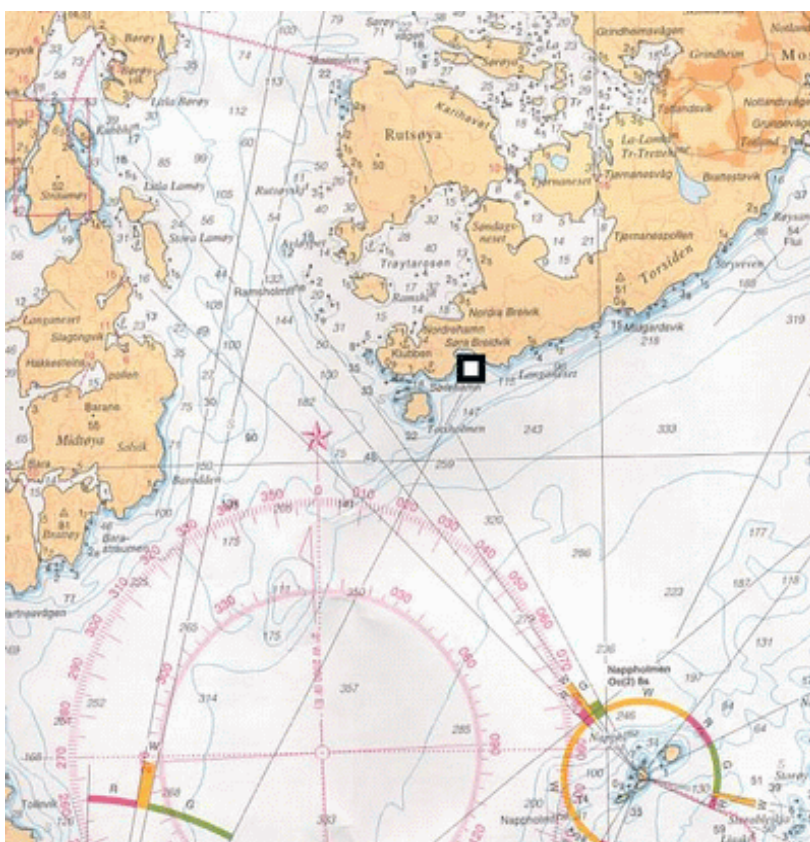


MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Breivik S i Bømlo kommune.



Rådgivende Biologer AS

927



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Breivik S i Bømlo kommune.

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger, Erling Brekke og Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Bremnes Seashore AS

OPPDRAGET GITT:

februar 2006

ARBEIDET UTFØRT:

2006

RAPPORT DATO:

9. august 2006

RAPPORT NR:

927

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

ISBN 82-7658-493-4

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- MOM C-resipientundersøkelse
- Bømlo kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75 E-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Bremnes Seashore AS utført en MOM C-resipientundersøkelse av oppdrettslokaliteten Breivik S (lokalitet nr 11574) med den tilhørende resipienten ut mot Bømlafjorden i Bømlo kommune. Lokaliteten er i dag godkjent for en MTB på 2340 tonn. Fylkesmannen i Hordaland har i utslippstillatelsen datert 15. oktober 2002 stilt som krav at det gjennomføres en resipientundersøkelse der fristen for rapportering var 15. mars 2006.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen, som inkluderer innsamling av vannprøver og sediment, samt innsamling av bunndyr i det aktuelle området den 21. mars 2006. De innsamlete sedimentprøvene og vannprøvene er analysert ved Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand.scient. Inger Dagny Saanum.

Rådgivende Biologer takker for lån av båt og assistanse fra John Sæverud i forbindelse med gjennomføringen av feltarbeidet. Til slutt en takk til Bremnes Seashore AS ved Bernhard Knarvik for oppdraget.

Bergen, 9.august 2006

INNHALDSLISTE

Forord og innholdsliste	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse	7
Metode	10
Miljøtilstanden vinteren 2006	14
Diskusjon	21
Referanser	25
Vedleggstabell fauna	26

SAMMENDRAG

Tveranger, B., E. Brekke & G. H. Johnsen 2006.

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Breivik S i Bømlø kommune.

Rådgivende Biologer AS, rapport 927, 27 sider, ISBN 82-7658-493-4

På oppdrag fra Bremnes Seashore AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Breivik S og i resipienten i Bømlafjorden 21. mars 2006. MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Lokaliteten ligger på sørsiden av Mostralandet litt inne på Breivik, åpent og eksponert til og sørvendt ut mot Bømlafjorden. Lokaliteten ligger i tilknytning til et fjordbasseng med svært gode strøm- og utskiftingsforhold. Under anlegget er det ca 40 - 100 m dypt, og bunnen skråner videre raskt ned til over 300 m dyp ca 700 m sør for anlegget. Det er over 300 m dypt herfra og 15 km utover til innløpet av Bømlafjorden (Sletta). Det er tilsynelatende ingen terskler i området under og rundt anlegget, noe som er gunstig for en oppdrettslokalitet. Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet lengderetning øst - vest litt inne på Breivik. På lokaliteten lå det 7 plastringer med 100 meter omkrets, fordelt på to rekker. På prøvetakingstidspunktet stod det 420 000 fisk i anlegget (V-05) med en snittvekt på 2,3 kg, totalt 966 tonn biomasse. Fisken var jevnt fordelt i merdene.

Det var mest sedimenterende forhold på stasjonene C1 og C2 (henholdsvis 1150 og 650 m sør for anlegget) i et relativt flatt (C1) og noe skrånende (C2) område. Sedimentet var svært finkornet (henholdsvis 97,6 og 89,6 % silt+leire), med et lavt tørrstoffinnhold (30 - 36 %) og et noe høyt glødetap (14,3 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på henholdsvis 57,6 og 59,1 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). En analyse av bunnfauna på stasjon C1 og C2 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på henholdsvis 3,02 og 3,66, noe som gir dyresamfunnet på begge stedene i resipienten i dypområdet i Bømlafjorden tilstandsklasse II = "God".

Sedimentet på stasjonen helt inntil anlegget var mindre finkornet (18,9 % silt+leire), med et relativt høyt tørrstoffinnhold (61,7 %) og relativt lavt glødetap (4,0 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 30,8 mg C/g (SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god"). En analyse av bunnfauna på stasjon C3 ga miljøtilstand 2 = "Moderat påvirket" (NS 9410). Det var imidlertid mye dyr og en høy biologisk aktivitet i sedimentet like inntil anlegget. Like ved anlegget var kobberinnholdet 40 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Innholdet av sink i sedimentet på stasjon C3 ble målt til 42 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset".

Sedimentkvaliteten med hensyn på normalisert TOC ble på den dypeste stasjonen C1 i Bømlafjorden 1,15 km fra anlegget og på stasjonen C2 i skråningen ned mot bunnen i fjordbassenget ca 0,65 km fra anlegget vurdert til å være "Meget dårlig". Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "God" på stasjonene C1 og C2. Dette samsvarer også med forholdet mellom de målte verdier av pH og Eh i sedimentet, der tilstanden var 1 = "upåvirket" etter NS 9410 på begge steder. Det manglende samsvar mellom SFT-vurdering av miljøtilstand basert på sedimentkvalitet og forekomst av bunndyr, er relativt vanlig å observere i denne type sjøbassenger. Sedimentkvalitet målt i henhold til NS 9410 samsvarer bedre med forekomst av dyr enn SFTs klassifisering av sediment.

Det høye individantallet av dyr i nærsone til anlegget tilsier en effektiv nedbrytning og omrøring av sedimentene lokalt. Det kan ikke påvises at oppdrettsaktiviteten har påvirket kvaliteten på dyresamfunnet i resipienten negativt. Det er således grunn til å anta at produksjonen kan økes uten at resipienten blir negativt påvirket slik anlegget er plassert i dag. Lokalitetens tilstand må følges gjennom egne MOM-B undersøkelser.

INNLEDNING

Valg av lokalitet har etter hvert blitt en kritisk suksessfaktor for å oppnå vellykket driftsresultat all den tid det i de senere årene har gått mot en stadig større konsentrasjon av volum og biomasse pr lokalitet. Dette stiller større krav til strømforhold og dybde på lokaliteten, bunntopografi, samt lokaliteten og området rundt sin evne til å omsette det tilførte materialet fra anlegget. Det er et mål at oppdrettsaktiviteten ikke skal påføre det ytre miljø skade og påvirkning utover det som er akseptert i etablerte standarder og normer for næringen, slik som blant annet definert i NS 9410, Miljøovervåking av marine matfiskanlegg.

Minimumsbehovet for strøm i et anlegg er avhengig av temperaturen i sjøen, årstid, fiskemengde i anlegget, føringen, tetthet i merdene, dybde på nøtene, om nøtene er rene, anleggets plassering i forhold til strømretning, osv. For lite strøm medfører oksygensvikt samt opphoping av ammoniakk ut over anbefalte grenseverdier i merdene. Spesielt kritiske perioder har en om sommeren og et stykke utover høsten (ut september) med høy temperatur i sjøen kombinert med lite oksygen tidlig om morgenen før algeblomstringen starter (oksygen blir forbrukt av algene i mørket).

LOKALITETSTYPER

Oppdrettslokaliteter og sjøresipienter langs kysten av Vestlandet kan generelt deles i fire hovedtyper: *1) Fjorder og poller, 2) strømsund, 3) vikar og bukter* eller *4) åpne sjøområder*. Disse forskjellige områdetypene skiller seg fra hverandre på grunnlag av topografiske forhold, noe som medfører at vannmassene har forskjellige utskiftings- og sjiktingsforhold på de ulike dyp. Dette er avgjørende for de lokale sedimentasjonsforholdene, noe som blir lagt vekt på ved vurdering av resipientforhold og lokal påvirkning av eventuelle utslipp til de ulike typene sjøområde. På steder med god "overflatestrøm" og dermed stor vannutskifting i overflatevannmassene, vil tilførsler av oppløst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførsler av organisk stoff synker ned og vil sedimentere avhengig av strømforholdene lenger nede i vannsøylen. Vi snakker da om "spredningsstrøm" i vannmassene under overflaten, og denne er avgjørende for om tilførsler vil påvirke lokalitetene.

Fjorder og poller er pr. definisjon skilt fra de tilgrensende utenforliggende sjøområdene med en terskel i munningen/utløpet. Dette gjør at vannmassene innenfor ofte er sjiktet, der dypvannet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerende, mens overflatevannet hyppig blir skiftet ut fordi tidevannet to ganger daglig strømmer fritt inn og ut. I de store fjordene vil dypvannet utgjøre svært store volum, og dypene kan være på mange hundre meter.

