

Kombinert MOM B- og
MOM C-undersøkelse ved
oppdrettslokaliteten Kjeppvikholmen
og resipienten i Herdlefjorden i
Meland kommune.



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjeppvikholmen og resipienten i Herdlefjorden i Meland kommune.

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger og Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Blom Fiskeoppdrett AS

OPPDRAGET GITT:

mars 2004

ARBEIDET UTFØRT:

2004

RAPPORT DATO:

14. juli 2004

RAPPORT NR:

735

ANTALL SIDER:

40

ISBN NR:

ISBN 82-7658-250-8.

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- MOM B-lokalitetsundersøkelse
- MOM C-resipientundersøkelse
- Meland 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 Blom Fiskeoppdrett AS utført en kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjepevikholmen og resipienten Herdlefjorden i Meland kommune. Resipientundersøkelsen er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i brev datert 4. juni 2003 i forbindelse med at det er gitt midlertidig utslippstillatelse for et volum på 24 000 m³ på lokaliteten fram til 30. august 2004. Fylkesmannens miljøvernnavdeling trakk tilbake den midlertidige utslippstillatelsen på lokaliteten på 36 000 m³ på grunn av en MOM B-lokalitetsundersøkelse utført 9. november 2000 som viste at lokaliteten var overbelastet. Blom Fiskeoppdrett AS fikk imidlertid forlenget utslippstillatelsen fram til 30. august 2004 på grunn av et forskningsprosjekt for uttesting av diagnostiske metoder og vaksiner til bruk for å bekjempe pancreas disease. I tillegg til MOM C-undersøkelsen ble det derfor også gjennomført en ny MOM B-undersøkelse på selve lokaliteten for å få vurdert den lokale belastningen opp mot den eventuelle regionale påvirkningen.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen, som inkluderer innsamling av vannprøver og sediment, samt innsamling av bunndyr i det aktuelle området den 31. mars 2004.

De innsamlete sedimentprøvene og vannprøvene er analysert ved Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Randi Lund og undersøkt av Lindesnes Biolab ved cand.scient. Inger Dagny Saanum, mens kornfordeling i sedimentet er analysert ved M-Lab AS i Stavanger. Sjøområdet er loddet opp med Olex integrert digitalt sjøkart med GPS-posisjonering og ekkolodd.

Rådgivende Biologer takker de ansatte ved anlegget for assistanse i forbindelse med gjennomføringen. Vi takker også Odd Mikkelsen for tilgang til båt ved befaringen. Til slutt en takk til Blom Fiskeoppdrett AS for oppdraget.

Bergen, 14. juli 2004

INNHOLDSLISTE

Forord og innholdsliste	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse	7
Anlegget	11
Metode	12
Miljøtilstanden seinvinter 2004	18
MOM B-lokalitetsundersøkelse	18
MOM C-resipientundersøkelse	24
Diskusjon	31
Referanser	38
Vedleggstabell fauna	40

SAMMENDRAG

Tveranger, B., & G. H. Johnsen 2004.

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.

På oppdrag fra Blom Fiskeoppdrett AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Kjeppvikholmen og i resipienten i Herdlefjorden 31. mars 2004. MOM B-undersøkelsen på lokaliteten og MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført i samsvar med Norsk Standard 9410.

Lokaliteten er en fjordlokalitet og ligger rett øst for Kjeppvikholmen på sørsiden av Holsnøy, sørvendt ut mot Herdlefjorden. Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet lengderetning nordvest – sørøst der anleggets langsider mot nordøst ligger ca 275 m fra land. Under anlegget er det relativt bratt, dvs 90 – 180 m dyp i anleggets lengderetning mot nordvest, og allerede ca 175 m sør – sørvest for anlegget er det over 250 m dyp. Anlegget ligger på tvers av en bratt skråning som skråner mot sørvest, og bunnen under anlegget skråner både på langs og på tvers av anlegget. Anlegget ligger over en bunn som noe steder kan se ut til å danne små fordypninger, men ikke av en slik karakter at en har større hull og groper i terrenget der større mengder avfall fra anlegget kan samle seg opp. Dette er gunstig for en oppdrettslokalitet.

Anlegget på lokaliteten er et Rabben stålanlegg bestående av 6 merder på 25 x 25 meter. Fisken i anlegget ble satt ut høsten 2002. Den totale biomassen i anlegget var på tidspunktet for prøvetaking ca 1300 tonn, og fisken var relativt jevnt fordelt i alle merdene både med hensyn på antall fisk pr. merd og biomasse.

MOMB-lokalitetsundersøkelsen viste at lokaliteten på tidspunktet for prøvetaking ble vurdert til tilstand 4 = "uakseptabelt belastet". Oppdrettslokaliteten har trolig en blandingsbunn av hard fjellbunn og primærsediment, som for det meste består av finkornet sand og silt. Oppå dette lå det et relativt tynt slamlag (1 - 5 cm) på lokaliteten med 10 - 60 % innslag av avskrapte blåskjell fra anlegget. Grabben var generelt ¼ - ¾ full, og konsistensen varierte fra fast til myk og løs. Det var noe til sterk lukt i de fleste prøvene, og gassdannelse i vel halvparten av dem. Fargen var i hovedsak brun eller svart. Nesten alle prøvene var fra noe til sterkt påvirket av oppdrettsvirksomheten. Det var dyr i to av ti prøver.

MOM C-resipientundersøkelsen i Herdlefjorden viser at det var sedimenterende forhold på prøvestedet C1 (300 m dyp, 500 m sør for anlegget) og C2 (264 m dyp, 300 m sørvest for anlegget) i dypområdet i Herdlefjorden. Sedimentet var her finkornet (henholdsvis 49,7 og 45,6 % silt+leire) med et noe lavt tørrstoffinnhold (henholdsvis 28,9 og 28,5 %) og høyt glødetap (20,6 % på begge steder), tilsvarende et (normalisert) TOC-innhold på henholdsvis 91,5 og 92,2 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). En analyse av bunnfauna fra prøvested C1 og C2 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på henholdsvis 3,62 og 3,28, noe som gir dyresamfunnet i resipienten i dypområdet i Herdlefjorden tilstandsklasse II = "God". Prøvestedet C3 helt inntil anlegget hadde best sedimentkvalitet. Den finkornete andelen av sediment var lavest (22,4 % silt+leire), tørrstoffinnholdet var høyest (58,3 %) og glødetapet lavest (9,02 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 50,1 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). Det var en god del dyr i prøven, som var fordelt på sju arter, men totalt dominert av *Capitella capitata* og *Prionospio malmgreni* (95 % av individantallet). Dette gir dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 2 = "Moderat påvirket". Det var høy biologisk aktivitet i sedimentet like inntil anlegget.

Resultatene fra undersøkelsene viser at belastningen på lokaliteten er helt lokal. Lokaliteten er overbelastet, men slamlaget var relativt tynt og grabbvolumet på hvert sted forholdsvis moderat. Lokaliteten fungerer som en typisk fjordlokalitet. Etter en brakkleggingsperiode på et halvt år vil tilstanden på lokaliteten trolig være vesentlig forbedret. Det høye individantallet av dyr i nærsonen tilsier en effektiv nedbrytning og omrøring av sedimentene. Det kan ikke påvises at oppdrettsaktiviteten har påvirket kvaliteten på dyresamfunnet i resipienten negativt. Det er grunn til å tro at med den nåværende plassering av anlegget, så kan produksjonen økes uten at lokaliteten blir mer påvirket eller at resipienten blir negativt påvirket. Den beste måten å ivareta miljøet på lokaliteten er at en eventuell produksjonsøkning foregår ved at det blir tatt i bruk flere merder på lokaliteten med god dybde under merdene, slik at produksjonen pr arealenhet blir noenlunde lik den som en har i dag.

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

Oppdrettslokalteter og sjøresipienter langs kysten av Vestlandet kan generelt deles i fire hovedtyper: *1) Fjorder og poller, 2) strømsund, 3) viker 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.

I slike 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 strømstille. 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 strømstille 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 bunnsfauna, 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 nedbrytingsprosessene 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

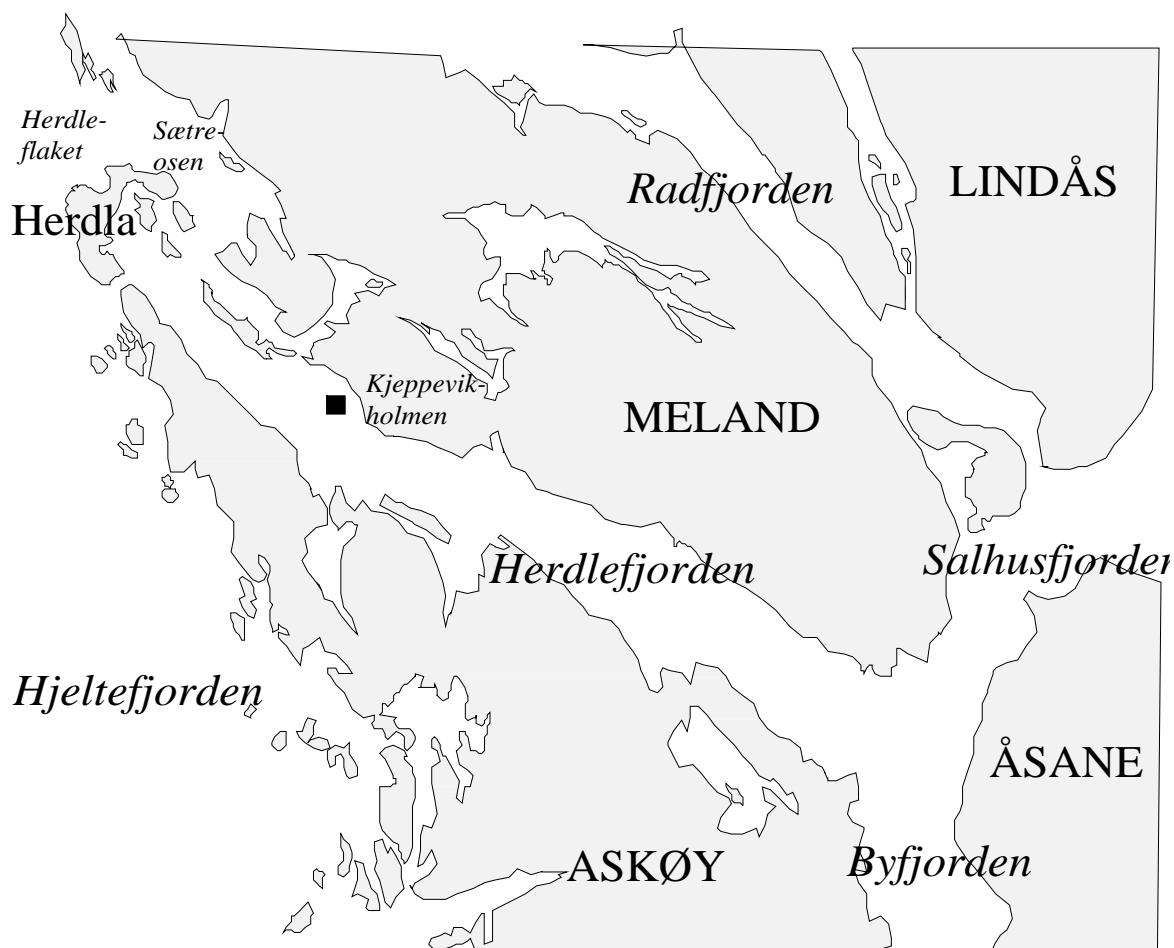
I tillegg vil drift i kompaktanlegg bidra til en høyere punktbelastning over et større areal enn drift i plastringer der det gjerne er noe avstand mellom hver ring. På strømsvake lokaliteter vil dette kunne gi store utslag i belastning på en lokalitet, da avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene. 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

