder	4
2.2.1 Vannprøver	4
2.2.2 Bunnprøver	4
3 RESULTATER OG DISKUSJON	6
3.1 Hydrografi	6
3.2 Sedimentanalyser.....	7
3.3 Bunndyr	8
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	10
5 REFERANSER	11
6 VEDLEGGSOVERSIKT	12

1 Innledning

Grieg Seafood Bokn A/S ønsker å utvide konsesjonsvolumet på en oppdrettslokalitet ved Kroholmen på Austre Bokn, Bokn kommune. Konsesjonsvolumet er i dag 12 000 m³ og det skal søkes om utvidelse til 36 000 m³. Der hvor anlegget ligger nå, har det vært drift siden 1998. Tidligere (fra 1985) lå anlegget inne i Øvrabøvågen. Samtidig med utvidelsen planlegger Grieg Seafood Bokn A/S å avslutte oppdrettet på en annen lokalitet som ligger ved Lamholmen i samme resipient. Denne undersøkelsen skal være et grunnlag for å vurdere lokaliteten ved Kroholmen med hensyn på oppdrett ut fra marinbiologiske og miljømessige forhold.

Undersøkelsen har som mål å beskrive dagens miljøforhold, og være et sammenligningsgrunnlag med eventuelle oppfølgende undersøkelser etter videre drift på lokaliteten. Dette er i tråd med anbefalinger i MOM konseptet (Kupka Hansen, m. fl. 1997) og undersøkelsen utføres i henhold til MOM's C-undersøkelse. Undersøkelsesopplegget er også beskrevet i vårt prosjektforslag F-97649.

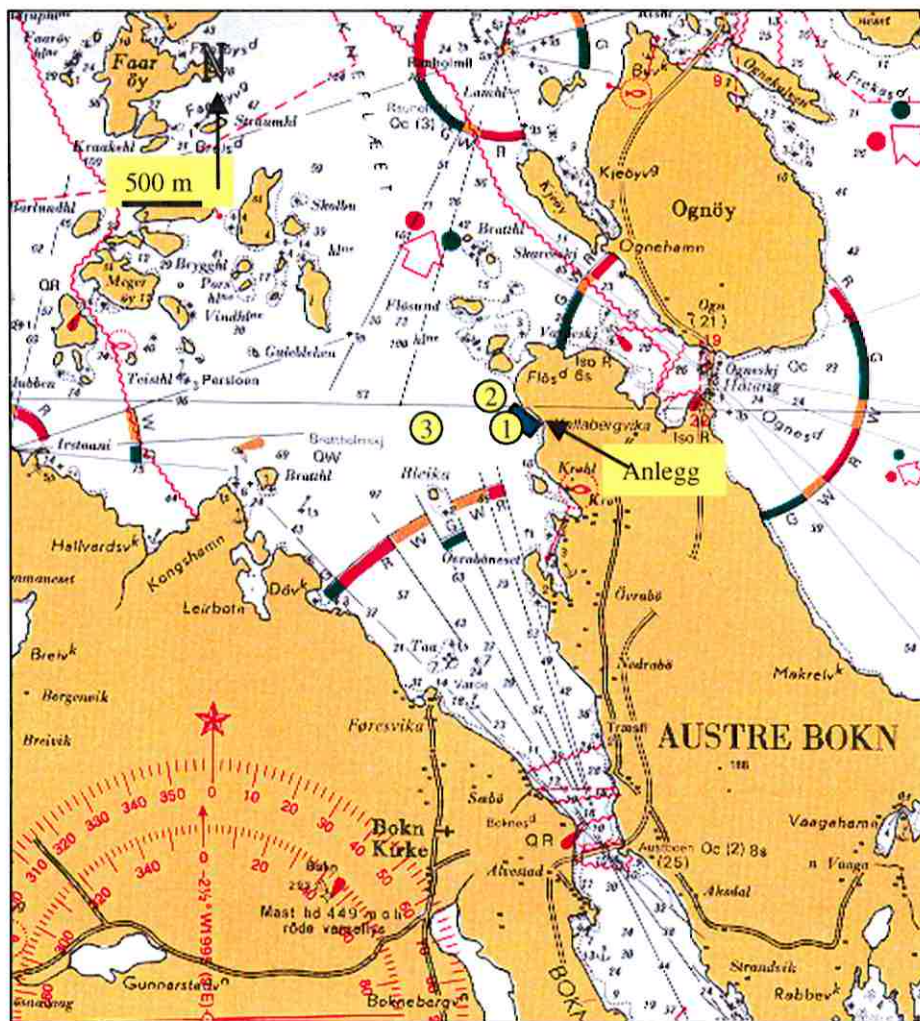
I området er det gjort flere resipientundersøkelser tidligere. Imidlertid er stasjonene i disse undersøkelser så langt borte fra anlegget ved Kroholmen at resultatene ikke danner noe godt grunnlag til å vurdere endringer i resipienten. RF har gjort en resipientundersøkelse ved matfiskanlegget da det lå inne i Øvrabøvågen (Forsberg, 1997). Det ble den gang funnet få tegn til organisk belastning, verken tett ved anlegget og 200 m unna. I forbindelse med gassanlegget på Kårstø er det gjort noen resipientundersøkelser lenger nord i Boknasundet i 1983, 1988 og 1989 (se referanser i Rygg 1990 og i Myhrvold m.fl. 1996). På en stasjon som lå ca. 2,5 km lenger nord enn oppdrettslokaliteten, viste bunnen en svak tendens til økt organisk belastning i perioden. Det var likevel gode miljøforhold og en forholdsvis artsrik fauna.