I det stabile dypvannet innenfor tersklene i fjordene i slike sjøbasseng, er tettheten vanligvis større enn i det daglig innstrømmende tidevannet, og her foregår det to viktige prosesser. For det første blir oksygenet i vannmassene jevnt forbrukt på grunn av biologisk aktivitet knyttet til nedbryting av tilført organisk materiale. For det andre skjer det en jevn tetthetsreduksjon i dypvannet på grunn av daglig påvirkning fra det inn- og utstrømmende tidevannet. Dersom munningen er kanalformet, vil det inn- og utstrømmende tidevannet kunne få en betydelig fart, og påvirkningen på de underliggende vannmassene vil kunne bli stor. Når tettheten i dypvannet har blitt så lav at den tilsvarer tettheten til tidevannet, kan dypvannet bli skiftet ut med tilførsel av friskt vann helt til bunns i bassenget. Utskifting av dypvannet kan også skje vinterstid. Når tyngre og saltere vannmasser kommer nærmere overflaten i sjøområdene langs kysten, fordi ferskvannspåvirkningen til kystområdene da er liten og brakkvannslaget blir tynnere, vil dette tyngre vannet kunne bidra til fullstendig utskifting av dypvannet innenfor terskelen, dersom det kommer opp over terskelnivå. Hyppigheten av slike utskiftninger avhenger i stor grad av dypet til terskelen, - dess grunnere terskel, dess sjeldnere har man utskiftninger av denne typen.

Islike innestengte dypvannsområder, som altså finnes naturlig i alle fjorder under terskelnivået til fjorden, vil balansen mellom disse to nevnte prosessene avgjøre miljøtilstanden i dypvannet. Dersom oksygenforbruket er stort grunnet store tilførsler, slik at oksygenet blir brukt opp raskere enn tidsintervallet mellom dypvannsutskiftingene, vil det oppstå oksygenfrie forhold med danning av hydrogensulfid i dypvannet. Under slike forhold er den biologiske aktiviteten mye lavere, slik at nedbryting av organisk materiale blir sterkt redusert. Motsatt vil man hele tiden ha oksygen i dypvannet dersom oksygenforbruket i dypvannet enten er lavt eller tidsintervallet mellom dypvannsutskiftingene er kort. Det er utviklet modeller for teoretisk beregning av balansen mellom disse to forholdene (Stigebrandt 1992).

Strømsund omfatter ofte trange, nesten kanal-lignende nord-sør gående områder der tidevannsstrømmen periodevis er svært sterk. Dersom slike strømsund er grunne, vil man kunne ha en fullstendig utskifting av vannmassene helt til bunns, men vanligvis er det mindre sterk strøm nedover i dypet. Det vil imidlertid bare være høye strømhastigheter i avgrensede tidsperioder, og innimellom tidevannsstrømmen vil det kunne være strømsvakt. Grunne strømsund vil vanligvis ha en svært god resipientkapasitet, fordi selv betydelige tilførsler vil bli spredd utover store områder, mens dypere strømsund vil ha sedimenterende forhold i dypet i de periodene vannhastigheten er mindre. Den lokale påvirkningen av utslipp vil derfor variere avhengig av dypet til sundet. Større sjøområder kan også ha karakter av strømsund i overflaten, mens de kan ha relativt grunne terskler i begge ender og dermed ha egenskaper av fjorder med tilhørende stagnerende dypvann under terskelnivå. Slike større områder vil også ha sedimenterende forhold og kunne ha lokal påvirkning av utslipp.

Innslaget av strømsvakte perioder mellom tidevannsstrømmene i slike **strømsund**, gjør at en kan risikere at fisken i lengre perioder svømmer i tilnærmet det samme vannet. Pulsvis vannutskiftingsstrøm på slike lokaliteter gir ikke kontinuerlig utskifting av vannet i anlegget. Dette trenger ikke være kritisk i den kalde årstiden, men i perioder med høy temperatur i sjøen og mye fisk i anlegget og intensiv fôring, vil fisken kunne få tilført for lite oksygen. Dette vil i særlige tilfeller kunne virke negativt inn på fiskens vekst og trivsel.

Bukter og vik viser til lokale områder som gjerne ligger i tilknytning til enten større fjorder, strømsund eller åpne havområder. Buktene og vikene blir skilt fra poller ved at de ikke er fraskilt fra de utenforliggende sjøområdene med noen terskel, og derfor ikke har stagnerende dypvann ved bunnen. Vanligvis vil derfor en bukt / vik ha skrånende bunn fra land og utover mot det utenforliggende området, slik at også de dypere delene av vannsøyla her blir skiftet ut. Slike områder har relativt god resipientkapasitet, selv om et utslipp vil kunne ha en lokal miljøeffekt på lokaliteten avhengig av den lokale bunntopografien og strømforholdene. **Åpne havområder** ligger utenfor tersklene til de store fjordene, vest i havet. Her er det store dyp og jevn utskifting av vannmassene uten stagnerende dypvann mot bunnen. Her er resipientforholdene svært gode, og et eventuelt utslipp vil ikke ha noen innvirkning på miljøet ved utslippet.

LOKAL BELASTNING

Ved alle vurderinger av belastning må man skille mellom det som utgjør en **lokal** punktbelastning på en oppdrettslokalitet og det som resipienten **regionalt** har kapasitet til å omsette av organisk materiale før den blir overbelastet. Uansett om resipienten har god kapasitet, så vil bæreevnen til selve lokaliteten i stor grad være avhengig av terrenget ved bunnen, dybdeforholdene og strømforholdene i vannsøyla.

Når belastningen på en lokalitet er i likevekt med omsetningen i sedimentene under oppdrettsanlegget, betyr det at den tilførte mengden organisk materiale blir brutt ned og omsatt i sedimentene, i all hovedsak av bunngravende dyr. Forholdsvis store mengder sediment kan omsettes på lokaliteter der man har en rik bunnfauna, har strøm ved bunnen som medfører jevn tilførsel av oksygen, og som også sprer avfallet fra anlegget ut over et større område.

Dersom belastningen fra anlegget er større enn det lokaliteten kan omsette, vil sedimentene bygge seg opp under anlegget, de blir surere, oksygenmengden blir redusert, og bunnfauna som er lite tolerant for miljøforandringer forsvinner. De dyrene som tåler større miljøforandringer blir værende inntil sedimentene er så sure og oksygenfattige at disse dyrene også må gi tapt. Det er svært uheldig å ikke ha bunngravende dyr på bunnen under merdene, fordi mesteparten av nedbrytingsprosessen da stopper opp. Graveaktiviteten til dyrene skaper omrøring og tilfører sedimentet vann og oksygen. Dyrene konsumerer sedimentet, bryter det ned og omdanner det. Når dyrene forsvinner, er det bare den bakterielle nedbrytinga som fortsetter, noe som går vesentlig langsommere. Da skal det bare små tilførsler til før sedimenthaugene bygger seg opp under merdene.

Erfaring viser at **fjordlokaliteter** er mer utsatt for punktbelastning enn drift på mer kystnære lokaliteter, og det medfører at disse lett blir overbelastet. I store og dype fjorder kan belastningen være et lokalt problem for oppdretter, mens det regionalt utgjør et lite problem for resipienten. Årsaken til at bunnen på **fjordlokaliteter** lettere blir overbelastet, skyldes både at det generelt er mindre spredningsstrøm nedover i vannmassene og at bunnen ofte består av fjell uten særlig mye opprinnelig sediment. En **kystlokalitet** har som oftest sedimentbunn og god spredningsstrøm nedover i vannmassene, og i **strømsund** har man

derfor ofte svært gode lokaliteter med sedimentbunn og liten lokal påvirkning under anleggene. På typiske **fjordlokaliteter** har man dessuten ofte bratt stein- og fjellbunn med lite primærsediment, der det i utgangspunktet finnes lite gravende bunnfauna som kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

På denne type bunn vil avfall fra anlegget skli nedover på det bratte berget og lande på hyller og bli liggende i små lommer og groper i terrenget. Når man tar prøver på en slik **fjordlokalitet**, vil prøven som regel vise dårlige forhold der det er mulig å få opp sediment, mens det 1 – 2 m fra treffpunktet kan være tilnærmet rent for sediment og avfall. Det prøvematerialet man da får opp, består ofte av oppskrapte sure, brune, løse og luktende sedimenter, som automatisk får en noe høyere poengsum ut fra de formelle MOM B-vurderingskriteriene. Denne type lokaliteter kan derfor lett bli vurdert som overbelastet, og MOM-metodikken bør derfor ikke alltid benyttes slavisk. Det er viktig å tolke resultatene i lys av hvordan lokaliteten er.

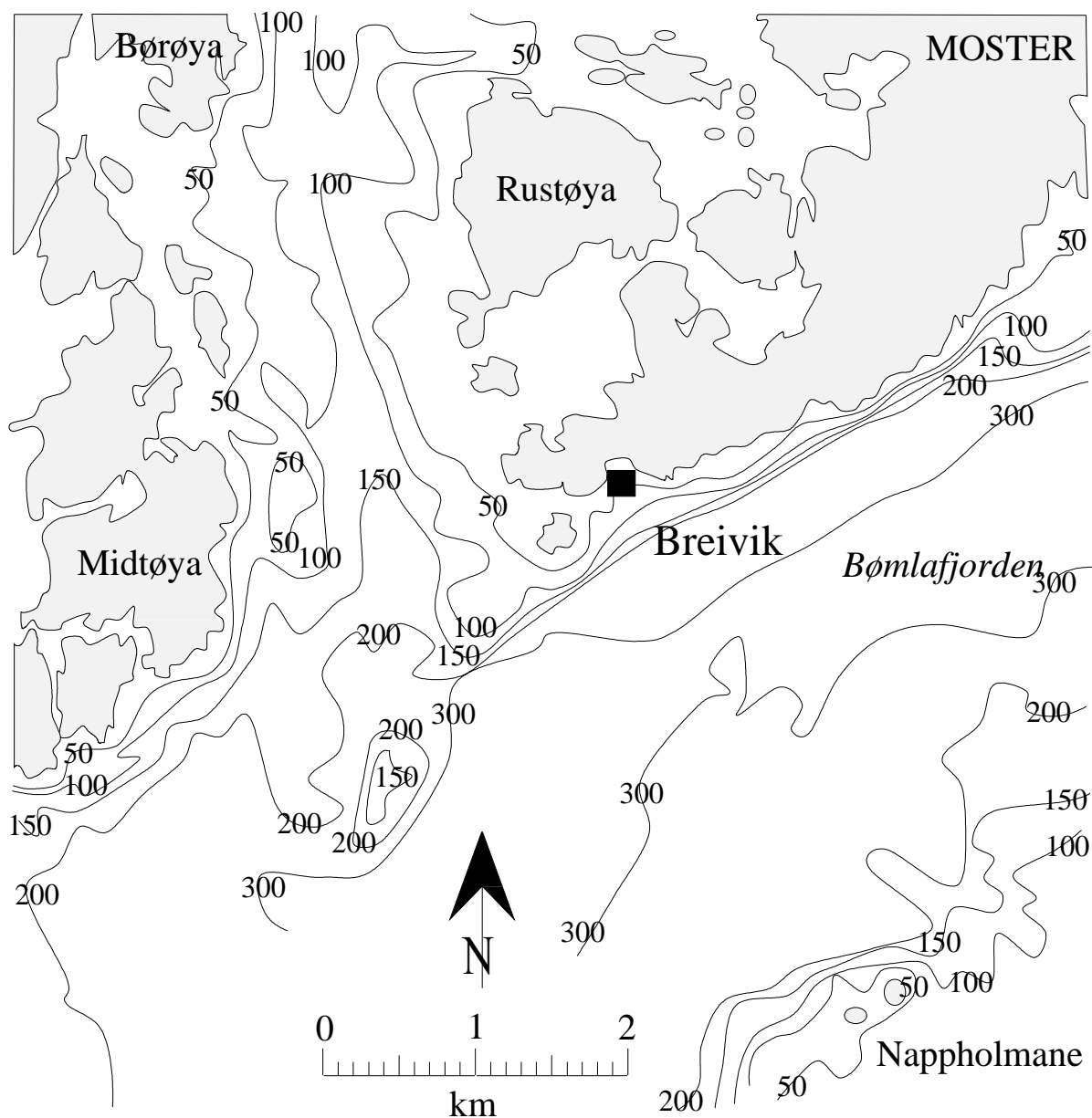
PÅVIRKNING, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