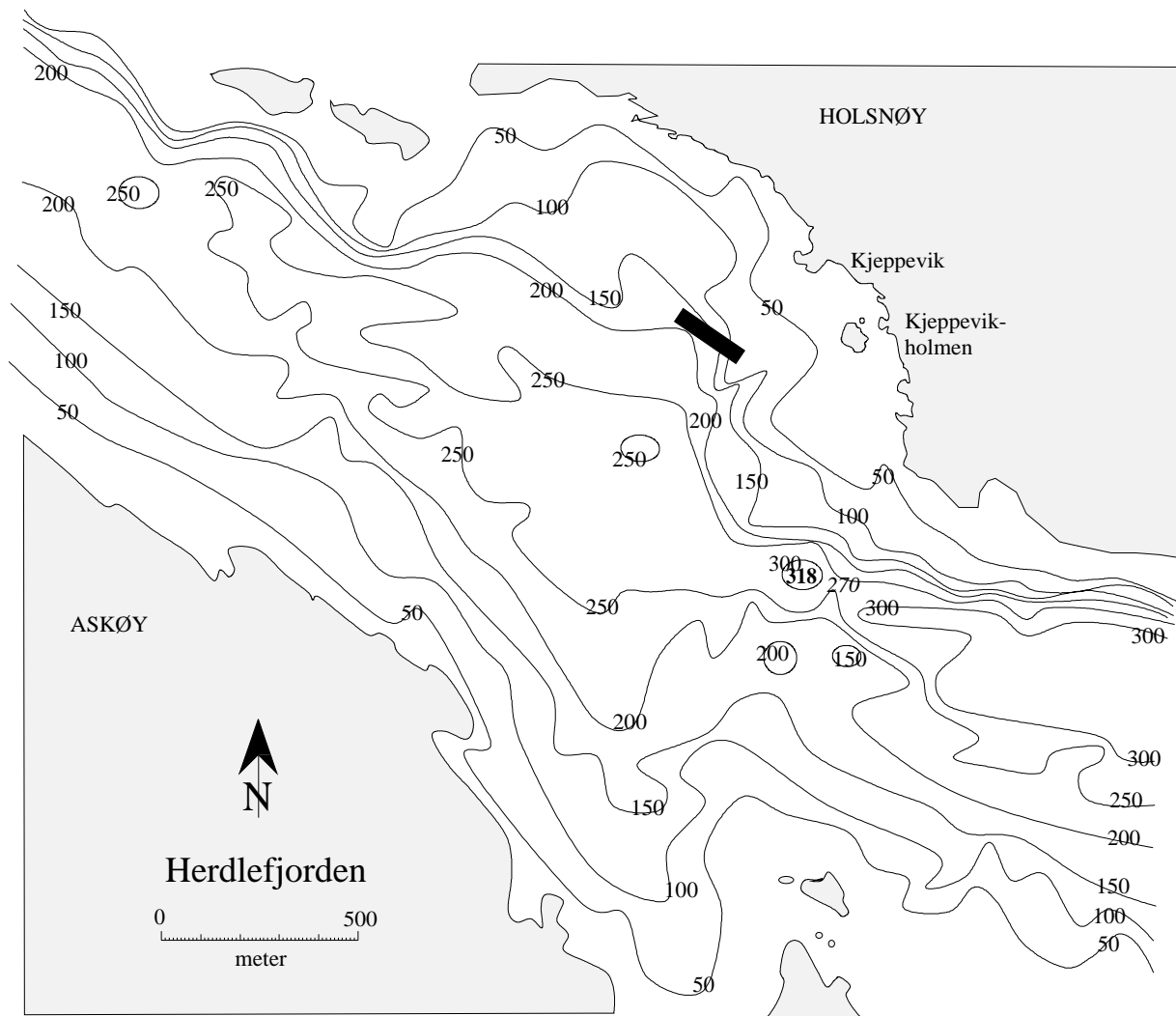
Lokaliteten er en fjordlokalitet og ligger rett øst for Kjeppvikholmen på sørsiden av Holsnøy, sørvendt ut mot Herdlefjorden (**figur 1**). Lokaliteten ligger ca 5 km fra Herdla, dvs bunnen av Herdlefjorden. Herdlefjorden er en ca 16 km lang og ca 1 – 2 km bred fjord, der fjordens hovedløp går i retningen sørøst – nordvest. Herdlefjorden er ca 1,5 km bred der anlegget er etablert. Fra anlegget og sørøstover er Herdlefjorden 200 – 500 m dyp over en distanse på over 11 km, og det er ca 200 – 270 m dypt ca 3 km nordvestover. Fjorden er åpen i begge ender, men det er stor dybdeforskjell, der fjorden er grunn og tersklet mot nordvest, men dyp og åpen mot sørøst. Fjorden er på sitt smaleste (ca 600 m) og grunneste (ca 30 m) ute ved Herdla, ca 6 km nordvest for lokaliteten. Her omkranser øyene Herdla Ypso, Skarvøy og Lamøy Herdlefjordens geografiske utbredelse mot nordvest og nordøst, og Askøy mot sørvest. Fjorden går ved Ypso, Skarvøy og Lamøy over i noen smale og relativt grunne sund (7 – 29 m dyp), før det blir dypere ned igjen til over 100 m dyp i Sætreosen. Rett nord for Herdla blir det grunnere igjen slik at det på Herdleflaket på det grunneste bare er ca 15 m terskeldyp. Herdleflaket binder Herdlefjorden sammen med den flere hundre meter dype Hjeltefjorden, og er den viktigste transportåre for overflate vannutskifting mellom Herdlefjorden og Hjeltefjorden.

Fra Herdla og i retning sørøst blir fjorden gradvis bredere, og den dybdes relativt bratt nedover slik at Herdlefjorden ved innløpet til Byfjorden er ca 2 km bred og ca 450 m dyp, og her er det åpen og god forbindelse. Terskeldypet ut mot Hjeltefjorden er ca 170 m ved Hjelteskjæret.



Figur 1. Oversiktskart over Herdlefjorden og omkringliggende fjordsystemer. Plasseringen av lokaliteten ved Kjeppvikholmen i Herdlefjorden er vist med svart firkant.

Bunnvannsfornyingen i Herdlefjorden skjer vanligvis om våren og sommeren, og da går det en mektig bunnstrøm over terskelen ved Hjelteskjæret. Mektigheten av bunnvannsfornyingen varierer noe fra år til år. Av og til fornyes også mellomlagene utenom hovedutskiftingen. Alle disse utskiftingene av vann gjør at hovedfjordsystemene innenfor Hjelteskjæret har gode oksygenforhold.



Figur 2. Utsnitt av Herdlefjorden med inntegnede dybdekoter og plassering av anlegget ved Kjepevikholmen. Dybdekotene er tegnet etter hydrografisk original.

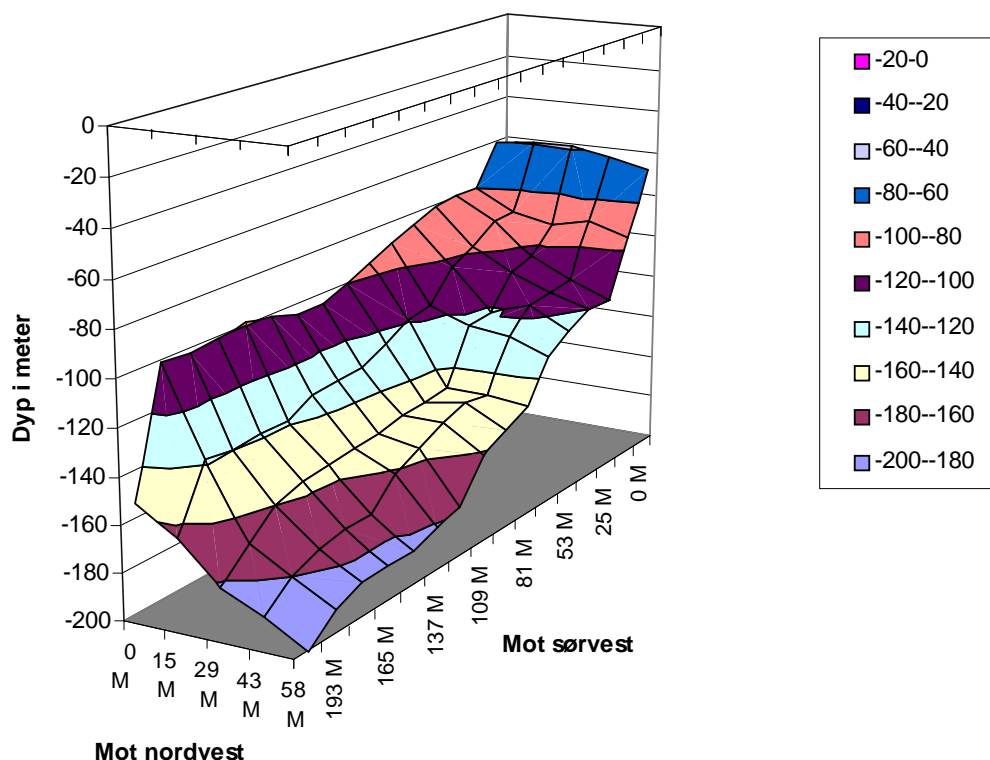
Lokaliteten ved Kjepevikholmen.

Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet lengderetning nordvest – sørøst der anleggets langside mot nordøst ligger ca 275 m fra land. Under anlegget er det relativt bratt, dvs 90 – 180 m dypt i anleggets lengderetning mot nordvest, og allerede ca 175 m sør – sørvest for anlegget er det over 250 m dypt (**figur 2**). Anlegget ligger på tvers av en bratt skråning som skråner mot sørvest, og bunnen under anlegget skråner både på langs og på tvers av anlegget. Det er tilsynelatende ingen terskler i området under og rundt anlegget, og **ut fra kartet** virker bunnen å være åpen i retningsområdet vest – sørøst, skrånende slett og fin nedover. Bunntopografien i Herdlefjorden er noe variabel. Følger en 250 m koten ser en at fra anlegget og i retning sørvest skråner bunnen ned mot en slette midt i fjorden med dybder mellom ca 250 - 280 m over et område på ca 600 m (sørøst - nordvest)x 450 m (nordøst -sørvest). Følger en denne sletten mot sørøst smalner denne inn og dalen blir gradvis dypere til en kommer til det dypeste punktet i resipienten på 318 m dyp ca 500 m sørsørøst for anlegget. På hver side av denne gropen (nord og sør) går bunnen bratt oppover, særlig mot nord. En kommer så inn i en relativt trang og bratt kløft der bunnen fra det

dypeste på 318 m stiger opp til en terskel på ca 270 m med bratte stup på hver sin side av kløften. Fra terskelen på ca 270 m dyp åpner kløften seg og utvides mot sørøst og stuper ned mot 330 m dyp ca 70 m sørøst for terskelen. Her kommer en ned til en ny slette med dybder ned mot 340 m som dybdes gradvis videre mot sørøst.

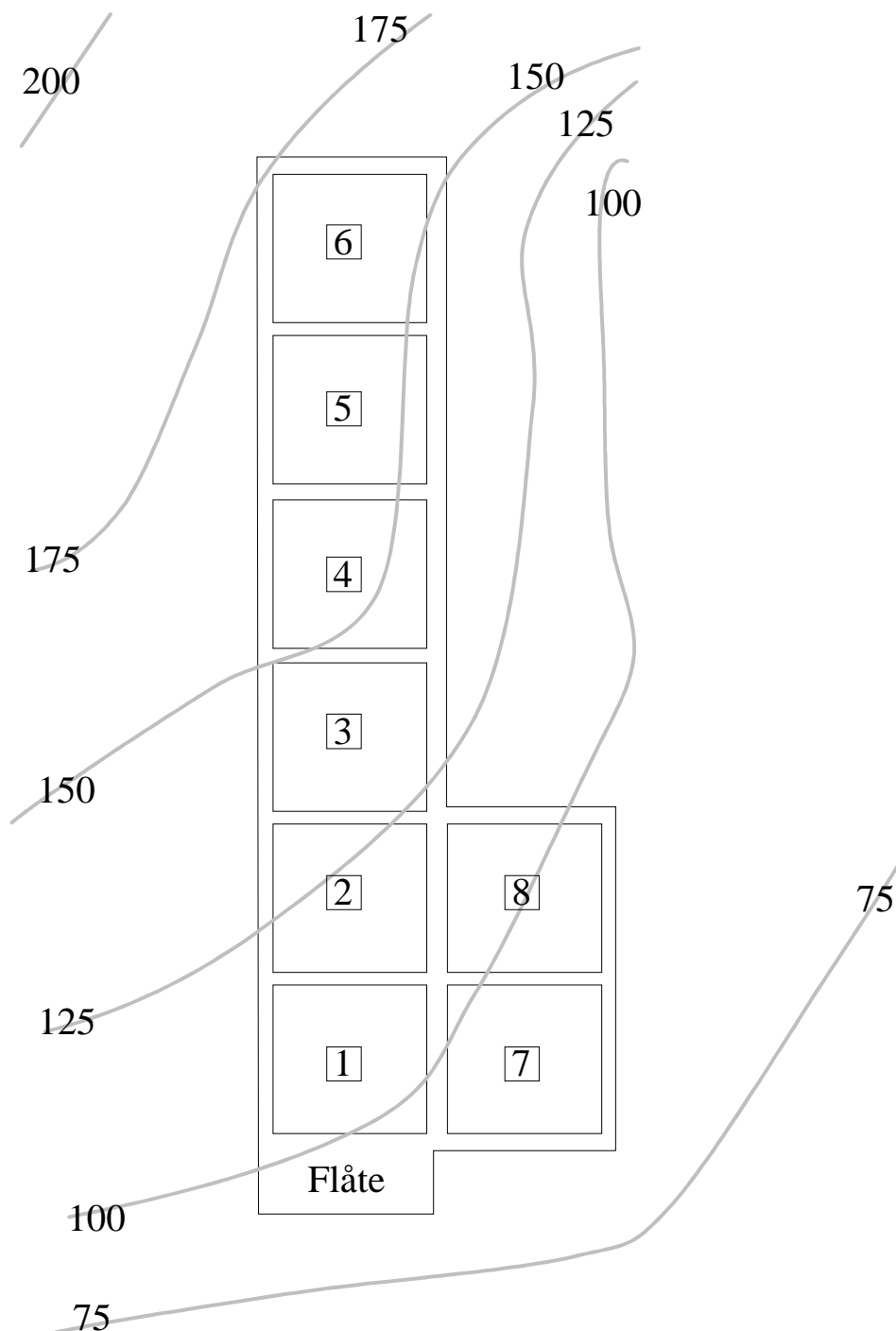
For å få et detaljert bilde av bunnforholdene på lokaliteten målte en dybden under de 6 hovedmerkene og flåten som lå på lokaliteten 31. mars 2004 med et bærbart smalstråle-ekkolodd (Humminbird). En tok punktmålinger slik at en fikk et tilnærmet kvadratisk rutenett av målinger under og rundt anlegget med en avstand på ca 14 m mellom hver dybdemåling. I **figur 3** er disse målingene grafisk framstilt og viser bunnen under anlegget og flåten, og ca 15 meter utforbi. En har også oppgitt retningsposisjonene og avstanden mellom målingene på figuren slik at en lettere ser for seg anlegget sin plassering og skala i figuren. Disse dybdemålingene har en også benyttet til å tegne koter av bunnen under anlegget (**figur 4**). **Figur 3** skal illustrere bunnen sett fra den nordvestre kortenden av anlegget og innover mot land mot Kjepevika, Holsnøy (mot øst). En ser at anlegget ligger over en bratt bunn med dybder mellom 90 og 180 meter under anlegget, der bunnen skråner på tvers av og langs med anlegget. Bunnen skråner minst på tvers av anlegget under flåten og mest på tvers av anlegget under anleggets kortende mot nordvest. Det er 0 - 42 m forskjell i dybden på tvers av anlegget over en distanse på 28 m, noe som tilsvarer en helningsgrad på 0 - 150 %. Dette er svært bratt. Det var noe vanskelig å få målt dybdene med ekkoloddet på grunn av den bratte bunnen og den store avstanden til bunnen.

I anleggets lengderetning skråner bunnen en god del og noe ujevnt nedover. Langs anleggets langside mot nordøst er det 41 meter dybdeforskjell mellom anleggets kortender over en distanse på 178 m (23 % helningsgrad). Sentralt i anleggets lengderetning er det 53 meter dybdeforskjell mellom anleggets kortender (30 % helningsgrad). Langs anleggets langside mot sørvest er det 91 m dybdeforskjell mellom anleggets kortender (51 % helningsgrad, **figur 3**).