2 Materiale og metoder

2.1 Beskrivelse av området og innsamlingsprogram

Feltarbeidet ble foretatt 17. november 1998 av personer fra RF. Kroholmen ligger nord i Boknasundet, helt nord-vest på Austre Bokn. På oppdrettslokaliteten er vanddypet 60 - 70 m og bunnen skrår utover til maksimaldyp i bassenget (resipienten) på 143 m. I sør er Boknasundet avgrenset med terskel på 11 m dyp. Mellom Ognøy og Austre Bokn er terskeldypet ca. 20 m. Fra Boknasundet og vestover mot Karmsundet er det ingen grunne terskler (iflg. sjøkart nr 17). Nord for Boknasundet ligger Boknafleet og der er maksimaldypet 134 m, i følge samme sjøkart er det et terskel på ca. 70 m mellom disse to bassengene.

Undersøkelsen ble utført i henhold til C-undersøkelse i MOM. Dette innebærer undersøkelser av bunndyr og sediment samt hydrografi og oksygenforhold. I følge MOM skal det tas prøver tett ved anlegget (nærsonen) og en stasjon i dypeste del av resipienten (fjernsonen). I tillegg anbefales det en stasjon i mellom nær og fjernsonen. Hydrografiske tidsserier og strømdata kan i tillegg også være nyttige å ha i forbindelse med vurdering av ny lokalitet, dersom en ikke kjenner dette fra nærliggende områder.



Figur 1. Kart over prøveinnsamlingsområdet (utsnitt fra sjøkart nr. 18). Målestokk 1:50 000. Anleggets plassering (omtrentlig) og prøvestasjonene 1 - 3 sin plassering er markert.

Tabell 1. Stasjonsopplysninger, innsamlingsomfang og sedimentbeskrivelse på de tre stasjonene. Posisjonene er tatt fra båtens GPS. Bunnprøver og oksygen i bunnvann ble undersøkt på tre stasjoner, hydrografiske målinger ble gjort på en stasjon. Kornfordeling og organisk innhold ble målt i en prøve fra hver stasjon.

Stasjon	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Fyllingsgrad i grabb (prøvevolum)	Prøve	Kommentarer
Bo 1	59°14,885'N 05°26,859'Ø	65	1. hugg, 1/3 2. hugg, 1/3	To grabbprøver. Oksygeninnhold i bunnvann. Hydrografisonde ned til 45 m.	Grå-svart sediment. H ₂ S- og "oppdretts" lukt. Grabben litt åpen i 2. hugg. Prøvene ble tatt tett ved anlegget.
Bo 2	59°14,918'N 05°26,867'Ø	70	1. hugg, 2/3 2. hugg, 2/3	To grabbprøver. Oksygeninnhold i bunnvann.	Grått, finkornet mudder. Noe grovere sediment i 2. hugg i forhold til 1. hugg. Ca. 150 m ut fra anlegget.
Bo 3	59°14,882'N 05°26,500'Ø	143	1. hugg, full 2. hugg, full	To grabbprøver. Oksygeninnhold i bunnvann.	Grått mudder. Ingen spesiell lukt. Slangestjerner og mudderkreps (<i>Calocaris</i>) sett.

2.2 Innsamlings- og analysemetoder

Prøveinnsamlingen foregikk 17. november 1998. Været var tilfredsstillende og innsamlingen ble gjort fra fartøyet "Helgøysund Fisk" som oppdragsgiver stilte til disposisjon. Feltarbeidet gikk uten problemer. Vi fikk bunnprøver fra tre stasjoner. Tabell 1 gir stasjonsopplysninger og noen resultater fra feltarbeidet.

2.2.1 Vannprøver

Oksygen, temperatur og saltholdighet ble målt ned til 45 m med en Hydrolab Datasonde[®]3 Multiprobe logger. I rapporten er saltholdighet oppgitt som praktisk saltholdighet, (Practical Salinity UNIT, PSU) med symbolet S, dette tilsvarer promille (‰) som ble brukt tidligere. Det ble gjort målinger fra stasjon Bo 1 (se Figur 1). Bunnvannet (ca. 3 m over bunn) på de tre stasjonene ble samlet ved hjelp av en Niskinvannhenter. Prøvene ble oppbevart kjølig og samme kveld satt i kjølerom på RF-Miljølab. Oksygeninnholdet ble analysert med Winklers metode (NS-ISO 5813 1/93).

2.2.2 Bunnprøver

Bunnprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb fra stasjonene Bo1-3, to grabbhugg pr. stasjon.

- Sedimentet (en prøve per stasjon) ble analysert for kornfordeling, mengde organisk stoff (målt som glødetap). Prøven ble tatt fra de øverste 1-2 cm.
- Lukt, farge, samt innhold av spesielle dyr i sedimentet ble notert under innsamlingen.
- Bunn dyr (to grabbhugg per stasjon). Antall levende dyr som er større enn 1mm ble talt og identifisert. Det er beregnet artsmangfold i prøvene, og resultatene vurderes opp mot SFTs grenseverdier for miljøkvalitet samt MOM miljøstandarder.