I tillegg vil drift i kompaktanlegg bidra til en høyere punktbelastning over et større areal enn drift i plastringer der det gjerne er noe avstand mellom hver ring. På strømsvake lokaliteter vil dette kunne gi store utslag i belastning på en lokalitet, da avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene. På bratte fjordlokaliteter kan denne effekten til en viss grad oppveies ved at en oppnår en viss spredning av avfallet.

Ved planlegging av større anlegg i fjordsystemer kan det være fornuftig å vurdere tålegrensen til lokaliteten opp mot valg av anleggstype, plassering av anlegget i forhold til dominerende strømretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkelig hviletid mellom driftsperiodene.

OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Lokaliteten ligger på sørsiden av Mostralandet litt inne på Breivik, åpent til og sørvendt ut mot Bømlafjorden (**figur 1**). Lokaliteten ligger ca 7,5 km sørvest for, på utsiden av hovedterskelen til Hardangerfjorden (mellom Otterøy i Bømlo og Valevåg i Sveio), og ca 15 km fra utløpet av Bømlafjorden mot Nordsjøen. Lokaliteten kan således defineres som en kystnær lokalitet.



Figur 1. Dybdeforhold på og rundt lokaliteten ved Søre Breivika med 50-meters dybdekoter tegnet ut fra sjøkart. Plasseringen av lokaliteten ved Breivik S i Bømlafjorden er vist med svart firkant.

Lokaliteten ligger i tilknytning til et fjordbasseng med svært gode strøm- og utskiftingsforhold. Strømforholdene på lokaliteten er påvirket av utoverstrøm fra Hardangerfjordbassenget, og innoverstrøm fra kyststrømmen. På grunn av jordrotasjonskraften er hovedmønsteret for strøm i de store vest- og sørvestvendte fjordene på Vestlandet innoverstrøm på sørsiden av fjorden og utoverstrøm på nordsiden av fjorden. Dette er hovedmønsteret, men innimellom er det variasjoner i dette bildet bl.a. ut fra skifte i værforhold, m.m. Ved nordlige vinder vil en ofte ha en kraftig utoverstrøm ut av f.eks. Bømlafjorden på grunn av at vinddreivet strøm går til høyre for vindretningen på den nordlige halvkule. Nordavinden vil således dra kyststrømmen lenger fra land der man i tillegg helt ute på kysten får upwelling av kaldere, underliggende vann. Ved sønnavind vil kyststrømmen bli presset innover mot kysten og i fjordene, slik at en da kan få periodevis kraftig innoverstrøm. På en lokalitet så langt ute i en fjord, vil kyststrømmen bidra vesentlig til strømforholdene og utskiftingen på lokaliteten.

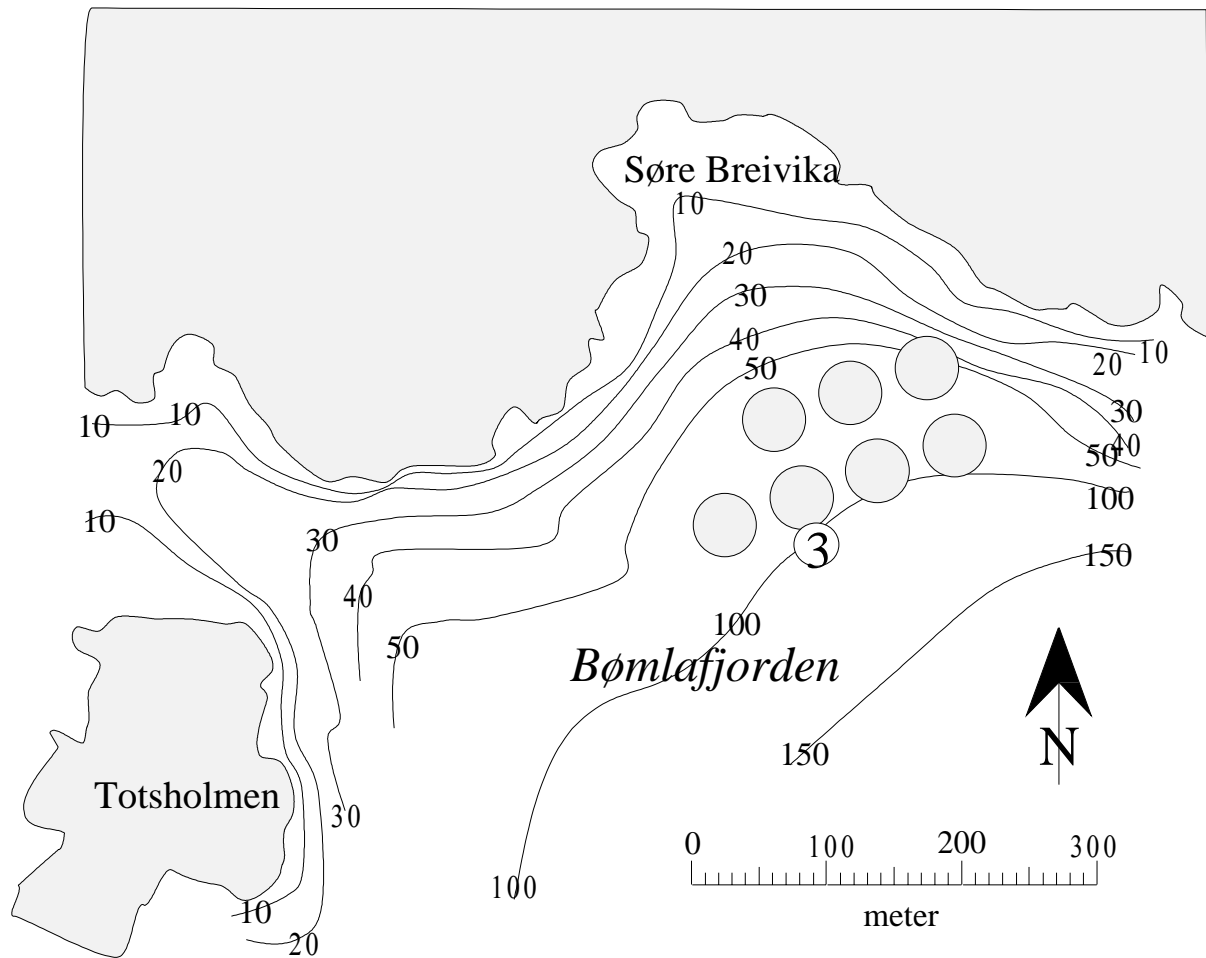
Siden lokaliteten ved Breivik ligger så langt ute i Bømlafjorden, vil bassengtømmings- og bassengfyllingseffekten bidra til at det ved tidevannsendringer passerer mer vann ved denne lokaliteten enn f. eks en lokalitet inne i Jondal. Dette fordi tidevannet bidrar til at det er mer vann som skal inn og ut forbi en lokalitet langt ute i en fjord enn lenger inne i en fjord. Disse gode strømforholdene forventes også å gjelde lokalitetens spredningsstrøm og bunnstrøm, slik at organisk materiale fra anlegget vil bli spredd utover fra lokaliteten og et stykke utover i resipienten der det sedimenterer og blir omsatt i sedimentene.

Lokaliteten ved Breivik S.

Det er tilsynelatende ingen terskler i området under og rundt anlegget, og ut fra kartet virker bunnen å være åpen, skrånende slett og fin mot sør (**figur 2**). Anlegget ligger åpent til ut mot Bømlafjorden. Under anlegget er det ca 40 - 100 m dypt, og bunnen skråner videre raskt ned til over 300 m dyp ca 700 m sør for anlegget. Det er over 300 m dypt herfra og 15 km utover til innløpet av Bømlafjorden (Sletta).

Anlegget besto våren 2006 av 7 plastringer med 100 meter omkrets, fordelt på to rekker (**figur 2**). Anlegget har ikke føringsflåte, men et hus med førsiloer er plassert inne i Sørå Breivik, og utføringen foregår gjennom plastslanger fra førhuset og ut til anlegget. Tidligere lå det et kompakt stålanlegg på lokaliteten, med først 10 bur så 8 bur á 25x25 m på en rekke.

På prøvetakingstidspunktet stod det 420 000 fisk i anlegget (V-05) med en snittvekt på 2,3 kg, totalt 966 tonn biomasse. Fisken var jevnt fordelt i merdene.



Figur 2. Dybdeforhold på og rundt lokaliteten ved Sørå Breivika med 10- og 50-meters dybdekoter tegnet ut fra dybdekotekart som er basert på de hydrografiske originalene for området. Plassering av anlegget er markert med sju sirkler, og prøvetaksingssted C3 er markert (jf **figur 3**).

METODE

Det ble gjennomført en MOM C-resipientundersøkelse i forbindelse med utredningen av anleggets miljøpåvirkning i nærsonen og utover i resipienten (**tabell 2**).