Figur 3. Dybdeforholdene under anlegget ved Kjepevikholmen. En ser bunnen fra anleggets kortende mot nordvest, i retning øst inn mot land ved Kjepevika. Anlegget med flåten ligger omtrent midt over dette bunnkartet i tilnærmet retning nordvest - sørøst. Se teksten for nærmere forklaring.

Dybde målingene bekrefter at anlegget ligger plassert på en bratt lokalitet der bunnen skråner bratt på tvers av anlegget og i anleggets lengderetning. **Figur 3** viser at anlegget ligger over en bunn som noen steder kan se ut til å danne små fordypninger, men ikke av en slik karakter at en har større hull og groper i terrenget der større mengder avfall fra anlegget kan samle seg opp. Dette er gunstig for en oppdrettslokalitet. En finner innimellom litt ujevne parti, men disse danner ikke typiske groper under anlegget, og går etter en relativt kort distanse over i en utløper nedover mot dypere parti i Herdlefjorden på langs eller på tvers av anlegget.



Figur 4. Oversikt over anlegget ved Kjepevikholmen med innregnede 25-meters dybdekoter.

ANLEGGET

Lokaliteten ved Kjeppvikholmen har vært i drift siden 1997. Produksjonen foregår i et robust Rabben stålanlegg bestående av 6 bur på 25 x 25 meter som ligger på en rekke. Oppgitte merdstørrelser er innvendige mål. På anleggets kortende mot sørøst ligger det en fôringsflåte på 10x26m. Anlegget har en tilnærmet rektangulær form, og anleggets ytre mål er ca 28 x 178 meter, jf. **figur 4**. Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet retning nordvest - sørøst der anleggets langside mot nordøst ligger ca 275 m fra land (Kjeppvika). Nøtene i anlegget er 15 meter dype ned til blylinen med en maksimal dybde på 25 - 30 m i midten av noten. Lokalitetens nåværende konsesjonsvolum er på 24 000 m³. Det nåværende anlegget har vært plassert på lokaliteten siden oppstart, men merd nr 4 - 6 har lagt på lokaliteten siden 2000/2001. Lokaliteten var brakklagt fra desember 2001 til oktober 2002.

På besøksdagen lå det også to midlertidige merder på lokaliteten (merd nr 7 og 8), ved siden av merd nr 1 og 2 på anleggets langside mot nordøst nærmest land (**figur 4**). Disse merdene hadde lagt her i to måneder. Merd nr 7 var tom mens det var fisk i merd nr 8. Siden driften normalt foregår i merd nr 1 - 6, er MOM B-prøvetakingen og oppmålingen av bunnen under anlegget og vurderingen av bunnforholdene gjort her.

På tidspunktet for prøvetaking var det fisk i alle 6 merdene og i merd nr 8. Fisken var noenlunde jevnt fordelt i merdene. Snittvekten på fisken varierte fra 3,2 kg til 4,7 kg, og antallet pr merd varierte fra 46 200 til 53 800 tilsvarende en biomasse pr merd fra 149 til 245 tonn. Fisken ble satt ut høsten 2002. Totalt var det i anlegget ca 334 000 fisk (02 G høst) med en snittvekt på 3,9 kg, til sammen 1300 tonn.

Fôrforbruk og produsert mengde fisk i perioden 2001 - 2004 fremgår av **tabell 1**.

Tabell 1. Anleggets driftshistorikk de siste årene.

	2001	2002	2003	Pr. 31.03.2004
Fôrmengde (tonn)	1107	37	1255	362
Produksjon (tonn)	860	42	1222	311

METODE

Det ble gjennomført en kombinert MOM B-undersøkelse på lokaliteten og en MOM C-undersøkelse i resipienten i forbindelse med utredningen av anleggets miljøpåvirkning lokalt, i nærsone 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 nå utarbeidet en Norsk Standard for miljøovervåking av marine matfiskanlegg (NS 9410).

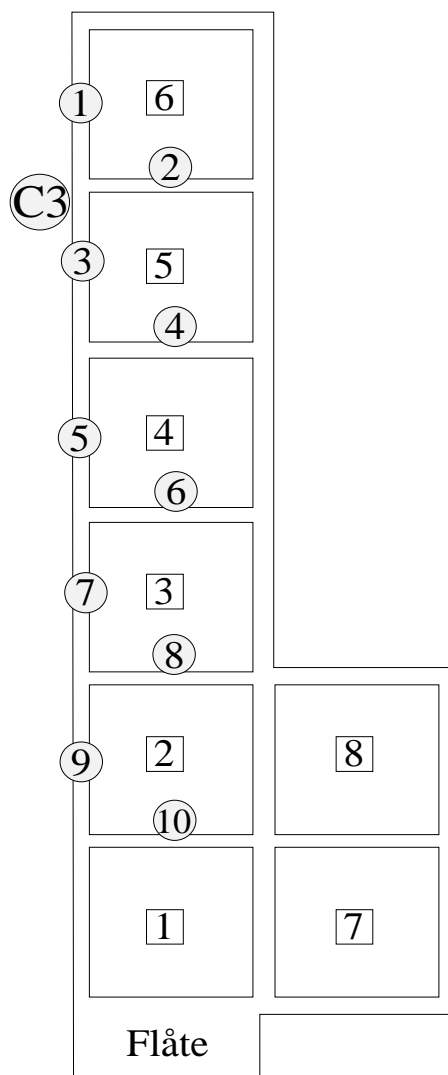
Tabell 2. *Oversikt over soneinndelingen i MOM systemet. Tabellen beskriver påvirkningskilde og potensiell påvirkning, samt hvilke undersøkelser som inngår i overvåkingen og hvilke typer miljøstandarder som anvendes (fra NS 9410).*

	Nærsone	Overgangssone	Fjernsone
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 nærsone og fjernsone 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 B-undersøkelse på lokaliteten ved Kjeppvikholmen

På lokaliteten Kjeppvikholmen ble det gjennomført en MOM B-undersøkelse den 31. mars 2004 i tråd med metodikk gitt i Norsk Standard, NS 9410. MOM B-undersøkelsen er en enkel trendovervåking av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg. Dette er undersøkelser som i hovedsak skal beskrive en lokalitet og omfanget av påvirkningen på denne fra fiskeanlegget. Både middeltilstanden for lokaliteten og tilstanden under de forskjellige delene av anlegget blir kartlagt. En MOM B-undersøkelse vurderer altså ikke virkningen på selve resipienten. Det skjer gjennom en MOM C-undersøkelse (se nedenfor).

Til prøvetakingen ble det benyttet en 0,028 m² stor van Veen grabb. Det ble tatt prøver på 10 stasjoner for analyse ut fra en standardisert MOM-prøvetakingsmetodikk (**figur 5** og **tabell 5**). Det ble tatt 1 grabbhugg på hver stasjon for å få opp en representativ prøve. Ved utvelging av stasjoner ble det tatt hensyn til anleggets utforming, hvor hovedproduksjonen har foregått, og at bunnen under anlegget skråner bratt nedover i anleggets lengderetning mot nordvest og på tvers av anlegget mot sørvest.



Figur 5. Oversikt over prøveuttak med plassering av de 10 grabbhuggene som ble tatt 31. mars 2004. Posisjoner for grabbhuggene som inngår i MOM B-undersøkelsen er avmerket fra 1 til 10. En av de tre prøvestedene som inngår i MOM C-undersøkelsen er også avmerket (C3) på denne figuren.

Grabbhugg

Hvert grabbhugg ble undersøkt med hensyn på tre sedimentparametere, som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet var påvirket av tilførsler av organisk stoff. Til flere poeng prøven får, til mer påvirket er den.

Faunaundersøkelse (gruppe I) blir foretatt som tilstedeværelse eller fravær av dyr større enn 1 mm i sedimentet. Det blir også utført en enkel bestemmelse av organismene på stedet, men det er ikke tatt med prøver til laboratoriet for nærmere bestemmelse. Vurderingen blir gitt 0 eller 1 poeng. Observasjonene av dyr er ikke ment å vere noe annet enn en grov, enkel vurdering av dyresamfunnet i prøvene der både antall arter og antall dyr (spesielt børstemakk) er omtrentlige. Hovedformålet er å vise om en finner dyr, om en finner flere hovedgrupper samt en grov, forenklet fordeling av arter innen hver gruppe. **Kjemisk**

undersøkelse (gruppe II) av surhet (**pH**) og redokspotensial (**Eh**) i overflaten av sedimentet blir gitt poeng etter en samlet vurdering av pH og Eh etter nærmere bruksanvisning i NS 9410. **Sensorisk undersøkelse (gruppe III)** omfatter forekomster av gassbobler, lukt og sedimentets konsistens og farge, samt grabbvolum og tykkelse av deponert slam. Her blir det gitt opp til 4 poeng for hver egenskap. **Vurdering** av lokalitetens tilstand blir fastsatt ved samlet vurdering av gruppe I – III parametre etter NS 9410.

Måling av pH og Eh gir en kjemisk bestemmelse av belastningsgraden i sedimentene. Belastede sedimenter er sure, og i slike sedimenter vil en måle lav pH. I sure sedimenter blir det tilsvarende målt et lavt redokspotensial, noe som er et mål på at det er lite eller ikke noe oksygen i sedimentene. Måling av pH/Eh ble gjort ved å åpne en luke i grabben, og så plassere elektrodene forsiktig 1 – 2 cm ned i sedimentet. pH/Eh ble lest av når Eh viste tilnærmet stabil verdi.

Utrekning av middelvei gruppe II & III i “PRØVESKJEMA”

Erfaringer med måling av pH/Eh har vist at lokaliteter kan få tildelt en dårligere tilstand når en sammenligner med vurderingen av sedimenttilstanden. For å veie opp dette misforholdet slik at en får et riktigere forhold mellom måling av gruppe II parametre (pH/Eh) og gruppe III parametre (sedimenttilstand), regner en ut middelveien av disse to gruppene. Det blir gjort ved å slå sammen poengsummen for måling av pH/Eh og den korrigerede summen av sedimenttilstanden for hver enkelt prøve, og så dele på to. Gjennomsnittet av disse middelveiene gir så tilstanden for gruppe II & III, som er grunnlaget for utregning av lokaliteten sin tilstand (se “PRØVESKJEMA”, **tabell 6**).

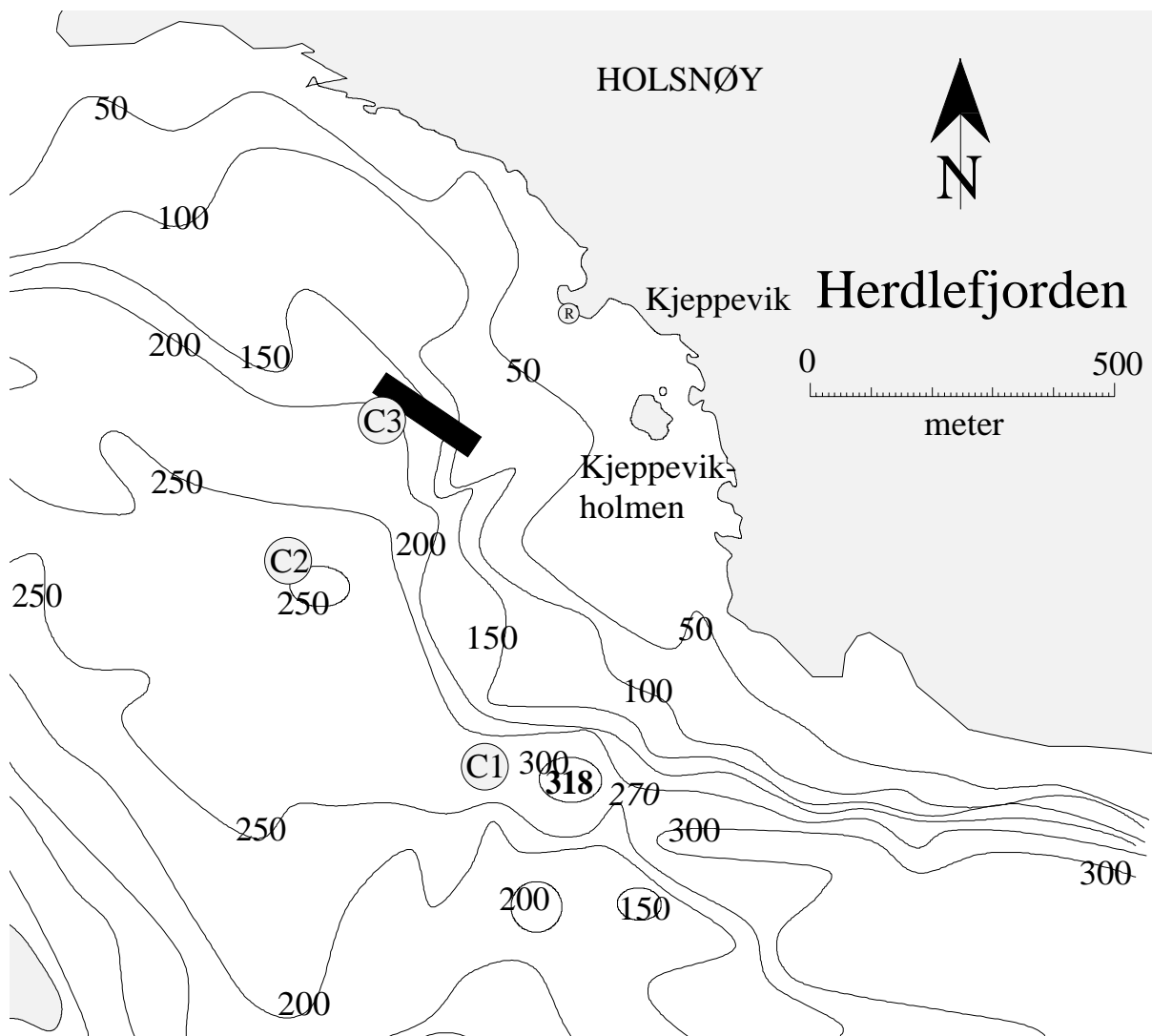
I de tilfellene der en ikke har målte verdier av pH/Eh benytter en korrigert sum for gruppe III i stedet for middelveien av gruppe II og III. I de tilfellene der en vurdering av sedimenttilstand for en prøve (gruppe III) gir en høyere poengscore enn vurdering av pH/Eh for samme prøve (gruppe II) benytter en korrigert sum for gruppe III i stedet for middelveien av gruppe II og III dersom det er lite prøvemateriale (under 1/5 grabb). Dette grunngir en med at det metodisk er vanskelig å måle pH/Eh der en får opp lite prøvemateriale fordi det er litt tilfeldig om en får elektrodene ned i så lite sediment og får målt pH/Eh i sedimentet. Med lite sediment i grabben vil en som oftest måle pH/Eh delvis i sedimentet i grabben og delvis i vannet rundt sedimentet, og pH/Eh vil da kunne få en høyere verdi i forhold til tilsvarende små prøver der elektrodene treffer sedimentet under måling av pH/Eh. Det er således lettere å fastsette rett sedimenttilstand der en har lite prøvemateriale i grabben enn det er å måle rett pH/Eh. Selv lite sediment i grabben vil kunne være svart, lukte litt og ha myk konsistens, og således gi poeng ut fra en vurdering av gruppe III, mens en måling av pH/Eh i samme prøve vil kunne gi pH på 7,8 – 8,2 i kombinasjon med Eh over +100, og dermed 0 poeng. I de tilfellene en har nok prøvemateriale (> 1/5 grabb) til at en på en tilfredsstillende måte får målt pH/Eh, men der prøven er så lite påvirket at pH/Eh gir 0 poeng, velger en også å benytte korrigert sum for gruppe III der gruppe III gir poeng.