Partikkelstørrelse og organisk innhold

Sedimentet ble splittet i to fraksjoner ved våt-sikting. Fraksjonen med de mest finkornete partiklene ble tørket og veid samlet. Den grove fraksjonen (> 63 µm) ble analysert ved tørrsikting Buchanan (1984). Sedimentet ble tørket over natten ved 100 °C. Det tørre sedimentet ble deretter overført til en sikt-serie med åpninger fra 4 til 0,063 mm. Materialet som ble liggende igjen på de ulike siktene ble veid til nærmeste 0,0001 gram.

Mengden organisk materiale i sedimentet ble analysert som glødetap, og er beregnet etter innveining etter tørking ved 105 °C og etter gløding ved 550 °C (NS 4764).

Bunnfauna

Bunnfaunaprøvene ble i felt siktet gjennom sikter med hulldiameter 5 og 1 mm, slik at prøvene er kvantitative for bentisk infauna > 1,0 mm. Prøvene ble deretter emballert og fiksert med 4 % formalin og nøytralisert med boraks.

På laboratoriet ble alle dyr plukket ut under lupe, og overført til egnet konserveringsmiddel (70 % etanol). Dyrene ble identifisert til art så langt dette har vært mulig. Muslinger og snegler ble artsbestemt av Per B. Wikander, krepsdyrene av Kristin M. Nodland, mens Veslemøy Eriksen har stått for identifiseringen av de resterende gruppene.

Bunndyrsfaunaen er i hovedsak immobil. Faunaen kan derfor betraktes som et "speil" på den forurensningsbelastning området har vært utsatt for, og ikke bare representere et øyeblikksbilde, slik tilfellet er om det blir målt ulike parametre i vannsøylen. Derfor er bunndyrsundersøkelser ofte benyttet for å vurdere effekten av ulik forurensning.

Antallet av arter og individer er primære resultater i bunndyrsundersøkelser. Etersom antallet arter og individer i upåvirkede marine sedimenter kan være høyt og derfor vanskelig å få oversikt over, er det hensiktsmessig å sammenfatte informasjonen ved bruk av ulike beregningsmetoder og grafiske fremstillinger.

Ved å redusere datasett med mange variable (her vil hver art representere en variabel) til enklere tall eller informative figurer, vil det på grunn av de enkelte metoders svakheter være fare for at vesentlig informasjon går tapt. Metodene har ulike fordeler og ulemper, og det er derfor vanlig å benytte flere utfyllende og til dels overlappende metoder.

Mål på diversitet

Artsmangfold (diversitet) blir beregnet ut fra antall arter og fordeling av individene mellom artene i prøven. Med høyt antall arter og jevn individfordeling mellom artene, vil prøven ha høy diversitet. Diversitet er beregnet som Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1963) og jevnhet (Pielou 1966).

Shannon-Wiener indeksen beregnes som:

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

Hvor $p_i = n_i / N$, S = totalt antall arter, n_i = antall individer av i 'te art og N = totalt antall individer.

Jevnhet (J) er et mål på hvor jevnt individene er fordelt mellom artene. Verdiene ligger mellom 0 og 1. Verdien vil gå mot 0 om de fleste individene tilhører en art, mens den vil være 1 om alle artene er representert med like mange individer. Ved maksimal diversitet, vil alle artene være representert med like mange individer, det vil si at maksimal diversitet (H_{\max}) i en prøve = $\log_2 S$. Forholdet mellom observert- (H') og maksimal diversitet (H_{\max}), kan derfor sees som et mål på jevnhet. Jevnhet beregnes som:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} = \frac{H'}{H_{\max}}$$