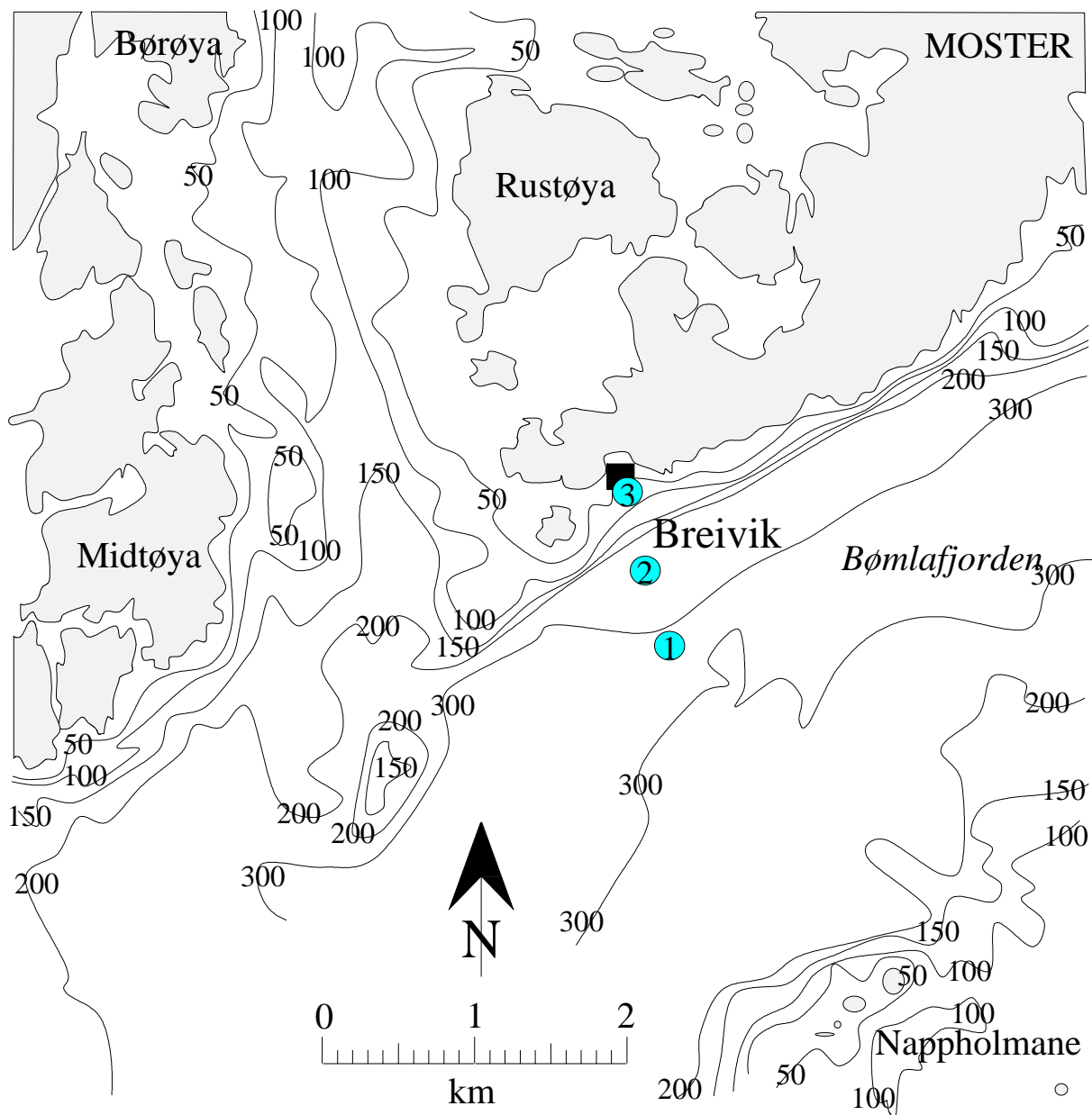
MOM (Matfiskanlegg, Overvåking og Modellering) består av et overvåkingsprogram (A, B og C-undersøkelser) og en modell for beregning av lokalitetens bæreevne og fastsetting av lokalitetens produksjonskapasitet. For nærmere beskrivelse av overvåkingsprogrammet vises til «Konsept og revidert utgave av overvåkingsprogrammet 1997» (Hansen m. fl., 1997). Det er utarbeidet en Norsk Standard for miljøovervåking av marine matfiskanlegg (NS 9410).

Tabell 2. Oversikt over soneinndelingen i MOM systemet. Tabellen beskriver påvirkningskilde og potensiell påvirkning, samt hvilke undersøkelser som inngår i overvåkingen og hvilke typer miljøstandarder som anvendes (fra NS 9410).

	Nærsonen	Overgangssone	Fjernsonen
Definisjon	Område under og nær et anlegg der det meste av større partikler sedimenterer. Denne strekker seg normalt ikke mer enn 15 meter fra anlegget.	Område mellom nærsonen og fjernsonen der mindre partikler sedimenterer.	Område utenfor overgangssonen.
Påvirkningskilde	Oppdrettsanlegget.	Oppdrettsanlegget er hovedpåvirker, men andre kilder kan ha betydning.	Oppdrettsanlegget er en av flere kilder.
Potensiell påvirkning	Store endringer i dyresamfunn og kjemiske forhold i bunnen. Begroing av installasjoner, redusert oksygeninnhold i merdene	Gradvis mindre påvirkning	Økt primærproduksjon og oksygenforbruk i dypvannet.
Overvåking	Primært A og B	Primært C	Primært C
Miljøstandarder	Egne grenseverdier gitt i NS 9410	Egne grenseverdier gitt i NS 9410	SFT: Klassefisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann

MOM C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (nærsonen) og utover i resipienten (fjernsonen). De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 3**. Hovedbestanddelene i en MOM C-undersøkelse består av en analyse av hydrografi i vannsøylen, næringsrikhet i overflatevannet, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning, der både prøvetaking og vurdering utføres etter NS 9410, NS 9422, NS 9423 og i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Det tas to parallelle grabbprøver med en 0,1 m² stor vanVeen-grabb som beskrevet i NS 9422 og NS 9423. Hvis grabben er tom, gjøres det et nytt forsøk. Hvis grabben er tom etter også andre forsøk er det sannsynligvis fjellbunn uten akkumulering av organisk materiale. Dersom bunnen er sterkt påvirket med kraftig lukt av hydrogensulfid og uten makrofauna, tas det bare ett grabbhugg. Ett sett prøver tas nedstrøms så nær anlegget som mulig, og ett sett tas i det dypeste partiet i området. Dersom anlegget ligger i en bratt skrånning, skal det tas prøver ved foten av skrånningen. Når de innsamlede prøvene gir inntrykk av dårlige miljøforhold, skal det tas prøver fra et område som ligger mellom anlegget og det dypeste partiet. I denne undersøkelsen ble det ut fra våre anbefalinger tatt en tredje grabbprøve noe nærmere anlegget. Posisjonene til stasjonene er oppgitt i **tabell 3**.



Figur 3. Stasjonene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen i Bømlafjorden og ved anlegget i Breivik S i Bømlo kommune, 21. mars 2006. Kartet er tegnet etter sjøkart.

Tabell 3. Posisjon for stasjonene ved MOM C-resipientundersøkelsen ved Breivik S 21. mars 2006.

Stasjon	C1	C2	C3
Dyp (meter)	318	254	86
Posisjon (WGS 84)	N: 59° 39,732' E: 05° 19,075'	N: 59° 40,004' E: 05° 18,913'	N: 59° 40,342' E: 05° 18,759'

Det utføres en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm). Vurderingen av bunndyrs sammensetningen gjøres på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfatter to ting, artsrikdom og jevnhet, (fordelingen av antall individer pr art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949), og denne er brukt for å angi diversitet for de prøvene (C1 og C2) som er tatt i anleggets fjernsone i resipienten:

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

der $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av arten i , N = totalt antall individer og S = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen (H') høy. Dersom en art dominerer og/eller prøven inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også et dårlig mål på miljøtilstand i prøver med mange arter, men hvor svært mange av individene tilhører en art. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling av individene (lav jevnhet), mens mange arter viser at det er gode miljøforhold. Ved vurdering av miljøforholdene vil en i slike tilfeller legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er til stede enn på diversitet.

Jevnheten av prøven på stasjon C1 og C2 er også kalkulert, ved Pielous jevnhetsindeks (J):

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

der $H'_{\max} = \log_2 s$ = den maksimale diversitet som kan oppnåes ved et gitt antall arter, S .

Beregningen av diversitetsindekser m. m. er minimumsanslag, da en liten andel av hver prøve ble tatt ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven ble analysert for innhold av dyr. Det reelle tallet på arter og individer i prøvene kan derfor trolig være litt høyere enn det som er påvist.

Helt opp til anlegget vil man på grunn av den store lokale påvirkningen ofte kunne finne få arter med ujevn individfordeling i prøvene. Diversitetsindekser blir da lite egnet til å angi miljøtilstand. Helt opp til anlegget (i nærsonen) gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen etter nærmere beskrivelse i NS 9410, (tabell 4), og denne er brukt for å angi diversitet for den prøven (C3) som er tatt like opptil anlegget.

Tabell 4. Grenseverdier benyttet i nærsonen til vurdering av prøvestasjonens tilstandsklasse (fra NS 9410).

Miljøtilstand 1	-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	-5 til 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 må utgjøre mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3	-1 til 4 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²

For vurdering av sedimentkvalitet tas det fra hver prøvestasjon ut prøvemateriale for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske

analysene utføres også i henhold til NS 9423.

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ned til ca 80 meters dybde, mens oksygeninnhold i vannsøylen dypere enn dette ble målt ved Winkler-analyse. Overflatevannprøver ble analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat -P og nitrat-N. I forbindelse med MOM C-undersøkelsen blir det også foretatt sensoriske vurderinger av prøvematerialet samt måling av pH/Eh på samme måte som ved en MOM B-undersøkelse. Disse opplysningene blir i hovedsak brukt som tilleggsopplysninger for å støtte oppunder en god og helhetlig vurdering av resipienten.

Alle resultatene blir vurdert i henhold til SFT s klassifiseringssystem (SFT 1993, 1997).

MILJØTILSTANDEN VINTEREN 2006

Det ble utført en MOM C-resipientundersøkelse i resipienten til lokaliteten Breivik S, dvs i Bømlafjorden den 21. mars 2006. Det ble tatt vannprøver og bunnprøver på tre steder (C1-C3). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hver av de to prøvestasjonene C1 og C2 i Bømlafjorden og stasjonen C3 helt inntil anlegget (i anleggets nærsone). Replikatene fra hver av stasjonene ble slått sammen forut for analyse av kornfordeling og kjemiske analyser. Analyse av fauna ble gjort for hver replikat og for prøvene samlet. Posisjonene til stasjonene er oppgitt i **tabell 3** og avmerket i **figur 3**.