Måling av organisk innhold

Der en fikk opp sediment (ca ¼ grabb og mer) ble en del av prøvematerialet tatt ut for å bestemme tørrstoff og glødetap. Formålet er å få et enkelt mål på nivået av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentet fra oppdrettslokaliteten. Det foreligger ikke noen formelle krav til måling av TOC i sediment i forbindelse med en MOM B-undersøkelse, men opplysninger om TOC i sedimentet kan være en nyttig og informativ støtteopplysning som en del av totalvurderingen av påvirkningen fra et anlegg på en oppdrettslokalitet. Ved prøvetaking av sediment i sammenheng med resipientundersøkelser skal det ved måling av TOC bli tatt hensyn til mengden finstoff i prøven (SFT 1997). Ved måling av TOC på oppdrettslokaliteter trenger en ikke ta hensyn til mengde finstoff, bl.a. på grunn av det normalt høye innholdet av organisk materiale i prøvene. Omregning mellom glødetap og organisk karbon er derfor foretatt etter formelen: $TOC = 0,4 \times \text{glødetap}$. Dette gir et tilstrekkelig og gangbart mål på den organiske belastningen på en oppdrettslokalitet (M. Schaanning, pers. medd.).

MOM C-undersøkelse i resipienten og nærsonen

MOM C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (nærsonen) og utover i resipienten (fjernsonen). De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 6**. 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).



Figur 6. Prøvestedene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen i Herdleffjorden i Meland kommune, 31. mars 2004. Posisjons-referansepunktet i land ved Odden er markert med 'R'(N 60° 32,802'/ Ø 5° 02,534' WGS 84).

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 skråning, skal det tas prøver ved foten av skråningen. 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 prøvestedene er oppgitt i i **tabell 3**.

Tabell 3. Posisjon for prøvestedene ved MOM C-resipientundersøkelsen i Herdlefjorden og ved Kjepevikholmen 31. mars 2004.

Prøvetakingssted	C1	C2	C3
Dyp (meter)	300	264	170
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 32,400' E: 05° 02,387'	N: 60° 32,575' E: 05° 02,084'	N: 60° 32,690' E: 05° 02,298'

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 taes 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 forsøkt målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde, men på grunn av batterisvikt fikk en ingen resultater. Det ble også tatt vannprøver for analyse av oksygen etter Winkler metode. 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 SEINVINTER 2004

MOM B-lokalitetsundersøkelse

KARAKTERISTIKK AV PRØVENE.

Det var uproblematisk å få opp et representativt prøvemateriale fra lokaliteten (**tabell 5**). Prøvetakingen viser at oppdrettslokaliteten trolig har en blandingsbunn av hard fjellbunn og primærsediment, som for det meste består av finkornet sand og silt. Oppå dette lå det et relativt tynt slamlag (1 - 5 cm) på lokaliteten med 10 - 60 % innslag av avskrapte blåskjell fra anlegget. Grabben var generelt $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ full, og konsistensen varierte fra fast til myk og løs (**tabell 6**). Det var noe til sterk lukt i de fleste prøvene, og gassdannelse i vel halvparten av dem. Fargen var i hovedsak brun eller svart. Nesten alle prøvene var fra noe til sterkt påvirket av oppdrettsvirksomheten, men slamlaget på lokaliteten var relativt tynt.

Tabell 5. SKJEMA FOR PRØVETAKINGSSTED for undersøkelsene 31. mars 2004 ved Blom Fiskeoppdrett AS, sin lokalitet ved Kjepevikholmen (konsesjonsnr. H/ml 1+10).

Prøvetakingssted:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (meter)	175	156	173	153	156	150	146	148	126	122
Antall forsøk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spontan bobling	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei
Bobling ved prøvetaking	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei
Bobling i prøve	nei	nei	nei	ja	nei	ja	ja	ja	ja	ja
Skjellsand	5 % blåskj.	60 % blåskj.		50 % blåskj.	20 % blåskj.	60 % blåskj.	40 % blåskj.	40 % blåskj.	10 % blåskj.	5 % blåskj.
Primær sediment					Ja	Ja				
Grus										
Sand	60% fin sand									
Silt	20 %				Ja	Ja				
Leire	20 %									
Mudder/slam	2 cm	0-2 cm	slør	2-3 cm	3-4 cm	2-3 cm	ca 2 cm	3-4 cm	2-3 cm	over 8 cm
Fjellbunn			Ja				?		?	
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Bløtdyr, antall										
Mark, antall (ca)	20-30				5-10					
<i>M. fuliginosus</i>						1	4			
Fôr / fekalier	litt	litt		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Beggiatoa										

Stasjon 1, 175 m dyp: Ca 3/5 full grabb med ca 1-2 cm svart slamlag oppå en fast såle av 5-6 cm 60 % fin sand, 20 % silt og 20 % leire. 20 - 30 dyr. **Stasjon 2**, 156 m dyp: Ca 2/5 grabb med en svart, myk og noe luktende blanding av litt slam (0 - 2 cm), svart organisk materiale og 60 % blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 3**, 173 m dyp: 1 fingerbøl oppskrappt organisk materiale, trolig fra fjellbunn. Ingen dyr. **Stasjon 4**, 153 m dyp: Ca 3/4 grabb der prøven var brun, myk og løs med sterk lukt og gass og bestående av slam (2 - 3 cm) og ca 60 % avskrapte blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 5**, 156 m dyp: Ca 1/2 grabb med en gråsvart, myk blanding av sediment (fin sand og silt) og organisk materiale (3 - 4 cm slam) med svak lukt. Ca 20 % blåskjell. 5 - 10 dyr. **Stasjon 6**, 150 m dyp: Ca 2/5 grabb der prøven var svart og myk med noe lukt og gass bestående av 2 - 3 cm slam med noe sand og silt og ca 60 % avskrapte blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 7**, 146 m dyp: Ca 1/4 grabb der prøven var brun, myk og løs med noe til sterk lukt og gass og bestående av ca 2 cm slam og ca 40 % avskrapte blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 8**, 148 m dyp: Ca 1/2 grabb der prøven var brun, myk og løs med noe til sterk lukt og gass og bestående av ca 3 - 4 cm slam og ca 40 % avskrapte blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 9**, 126 m dyp: Under 1/4 grabb der prøven var brun, løs med sterk lukt og gass og bestående av ca 2 - 3 cm slam og ca 10 % avskrapte blåskjell. Ingen dyr. **Stasjon 10**, 122 m dyp: Nesten full grabb der prøven var brun, løs med sterk lukt og gass og bestående av over 8 cm slam (fiskeskit). 5 % blåskjell. Ingen dyr.

Det er ikke foretatt analyse av kornfordeling av prøvene, og de oppgitte prosentandelene av de ulike fraksjonene i prøvene er basert på visuelle observasjoner og er ikke absolutte målte verdier. De prosentvise anslagene er mer en indikasjon på hvilken type sedimentsammensetning en fant i noen av prøvene.

Gruppe I: Fauna

Det ble funnet representative dyr i 2 av 10 prøver. Det ble bare funnet dyr tilhørende hovedgruppen **børstemakk** og antallet varierte fra 5 - 10 til ca 20 - 30 makk på hver av de to stasjonene. Det var flest individer av makken *Capitella capitata*, en opportunistisk art som tåler belastede sedimenter, men noen andre arter var også representert. Det ble også funnet 1 og 4 individer av børstemakken *Malacoceros fuliginosus*, men dette er en art som tåler å leve oppå sterkt belastede sedimenter, og blir ikke regnet som infauna.

Indeksen for gruppe I er 0,8, og lokaliteten sin miljøtilstand med hensyn til fauna er 4, dvs. uakseptabel, jf. «prøveskjema» (**tabell 6**).

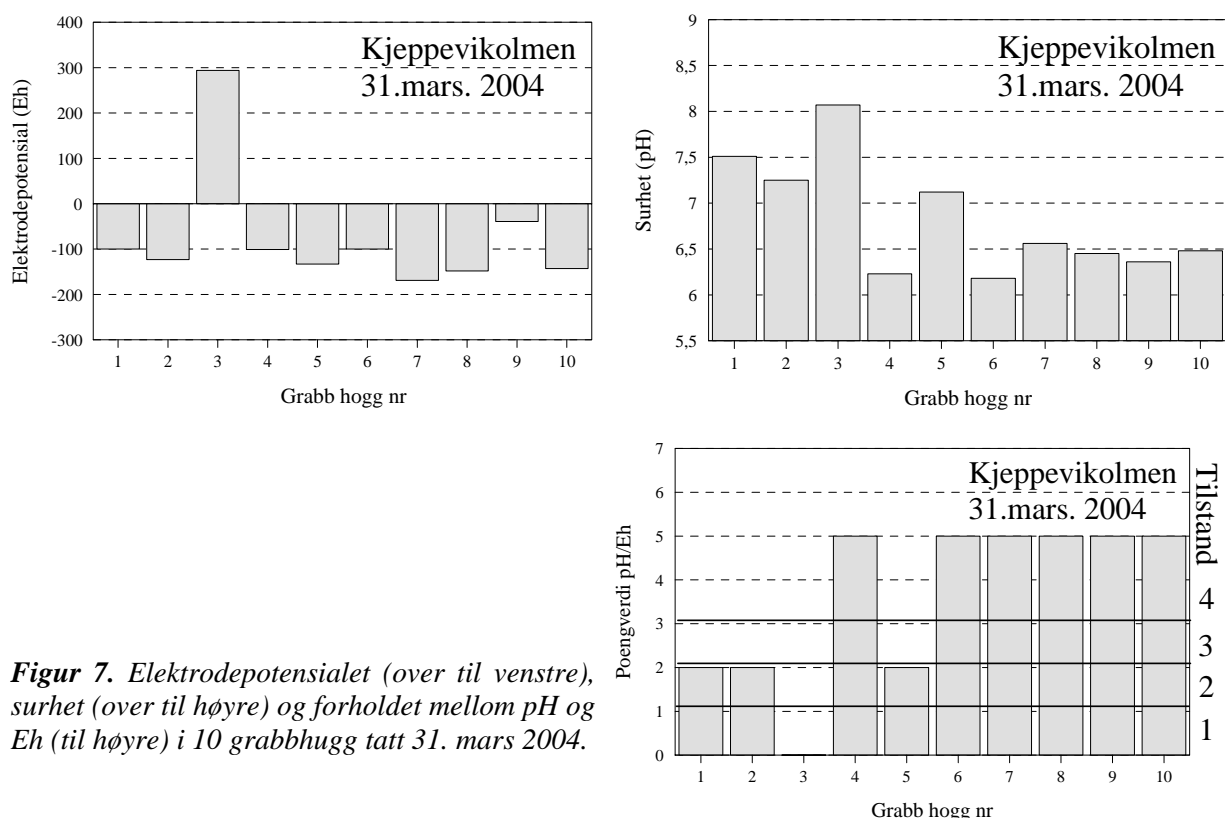
Tabell 6. PRØVESKJEMA for undersøkelsene 31. mars 2004 ved Blom Fiskeoppdrett AS, konsesjonsnr. H/ml 1+10 sin lokalitet ved Kjeppvikholmen.

