

Kombinert MOM B- og MOM C -
undersøkelse ved oppdrettslokaliteten
Jibbersholmane og resipienten i
Hoplandsosen i Radøy kommune.



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Kombinert MOM B- og MOM C -undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Jibbersholmane og resipienten i Hoplandsosen i Radøy kommune.

FORFATTERE:

Knut Børnheim, Bjarte Tveranger, Geir Helge Johnsen og Erling Brekke

OPPDRAKSGIVER:

Radøy Laks AS

OPPDRAGET GITT:

Oktober 2002

ARBEIDET UTFØRT:

2002

RAPPORT DATO:

10. mars 2003

RAPPORT NR:

629

ANTALL SIDER:

36

ISBN NR:

ISBN 82-7658-204-4.

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- MOM B-lokalitetsundersøkelse
- MOM C-resipientundersøkelse
- Radøy 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 Radøy Laks AS utført en kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Jibbersholmane og resipienten Hoplandsosen i Radøy kommune. Resipientundersøkelsen er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i brev datert 17. august 1998 i forbindelse med at det er gitt utslippstillatelse for et volum på 24 000 m³ på lokaliteten. I tillegg ønsket Radøy Laks AS at det ble gjennomført en MOM B-undersøkelse på selve lokaliteten for å få vurdert den lokale belastningen opp mot det 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 19. november 2002.

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 Seksjon for anvendt miljøforskning, Unifob, Universitetet i Bergen. Hydrografiske profiler ble innsamlet med et nedsenkbart YSI-instrument, og 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. En takker også Bjørn Strømsnes for tilgang til båt ved befaringen. Til slutt en takk til Radøy Laks AS for oppdraget.

Bergen, 10. mars 2003

INNHOLDSLISTE

Forord og innholdsliste	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse	7
Anlegget	10
Metode	11
Miljøtilstanden høsten 2002	16
MOM B-lokalitetsundersøkelse	16
MOM C-resipientundersøkelse	22
Diskusjon	29
Referanser	34
Vedleggstabell fauna	35

SAMMENDRAG

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.

På oppdrag fra Radøy Laks AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Jibbersholmane og i resipienten i Hoplandsosen 19. november 2002. MOM B-undersøkelsen på lokaliteten og MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410.

Den aktuelle lokaliteten er kystnær og ligger ved Jibbersholmane i Hoplandsosen på nordsiden av Radøy, ut mot det eksponerte sjøområdet i overgangen mellom Hjeltefjorden og Fedjefjorden. Det er trolig gode strømforhold i Hoplandsosen på grunn av tidevannstransporten inn til det store Lurefjordbassenget gjennom Fosnstraumen. Anlegget er plassert ca 400 meter rett nord for Rossnesets vestligste punkt. Hoveddypet under anlegget ligger mellom 85 og 95 meter, og mot nord skråner bunnen svakt og jevnt nedover tilsynelatende uten terskler mot en dyprene på ca 125 m dyp ca 140 m nord for anlegget. Denne dyprenen er ca 700 meter lang (dyp over 125 meter) og går parallelt med Hoplandsosens lengderetning. En terskel på ca 73 meters dyp går omtrent midt mellom Taraskjær og Færøy ca 550 m nordnordvest for anlegget. Bunnforholdene i sørlig og østlig retning fra anlegget karakteriseres av grunnere områder.

Anlegget er et Procean stålanlegg bestående av 6 merder på 25 x 25 meter. Fisken i anlegget ble satt ut høsten 2001. Den totale biomassen i anlegget var på prøvetakingstidspunktet ca 830 tonn, og fisken var jevnt fordelt i merdene både med hensyn på gjennomsnittsvekt og antall fisk pr. merd.

MOM B-lokalitetsundersøkelsen viste at lokaliteten på prøvetakingstidspunktet ble vurdert til tilstand 2 = "middels belastet". Mesteparten av lokaliteten er dekket av et lag med primærsediment, som for det meste består av noe finkornet sand og et stort innslag av silt. Grabben var generelt 2/5 - 3/4 full, og konsistensen varierte fra fast til myk. Det var noe til sterk lukt i de fleste prøvene, men ikke gassdannelse i noen av dem. Fargen var i hovedsak en mellomting mellom grått og svart, der den øvre delen av prøven oftest var noe mørkere. Nesten alle prøvene var noe påvirket av oppdrettsvirksomheten, men slamlaget på lokaliteten var tynt (for det meste under 2 cm). Det var dyr i 8 av 10 prøver.