NÆRINGSRIKHET

Det ble samlet inn overflatevannprøver som ble analysert for næringsrikhet ved stasjon C1 - C3 (**figur 3**). Resultatene er vist i **tabell 5**, og SFT-tilstandsklassen (sommersituasjon) for hver enkelt prøve er markert i parentes. På alle tre stasjonene ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for nitrogen, nitrat og fosfat. På stasjonene C1 og C2 i Bømlafjorden ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for total fosfor. På stasjonen C3 helt inntil anlegget ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse II="God" for total fosfor. Det ble funnet svakt forhøyete verdier av fosfat og fosfor på stasjon C3 helt inntil anlegget (påvirkningskilden) i forhold til stasjonene ute i resipienten, noe som kan forklares med at det foregikk produksjon av fisk i anlegget.

Tabell 5. Overflatevannkvalitet på de tre stasjonene C1 - C3 i Bømlafjorden og ved anlegget 21. mars 2006. Prøvene er hentet på en meters dyp og de er analysert av Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes.

STASJON	Total fosfor : g/l	Fosfat-fosfor : g/l	Total nitrogen : g/l	Nitrat-nitrogen : g/l
C1, Bømlafjorden	12 (I)	6 (I)	208 (I)	30 (I)
C2, Bømlafjorden	14 (I)	6 (I)	228 (I)	26 (I)
C3, ved anlegget	23 (II)	8 (I)	228 (I)	28 (I)

Siktedypet på stasjon C2 var over 20 meter. Siktedypet gjenspeiler mengden partikler i, og den generelle fargen på, vannmassene. I områder med høy algeproduksjon, eller i sterkt ferskvannspåvirkete områder, vil siktedypet kunne være naturlig lavt. Klassifisert i henhold til SFT (1997) tilsvarer siktedypet i Bømlafjorden tilstandsklasse I = "Meget god", noe som indikerer at primærproduksjon ennå ikke var kommet i gang i noe særlig grad.

SEDIMENTKVALITET

Stasjon C1 Bømlafjorden ligger på 318 m dyp ca 1150 m sør for anlegget (**figur 3**). På og rundt stasjonen er bunnen relativt slakt skrånende oppover mot sør og nord og nedover i retning vestsørvest og østnordøst. Stasjonen ligger nede på en svakt skrånende slette i bunnen av fjordbassenget. Grabbhoggene inneholdt fulle grabber (12 l) med et ca 1 cm tjukt brunaktig lag oppå en myk, grå, mudderaktig finkornet såle av sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 6**).

Stasjon C2 Bømlafjorden ligger på 254 m dyp ca 650 m sør for anlegget i en nedoverskrånende bakke mot bunnen i Bømlafjorden. Stasjonen ligger i "unnarennet" nedenfor anlegget i et middels bratt skrånende terreng, fra ca 100 m dyp ved foten av anlegget til 254 m dyp på stasjon C2 ca 650 m sør for anlegget, dvs at bunnen skråner ca 160 m over en distanse på 650 m (ca 25 % fall). Grabbhoggene inneholdt også her fulle grabber (12 l) med et ca 1 cm tjukt brunaktig lag oppå en myk, grå, mudderaktig finkornet såle av sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 6**).

Stasjon C3 ved anlegget ligger like inntil, dvs ca 2 m fra anleggets langsida mot sør litt til side for midten av anlegget. Her er det 86 m dypt. Bunnen skrånar noe i anleggets lengderetning men mest på tvers av anlegget fra nord mot sør. Denne prøven er således tatt inntil anlegget i en bakke som skrår i fra anleggets langsida mot nord, dvs i fra andre siden av anlegget mot stasjonen, slik at terrenget skrånar nedover mot stasjonen. To av grabbhoggene inneholdt lite sediment (0,5 og 0,8 l) mens ett grabbhogg inneholdt 2,5 l. Sedimentet hadde en grov konsistens og bestod av en noe variert blanding av større steiner, småstein, grus, sand og skjellsand. Prøvene var grå uten lukt av H₂S. Det var vanskelig å få opp prøve og en måtte ha fem forsøk for å få opp tilstrekkelig materiale (**tabell 6**). Grabbhogget på 0,5 l ble brukt til sedimentanalyser, mens grabbhoggene på 0,8 og 2,5 l ble brukt til analyser av bunnfauna.

Tabell 6. Beskrivelse av MOM C-prøver fra Bømlafjorden og ved anlegget 21. mars 2006.

Stasjon	Bømlafjorden, C1		Bømlafjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	12 (full)	12 (full)	0,8 l	2,5 l
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei	
H ₂ S lukt	Nei		Nei		Nei	
Primær sediment	Skjellsand	Nei	Nei		20 - 50 %	
	Grus	Nei	Nei		10 - 20 %	
	Sand/silt	Ja	Ja		40 - 70 % (sand)	
	Leire	Ja	Ja		N	
	Mudder	Ja	Ja		N	
Beskrivelse av prøven	Full grabb med myk, grå og luktfri prøve bestående av silt og leire. Mudderbunn. Homogen struktur.		Full grabb med myk, grå og luktfri prøve bestående av silt og leire. Mudderbunn. Homogen struktur.		0,5 - 2,5 l med en fast, grå og luktfri blanding av stein, småstein, grus, sand og skjellsand	

Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet og elektrodepotensial. Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt elektrodepotensial. Sedimentet på stasjonene i Bømlafjorden og helt inntil anlegget hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på alle stasjonene viste positive verdier. Sedimentet på alle tre stedene ble klassifisert til tilstand 1 = upåvirket (**tabell 7**). De høyeste pH og Eh-verdiene ble funnet ved anlegget, noe som indikerer gode oksygen- og nedbrytingsforhold på lokaliteten.

Tabell 7. Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensial (Eh) i sediment i Bømlafjorden og ved anlegget den 21. mars 2006. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=7,98, Eh i sjøvann=304 mV og temperaturen i sedimentet=6,7°C.

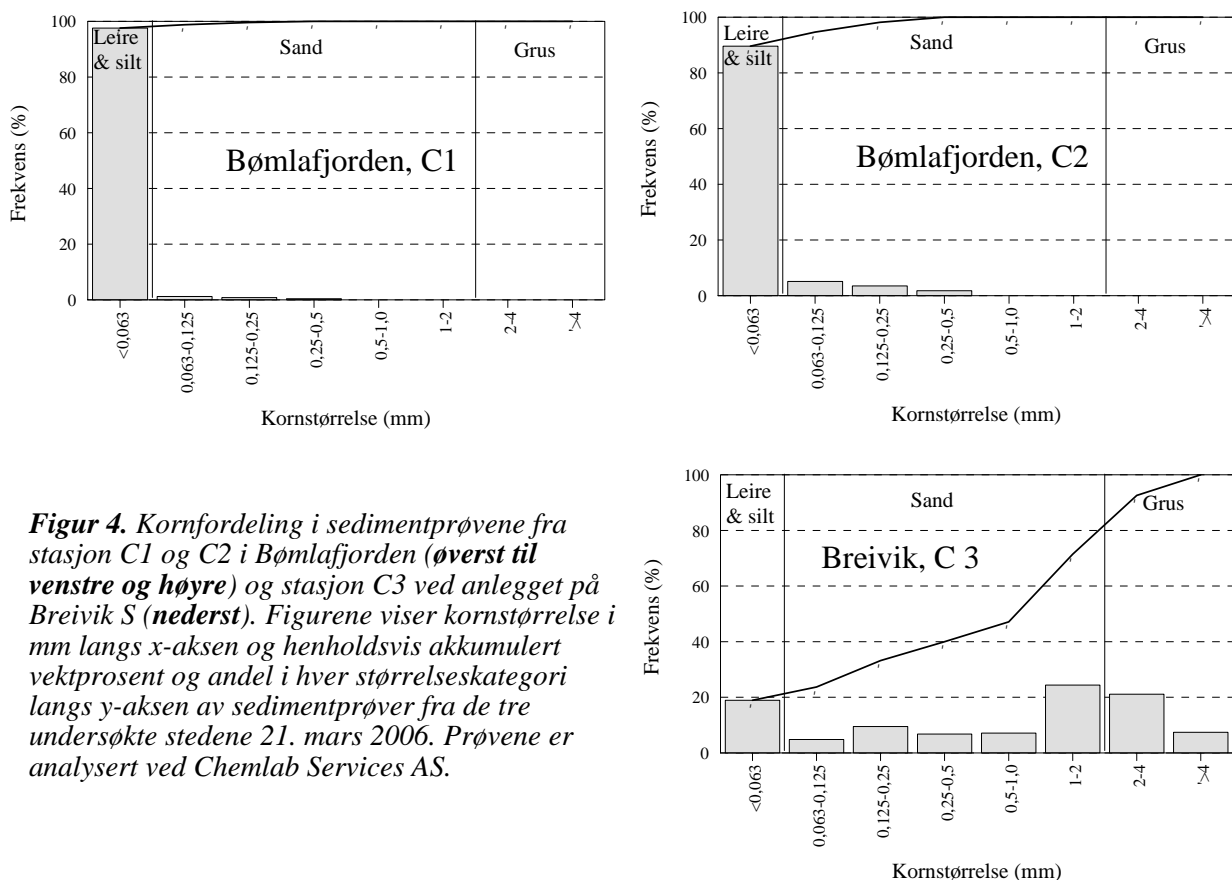
Stasjon	Bømlafjorden, C1		Bømlafjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,46	7,62	7,79	7,88	7,95	7,93
Eh	140	40	20	90	210	201
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	1	1

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 5 cm av sedimentet fra de tre stasjonene C1 - C3. Resultatene viser at det var sedimenterende forhold ved stasjon C1 og C2 i resipienten i Bømlafjorden, mens dette ikke var tilfelle ved stasjon C3. På stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden er det trolig noe moderate strømforhold ved fjordbunnen, og det er relativt flatt over et større område. Henholdsvis hele 97,6 og 89,6 % av partiklene på vektbasis var leire og silt på stasjon C1 og C2, mens bare 2,4 og 10,4 % av partiklene på vektbasis var sand, og da bare av de minste fraksjonene (under 0,5 mm). Stasjon C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke. På dette stedet kan en også forvente mer strøm og vekktransport av finsediment enn på det dypeste i Bømlafjorden. Sedimentet var her mer grovkornet og inneholdt vesentlig mindre silt og leire enn stasjon C1 og C2, dvs 18,9 %. Andelen sand var høy (52,6 %), og det var mest av de største fraksjonene (mellom 1 og 2 mm. Andelen grus var også høy (28,5 %), noe som indikerer gode strømforhold ved bunnen på lokaliteten (**figur 4, tabell 8**). Glødetapet var høyest i sedimentet fra de to dypeste stasjonene i Bømlafjorden (14,3 %) og relativt lavt på stasjon C3 i sedimentet like inntil anlegget (4,04).