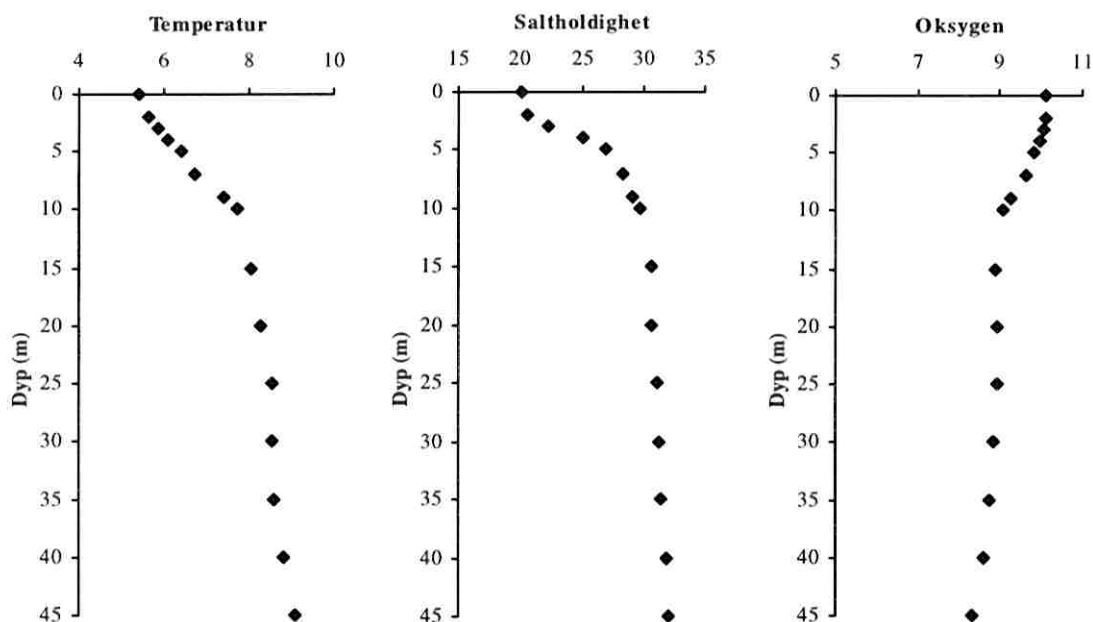
3 Resultater og diskusjon

3.1 Hydrografi

Resultatene er vist i Figur 2 og Tabell 2. Det var størst endringer i vannkvalitet i de øverste 10 meterne. Temperaturen og saltholdigheten økte og oksygeninnholdet avtok. Dette er vanlige resultater i fjordvann på denne årstiden og viser det var skjiktninger i vannsøylen med et ca. 10 m tykt lettere overflatelag. En saltholdighet på 20 S i de øverste meterne viser at fjordvannet tilføres en del ferskvann.

Analysene av bunnvannet viste at det var tilfredsstillende oksygenforhold på Bo 1 og Bo 2. På Bo 3 var det derimot nokså lavt innhold (2,6 ml/l). Dette nærmer seg grensen for hva som regnes som nedre tålegrense for bunndyr. SFT angir et oksygeninnhold (minimumsverdi gjennom året) på over 4,5 ml/l (= 6,4 mg/l) til å tilsvare tilstandsklasse I (meget god), 2,6 ml/l tilsvarer klasse III (mindre god). Det er uvisst om prøvene fra november representerer årsminimum, men det er vanlig å finne årsminimum senhøstes i denne type fjordbasseng. En lengre tidsserie er nødvendig for å bestemme årsminimum av oksygeninnhold i bunnvann.

Oksygenmålingen på Bo 3, viser at det er perioder med stagnerende bunnvann i dypet av resipienten. Dette har betydning for områdets kapasitet til å omsette organisk materiale. Faunaen (se kap. 3.3) viser at oksygeninnholdet i tiden før prøveinnsamling ikke har vært så lavt at bunndyrene forsvinner. Oksygeninnholdet i bunnvannet bør overvåkes videre i nye undersøkelser.



Figur 2. Temperatur (°C), saltholdighet (S) og oksygeninnhold (mg/l) i vannsøylen på stasjon Bo 1 ved Kroholmen 17. november 1998.

Tabell 2. Resultater fra hydrografimålingene fra Bo 1, 17. november 1998, og bunnvannet på Bo 1-3. Omregningsfaktor mellom mg/l og ml/l oksygen er 1,42.

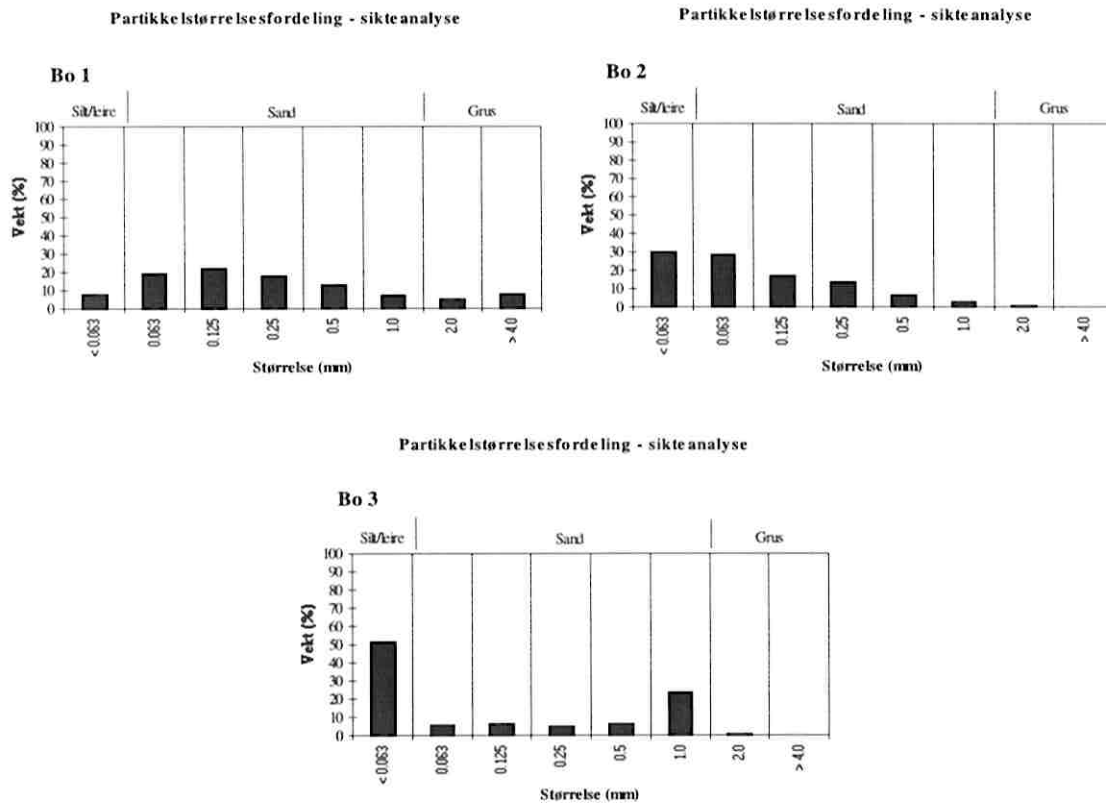
Dyp	Temp. (°C)	Sath. (S)	Oksygen metn. (%)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)
0	5,43	20,1	94,1	10,1	7,1
2	5,63	20,6	94,7	10,1	7,1
3	5,85	22,3	96,0	10,1	7,1
4	6,08	25,1	97,3	10,0	7,0
5	6,39	26,9	97,9	9,8	6,9
7	6,73	28,4	97,8	9,7	6,8
9	7,39	29,1	95,5	9,3	6,5
10	7,74	29,7	94,9	9,1	6,4
15	8,04	30,6	94,3	8,9	6,3
20	8,26	30,7	95,5	9,0	6,3
25	8,55	31,2	96,4	9,0	6,3
30	8,53	31,3	95,2	8,9	6,2
35	8,59	31,5	94,4	8,8	6,2
40	8,81	31,9	93,7	8,6	6,1
45	9,09	32,1	91,1	8,3	5,9
Bunnvann, Bo 1				7,6	5,4
Bunnvann, Bo 2				9,0	6,3
Bunnvann, Bo 3				3,7	2,6