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																													
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0,8																												
	Tilstand gruppe I		4																																						
II	pH	verdi	7,51	7,25	8,07	6,23	7,12	6,18	6,56	6,45	6,36	6,48																													
	Eh	verdi	-100	-123	294	-101	-133	-100	-169	-148	-39	-143																													
	pH/Eh	frå figur	2	2	0	5	2	5	5	5	5	5	3,6																												
	Tilstand prøve		2	2	1	4	2	4	4	4	4	4																													
Tilstand gruppe II		4										Buffertemp: 5,5 °C Sjøvannstemp: 8,0 °C Sedimenttemp: 7,7 °C pH siø: 8,00 Eh siø: +300 Referanseelektrode: +200 mV																													
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	4	0	4	4	4	4	4																													
	Farge	Lys/grå=0	1		0	1																																			
		Brun/svart=2		2	2		2	2	2																																
	Lukt	Ingen=0	0		0	1																																			
		Noko=2		2			2	3	3																																
		Sterk=4			4					4	4																														
	Konsistens	Fast=0	0		0																																				
		Mjuk=2		2		3	2	2	3	3		4	4																												
		Laus=4																																							
	Grabb- volum	<1/4 =0			0				0		0																														
		1/4 - 3/4 = 1	1	1		1	1	1																																	
		> 3/4 = 2								2		2																													
	Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0				0																																
		2 - 8 cm = 2				2	2	2		2	2																														
		> 8 cm = 4											4																												
SUM:		2	7	0	16	7	13	12	16	16	20																														
Korrigert sum (*0,22)		0,44	1,54	0	3,52	1,54	2,86	2,64	3,52	3,52	4,4	2,398																													
Tilstand prøve		1	2	1	4	2	3	3	4	4	4																														
Tilstand gruppe III		3																																							
Middelverdi gruppe II & III		1,22	1,77	0	4,26	1,77	3,93	3,82	4,26	4,26	4,7	2,999																													
Tilstand gruppe II & III		3																																							
<table border="1"> <tr> <td>“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”</td> <td>Tilstand</td> </tr> <tr> <td>< 1,1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1,1 - 2,1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2,1 - 3,1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>> 3,1</td> <td>4</td> </tr> </table>		“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”	Tilstand	< 1,1	1	1,1 - 2,1	2	2,1 - 3,1	3	> 3,1	4	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">“Tilstand”</td> <td rowspan="2">Lokalitetstilstand</td> </tr> <tr> <td>Gruppe I</td> <td>Gruppe II & III</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2</td> <td>1, 2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </table>										“Tilstand”		Lokalitetstilstand	Gruppe I	Gruppe II & III	A	1, 2, 3	1, 2, 3	A	4	4	4	1, 2	1, 2	4	3	4	4	4	4
“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”	Tilstand																																								
< 1,1	1																																								
1,1 - 2,1	2																																								
2,1 - 3,1	3																																								
> 3,1	4																																								
“Tilstand”		Lokalitetstilstand																																							
Gruppe I	Gruppe II & III																																								
A	1, 2, 3	1, 2, 3																																							
A	4	4																																							
4	1, 2	1, 2																																							
4	3	4																																							
4	4	4																																							
LOKALITETENS TILSTAND :											4																														

Gruppe II: Surhet og elektrodepotensialet - pH/Eh

Det ble målt pH/Eh på alle 10 stasjonene. Lavest pH fant en i prøve nr. 4 og 6 - 10 med verdi mellom 6,18 og 6,56 og det tilhørende redokspotensiale (Eh) ble avlest til mellom +169 og -39 mV etter tillegg for et referanseelektrodepotensial på +200 mV (**figur 7**). Disse prøvene fikk tilstand 4 (uakseptabelt belastet). De resterende prøver hadde pH verdier mellom 7,12 og 8,07 og Eh-verdier mellom -133 og +294. Prøve nr 3 fikk tilstand 1 (lite belastet), og prøve nr 1, 2 og 5 fikk tilstand 2 (middels belastet, **tabell 6**).

Ut fra poengberegningen i **tabell 6** ser en at samlet poengsum for de 10 målte prøvene var 36. Dette gir en indeks på 3,60 når en deler på 10 prøver, og måling av pH og Eh for hele lokaliteten tilsvarer tilstand 4, dvs. at hele lokaliteten vurdert under ett er uakseptabelt belastet ut fra en vurdering av gruppe II parameteren.



Figur 7. Elektrodepotensialet (over til venstre), surhet (over til høyre) og forholdet mellom pH og Eh (til høyre) i 10 grabbhugg tatt 31. mars 2004.

Gruppe III: Sedimenttilstand

En prøve fikk 0 poeng, og de resterende prøvene fikk fra 2 til 20 poeng med hensyn på sedimenttilstanden (**tabell 6**). To prøver havnet i tilstand 1 (lite belastet), to prøver havnet i tilstand 2 (middels belastet) og to prøver havnet i tilstand 3 (sterkt belastet). Prøve nr 4 og 8 - 10 fikk høyest poengsum og havnet i tilstand 4 (uakseptabelt belastet).

Samlet poengsum for samtlige 10 prøver var 109, og korrigert sum er 23,98. Dette gir en indeks på 2,4 når en deler på 10 prøver, og sedimenttilstand for hele lokaliteten tilsvarer tilstand 3, dvs at hele lokaliteten vurdert under ett er sterkt belastet ut fra en vurdering av gruppe III parameteren, jf. **tabell 6**.

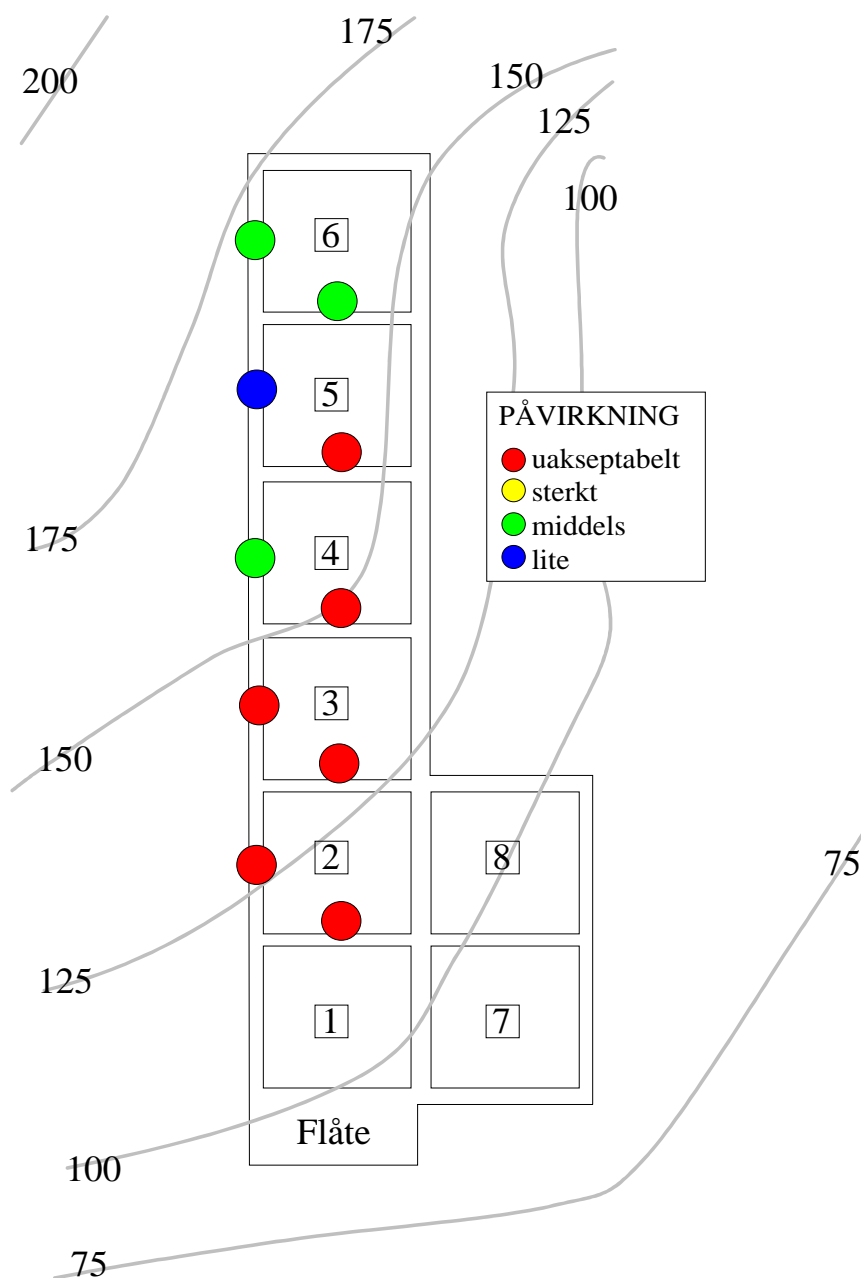
Lokalitetens tilstand

Denne regnes ut fra middelverdien av gruppe II og III parametere (jf. «prøveskjema», **tabell 6**).

Samlet poengsum for middelverdien av samtlige 10 prøver var 29,99. Dette gir en indeks på 3,0 når en deler på 10 prøver, og tilstanden for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under ett blir dermed 3, dvs at lokaliteten vurdert under ett er sterkt belastet, jf. «prøveskjema», **tabell 6**.

En oppsummering av sedimenttilstanden for hver enkelt prøve basert på middelverdien av gruppe II og III viser at bunnen under anlegget jevnt over var minst belastet på det dypeste (under merd nr 5 og 6) og mest belastet under den grunneste delen (under merd nr 1 - 4, **figur 8**).

Basert på undersøkningen av dyr, pH/Eh og sediment er lokaliteten i dårligste tilstandsklasse, dvs tilstand 4. Dette fordi det nesten ikke ble funnet dyr i prøvene på lokaliteten. Lokaliteten var på tidspunktet for prøvetaking i samsvar med vurderingskriteriene for en MOM B-undersøkelse uakseptabelt påvirket av oppdrettsvirksomheten.



Figur 8. Oversikt over MOM B-tilstand (middelverdien av gruppe II og III parametere) for de 10 grabbhuggene som ble tatt ved Kjeppvikholmen 31. mars 2004, med inntegnede 25-meters dybdekoter.

MÅLING AV ORGANISK KARBON (TOC) I SEDIMENTET

Resultatene av målingene av tørrstoffinnhold og glødetap samt beregnet innhold av TOC (organisk karbon) for 9 prøver der en fikk opp tilstrekkelig med sediment satt opp i **tabell 7**. Det er også ført opp SFT (Statens forurensningstilsyn) sin klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment for prøver tatt i **resipienter** (Molvær m.fl. 1997). I tabellen har en også satt opp MOM B-tilstand for den enkelte prøve ut fra en middelvei av gruppe II & III.

Tabell 7. Andel tørrstoff og glødetap og innholdet av organisk karbon i sediment fra 9 stasjoner tatt på lokaliteten ved Kjeppvikholmen 31. mars 2004.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Tørrstoff, %	63,0	40,2	18,5	49,6	34,1	18,8	32,0	8,63	34,8
glødetap %	4,47	11,3	25,2	15,0	32,1	37,3	25,9	49,3	22,2
TOC, mg/g	17,9	45,2	100,1	60,0	128,4	149,2	103,6	197,2	88,8
SFT, tilstand*	I	V	V	V	V	V	V	V	V
MOM B, tilstand**	2	2	4	2	4	4	4	4	4

* I = svært god. II = god. III = mindre god. IV = dårlig. V = svært dårlig.

** 1 = lite påvirket. 2 = middels påvirket. 3 = sterkt påvirket. 4 = uakseptabelt påvirket

Innholdet av TOC i sedimentet på lokaliteten var noe varierende, men høyt. Innhold av TOC relatert til SFT-tilstand viser at åtte av ni stasjoner havner i tilstandsklasse V (svært dårlig) og en stasjon i tilstandsklasse I (meget god). I dette tilfellet er det relativt god sammenheng mellom tilstanden på de to klassifiseringssystemene i 6 av 9 prøver, men i tre av prøvene gir SFT-klassifiseringen dårligere tilstand enn MOM B-klassifiseringen, noe som er relativt vanlig på mange lokaliteter. Dette fordi det normalt er mye organisk påvirkning på en oppdrettslokalitet, men sedimentene på lokaliteten trenger ikke nødvendigvis å være mye belastet ut fra MOM B-vurderingskriteriene.

Det må videre presiseres at det ikke er helt rett å benytte SFT sine tilstandsklasser ved måling av organisk innhold (TOC) på en oppdrettslokalitet. Det er fordi en her måler TOC på en **oppdrettslokalitet** der en har en direkte påvirkning (punktutslipp) fra oppdrettsvirksomhet, mens SFT sine tilstandsklasser for TOC gjelder for **resipienter** der en tar utgangspunkt i forventet naturtilstand (rundt 30 mg C/g eller under) og måler eventuell påvirkning fra flere kilder.

MOM C-resipientundersøkelse

Det ble utført en MOM C-resipientundersøkelse i resipienten til lokaliteten Kjeppvikholmen, dvs i Herdlefjorden, den 31. mars 2004. Det ble tatt vannprøver og bunnprøver på tre steder (C1-C3). Det ble tatt to replikater av bunnprøver fra hver av de to prøvestasjonene C1 og C2 i Herdlefjorden og prøvestedet C3 helt inntil anlegget (i anleggets nærsone). Replikatene fra hver av stasjonene ble slått sammen forut for analyse av fauna, kornfordeling og kjemiske analyser. Posisjonene til prøvestedene er oppgitt i **tabell 3** og avmerket i **figur 6**.

NÆRINGSRIKHET

Det ble samlet inn overflatevannprøver som ble analysert for næringsrikhet ved stasjon C1 - C3 (**figur 6**). Resultatene er vist i **tabell 8**, og SFT-tilstandsklassen (vintersituasjon) for hver enkelt prøve er markert i parentes. Vannkvaliteten ble vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for nitrat og nitrogen på alle tre prøvestederr samt for fosfat og total fosfor for stasjon C3 helt inntil anlegget. På stasjon C1 ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse V= "Meget dårlig" for fosfat og total fosfor, og på stasjon C2 tilstandsklasse IV= "Dårlig" for total fosfor og tilstandsklasse III= "Mindre god" for fosfat. Det er grunn til å tro at disse resultatene med hensyn på total fosfor og fosfat på stasjon C1 og C2 ikke kan være representative all den tid stasjon C3 tatt helt inntil anlegget (påvirkningskilden) viser helt andre verdier. Prøvene ble stående i over tre måneder i kjøleskap på laboratoriet forut for analyse, men prøvene var stabilisert med svovelsyre. De høye verdiene indikerer "forurensing" fra eksterne kilder.

Tabell 8. Overflatevannkvalitet på de tre stedene C1 - C3 i Herdlefjorden og ved anlegget 31. mars 2004. Prøvene er hentet på en meters dyp og er analysert av Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes. *Prøvene ble stående i over tre måneder i kjøleskap forut for analyse, og noen analyseresultater virker usannsynlig høye (se teksten for flere detaljer).

PRØVESTED	Total fosfor : g/l	Fosfat-fosfor : g/l	Total nitrogen : g/l	Nitrat-nitrogen : g/l
C1, Herdlefjorden	78 (V)*	65 (V)*	189 (I)*	21 (I)*
C2, Herdlefjorden	44 (IV)*	34 (III)*	197 (I)*	< 20 (I)*
C3, ved anlegget	13 (I)*	5 (I)*	205 (I)*	< 20 (I)*

Siktedypet på stasjon C1 - C3 var ca 10 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 Herdlefjorden tilstandsklasse I = "meget god", noe som er helt normalt for denne årstiden da algeoppblomstringen ikke er kommet skikkelig i gang.

SEDIMENTKVALITET

Prøvested C1 Herdlefjorden ligger på ca 300 m dyp ca 500 m sør for anleggets kortende mot sørøst (**figur 6**). Dette ligger like ved det dypeste området i resipienten, med et dyp på ca 318 m ca 150 m øst for prøvestedet. Dyprennen er relativt smal og trang like rundt prøvestedet, men er relativt åpen mot nordvest. Ca 300 m øst for prøvestedet er det en terskel på ca 270 m. Grabbhuggene inneholdt fulle grabber med 12 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 9**).