Tabell 8. Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet på de tre stasjonene C1 - C3 i Bømlafjorden og ved anlegget 21. mars 2006. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Bømlafjorden, C1	Bømlafjorden, C2	Ved anlegget, C3
Glødetap i %	14,30	14,30	4,04
Leire + silt i %	97,6	89,6	18,9
Sand i %	2,4	10,4	52,6
Grus i %	0	0	28,5



Figur 4. Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden (øverst til venstre og høyre) og stasjon C3 ved anlegget på Breivik S (nederst). Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen av sedimentprøver fra de tre undersøkte stedene 21. mars 2006. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

Kjemiske analyser

Sedimentprøver for hver av stasjonene C1 - C3 ble analysert med hensyn på tørrstoff, glødetap (karbon), nitrogen, fosfor, kobber og sink. Analysene ble utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS, og resultatene er vist i **tabell 9**. Innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omtrent 0,4 x glødetapet, men for å kunne benytte klassifiseringen i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100% finstoff etter nedenforstående formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Tørrstoffinnholdet var lavest på stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden, noe som bekrefter at det her trolig i dette området ved fjordbunnen er mest sedimenterende forhold kombinert med en noe lavere nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. Tørrstoffinnholdet var høyest i sedimentet på stasjon C3, hvilket skyldes at prøvene inneholdt mer grovkornet materiale enn de to første. Glødetapet var tilsvarende høyest på stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden (14,3 %). Glødetapet var vesentlig lavere på stasjon C3 helt inntil anlegget (4,04 %). Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sediment der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Sedimentet på alle tre stasjonene var ut fra stedene sin plassering kjennetegnet ved et relativt normalt innhold av organisk stoff.

Tabell 9. Sedimentanalyser fra stasjon C1 - C3 i Bømlafjorden og ved anlegget. Duplikatene fra hver prøvestasjon på stasjon C1 - C3 ble slått sammen forut for analysen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	C1	C2	C3
Tørrstoff	%	NS 4764	30,3	35,8	61,7
Glødetap	%	NS 4764	14,3	14,3	4,04
TOC	mg/g	beregnet	57,2	57,2	16,2
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	57,6	59,1	30,8
Total Fosfor	%	Intern	0,10	0,08	0,12
Kjeldahl Nitrogen	%	Kjeldahl	0,30	0,24	<0,1
Kobber	mg/kg	NS 4773	57	26	40
Sink	mg/kg	NS4773	121	106	42

Innholdet av (normalisert) TOC var henholdsvis 57,6 og 59,1 mg C/g på stasjon C1 og C2 i de dypere parti ved fjordbunnen i Bømlafjorden og 30,8 mg C/g på stasjon C3 helt inntil anlegget i Breivik S (**tabell 9**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for stasjon C1 og C2 og SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" for stasjon C3 (SFT 1997).

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en noe forhøyet konsentrasjon av nitrogen med 3,0 og 2,4 mg N/g (tilsvarer g N/kg) i sedimentet på stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden. Det ble målt en lav konsentrasjon av nitrogen med <1,0 mg N/g i sedimentet helt inn til anlegget (**tabell 9**). Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på stasjon C2 i Bømlafjorden og litt høyere, men fortsatt lavt i sedimentet på stasjon C1 i Bømlafjorden og på stasjon C3 helt inntil anlegget. Nitrogenverdien fra sedimentet på stasjon C2 i Bømlafjorden og på C3 ved anlegget tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "God", mens resultatene for prøven på stasjon C1 i Bømlafjorden tilsvarer tilstandsklasse II = "Mindre god" (SFT 1993). Av **tabell 9** ser en at innholdet av fosfor i sedimentet er moderat høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Det ble målt et lavt innhold av kobber på stasjon C2 i resipienten og et noe forhøyet innhold av kobber på stasjon C1 i resipienten og stasjon C3 helt inntil anlegget (**tabell 9**). På stasjon C1 ved det dypeste i Bømlafjorden og på stasjon C3 like ved anlegget var konsentrasjonen henholdsvis 57 og 40 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". På stasjon C2 i Bømlafjorden mellom anlegget og det dypeste var kobberinnholdet lavt, dvs 26 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var høyest på stasjon C1 og C2 i resipienten og lavest på stasjon C3 helt inntil anlegget. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 121 og 106 mg Zn/kg. Sinkinnholdet på stasjon C3 ble målt til 42 mg Zn/kg. På alle tre stedene tilsvarer dette SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset".

BUNNDYR

Stasjon C1 på det dypeste ute i resipienten i Bømlafjorden var relativt arts- og individfattig. Det ble til sammen i de to parallelle prøvene funnet 32 individer fordelt på 12 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,02 som gir dypområdet i Bømlafjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God" (**tabell 10**). Individene var ganske jevnt fordelt mellom artene, og derfor blir indeksen for jevnhet forholdsvis høy, dvs 0,84. Det er trolig naturlig lavt oksygeninnhold i dette dypområdet som fører til få individer og arter. Det er ingenting i arts sammensetningen som tyder på forurensningspåvirkning her.

Den rikeste faunaen ble funnet på stasjon C2 i bakken mellom anlegget og det dypeste partiet i Bømlafjorden. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 133 individer fordelt på 26 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,66 som gir stedet (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God". Verdien for jevnhet var relativt høy (0,78). Faunaen fremstår som "sunn og frisk" uten dominans av noen spesielt tolerante arter.

Tabell 10. Antall arter og individer av bunndyr i de seks MOM-C grabbhoggene tatt i resipienten i Bømlafjorden (C1 og C2) og like ved anlegget ved Breivik (C3) 21. mars 2006, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, beregnet maksimal diversitet (H' -max), jevnhet (evenness) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

FORHOLD	Bømlafjorden, C1			Bømlafjorden, C2			Ved anlegget, C3		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
Antall arter	5	9	12	21	20	26	17	9	21
Antall individer	10	22	32	44	89	133	876	357	1233
Shannon-Wiener, H'	1,77	2,75	3,02	3,85	3,11	3,66	1,12	0,98	1,11
H' -max	2,32	3,17	3,58	4,39	4,32	4,7	4,09	3,17	4,39
Jevnhet, J	0,76	0,87	0,84	0,88	0,72	0,78	0,27	0,31	0,25
SFT-tilstandsklasse	IV	III	II	II	II	II	IV	V	IV
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)							Miljøtilstand 2 "Moderat påvirket"		

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Capitella capitata* og *Prionospio malmgreni*. Det ble tilsammen registrert henholdsvis 920 og 265 individer av disse artene totalt i prøven, og de utgjør således henholdsvis 74,6 og 21,5 % av individantallet og til sammen 96,1 % av individantallet. Denne dominansen medfører at indeksene for jevnhet og diversitet blir lave, henholdsvis 0,25 og 1,11 samlet for stasjonen. Dette er en klar indikasjon på forurensningspåvirkning og lokaliteten klassifiseres i tilstandsklasse IV = "Dårlig". Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store, lokale påvirkningen fra anlegget. Helt opp til anlegget gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og arts sammensetningen (NS 9410, **tabell 4**). På stasjon C3 ble det funnet 1233 individer og 21 arter. Siden børstemakken *Capitella capitata* utgjør mer enn 65 % av individantallet, gir dette dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 2= "Moderat påvirket".

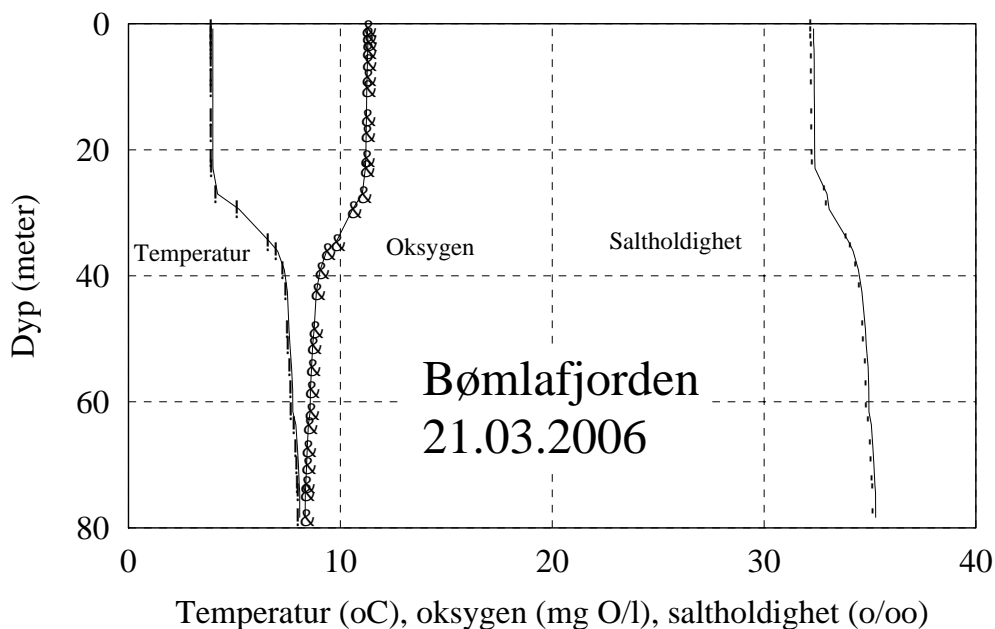
Antall arter tilsier at miljøtilstanden ikke overskrider de miljøforholdene en forventer å finne i forbindelse

med et oppdrettsanlegg, og at forholdene i den undersøkte nærsone dermed er akseptabel.

SJIKTNING

Den 21. mars 2006 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen i Bømlafjorden, ved stasjon C1. Det ble benyttet et nedsenkbart YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 78 m dyp, mens dybden til bunns på målestedet var 318 m.