3.2 Sedimentanalyser

Resultatene er vist i Figur 3 og i vedleggene. Se Tabell 1 for sedimentkarakteristikk fra feltarbeidet. Stasjonen tett ved anlegget (Bo 1) hadde det mest grovkornete sedimentet. Det var også innslag av noen steiner. Lenger ute fra anlegget var det litt større innhold av leire og silt, samt finkornet sand. Resultatene viser det er moderate til svake strømmer over bunnen under anlegget. På Bo 1 ble det luktet H₂S og det vi kaller "oppdrettslukt" av sedimentet. Sammen med den mørke fargen viser dette at bunnen mottar organisk materiale fra anlegget. På Bo 3 ute på det dypeste i resipienten var det en typisk mudder/leire bunn. Det er svake strømmer over bunnen i dette området.

Det organiske innholdet var 3,8 % på Bo 1, 5,6 % på Bo 2 og 17,0 % på Bo 3. Det er vanlig at finkornete sediment har høyest organisk innhold og resultatene i denne undersøkelsen passer godt med dette. Tilførselen av organisk materiale til bunnen ved anlegget har ikke ført til et uvanlig høyt organisk innhold i sedimentet. Dette tyder på at det omsettes rimelig raskt. På Bo 3 tyder resultatene på at tilførselen av organisk materiale er stor i forhold til nedbrytningshastigheten. I områder med periodevis stagnerende bunnvann er dette vanlig og et glødetap på 17 % er ikke ekstremt høyt.

Resultater og diskusjon



Figur 3. Partikkelstørrelsesfordeling (prosentvis vektfordeling) i sedimentet for stasjonene i november 1998.

3.3 Bunndyr

Antall individ, antall arter, diversitet, jevnhet, SFT og MOM tilstandsklasse på stasjonene er gitt i Tabell 3. Artslisten fra bunndyrsundersøkelsen er gitt i vedleggene sammen med resultater fra analyser på huggnivå og antall individer av de mest tallrike artene.

På de to stasjonene nærmest anlegget ble det funnet 34 og 49 arter. Dette er bra, og viser at miljøforholdene er tilfredsstillende for mange arter. Nærmest anlegget (Bo 1) ble det funnet 12 individer av børstemarken *Capitella capitata*, som er vanlig under fiskeoppdrett. Forholdsvis få individer av denne arten tyder på at den organiske tilførselen hadde vært liten i tiden før prøveinnsamling. Det kan ellers være tusenvis at denne arten i slike bunnprøver. Både Bo 1 og Bo 2 domineres antallmessig av en rørbyggende børstemark (*Myriochele oculata*) som er svært vanlig i sandholdige sediment. Den bygger rørene sine av sandkorn i bunnen og er blant annet avhengig av at sedimentet inneholder rett partikkelstørrelse. Den store dominansen til denne arten (65 % på Bo 1 og 72 % på Bo 2) gjør at jevnheten og diversiteten blir lav. Dermed får stasjonene dårlig SFT tilstandsklasser og MOM bunntilstand 2 (det siste pga at en art har mer enn 65 % av individene). Dette er et tilfelle hvor indekser kommer til kort når et område skal tildeles en miljøtilstand. Begge stasjonene hadde en rimelig artsrik bunnfauna, og det var bare på Bo 1 at det var tegn til at oppdrettet påvirker artssammensetningen. På Bo 1 ble det funnet noen små blåskjell (*Mytilus edulis*) på bunnen.

Disse stammer fra oppdrettet og ble ikke tatt med i analysene, da de normalt ikke har denne bunntype som sitt leveområde.