MOM C-resipientundersøkelsen i Hoplandsosen viser at det var mest sedimenterende forhold på prøvestedet C1 som lå lengst vekk fra anlegget (300 m øst i dyprenen). Sedimentet var finkornet (85 % silt+leire) med et noe lavt tørrstoffinnhold (36,6 %) og høyt glødetap (12,7 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 53,5 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "meget dårlig"). Prøvestedet C2 som lå nærmere anlegget (125 m) og vest i dyprenen hadde mindre sedimenterende forhold ved bunnen. Den finkornete andelen av sediment var vesentlig lavere (53 % silt+leire) med et høyere tørrstoffinnhold (47,8 %), relativt lavt glødetap (6,7 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 35,3 mg C/g (SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig"). En analyse av bunnfauna på prøvested C1 og C2 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på henholdsvis 3,82 og 4,36, noe som gir dyresamfunnet i resipienten øst og vest i dyprenen i Hoplandsosen henholdsvis tilstandsklasse "God" og "Meget god". Prøvestedet C3 helt inntil anlegget hadde best sedimentkvalitet. Den finkornete andelen av sediment var lavest (51 % silt+leire) med det høyeste tørrstoffinnholdet (58,6 %), og det laveste glødetapet (3,97 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 24,6 mg C/g (SFTs tilstandsklasse II = "god"). Det var mye dyr i prøven, som var totalt dominert av *Capitella capitata*, (95 %), og dette gir dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 3. Det var høy biologisk aktivitet i sedimentet like inntil anlegget.

Resultatene fra undersøkelsene viser at den lokale belastningen ikke overgår lokalitetens bæreevne, og at nedbrytningen av organisk avfall er effektiv og i balanse med den organiske tilførselen fra anlegget. Det svært 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 betydelig uten at dette vil påvirke lokaliteten eller resipienten negativt.

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 oksygenvikt 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) vik 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 dannning 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 føring, vil fisken kunne få tilført for lite oksygen. Dette vil i særlige tilfeller kunne virke negativt inn på fiskens vekst og trivsel.

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

LOKAL BELASTNING

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

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

Dersom belastningen fra anlegget er større enn det lokaliteten kan omsette, vil sedimentene bygge seg opp under anlegget, de blir surere, oksygenmengden blir redusert, og bunnfauna som er lite tolerant for miljøforandringer forsvinner. De dyrene som tåler større miljøforandringer blir værende inntil sedimentene er så sure og oksygenfattede 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.