Målingene avspeiler en typisk vintersituasjon med en relativ homogen vannsøyle i de øvre vannlagene på grunn av avkjølingen som har pågått siden høsten året før. Det var liten forskjell mellom *overflatelaget* (0-10 m) og det underliggende *tidevannslaget* (10 - 25 m). Ned til 23 m dyp var det et homogent vannlag med omtrent samme temperatur, saltinnhold og oksygeninnhold. Mars måned var ekstra kald, og dette resulterte i en ekstra avkjøling og homogenisering av de øvre vannmassene i mars i forhold til de foregående vintrene (**figur 8**). Ned til 23 m dyp var det ingen forskjell i temperatur, som lå stabilt på rundt 4 °C. Fra 23 m dyp var det et "sprangsjikt" på ca 16 m der temperaturen steg fra 3,99 °C til 7,4 °C på 39 m dyp. Ned til 78 m dyp steg temperaturen moderat til 8,1 °C. Saltinnholdet var stabilt ned til 23 m dyp, dvs 32,3 i overflaten og 32,4 på 23 m dyp. Deretter steg saltinnholdet til 34,5 på 39 m dyp og deretter jevnt oppover til 35,3 på 70 m dyp. Oksygeninnholdet var høyt i hele vannsøylen med over 100 % metning fra overflaten og ned til 34,5 m dyp og et minimum på 89 % på 78 m dyp (8,34 mg/l).



Figur 5. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltholdighet (‰) i vannsøylen ved stasjon C1 i Bømlafjorden den 21. mars 2006.

Det ble også samlet inn vannprøver for bestemmelse av oksygen etter Winkler metode. Resultatene er presentert i **tabell 11**.

Tabell 11. Oksygeninnhold i vannprøver samlet inn ved stasjon C1 i Bømlafjorden den 21. mars 2006.

Dyp m	Oksygen mg/l	oksygen ml/l	Tilstandsklasse
10	11,59	8,16	I
55	9,53	6,71	I
100	9,90	6,97	I
150	10,13	7,13	I
200	10,18	7,17	I
230	10,03	7,06	I

Det ble målt noe variable, men høye oksygenverdier i hele vannsøylen. Lavest oksygeninnhold ble målt på 55 m dyp (9,53 mg/l), men siden det kan være vanskelig å helt korrekt bestemme oksygen etter Winkler metode, må resultatene vurderes ut fra dette. En kan likevel forvente at oksygeninnholdet i Bømlafjorden på dette stedet skal være god i hele vannsøylen, og oksygeninnholdet i hele vannsøylen blir også vurdert til å være SFT tilstandsklasse I= "Meget god" (**tabell 11**).

DISKUSJON

Skråningen under anlegget fortsetter i retning nedover mot sør og ender opp i bunnen av Bømlafjorden. Erfaringsmessig vet en at mesteparten av avfallet fra et anlegg sedimenterer lokalt under anlegget og i anleggets nærområde. Det er således bare små mengder som vil sedimentere i de dypereliggende områdene i resipienten, og dette blir trolig omsatt uten at det påvirker miljøet negativt.

Overflatevannkvalitet

På alle tre stasjonene ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for nitrogen, nitrat og fosfor. På stasjonene C1 og C2 i Bømlafjorden ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for total fosfor. På stasjon C3 helt inntil anlegget ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse II="God" for total fosfor. Det ble funnet svakt forhøyete verdier av fosfat og fosfor på stasjon C3 helt inntil anlegget (påvirkningskilden) i forhold til stasjonene ute i resipienten, noe som kan forklares med at det foregikk produksjon av fisk i anlegget.

Sedimentkvalitet

Det var mest sedimenterende forhold ved stasjon C1 og C2 i resipienten i Bømlafjorden. Her er det trolig noe moderate strømforhold ved fjordbunnen og det er relativt flatt over et større område. Sedimentet på begge stasjonene var svært finkornet med et lavt tørrstoffinnhold, forhøyete verdier av karbon og noe forhøyet innhold av nitrogen i sedimentet. Glødetapet var på 14,3 %, noe som indikerer sedimenterende forhold ved bunnen kombinert med en noe lavere nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var 58 - 59 mg C/g på stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for begge stedene (SFT 1997). Innholdet av organisk nitrogen i sedimentet var henholdsvis 3,0 og 2,4 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på stasjon C1 og C2. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Mindre god" på stasjon C1 og I = "God" på stasjon C2 (SFT 1993).

Andre marinbiologiske undersøkelser viser at det er helt normalt med et noe forhøyet glødetap i sedimentet i fjordbassengene siden dyppartiene i fjordene fungerer som sedimentfeller. F. eks. så fant vi et glødetap på 11 % på 210 m dyp i Finnøyfjorden (Tveranger og Johnsen 2004b). To resipientundersøkelser viste et glødetap på 12,2 % på en stasjon på 259 m dyp nord i Finnøyfjorden (Anon 2001), og et glødetap på 8,6 % på en stasjon på 200 m dyp øst i Finnøyfjorden (Anon 2000).

Stasjon C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke. På dette stedet kan en også forvente mer strøm og vekktransport av finsediment enn på det dypeste i Bømlafjorden. Sedimentet var her mer grovkornet og inneholdt vesentlig mindre silt og leire enn stasjon C1 og C2. Andelen sand og grus var tilsvarende høyt. Tørrstoffinnholdet var relativt høyt, og det var et relativt lavt innhold av karbon på stedet med et glødetap på 4,0 %. Det var et lavt innhold av nitrogen i sedimentet inntil anlegget. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var 30,8 mg C/g på stasjon C3 helt inntil anlegget i Breivik S. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" (SFT 1997). Innholdet av organisk nitrogen i sedimentet var <1,0 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på stasjon C3 helt inn til anlegget. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "God" for stasjon C3 helt inntil anlegget (SFT 1993).

Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på stasjon C2 i Bømlafjorden og litt høyere, men fortsatt lavt i sedimentet på stasjon C1 i Bømlafjorden og på stasjon C3 helt inntil anlegget. Innholdet av fosfor i sedimentet var moderat høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Sedimentet på stasjonene i Bømlafjorden og helt inntil anlegget hadde normal pH tilsvarende friske og

oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på alle stasjonene viste positive verdier. Sedimentet på alle stasjonene ble klassifisert til tilstand 1 = "upåvirket" i henhold til NS 9410.

Det var et lavt innhold av kobber på stasjon C2 i resipienten og et noe forhøyet innhold av kobber på stasjon C1 i resipienten og stasjon C3 helt inntil anlegget. På stasjon C1 ved det dypeste i Bømlafjorden og på stasjon C3 like ved anlegget var konsentrasjonen henholdsvis 57 og 40 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". På stasjon C2 i Bømlafjorden mellom anlegget og det dypeste var kobberinnholdet lavt, dvs 26 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var høyest på på stasjon C1 og C2 i resipienten og lavest på stasjon C3 helt inntil anlegget. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 121 og 106 mg Zn/kg. Sinkinnholdet på stasjon C3 ble målt til 42 mg Zn/kg. På alle tre stedene tilsvarer dette SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset".

Bunnfauna

På stasjon C1 i dypområdet i Bømlafjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 32 individer fordelt på 12 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,02 som gir dypområdet i Bømlafjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God".

Diversitet og tilstand i dypområdet i Bømlafjorden/resipienten til anlegget ligger innenfor det som er funnet andre steder i tilsvarende fjordbasseng. I en undersøkelse i 2004 fant vi på 210 meters dyp i Finnøyfjorden (resipienten til Eidesvik Laks AS, lokalitet Nautvik) på prøvested C1 til sammen i to parallelle prøver 74 individer fordelt på 16 arter (Tveranger og Johnsen 2004b). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,04 som ga dypområdet i Finnøyfjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God". Diversitet og tilstand i dypområdet i Finnøyfjorden/resipienten til anlegget lå innenfor det som er funnet i de samme to marinbiologiske undersøkelser utført i 2000 og 2001 i de dypere områdene i Finnøyfjorden, som henvist til ovenfor (Anon 2000, 2001). Her lå Shannon-Wieners diversitetsindeks til dyresamfunnet på fem steder på dyp mellom 142 og 298 m mellom 3,07 og 4,32. Tre av stedene ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse II="God", og to steder ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse I="Meget god". Det gjøres oppmerksom på at disse undersøkelsene er gjort i forkant av eventuelle anleggsetableringer på to steder (omsøkt lokalitet Kjerringa og Hellestø) slik at de avspeiler naturtilstanden.

Den rikeste faunaen ble funnet på stasjon C2 i bakken mellom anlegget og det dypeste partiet i Bømlafjorden. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 133 individer fordelt på 26 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,66 som gir stedet (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God".

Denne forskjellen på stasjon C1 og C2 skyldes mest sannsynlig variasjon i naturgitte miljøforhold i området. Sedimenttypen på de to stedene er nokså sammefallende, men det er ca 65 m dypere på stasjon C1. Det er trolig naturlig lavt oksygeninnhold i dette dypområdet som fører til få individer og arter. Det er ingenting i artsammensetningen som tyder på forurensningspåvirkning her.

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Capitella capitata* og *Prionospio malmgreni*. Dette er en klar indikasjon på forurensningspåvirkning på lokaliteten. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 1233 individer fordelt på 21 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 1,11 som gir stedet (ved påvirkningskilden) tilstandsklasse IV= "Dårlig". Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store, lokale påvirkningen fra anlegget, og helt opp til anlegget gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410). Siden børstemakken *Capitella capitata* utgjør mer enn 65 % av individantallet, gir dette dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 2= "Moderat påvirket" selv om antall arter (21 stk) tilsier miljøtilstand 1= "Lite påvirket".

Med hensyn på sedimentkvalitet og kvaliteten på bunndyrsamfunnet kan det ikke dokumenteres at anlegget har noen negativ miljøpåvirkning på de omkringliggende prøvestasjonene i skråningen mellom

anlegget og det dypeste i Bømlafjorden (stasjon C2) eller i det relativt flate dypområdet i bunnen av Bømlafjorden (stasjon C3).

Dette kan begrunnes ut fra følgende forhold. På stasjonen nærmest anlegget (C3) var glødetapet vesentlig lavere enn på stasjonene C1 og C2 ute i resipienten. Det normaliserte TOC-innholdet på 30,8 mg C/g var omtrent det halve som på stasjon C1 og C2 selv om dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god". Dette indikerer likevel at det er gode omsetningsforhold innenfor anleggets nærsone, da mesteparten av avsetningene fra anlegget vil sedimentere under anlegget og i anleggets nærsone. Dette ser en også av antall gravende bunndyr som ble funnet på denne stasjonen. Det ble funnet 1233 individer på et areal på 0,2 m². Dette er 38,5 ganger så mange individer pr arealenhet som på stasjon C1 og over 9 ganger så mange individer pr arealenhet som på stasjon C2 ute i resipienten. Selv om kvaliteten på dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget ut fra artsantallet og artssammensetningen blir gradert til miljøtilstand 2 (moderat påvirket), så viser dette en av de interessante mekanismene som inntreffer når store mengder organisk materiale blir tilført sedimentet på et begrenset sted (punktbelastning). De opportunistiske artene, her først og fremst representert av børstemakkene *Capitella capitata* og *Prionospio malmgreni* stortrives under slike forhold og blomstrer opp i et stort antall og omsetter store mengder organisk materiale. Selv om dette ut fra en SFT kvalitetsvurdering av dyresamfunn blir vurdert som "Dårlig", så er det nettopp en slik sammensetning av dyr som fra naturens side er spesialister i høy omsetning der en får store tilførsler av organisk materiale. Når disse dyrene er så effektive at man alt bare noen meter fra anlegget har en bedre sedimentkvalitet enn på den dypeste stasjonen i Bømlafjorden, så indikerer dette at miljøpåvirkningen fra anlegget i all hovedsak er helt lokal, og at mesteparten av det organiske materialet fra anlegget blir omsatt og omdannet her. Det indikerer også at det må være meget høy omsetningskapasitet i friske og oksygenrike sedimenter.