Prøvested C2 Herdlefjorden ligger på ca 264 m dyp i dyprennen ca 300 m sørvest for anlegget. Her er

bunnen relativt flat i en avstand på ca 70 - 80 m rundt prøvestedet i retning nord og øst og flere hundre meter i retning sør og vest. Prøvestedet ligger i bunnen av bakken nedenfor anlegget. Grabbhuggene inneholdt fulle grabber med 12 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 9**).

Prøvested C3 ved anlegget ligger like inntil, dvs ca 2 m fra anleggets langsida mot sørvest ved merd nr 5 (**figur 5** og **6**). Her er det ca 170 m dypt, og fra anleggets langsida mot nordøst på andre siden av merd nr 5 skråner bunnen kraftig nedover mot sørvest mot prøvestedet (**figur 3** og **4**). Bunnen skråner også relativt raskt videre nedover, og ca 175 m sørvest for prøvestedet er det 250 m dypt. Denne prøven er således tatt inntil anlegget i en skrånende bakke ned mot dyprennen. Grabbhuggene inneholdt omtrent halvfulle grabber med 5 - 6 l med et 3 - 4 cm svartgrått og noe luktende slamlag (hydrogensulfid) oppå en grå såle av fast, til dels finkornet sediment (fin sand, silt og leire) og 5 % skjellrester (**tabell 9**).

Tabell 9. Beskrivelse av MOM C-prøver fra Herdlefjorden og ved anlegget 31. mars 2004.

Prøvetakingssted	Herdlefjorden, C1		Herdlefjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	12 (full)	12 (full)	6	5
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei	
H ₂ S lukt	Nei		Nei		Noe	
Skjellsand	Nei		Nei		5 %	
Primær Grus	Nei		Nei		Nei	
sediment Sand/silt	Ja		Ja		Ja	
Leire	Ja		Ja		Ja	
Mudder	Ja		Ja		Ja	
Beskrivelse av prøven	Full grabb med myk, grå og luktfri prøve bestående av silt og leire. Homogen struktur.		Full grabb med myk, grå og luktfri prøve. Silt og leire. Homogen struktur.		3 - 4 cm svartgrått og noe luktende slamlag (hydrogensulfid) oppå en grå såle av fast, til dels finkornet sediment (fin sand, silt og leire). 5 % skjellrester.	

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 Herdlefjorden hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på begge stasjonene i resipienten i Herdlefjorden viste positive verdier. Inntil anlegget innenfor anleggets nærsone var pH noe lavere og elektrodepotensialet noe negativt. Sedimentet på prøvestedene i Herdlefjorden ble klassifisert til tilstand 1 (upåvirket) og helt inntil anlegget tilstand 2 (noe påvirket, **tabell 10**).

Tabell 10. Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensialet (Eh) i sediment i Herdlefjorden og ved anlegget den 31. mars 2004. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var: pH sjøvann=8,00, Eh i sjøvann=324 mV og temperaturen i sediment= 8,7 °C.

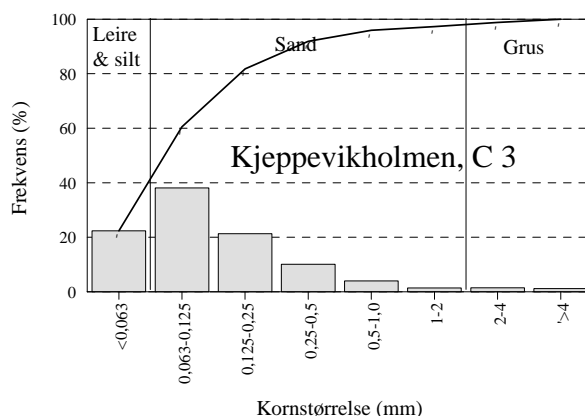
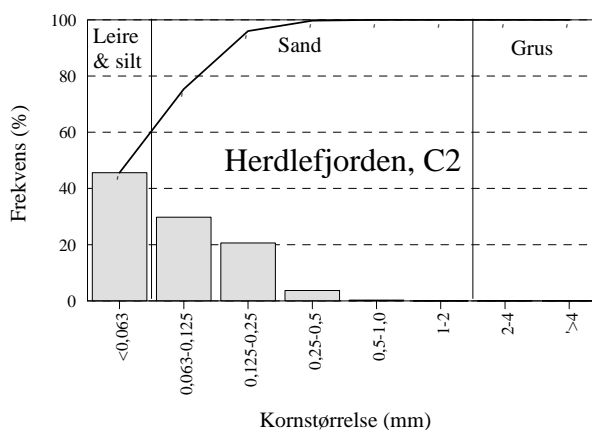
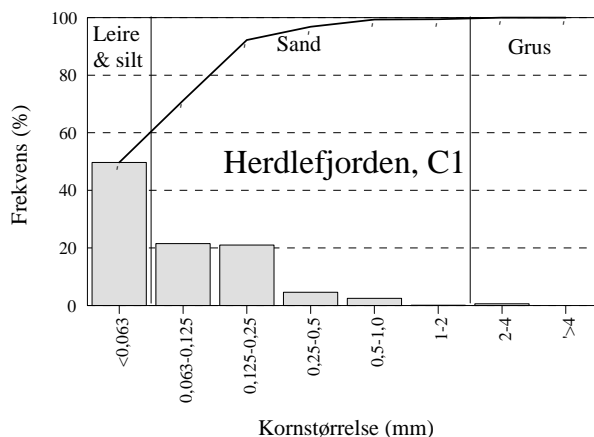
Prøvetakingssted	Herdlefjorden, C1		Herdlefjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,71	7,70	7,64	7,63	7,44	7,32
Eh	65	265	72	40	-70	-90
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	2	2

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 5 cm av sedimentet fra de tre prøvestedene C1 - C3. Resultatene viser at det var sedimenterende forhold ved prøvested C1 og C2, ute i dypområdene i resipienten i Herdlefjorden. Her er det relativt flatt på og like rundt prøvestedene og trolig lite strøm. Henholdsvis 49,7 og 45,6 % av partiklene på vektbasis var leire og silt mens 49,7 og 54,4 % av partiklene på vektbasis var sand, hvor det var mest av de minste fraksjonene (under 0,25 mm, **figur 9, tabell 11**). Prøvested C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke, der en også kan forvente litt mer strøm enn i det dypeste. Sedimentet var her noe mer grovkornet og inneholdt 22,4 % silt og leire. Andelen sand var høy (74,9 %), men også her var det mest av de minste fraksjonene (under 0,25 mm). Glødetapet var høyest i sedimentet fra de to dypeste stedene i Herdlefjorden (prøvested C1 og C2) og lavest (!) i sedimentet like inntil anlegget (C3).

Tabell 11. Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet på de tre prøvestedene C1 - C3 i Herdlefjorden og ved anlegget 31. mars 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

FORHOLD	Herdlefjorden, C1	Herdlefjorden, C2	Ved anlegget, C3
Glødetap i %	15,8	15,2	4,2
Leire + silt i %	49,7	45,6	22,4
Sand i %	49,7	54,4	74,9
Grus i %	0,6	0	2,7



Figur 9. Kornfordeling i sedimentprøvene fra sted C1 og C2 i Herdlefjorden (øverst) og sted C3 ved anlegget på Kjeppvikholmen (til høyre). 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 31. mars 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

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 12**. 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 de to prøvestedene C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden, noe som bekrefter at det her trolig i dette området 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 inntil anlegget på prøvested C3, hvilket skyldes at prøven inneholdt mer uorganisk materiale enn de to andre. Glødetapet var tilsvarende lavest på stasjon C3 (9,02 %). Glødetapet var noe høyt på stasjon C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden (20,6 % på begge steder). 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. Sedimentet på begge steder var kjennetegnet ved et noe forhøyet innhold av organisk stoff.

Tabell 12. Sedimentanalyser fra prøvested C1 - C3 i Herdlefjorden og ved anlegget. Duplikatene fra hver prøvestasjon på stasjon C1 - C3 ble slått sammen forut for analysen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes.

FORHOLD	Enhet	Metode	C1	C2	C3
Tørrstoff	%	NS 4764	28,9	28,5	58,3
Glødetap	%	NS 4764	20,6	20,6	9,02
TOC	mg/g	beregnet	82,4	82,4	36,1
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	91,5 (V)	92,2 (V)	50,1 (V)
Total Fosfor	%	Intern	0,14	0,16	0,29
Kjeldal Nitrogen	%	Kjeldahl	0,44	0,46	0,19
Kobber	mg/kg	NS 4773	115 (II)	108 (II)	65,7 (II)
Sink	mg/kg	NS4773	391 (II)	375 (II)	205 (II)

Innholdet av (normalisert) TOC var henholdsvis 91,5 og 92,2 mg C/g på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden (**tabell 12**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = “Meget dårlig” for begge stedene (SFT 1997). Helt inntil anlegget var innholdet av normalisert TOC 50,1 mg C/g. Dette tilsvarer også SFTs tilstandsklasse V = “Meget dårlig” for denne stasjonen.

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en middels høy konsentrasjon av nitrogen med henholdsvis 4,4 og 4,6 mg N/g i sedimentet på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden. Det ble målt relativt lav konsentrasjon av nitrogen med 1,9 mg N/g i sedimentet helt inntil anlegget (**tabell 12**). Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden og nesten dobbelt så høyt i sedimentet helt inntil anlegget. Nitrogenverdiene fra sedimentet i dypområdet i Herdlefjorden tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse III = “Nokså dårlig”, mens resultatet for prøven ved anlegget tilsvarer tilstandsklasse I = “God” (SFT 1993). Av **tabell 12** ser en at innholdet av fosfor i sedimentet er målt høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Det var et moderat innhold av kobber på alle tre prøvestedene. Kobberinnholdet lå mellom 65 og 115 mg Cu/kg, tilsvarende SFTs’ tilstandsklasse II = “Moderat forurenset” (**tabell 12**). Innholdet av sink i sedimentet var litt forhøyet, med henholdsvis 391, 375 og 205 mg Zn/kg på stasjon C1 - C3, hvilket tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse II = “Moderat forurenset”. Det var lavest innhold av både kobber og sink i sedimentet på stasjon C3 nærmest anlegget.

BUNNDYR

På prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene fra hvert sted funnet henholdvis 29 og 36 individer fordelt på 15 arter (**tabell 13**). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdvis 3,62 og 3,28, som gir dypområdet i Herdlefjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God". Det var ikke spesielt mange arter på stasjon C1 og C2, men en jevn fordeling av individer mellom artene gir likevel en forholdsvis høy diversitet (**tabell 13**). Det som skiller disse stasjonene er hovedsakelig en dominans av pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* på stasjon C2. Dette beror sannsynligvis på tilfeldigheter og har ingen økologisk relevans.

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Prionospio malmgreni* og *Capitella capitata*. Det ble registrert henholdvis 125 og 84 individer av disse artene i prøven, og de utgjør således 95 % av individantallet. Også de øvrige artene på stasjon C3 er arter som er vanlige ved organisk belastning. Pga. få arter og sterk dominans av *P. malmgreni* og *C. capitata* var diversiteten 1,28 på stasjon C3. Dette tilsier SFT-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 artssammensetningen (NS 9410, se **tabell 4**). På stasjon C3 ble det funnet 219 individer fordelt på 7 arter. Dette gir 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 nærsonen dermed er tilfredsstillende.

Tabell 13. Antall arter og individer av bunndyr i de seks MOM C-grabbhuggene tatt i resipienten i Herdlefjorden (C1 og C2) og like ved anlegget (C3) 31. mars 2004, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, jevnhet (evenness), beregnet maksimal diversitet (H' max) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

FORHOLD	Herdlefjorden, C1 Prøve A + B	Herdlefjorden, C2 Prøve A + B	Ved anlegget, C3 Prøve A + B
Antall arter	15	15	7
Antall individ	29	36	219
Shannon-Wiener, H'	3,62	3,28	1,28
Jevnhet, J	0,93	0,84	0,46
H' -max	3,91	3,91	2,81
SFT-tilstandsklasse	II = "God"	II = "God"	IV = "Dårlig"
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)			Miljøtilstand 2 moderat påvirket

SJIKTNING

Den 31. mars 2004 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold forøkt målt i vannsøylen i Herdlefjorden i dyprennen, ved prøvested C1. Det ble benyttet et nedsenkbar YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 100 m dyp, men resultatene uteble på grunn av batterisvikt. Det ble samlet inn vannprøver for bestemmelse av oksygen etter Winkler metode. Resultatene er presentert i **tabell 14**.

Tabell 14. Oksygeninnhold i vannprøver samlet inn ved prøvested C1 i Herdlefjorden den 31. mars 2004.

Dyp m	Oksygen mg/l	oksygen ml/l	Tilstandsklasse
10	9,32	6,6	I
50	8,93	6,3	I
100	10,94	7,7	I
150	7,61	5,4	I
200	9,63	6,8	I
250	8,15	5,7	I

Det ble målt noe variable, men høye oksygenverdier i hele vannsøylen. Høyest oksygeninnhold ble målt på 100 m dyp (10,94 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 Herdlefjorden 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 14**).

DISKUSJON

Om bunnundersøkelser i fjorder

Ved prøvetaking på fjordlokaliteter med skrånende bunn vil en som oftest treffe på hard bunn (stein/fjell) med lite primærsediment. Dette gjør at det i utgangspunktet finnes lite gravende bunndyr (infauna), som kan ta seg av nedbrytingen av avfallet fra anlegget. Det prøvematerialet en da får opp består ofte av oppskrap, surt, brunt, løst, luktende sediment, som automatisk får en noe høyere poengsum i MOM-systemet enn prøver der en har primærsediment. Noe urettvist får således denne type prøver en høy poengscore fordi de er sure, og lokaliteter kan således lett bli overbelastet ut fra de formelle MOM B-vurderingskriteriene. Ved vurderingen bør en derfor legge mest vekt på grabbvolumet og tykkelsen på slamlaget, og se bort i fra pH/Eh som det viktigste vurderingskriteriet.