På det dypeste i resipienten (Bo 3) ble det funnet tilsammen 26 arter i prøvene. Arts sammensetningen har en blanding av arter som tåler lavt oksygeninnhold i vannet og arter som normalt ikke trives under slike forhold. Resultatene kan tyde på at oksygeninnholdet i bunnvannet svinger opp og ned og at artssamfunnet ikke er stabilt. Faunaen har noen likhetstrekk med en stasjon i Boknafleet (Rygg, 1990), men det er færre arter i denne undersøkelsen. Rygg (1990) skriver at det er tegn til økt organisk tilførsel i fra 1983 til 1988 og 1989.

Fordi individene er jevnere fordelt mellom artene på Bo 3 enn de andre stasjonene får faunaen en bedre tilstandsklasse enn Bo 1 og 2. Sett under ett tolker vi resultatene (arts sammensetning, observasjonene som ble gjort under feltarbeidet og målingen av lavt oksygeninnhold) slik at miljøforholdene er tilfredsstillende for oppdrettet. Vi vil anbefale at undersøkelsen gjentas etter ett til to års videre drift, slik at endringer i miljøforholdene kan avdekkes.

Tabell 3. Antall individ (pr stasjon 0,2 m² og pr m²), antall arter, Shannon-Wiener indeks og jevnhetsindeks på stasjonene i november 1998. Resultater på "huggnivå" er gitt i vedleggene. Tilstandsklasse er gitt i henhold til SFT (Molvær m. fl. 1997) hvor grenseverdiene for H' og tilhørende klasse er: > 4 = I (meget god), 4-3 = II (god), 3-2 = III (mindre god), 2-1 = IV (dårlig) og < 1 = V (meget dårlig). Det er også gitt tilstandsklasse etter MOM kriterier. I fjernsonen (Bo 3) skal SFTs kriterier benyttes.

Stasjon	Antall individ pr. stasjon	Antall individ pr m ²	Antall arter	Shannon-Wiener indeks	Jevnhets indeks	SFT klasse	MOM Tilstand
Bo 1	253	1265	34	2,46	0,48	III	2
Bo 2	610	3050	49	2,25	0,40	III	2
Bo 3	177	885	26	3,56	0,76	II	-

4 Sammendrag og konklusjoner

Undersøkelsen omhandler resultater fra en resipientundersøkelse av en oppdrettslokalitet ved Kroholmen, nord i Boknasundet, Rogaland. Grieg Seafood Bokn A/S ønsker å søke om utvidelse av konsesjonsvolumet på lokaliteten. Denne rapporten kan brukes som underlagsmaterieell til søknaden.

Feltarbeidet ble utført i november 1998 av personell fra RF. Det ble tatt bunnprøver fra tre stasjoner. En stasjon (65 m dyp) tett ved anlegget og en stasjon ca. 150 m ut fra merdene. Den siste stasjonen ble plassert i resipientens dypeste (143 m) del. Bunnprøvene ble analysert med hensyn på fauna, partikkelstørrelse og organisk innhold. Det ble også tatt prøver av bunnvannet på stasjonene til analyse av oksygeninnhold og gjort hydrografiske målinger på en stasjon.

Resultatene fra vannanalysene viste at området tilføres ferskvann, ved at det var et 10 m tykt overflatelag med lav saltholdighet. Oksygeninnholdet i bunnvannet var tilfredsstillende på begge stasjonene nærmest oppdrettet. Det var imidlertid lavt (2,6 ml/l) i dypet av resipienten.

Bunnprøvene viste at det var mest finkornet sand under merdene. På stasjonen nærmest anlegget ble det funnet tegn til at sedimentet var litt påvirket av organisk tilførsel fra oppdrettet. Midt ute i Boknasundet bestod bunnen hovedsakelig av leire og silt. Resultatene viser at det moderate og svake strømmen over bunnen på alle stasjonene. Det organiske innholdet (glødetap) var høyest (17 %) på den dypeste stasjonen og det tyder på sein nedbrytning i forhold til tilførsel av organisk materiale. Dette kan ha sammenheng med periodevis lavt oksygeninnhold. Bunnfaunaen på de to stasjonene nærmest anlegget hadde et tilfredsstillende artsantall og det var bare på stasjonen nærmest merdene at faunaen var påvirket av oppdrettet. Det ble der funnet 12 individer av *Capitella capitata*, en børstemark som er vanlig når bunnen tilføres organisk materiale fra oppdrett. Påvirkningen av bunnforholdene fra anlegget var liten.

Artssammensetningen på den dypeste stasjonen hadde en blanding av arter som tåler lavt oksygeninnhold i bunnvannet og arter som er mer ømfintlige for slike miljøforhold. Sett under ett, tyder resultatene fra stasjonen på at miljøforholdene i dypet av Boknasundet varierer forholdsvis mye. Området bør overvåkes videre for å spore eventuelle endringer.

I henhold til MOM ligger oppdrettslokaliteten i utnyttelsesgrad 2. Ny C-undersøkelse skal i henhold til dette gjøres hver 5. år. Etter vår vurdering, og særlig ved en eventuell utvidelse av konsesjonsvolumet, anbefaler vi en ny undersøkelse etter to år.

Vi konkluderer med at området ut fra marinbiologiske miljøforhold er egnet til oppdrett.