Det kan selvsagt tenkes at noe av avsetningene fra anlegget, dvs de finpartikulære tilførslene vil spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet. Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved anlegget, og den bortgående strømmen tar med seg alle de finere partiklene. Nå vil imidlertid disse partiklene bli spredd over et relativt stort område før noe av dette sedimenterer i det dypeste i Bømlafjorden, og det er således trolig små mengder av de opprinnelige utslippene som vil sedimentere her.

Siden anlegget ligger nokså langt fra dypområdet i Bømlafjorden, og det allerede bare noen meter fra anlegget er bedre sedimentkvalitet enn i det dypeste, så er det grunn til å tro at det som eventuelt er av påvirkning i de dypere parti i Bømlafjorden mer skyldes forhold som er styrt av naturlige prosesser heller enn noen påvirkning fra oppdrettsanlegget ved Breivik S. Dette ser en også ut fra at sedimentkvaliteten var marginalt bedre og diversiteten i dyresamfunnet var høyere på stasjon C2 mellom anlegget og det dypeste. Det er grunn til å tro at dersom det var noen påvirkning fra anlegget på resipienten, så skulle dette først slå ut på stasjonen nærmest anlegget. Et eventuelt overskudd av organisk materiale fra anlegget skulle en anta ville kunne spores på denne prøvestasjonen (C2) dersom det ikke foregår en nedbrytning og fortykning underveis.

Nå skal det til slutt presiseres at begge steder i dypområdet i Bømlafjorden, har **gode forhold** for bunnlevende dyr (SFT tilstand II) selv om sedimentkvaliteten ut fra en SFT vurdering av TOC får tildelt tilstanden "Meget dårlig" (tilstand V). Disse stedene C1 og C2 er således ut fra kvaliteten på dyresamfunnet to gode steder. Dette er et mønster som vi har sett ved en rekke resipientundersøkelser vi har utført de siste årene (Børsheim m. fl. 2003, Tveranger m. fl. 2003, Tveranger og Johnsen 2003, Tveranger og Johnsen 2004a). Det er således grunn til å stille spørsmål ved om SFT klassifiseringen av sedimentkvalitet ut fra en vurdering av TOC-innhold (1997-utgaven) faktisk er for streng i forhold til kvalitetsvurderingen av dyresamfunnet. Med dette menes at det virker noe underlig at et dyresamfunn som blir karakterisert som "Godt" skal trives i et sediment som pr definisjon blir klassifisert til å være "Meget dårlig". Det kan her nevnes at i 1997 utgaven er det noe strengere krav enn før (1993-utgaven) til en klasse med samme romertall. Innholdet av organisk karbon på stasjonene C1 og C2 var 58 - 59 mg C/g. Ut fra SFT 1993 ville dette ha gitt tilstand III = "Nokså dårlig" på stasjon C1 og C2.

KONKLUSJON

Like inntil anlegget var sedimentkvaliteten vesentlig bedre enn på de to dypeste stasjonene i Bømlafjorden henholdsvis 1150 og 650 m fra anlegget, men sedimentkvaliteten (organisk karbon) ble vurdert til å være "Meget dårlig" på stasjon C1 og C2 i resipienten og "Mindre god" på stasjon C3 inntil anlegget. Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "God" på stasjon C1 og C2 i Bømlafjorden. Både sedimentkvaliteten og kvaliteten på dyresamfunnet tilsvarer det som er funnet flere andre steder i tilsvarende fjordbasseng, og vurdert i henhold til NS 9410 tilsvarer pH og Eh forholdet miljøtilstand 1="upåvirket".

Like inntil anlegget ble kvaliteten på dyresamfunnet vurdert til å være "Moderat påvirket" (miljøtilstand 2), men det var svært mye dyr i sedimentet og høy biologisk aktivitet. MOM C-undersøkelsen viser likevel at det ikke kan påvises at oppdrettsaktiviteten har påvirket kvaliteten på dyresamfunnet i resipienten negativt. Det er grunn til å anta at med den nåværende plasseringen av anlegget, så kan produksjonen økes uten at resipienten blir negativt påvirket. Lokaliteten må følges opp gjennom egne MOM-B undersøkelser.

REFERANSER

ANON 2000.

Resipientundersøkelse. Skartveit Fisk AS. Ny lokalitet. Juli 2000
Aqua Safe/Aqua Management AS. 14 sider.

ANON 2001.

Resipientundersøkelse. Skartveit Fiskeoppdrett AS. Lok. Kjerringa. Juli 2000
Aqua Safe/Aqua Management AS. 15 sider.

BØRSHEIM, K., B. TVERANGER, G.H. JOHNSEN & E. BREKKE 2002.

Kombinert MOM B og MOM C -undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Jibbersholmane og resipienten i Hoplandsosen i Radøy kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 629, 36 sider, ISBN 82-7658-204-4.

HANSEN, P.K., A. ERVIK, J. AURE, P. JOHANNESSEN, T. JAHNSEN, A. STIGEBRANDT & M. SCHAANNING 1997.

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997
Fisken og Havet nr 5, 55 sider.

MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.
SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.

NORSK STANDARD NS 9410

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

NORSK STANDARD NS 9422

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

NORSK STANDARD NS 9423

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunnsfauna i marint miljø.

RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer.
SFT Veiledning 93:05. TA-925/1993.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.
University of Illinois Press, Urbana, 117 s.

STIGEBRANDT, A. 1992.

Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter.
ANCYLUS, rapport nr. 9201, 58 sider.

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2003

Strømmålinger samt kombinert MOM B- og MOM C-resipientundersøkelse av Hjelmåsvågen, Lindås kommune, høsten 2002
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 632, 37 sider, ISBN 82-7658-205-2

TVERANGER, B., K. BØRSHEIM & G.H. JOHNSEN 2003. Dokumentasjonsvedlegg til søknad

om utvidelse ved Lindås Fiskeoppdrett AS på Nesfossen
Rådgivende Biologer AS, rapport 612, 40 sider.

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2004a

Kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjeppvikholmen og resipienten i Herdlefjorden i Meland kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 735, 40 sider, ISBN 82-7658-250-8.

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2004b

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Nautvika i Finnøy kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 740, 26 sider, ISBN 82-7658-252-4

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Vedleggstabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene på to stasjoner i Bømlafjorden og ved anlegget på lokaliteten Breivik S 21. mars 2006. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m² stor van Veen Grabb, og det ble tatt to parallelle prøver hvert sted (A og B). Prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,2 m² på hvert sted. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Bømlafjorden C1			Bømlafjorden C2			Ved anlegget C3		
	A	B	A + B	A	B	A + B	A	B	A + B
ANTHOZOA									
<i>Virgularia mirabilis</i>				1	1	2			
NEMERTINEA									
<i>Nemertinea</i> spp.				2	7	9	1	1	2
SIPUNCULIDA									
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		8	8	8	2	10			
OLIGOCHAETA - Fåbørstemakk									
<i>Oligochaeta</i> sp.							1		1
POLYCHAETA - Flerbørstemakk									
<i>Pholoe inornata</i>				1	1	2	5		5
<i>Anaitides mucosa</i>							1		1
<i>Glycera lapidum</i>							2	1	3
<i>Neoleanira tetragona</i>		1	1						
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1		1						
<i>Hesionida</i> sp.					1	1			
<i>Typosyllis</i> sp.							1		1
<i>Exogone verugera</i>					1	1			
<i>Ceratocephale loveni</i>		2	2	2	1	3			
<i>Schistomeringos caeca</i>	1		1				1		1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		3	3	2	38	40	1		1
<i>Nephtys paradoxa</i>		1	1	2		2			
<i>Levinsenia gracilis</i>				2	8	10			
<i>Prionospio malmgreni</i>							210	55	265
<i>Scolelepis fuliginosa</i>								2	2
<i>Spiophanes krøyerii</i>				1	1	2			
<i>Chaetozone setosa</i>				1		1			
<i>Cirratulus cirratus</i>								1	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>				1	3	4			
<i>Scoloplos armiger</i>							7	10	17
<i>Ophelina acuminata</i>					2	2			
<i>Heteromastus filiformis</i>				4	6	10			
<i>Capitella capitata</i>							635	285	920
<i>Myriochele oculata</i>				1		1			
<i>Owenia fusiformis</i>							1		1
<i>Praxillella affinis</i>				1		1			
<i>Rhodine loveni</i>				1	1	2			
<i>Sosanopsis wireni</i>				1		1			
<i>Polycirrus</i> sp.							2		2
MOLLUSCA - Bløtdyr									
<i>Chaetoderma</i> sp.				1	2	3			
<i>Nucula nitidosa</i>					1	1	1		1
<i>Abra nitida</i>	1		1	1		1			
<i>Thyasira</i> spp.	6	3	9	1	4	5			
CRUSTACEA - Krepssdyr									
<i>Nebalia bipes</i>							5		5
<i>Idotea</i> sp.							1		1
<i>Lysianassidae</i> sp.					1	1			
<i>Eriopisa elongata</i>		2	2	6	4	10			
<i>Cheirocratus sundevalli</i>							1		1
<i>Pagurus bernhardus</i>								1	1
<i>Calocaris macandrea</i>	1	1	2						

ECHINODERMATA - Pigghuder										
<i>Amphiura filiformis</i>		1	1	4	4	8				
<i>Brissopsis lyrifera</i>								1	1	
Antall individer	10	22	32	44	89	133	876	357	1233	
Antall arter	5	9	12	21	20	26	17	9	21	
Diversitet, H'	177	275	302	385	311	366	112	98	111	
H' max	232	317	358	439	432	470	409	317	439	
Pielou's Jevnhet (J)	76	87	84	88	72	78	27	31	25	