Når en tar prøver på en slik fjordlokalitet, vil en ved en slavisk bruk av MOM- metodikken risikere at denne type lokalitet blir tildelt en høyere belastningsgrad enn den fortjener. Dette gjelder spesielt der som en treffer lommer og hull i terrenget der avfall fra anlegget har samlet seg opp. I disse hullene er det lite omrøring og omsetning. Ujevnhetene i terrenget gjør at arealet av gropene der avfallet samler seg representerer et mye større spredningsareal fra anlegget. Mengde avfall i gropene i terrenget blir relativt sett sterkt overrepresentert i forhold til tilsvarende merdareal avfallet er sluppet ut i fra.

I tilfeller der MOM-metodikken ikke fungerer tilfredsstillende, må resultatene fra prøvene vurderes skjønnsmessig opp mot andre vurderingskriterier for en god/dårlig lokalitet der f. eks. en ujevn bunn under anlegget ikke alltid kan sidestilles med tersklet bunn. Dette gjelder spesielt der bunnen under anlegget skråner bratt videre nedover, noe som vil kunne bidra til en videre spredning av avfallet. De faktiske forholdene kan f. eks. tilsi lavere belastning på en slik lokalitet. Det blir da viktig å vurdere prøvevolumet i grabbhuggene i forhold til hvor stort spredningsareal disse representerer. I tillegg må en som tidligere nevnt vurdere prøvetakingen opp mot hvor bratt skrånende bunnen under anlegget er der avfallet blir spredd over forskjellig dyp. I tillegg må en se på hvor stor og dyp resipient en har rundt lokaliteten.

Det er stor variasjon i hvor mye organisk materiale den enkelte lokalitet tåler å få tilført før tålegrensen blir overskredet. Når belastningen på en lokalitet er i likevekt med omsetningen i sedimentene under / i nærheten av anlegget, betyr det at den tilførte mengden organisk materiale blir nedbrutt og omsatt i sedimentene, i all hovedsak av bunngravende dyr, i samme takt som de faller til bunns. Forholdsvis store mengder sediment kan omsettes når en har rikelig med dyr tilstede i sedimentene, og en har strøm ved bunnen som medfører jevn tilførsel av oksygen, og som sprer avfallet fra anlegget utover fra anlegget. Dersom belastningen øker mer enn omsetningen gjennom økte tilførsler av avfall fra anlegget, vil sedimentene bygge seg opp under anlegget, de blir surere, oksygenmengden blir redusert, og arter som er lite tolerante for miljøforandringer forsvinner. De dyrene som tåler større miljøforandringer blir igjen inntil sedimentene er så sure og oksygenfattige at de også forsvinner.

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 til biomasse og ufordøyd, delvis nedbrutt materiale, som går tilbake til miljøet. Når dyrene forsvinner er det fare på ferde fordi det nesten ikke skjer omsetning av tilført materiale fra anlegget. Da er det kun den bakterielle nedbrytingen som fortsetter, noe som går vesentlig senere enn når det er dyr til stede i sedimentene. Da skal det lite tilførsler til før sedimenthaugene bygger seg enda mer opp under merdene.

MOM B-lokalitetsundersøkelsen.

Ut fra vurderingskriteriene i NS 9410 er det dokumentert at lokaliteten på tidspunktet for prøvetaking var uakseptabelt belastet av den nåværende oppdrettsvirksomheten (tilstand 4). Prøvetakingen viste at oppdrettslokaliteten trolig har en blandingsbunn av hard fjellbunn og primærsediment, som for det meste besto av finkornet sand og silt. Oppå dette lå det et relativt tynt slamlag (1 - 5 cm) på lokaliteten med 10 - 60 % innslag av avskrapte blåskjell fra anlegget. Grabben var generelt $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ full, og konsistensen varierte fra fast til myk og løs. Det var noe til sterk lukt i de fleste prøvene, og gassdannelse i flere av dem. Fargen var i hovedsak brun eller svart. Seks av ti prøver havnet i dårligste tilstandsklasse med hensyn til organisk belastning, og bunnen var således uakseptabelt belastet under vel halvparten av anlegget. Bunnen var minst belastet på det dypeste under merd nr 5 og 6. Det ble funnet dyr bare i to av ti prøver, men belastningen på lokaliteten er helt lokal og begrenser seg til bunnen under selve anlegget siden det ca 2 meter til side for anlegget ved merd nr 5 ble funnet en god del dyr (se MOM C-undersøkelsen).

Årsakene til at lokaliteten Kjepevikholmen var uakseptabelt belastet på tidspunktet for prøvetaking er flere. Undersøkelsen er gjort på et tidspunkt i produksjonssyklusen der fôrbruk, produksjon og biomasse var på sitt høyeste, og en normalt vil kunne forvente å finne belastende forhold for en periode. Herdlefjorden er tersklet ved utløpet mot Herdla. Fjorden sin beliggenhet og egenskap som fjord er en medvirkende årsak til at en slik belastning vil kunne oppstå. Dette fordi det under et aktivt og strømsterkt overflatelag trolig er lite strøm fra 20 – 30 m dyp og nedover mot bunnen. Disse forholdene er typisk for mange fjordlokaliteter. På de fleste fjordlokaliteter har en ofte sedimenterende forhold rett under merdene på grunn av moderat spredningsstrøm og bunnstrøm. Avfall som først har kommet ned i strømsvake lag vil ikke bli spredt særlig langt utover, selv om det er god dybde på lokaliteten, slik som ved Kjepevikholmen. Mye av avfallet vil dermed legge seg lokalt under merdene, slik som en ser her. På en så bratt lokalitet som Kjepevikholmen vil en likevel få en viss spredning ved at noe avfall sklir nedover langs bunnen til dypere vann. Dette er gunstig så lenge ikke mye av avfallet samler seg opp i eventuelle groper, hyller o.l. i terrenget. Dybdemålingene på anlegget indikerer ikke at en har slike groper av betydning under eller i nærheten av anlegget.

Som MOM C-undersøkelsen viste finnes det trolig en god del gravende bunndyr i anleggets nærsone, dvs i randsonen av belastningsområdet, som omsetter en god del organisk materiale fortløpende, slik at det ikke hopper seg opp særlig mer materiale, kanskje med unntak av midt under merdene der belastningen er størst. Ved brakklegging vil dyrene etter hvert ete seg innover mot midten av belastningsområdet, og dersom de får jobbe uforstyrret lenge nok vil de til slutt ha omsatt alt det organiske materialet. På en lokalitet som dette der en også har en del primærsediment tar dette trolig ikke så mange månedene.

Det er således ikke unormalt at en fjordlokalitet der en driver oppdrett i stormerder kan bli sterkt til uakseptabelt belastet for en kortere periode rundt den mest driftsintensive perioden i generasjonssyklusen, men det er viktig at dette ikke blir en permanent situasjon for lokaliteten. Det er blant annet derfor brakklegging av lokaliteter er viktig, slik at dyrene skal få tid og mulighet til å omsette de største oppsamlingene før det kommer nye tilførsler. På lokaliteten Kjepevikholmen var tilstanden formelt sett uakseptabel på tidspunktet for prøvetaking, men flere forhold tilsier at lokaliteten likevel er en brukbar lokalitet. Grabbvolumet var for det meste relativt moderat, og det organiske slamlaget en fikk opp med grabben var i gjennomsnitt ikke mer enn ca 2-4 cm på lokaliteten. Det er ikke spesielt mye i forhold til at produksjonen nå var på topp. Det er også primærsediment på lokaliteten og således gunstige forhold for gravende bunndyr, noe som gjør at en får en effektiv sedimentomsetning i en brakkleggingsperiode. Etter en brakkleggingsperiode på et halvt år er det gode sjanser for at tilstanden på lokaliteten vil være vesentlig forbedret.

Lokaliteten ved Kjepevikholmen ble første gang undersøkt 9. november 2000, og da var det 4 bur som lå på lokaliteten (merd nr 1 - 4, jf. **figur 4**). Undersøkelsen ble gjort midt i produksjonssyklusen, og også den gangen var lokaliteten uakseptabelt belastet. Produksjonen var også mindre enn nå (650 tonn i året mot 1200 tonn i 2003). Generelt var det mer prøvemateriale i grabben på de stasjonene som da ble undersøkt

(6 av stasjonene er omtrent identiske med prøvestedene for nåværende undersøkelse), dvs at på 6 steder var grabben $\frac{3}{4}$ full - full og slamlaget var på 5 av stedene over 8 cm tykt (Tveranger 2001). Produksjonen er med andre ord nå høyere enn ved forrige MOM B-undersøkelse. Undersøkelsen 31. mars 2004 er også foretatt i den mest driftsintensive delen av produksjonssyklusen, og lokaliteten er nå mindre belastet. Dette ser en ved å sammenligne vurderingen av gruppe III sedimenttilstand, som i undersøkelsen i 2000 gav tilstand 4, dvs uakseptabel belastning (korrigert sum 3,37 for ti stasjoner) med undersøkelsen i 2004, som gav tilstand 3, dvs sterk belastning (korrigert sum 2,40 for ti stasjoner). Dette viser at en betydelig økning i produksjonen på lokaliteten ikke nødvendigvis trenger å gi økt belastning. Det viktigste er at lokaliteten får tilstrekkelig hviletid mellom hvert utsett slik at den blir rehabilitert før neste utsett. I så måte kan en si at brakkleggingen fra desember 2001 til oktober 2002 har fungert godt, og at lokaliteten ut i fra en vurdering av gruppe III sedimenttilstand således var i stand til å takle den økte produksjonen ved at belastningen nå var lavere.

Et annet forhold som ved dette tilfellet bør tillegges størst vekt er at belastningen på bunnen under anlegget er en lokal punktbelastning som har betydning for *lokaliteten*, men som i liten eller ingen grad påvirker forholdene i *resipienten*. Resipienten for lokaliteten er Herdlefjorden, som har en stor resipientkapasitet. Således vil ikke en overbelastning av lokaliteten ha konsekvenser for annet enn lokalitetsområdet i seg selv, jf. MOM C-undersøkelsen. Problemstillingen knyttet til en lokal punktbelastning som har betydning for *lokaliteten*, men som i liten eller ingen grad påvirker forholdene i *resipienten* gjelder for nesten alle undersøkelser gjort i Herdlefjordens tilknyttede fjordbasseng (fjordene innenfor Byfjorden inkludert Radfjorden, **tabell 15**).

Tabell 15. Oversikt over utførte MOM B-undersøkelser og lokalitetenes tilstand på 11 lokaliteter i Osterfjorden, Sørfjorden, Herdlefjorden og Radfjorden.

Lokalitet	Dato	Middeldyp til bunn, m	Bunn-topografi	bunntype	Årlig prod.	Tilstand	Referanse
Fyllingsnes	23.04.99	100	skrånende	fjell/mudder	780	3	Tveranger 1999
Kjepevikh.	09.11.00	128	skrånende	fjell	650	4	Tveranger 2001
Bruvik	01.07.99	90	sterkt skrånende	fjell/sand	700	4	Tveranger 2000a
Tepstad	01.07.99	300	sterkt skrånende	fjell	850	1	Tveranger 2000b
Skaftå	02.07.99	40	skrånende	sand/fjell/stein	250	2	Tveranger 2000c
Saltverket	05.07.99	32	flat	mudder	800	4	Tveranger 2000d
Olsnestangen	04.11.99	58	skrånende	fjell	400	2	Tveranger 2000e
Hamre	14.06.01	90	sterkt skrånende		1200	3	Tveranger m. fl. 2001
Kvamme	13.06.01	90	sterkt skrånende	fjell	1000	3	Brekke m. fl. 2001
Blom	18.10.02	100	sterkt skrånende	fjell	775	3	Børsheim m. fl. 2003
Ramsvik	22.09.00	60	sterkt skrånende	fjell	300	2	Tveranger & Johnsen 2001
Ramsvik	11.10.01	60	sterkt skrånende	fjell	925	2	Tveranger m. fl. 2002

En ser at 7 av 9 lokaliteter med en viss størrelse på produksjonen (over 600 tonn i året) enten havner i tilstand 3 eller 4, men belastningen på samtlige lokaliteter er lokal og begrenser seg til anleggets utbredelse og dets nærsone. Erfaringsmessig er dette også lokaliteter som etter 3 - 4 måneders brakklegging viser klare tegn til rehabilitering.

Ut fra dette kan en si at lokaliteten Kjeppvikholmen er en typisk fjordlokalitet som totalt sett fungerer forholdsvis bra med hensyn på organisk belastning slik anlegget er lokalisert i dag, selv om lokaliteten formelt sett er uakseptabelt belastet i forhold til MOM B-vurderingskriteriene. Med god dybde og bratt skrånende bunn under anlegget med en del primærsediment er det lite sannsynlig at den organiske belastningen som er på lokaliteten vil påvirke fisken i anlegget negativt i noen særlig grad, men lokaliteten er trolig avhengig av brakkleggingsperioder for å kunne "ta seg inn" mellom hvert utsett.

Produksjonen i anlegget kan trolig økes uten at dette påvirker bunnforholdene noe mer enn i dag. Denne produksjonsøkningen bør fortrinnsvis skje ved at flere merder blir lagt ut på lokaliteten slik at en får spredt den organiske belastningen, og disse bør legges fra merd nr 6 og videre utover slik at en forstatt får en god dybde mellom anlegget og bunnen.

MOM C-resipientundersøkelsen.

Skråningen under anlegget ender i et 250 - 280 m dypt dypvannsbasseng i Herdlefjorden ca 175 m sørvest for anlegget. Det dypeste punktet i resipienten er på 318 m ca 600 m sørsørøst for anlegget. 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 dypere liggende områdene, og dette blir trolig omsatt uten at det påvirker miljøet negativt.

Overflatevannkvalitet.

Overflatevannet i Herdlefjorden og helt inn til anlegget ble klassifisert til tilstandsklasse I = "Meget god" for nitrat og nitrogen på alle tre steder (C1 - C3) og for fosfat og total fosfor for stasjon C3 helt inntil anlegget. På stasjon C1 ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for fosfat og total fosfor, og på stasjon C2 til tilstandsklasse IV = "Dårlig" for total fosfor og tilstandsklasse III = "Mindre god" for fosfat. Det er grunn til å tro at disse resultatene med hensyn på total fosfor og fosfat på stasjon C1 og C2 ikke kan være representative all den tid stasjon C3 tatt helt inntil anlegget (påvirkningskilden) viser helt andre verdier. Prøvene ble stående i over tre måneder i kjøleskap på laboratoriet forut for analyse, men prøvene var stabilisert med svovelsyre. De høye verdiene indikerer "forurensing" fra eksterne kilder.