5 Referanser

- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. *Methods for the study of marine benthos*. N. A. Holme and A. D. Mc Intyre. Oxford, Blackwell Scientific Publications: 41-65.
- Forsberg, O. I., 1996. Resipientundersøkelse Øvrebø Fiskeoppdrett. RF-Rogalandsforskning. RF-97/185. 7 s + vedlegg.
- Kupka Hansen, P., A. Ervik, J. Aure, P. Johannessen, T. Jahnsen, A. Stigebrandt & M. Scanning 1997. MOM (Matfiskanlegg - Overvåking - Modelling). Konsept og revidert utgave av overvåingsprogrammet 1997. *Fisken og Havet nr. 5*, 1997. 55 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, Oslo. 36 s.
- Myhrvold, A. U., O. I. Forsberg & Å. Molversmyr 1996. Samlerapport for Rogaland 1996. Forurensningsundersøkelser i sjøområder. RF-Rogalandsforskning. RF-96/245. 138 s.
- Pielou, E. C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. - *Journal of Theoretical Biology* 10: 370-383.
- Rygg, B. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Bløtbunnsfauna 1983 - 1989. NIVA-rapp. nr 88120. Løpenr. 2439. 36 s.
- Shannon, C. E. and W. Weaver 1963. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana.

6 Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Sedimentanalyser

Vedlegg 2. Artsliste bunndyr

Vedlegg 3. Resultater fra bunndyrsanalyser

Vedleggstabell 1. Resultater fra kornstørrelsesanalysen.**Stasjon: Bokn. St.nr.Bo.1. Hugg nr.1. Lab.ref.nr.: 98309-1****Analyseperiode:06.01.-15.01.99 . RF-Miljølab. Analytiker: R.M.**

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	2,31	7,9	100,0
2.0	-2,0	1,49	5,1	92,1
1.0	-1,0	2,13	7,3	87,0
0.5	0,0	3,84	13,2	79,7
0.25	1,0	5,14	17,6	66,5
0.125	2,0	6,48	22,2	48,9
0.063	3,0	5,55	19,0	26,7
< 0.063	4,0	2,25	7,7	7,7
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		29,19		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,34		
Skjevhet	0,41		Glødetap	3,8 %
Kurtosis	-1,67			

Stasjon:Bokn. St.nr.Bo.2. Hugg nr.1, Lab.ref.nr.: 98309-2**Analyseperiode: 06.01.-15.01.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.**

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,21	0,7	100,0
1.0	-1,0	0,91	3,0	99,3
0.5	0,0	2,05	6,7	96,3
0.25	1,0	4,25	13,9	89,6
0.125	2,0	5,25	17,2	75,7
0.063	3,0	8,67	28,4	58,5
< 0.063	4,0	9,22	30,2	30,2
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,56		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		32,37		
Skjevhet	0,55		Glødetap	5,6 %
Kurtosis	-1,35			

Stasjon: Bokn. St.nr.Bo.3. Hugg nr.1, Lab.ref.nr.: 98309-3**Analyseperiode:06.01.-15.01.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.**

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,13	0,6	100,0
1.0	-1,0	4,85	23,6	99,4
0.5	0,0	1,38	6,7	75,8
0.25	1,0	1,09	5,3	69,1
0.125	2,0	1,31	6,4	63,8
0.063	3,0	1,18	5,7	57,4
< 0.063	4,0	10,64	51,7	51,7
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		20,58		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		24,79		
Skjevhet	2,05		Glødetap	17,0 %
Kurtosis	4,13			

Vedleggstabell 2. Artsliste fra bunndyrspøvene.

Artsliste Bogn 17.11.98	Bo 1	Bo 1		Bo 2	Bo 2		Bo 3	Bo 3	
Art/antall ind. pr. prøve	1. hugg	2. hugg	Sum	1. hugg	2. hugg	Sum	1. hugg	2. hugg	Sum
Arter merket med * er ikke tatt med i analyser									
NEMATODA									
*Nematoda indet	1		1						
CNIDARIA									
Anthozoa indet					4	4			
NEMERTINI									
Nemertini indet	1		1	2	2	4		1	1
ANNELIDA									
Polychaeta									
Harmothoe sp	1		1	1	3	4			
Pholoe inornata	4	2	6	10	7	17	1		1
Eteone longa				1	1	2			
Phyllodoce groenlandica				2		2			
Phyllodocidae indet		1	1						
Glycera alba				1	1	2			
Goniada maculata					3	3	2		2
Ophiodromus flexuosus								1	1
Typosyllis cornuta	1	1	2						
Kefersteinia cirrata	1		1						
Nephtys sp					2	2			
Ceratocephale loveni				3		3	6	8	14
Nereis sp	1		1		1	1			
Paramphinome jeffreysii				8	1	9	18	1	19
Lumbrineris spp				4		4	1	2	3
Scoloplos armiger	1		1						
Paradoneis sp		1	1						
Paraonis sp							1		1
Polydora cf ciliata				1		1			
Prionospio spp				1	3	4			
Spiophanes bombyx				3		3	2	1	3
Chaetozone setosa	2		2	9	1	10	3	5	8
Tharyx sp		1	1		1	1		1	1
Cirratulus cirratus	2		2						
Diplocirrus glaucus					4	4			
Chaetopterus norvegicus							1		1
Capitella capitata	4	8	12		1	1			
Mediomastus fragilis	1		1				43	11	54
Maldanidae indet				5	2	7			
Rhodine sp	1		1						
Nicomache sp	2		2						
Scalibregma inflatum				3		3	3		3
Myriochele oculata	65	100	165	200	240	440	25	1	26
Owenia fusiformis	1	2	3		8	8			
Pectinaria auricoma	1	1	2	3	1	4			
Pectinaria koreni	1		1		2	2			
Pectinaria sp.		1	1						
Ampharete sp		1	1		2	2			
Melinna cristata								1	1
Sabellides octocirrata				2		2			
Pista cristata				2		2			
Polycirrus spp	2	1	3		1	1	1		1
Terebellides stroemi				1		1			
Sabellidae indet					2	2			