Sedimentkvalitet.

Det var sedimenterende forhold ved prøvested C1 og C2, på de to stedene ute i dypområdene i resipienten i Herdlefjorden. Her er det relativt flatt på og like rundt prøvestedet og trolig lite strøm. Sedimentet var finkornet med et lavt tørrstoffinnhold og forhøyete verdier av karbon og nitrogen i sedimentet. Glødetapet var på 20,6 % på begge steder, noe som indikerer sedimenterende forhold ved bunnen kombinert med en noe lav 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 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.

Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var 91,5 og 92,2 mg C/g på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for begge stedene (SFT 1997). Innhold av organisk nitrogen i sedimentet var 4,4 og 4,6 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse III = "nokså dårlig" (SFT 1993).

Flere marinbiologiske undersøkelser viser at det er helt vanlig med et høyt glødetap i de dypere områdene i Osterfjorden, Kvernafjorden, Radfjorden, Lurefjorden og Seimfjorden. Dette er fjorder som i likhet med Herdlefjorden er tersklet, men med store vannvolum og omtrent årlige utskiftninger over terskeldyp. (Johannessen m. fl. 1990, Botnen m. fl. 1992). I de nevnte fjordene ble det i ulike undersøkelser utført i 1989 og 1990 på 5 steder funnet et glødetap på mellom 12,4 og 29,5 % på dyp mellom 196 og 570 m.

Prøvested C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke der en også kan forvente litt mer strøm enn i det dypeste. Sedimentet var her noe mer grovkornet og inneholdt ca 50 % mindre silt og leire enn prøvested C1 og C2. Torrstoffinnholdet var høyere og glødetapet var vesentlig lavere (9,02 %) enn i de dypere områder selv med store tilførsler fra anlegget, men med en noe forhøyet verdi av karbon og lav verdi av nitrogen. Innholdet av normalisert TOC 50,1 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for denne stasjonen (SFT 1997). Innhold av organisk nitrogen i sedimentet var 1,9 mg N/g. Dette tilsvarer tilstandsklasse I = "God" (SFT 1993).

Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden og nesten dobbelt så høyt i sedimentet helt inntil anlegget. Innholdet av fosfor i sedimentet er målt høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Sedimentet på stasjonene i Herdlefjorden hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på begge stasjonene i resipienten i Herdlefjorden viste positive verdier. Inntil anlegget innenfor anlegget sin nærsone var pH noe lavere og elektrodepotensialet noe negativt. Sedimentet på prøvestedene i Herdlefjorden ble klassifisert til tilstand 1 (upåvirket) og helt inntil anlegget tilstand 2 (middels påvirket) med hensyn på pH/Eh(NS 9410).

Det var et moderat innhold av kobber på alle tre prøvestedene. På prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden var konsentrasjonen henholdsvis 115 og 108 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Ved prøvested C1 like ved anlegget var kobberinnholdet lavere, dvs 65,7 mg Cu/kg, men fremdeles innenfor SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var litt forhøyet på alle tre stasjoner, men lavest i sedimentet helt inntil anlegget. Innholdet på stasjon C1 - C3 ble målt til henholdsvis 391, 375 og 205 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

At man finner noe høyere verdier ute i resipienten enn ved anlegget indikerer at påviste mengder av disse stoffene er følsomme for andelen finstoff i sedimentet, og/eller at det tidligere var utslipp av kobber og sink ved anlegget, der konsentrasjonen senere har gått ned grunnet opphør eller reduksjon i disse utslippene, men at de tidligere utslippene da kan ha påvirket resipienten i moderat omfang.

Bunnfauna

På prøvested C1 og C2 i dypområdet i Herdlefjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene fra hvert sted funnet henholdsvis 29 og 36 individer fordelt på 15 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 3,62 og 3,28 som gir dypområdet i Herdlefjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II = "God". Det var ikke spesielt mange arter på stasjon C1 og C2, men en jevn fordeling av individer mellom artene gir likevel en forholdsvis høy diversitet.

Diversitet og tilstand i dypområdet i Herdlefjorden/resipienten til anlegget ligger innefor det som er funnet i flere marinbiologiske undersøkelser utført i 1989 og 1990 i de dypere områdene i Osterfjorden, Kvernafjorden, Radfjorden, Lurefjorden og Seimfjorden. (Johannessen m. fl. 1990, Botnen m. fl. 1992). Her lå Shannon-Wieners diversitetsindeks til dyresamfunnet på fem steder på dyp mellom 196 og 570 m mellom 3,15 og 4,51. Dypområdet i Kvernafjorden og Radfjorden ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse II = "God", og dypområdet i Osterfjorden, Radfjorden og Seimfjorden ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse I = "Meget god". Det gjøres oppmerksom på at disse undersøkelsene er gjort med en 0,2 m² van Veen grabb, og at det er tatt 5 paralleller på hvert sted. Efaringsmessig tilsier dette flere dyr, flere arter

og noe høyere diversitet for prøvestedet enn det som en kan forvente ved to paralleller på hvert sted med en 0,1 m² van Veen grabb, slik som ved denne undersøkelsen.

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Prionospio malmgreni* og *Capitella capitata*. Det ble registrert henholdsvis 125 og 84 individer av disse artene i prøven, og de utgjør således 95 % av individantallet. Også de øvrige artene på stasjon C3 er arter som er vanlige ved organisk belastning. Pga. få arter og sterk dominans av *P. malmgreni* og *C. capitata* var diversiteten 1,28 på stasjon C3. Dette tilsier tilstandsklasse IV= "Dårlig".

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

Dette kan begrunnes ut fra følgende forhold. På stasjonen nærmest anlegget (C3) ble det funnet et vesentlig lavere glødetap enn på de to andre stedene (9,02 %). Det normaliserte TOC- innholdet var også lavest (50,1 mg C/g) selv om dette også tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig". 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 dette prøvestedet. Det ble funnet ca 220 individer på et areal på 0,2 m². Dette er 6 - 7 ganger så mange individer pr arealenhet som på prøvested C1 og 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 det dypeste stedet i Herdlefjorden, 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 dyprennen, og det er således trolig små mengder av de opprinnelige utslippene som vil sedimentere her.

Siden anlegget ligger et stykke fra dypområdet i Herdlefjorden, 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 Herdlefjorden mer skyldes forhold som er styrt av naturlige prosesser heller enn noen påvirkning fra oppdrettsanlegget ved Kjeppvikholmen. Dette ser en også ut fra at sedimentkvaliteten og diversiteten i dyresamfunnet var noenlunde lik på prøvestedene C1 og C2. Det er grunn til å tro at dersom det var noen påvirkning fra anlegget i resipienten, så skulle dette først slå ut på prøvestedet 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 Herdlefjorden, 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 er således ut fra kvaliteten på dyresamfunnet gode steder. Dette er et mønster som vi har sett ved en rekke resipientundersøkelser vi har utført i det siste (bl.a. Børshheim m. fl. 2003, Tveranger m. fl. 2003, Tveranger og Johnsen 2003). 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 prøvestedene C1 og C2 var 91,5 og 92,2 mg C/g. Ut fra SFT 1993 ville dette ha gitt tilstand IV = "Dårlig" på prøvestedene C1 og C2. Prøvestedet C3 ville med et TOC-innhold på 50,1 mg C/g havnet i tilstandsklasse III= "Nokså dårlig".

KONKLUSJON

Denne miljøundersøkelsen ble utført i den mest driftsintensive perioden av driftssyklusen, der fôrbruken og produksjonen var høyest, og belastningen på lokaliteten høy. Det ble funnet en uakseptabel men helt lokal påvirkning fra oppdrettsvirksomheten på bunnforholdene på lokaliteten (tilstand 4). Resultatene fra undersøkelsene viser at lokaliteten er overbelastet, men slamlaget var relativt tynt og grabbvolumet på hvert sted forholdsvis moderat. Lokaliteten fungerer som en typisk fjordlokalitet. Etter en brakkleggingsperiode på et halvt år er det gode sjanser for at tilstanden på lokaliteten vil være vesentlig forbedret. Det høye individantallet av dyr i nærsonen tilsier en effektiv nedbrytning og omrøring av sedimentene.

Like inntil anlegget var sedimentkvaliteten noe bedre enn i det dypeste i Herdlefjorden, men sedimentkvaliteten (organisk karbon) ble alle steder vurdert til å være "Meget dårlig". Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "God" på to steder i det dypeste i Herdlefjorden. Både sedimentkvaliteten og kvaliteten på dyresamfunnet tilsvarer det som er funnet flere steder i tilgrensende og omkringliggende store og dype fjordbasseng. Like inntil anlegget ble kvaliteten på dyresamfunnet vurdert til å være "Moderat påvirket" (miljøtilstand 2), og det var en god del dyr i sedimentet og høy biologisk aktivitet. Det kan ikke påvises at oppdrettsaktiviteten har påvirket kvaliteten på dyresamfunnet i resipienten negativt. Det er grunn til å tro at med den nåværende plassering av anlegget, så kan produksjonen økes uten at lokaliteten blir mer påvirket eller at resipienten blir negativt påvirket. Den beste måten å ivareta miljøet på lokaliteten er at en eventuell produksjonsøkning foregår ved at det blir tatt i bruk flere merder på lokaliteten med god dybde under merdene, slik at produksjonen pr areal enhet blir noenlunde lik den som en har i dag.

REFERANSER

- BOTNEN, H. B., P. JOHANNESSEN & Ø.TVEDTEN 1992.**
Undersøkelse av marine resipienter i Lindås kommune.
Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen, rapport 9/1992, ISSN 0803-1924, 83 sider
- BREKKE, E., B. TVERANGER & G.H. JOHNSEN 2001.**
Miljøvurdering av oppdrettslokalitet ved Kvamme i Sørfjorden i Osterøy kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 512, 41 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.
- BØRSHEIM, K., B. TVERANGER & G.H. JOHNSEN 2003.**
Miljøvurdering av oppdrettslokaliteten Blom i Sørfjorden i Osterøy kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 617, 39 sider
- 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.
- JOHANNESSEN, P. , K.SJØTUN & Ø.TVEDTEN 1990.**
Resipientundersøkelser i Lurefjorden og Seimsfjorden, Lindås kommune.
Institutt for marinbiologi, Universitetet i Bergen, rapport 6/1990, ISSN 0802-3077, 39 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.
Norges standardiseringsforbund, 22 sider.
- NORSK STANDARD NS 9422**
Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.
- NORSK STANDARD NS 9423**
Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublittoral bløtbunns-fauna 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. 1999

Fyllingsnes Fisk A/S. B-undersøkelse (MOM) på lokalitetene Fyllingsneset sør og vest i Lindås kommune
Sunnhordland Havbruksring, 18 sider.

TVERANGER, B. 2000a

Oster Fjordfarm AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Bruvik i Osterøy kommune
Sunnhordland Havbruksring, 14 sider.

TVERANGER, B. 2000b

Oster Fjordfarm AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Tepstad i Osterøy kommune
Sunnhordland Havbruksring, 11 sider.

TVERANGER, B. 2000c

Jakta Fiskeoppdrett AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Skaftå i Osterøy kommune
Sunnhordland Havbruksring, 16 sider.

TVERANGER, B. 2000d

Jakta Fiskeoppdrett AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Kvernaneset (Saltverket) i Osterøy kommune
Sunnhordland Havbruksring, 21 sider.

TVERANGER, B. 2000e

Jakta Fiskeoppdrett AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Olsnestangen i Osterøy kommune
Sunnhordland Havbruksring, 15 sider.

TVERANGER, B. 2001

Blom Fiskeoppdrett AS. B-undersøkelse (MOM) på lokaliteten ved Kjepevikholmen (Herdlafjorden) i Meland kommune
Sunnhordland Havbruksring, 18 sider.

TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2001.

Miljøvurdering av Bognøy Fiskeoppdrett AS H/R 06+09 sinoppdrettslokalitet ved Ramsvik i Radøy kommune hausten 2000.
Sunnhordland Havbruksring A/L. Rapport nr 1/2001, 33 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., E. BREKKE & G.H. JOHNSEN 2001.

Miljøvurdering av oppdrettslokalitet ved Hamre i Osterfjorden i Osterøy kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 510, 40 sider.

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

Miljøvurdering av oppdrettslokalitet ved Ramsvik i Lindås kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 550, 28 sider.

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.

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Tabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i dypområdet i Herdlefjorden og ved anlegget 31. mars 2004. 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 Randi Lund og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Herdlefjorden C1 A+B	Herdlefjorden C2 A+B	Ved anlegget C3 A+B
ANTHOZOA			
<i>Virgularia mirabilis</i>	1		
NEMERTINEA			
<i>Nemertinea spp.</i>	1	7	
SIPUNCULIDA			
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	3	12	
POLYCHAETA - Flerbørstemakk			
<i>Neoleanira tetragona</i>	1	1	
<i>Exogone verugera</i>		1	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1	1	1
<i>Lumbrineris sp.</i>	1		
<i>Onuphis quadricuspis</i>	1	2	
<i>Onuphis fiordica</i>	2		
<i>Levinsenia gracilis</i>		1	
<i>Aricidea sp.</i>		1	
<i>Prionospio malmgreni</i>			125
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	3	1	1
<i>Chaetozone setosa</i>		1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		1	
<i>Capitella capitata</i>			84
<i>Rhodine loveni</i>	1		
<i>Praxillella sp.</i>	1	2	
<i>Pectinaria belgica</i>	4		1
MOLLUSCA - Bløtdyr			
<i>Clamys sp.</i>		1	
<i>Thyasira spp.</i>	3	3	
CRUSTACEA - Krepser			
<i>Nebalia bipes</i>			6
<i>Eriopisa elongata</i>	5	1	
PYCNOGONIDAE			
<i>Pycnogonidae sp.</i>			1
ECHINODERMATA - Pigghuder			
<i>Echinocardium sp.</i>	1		
Antall individer	29	36	219
Antall arter	15	15	7
Diversitet, H'	362	328	128
H' max	391	391	281
Pielou's Jevnhet (J)	93	84	46