Artsliste Bokn 17.11.98

Art/antall ind. pr. prøve	Bo 1	Bo 1	Sum	Bo 2	Bo 2	Sum	Bo 3	Bo 3	Sum
	1. hugg	2. hugg		1. hugg	2. hugg		1. hugg	2. hugg	
Serpula sp		3	3						
Sipuncula									
Sipuncula indet	1		1						
Crustacea									
Ostracoda indet							3		3
Eriopisa elongata				1		1			
Cumacea indet								1	1
cf Eudorella sp.				2		2	3	3	6
Leucon sp.							1	3	4
Calocaris macandreae							1		1
Mollusca									
Caudofoveata		3	3		2	2	4		4
Polyplacophora									
Leptochiton asellus	2	3	5						
Gastropoda									
Philine scabra		1	1	4	7	11			
Cylichna cylindracea					1	1			
Bivalvia indet					1	1			
Nucula nitidosa	3		3						
Nuculoma tenuis					4	4			
Nuculana minuta					1	1			
*Mytilus edulis juv.	8	3	11						
Myrtea spinifera	1		1						
Thyasira equalis	1	1	2	16	1	17	1	6	7
Thyasira sarsii							4		4
Montacuta ferruginosa				5		5		7	7
Astarte sulcata					1	1			
Abra nitida				3	1	4			
Timoclea ovata					1	1			
Echinodermata									
Amphiura filiformis		17	17		1	1			
Amphiura sp. juv	2	1	3		1	1			
Ophiura sp					1	1			
Echinocardium cordatum		2	2		1	1			

Vedleggstabell 3. Resultater fra bunndyrsanalysene. van Veen grabb 0,1 m2

Indekser, stasjon Bo 1, 1. hugg		SFT klasser		Ind. / m2
Individantal (N):	102			1020
Artsantall (S):	24			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	2,51	III		
Jevnhetsindeks (J):	0,55			
Indekser, stasjon Bo 1, 2. hugg		SFT klasser		
Individantal (N):	151			1510
Artsantall (S):	20			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	2,09	III		
Jevnhetsindeks (J):	0,48			
Indekser, stasjon Bo 1, sum		SFT klasser		
Individantal (N):	253			1265
Artsantall (S):	34			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	2,46	III		
Jevnhetsindeks (J):	0,48			
Dominerende arter, stasjon Bo 1, sum				
Artsnavn	Antall	% av N		
Myriochele oculata	165	65,2%		
Amphiura filiformis	17	6,7%		
Capitella capitata	12	4,7%		
Pholoe inornata	6	2,4%		
Leptochiton asellus	5	2,0%		
Owenia fusiformis	3	1,2%		
Polycirrus spp	3	1,2%		
Indekser, stasjon Bo 2, 1. hugg		SFT klasser		
Individantal (N):	293			2930
Artsantall (S):	26			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	2,22	III		
Jevnhetsindeks (J):	0,47			
Indekser, stasjon Bo 2, 2. hugg		SFT klasser		
Individantal (N):	317			3170
Artsantall (S):	37			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	1,96	IV		
Jevnhetsindeks (J):	0,38			
Indekser, stasjon Bo 2, sum		SFT klasser		
Individantal (N):	610			3050
Artsantall (S):	49			
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	2,25	III		
Jevnhetsindeks (J):	0,40			
Dominerende arter, stasjon Bo 2, sum				
Artsnavn	Antall	% av N		
Myriochele oculata	440	72,1%		
Pholoe inornata	17	2,8%		
Thyasira equalis	17	2,8%		
Philine scabra	11	1,8%		
Chaetozone setosa	10	1,6%		
Paramphinome jeffreysii	9	1,5%		
Owenia fusiformis	8	1,3%		

Fortsettelse

Indekser, stasjon Bo 3, 1. hugg		SFT klasser	Ind. / m2
Individantall (N):	124		1240
Artsantall (S):	20		
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	3,09	II	
Jevnhetsindeks (J):	0,72		
Indekser, stasjon Bo 3, 2. hugg		SFT klasser	
Individantall (N):	53		530
Artsantall (S):	16		
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	3,46	II	
Jevnhetsindeks (J):	0,86		
Indekser, stasjon Bo 3, sum		SFT klasser	
Individantall (N):	177		885
Artsantall (S):	26		
Shannon-Wiener indeks (H ^ˆ):	3,56	II	
Jevnhetsindeks (J):	0,76		
Dominerende arter, stasjon Bo 3, sum			
Artsnavn	Antall	% av N	
Mediomastus fragilis	54	30,5%	
Myriochele oculata	26	14,7%	
Paramphinome jeffreysii	19	10,7%	
Ceratocephale loveni	14	7,9%	
Chaetozone setosa	8	4,5%	
Thyasira equalis	7	4,0%	
Montacuta ferruginosa	7	4,0%	