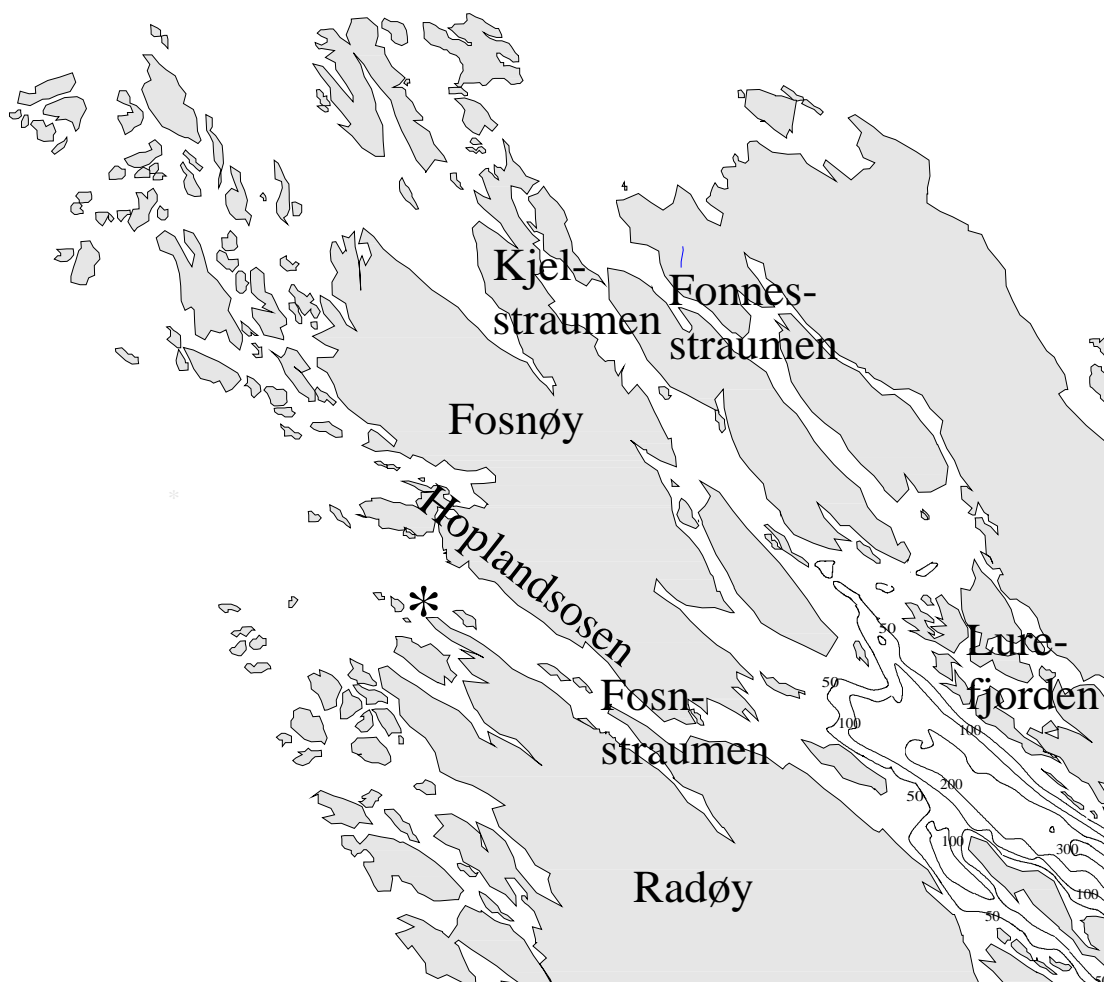
PÅVIRKNING, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

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.

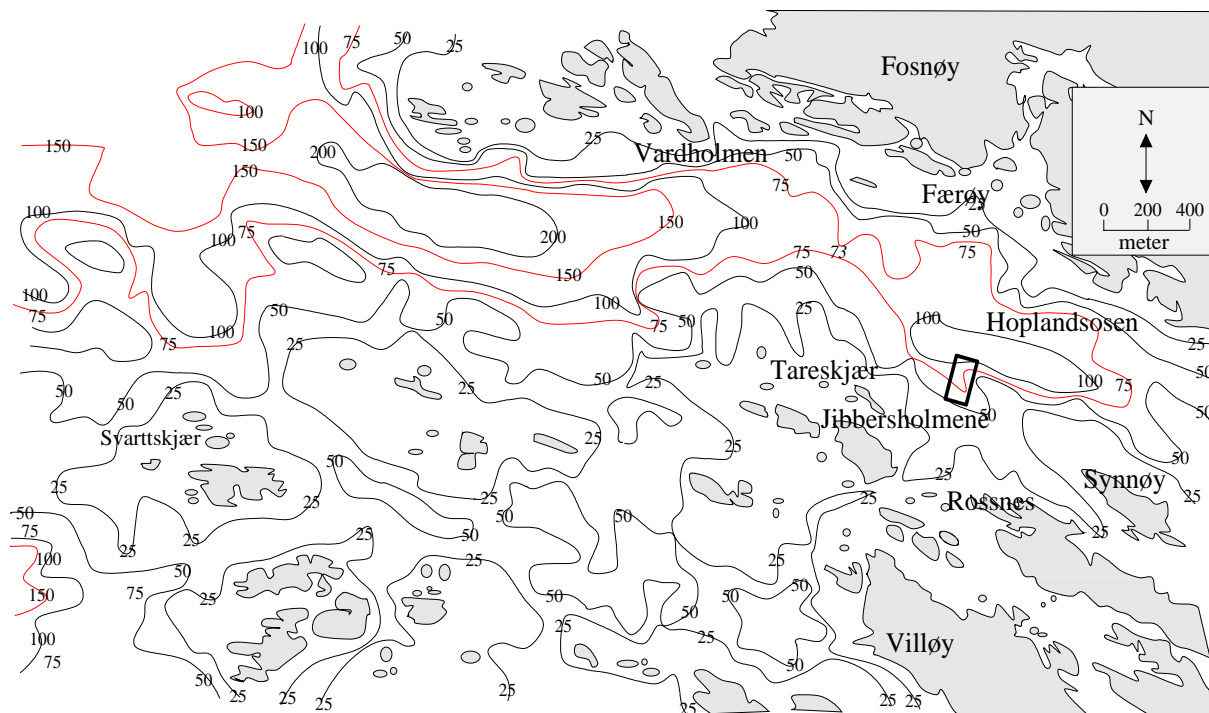
Ved planlegging av større anlegg i fjordsystemer kan det være fornuftig å vurdere tålegrensen til lokaliteten opp mot valg av anleggstype, plassering av anlegget i forhold til dominerende strømretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkelig hviletid mellom driftsperiodene.

OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Lokaliteten Jibbersholmane ligger nord i Radøy kommune og er en kystnær lokalitet (**figur 1**). Anlegget er plassert i Hoplandsosen, nordvest for Synnøy og øst for Jibbersholmane (**figur 2**). I nordvest munner Hoplandsosen ut mot det eksponerte sjøområdet i overgangen mellom Hjeltefjorden og Fedjefjorden. I motsatt og i sørøstlig retning går Hoplandsosen over i Fosnstraumen og videre inn i Lurefjorden, som er et stort og delvis innelukket fjordbaseng. Fosnstraumen og Hoplandsosen er trolig det mest effektive stømsundet mht. vannskiftning inn mot Lurefjorden. Lurefjorden har et overflateareal på ca 48 km² og et totalvolum på ca 5,1 km³. Vanntransporten inn og ut via Fosnstraumen er følgelig stor, og lokaliteten og området rundt er påvirket av denne tidevannsstrømmen, men samtidig også påvirket av den oceanografiske påvirkningen fra de nære fjord- og havområdene. I området vest for lokaliteten er Hoplandsosen ca. 1 km bred. En rekke mindre holmer og skjær hindrer direkte eksponering fra havet som kommer inn fra vest/nordvest via Fedjeosen. Den eksponerte plasseringen i forhold til strøm og vær gjenspeiler seg i anleggets svært solide konstruksjoner og fortøyningsystem.

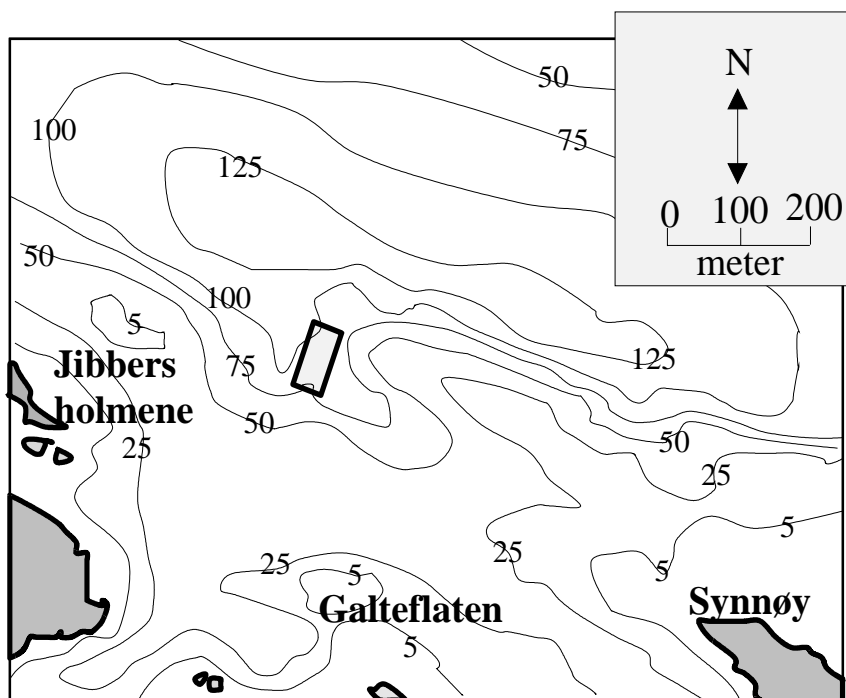


Figur 1. Oversiktskart over Fosnøy og nordre deler av Radøy. Plasseringen av lokaliteten ved Jibbersholmane i Hoplandsosen er vist med '*'.



Figur 2. Oversiktskart over Hoplandsosen med avmerkning av lokaliteten ved Jibbersholmene. Anlegget er markert med en svart firkant. Dybdekotene er tegnet etter hydrografisk original.

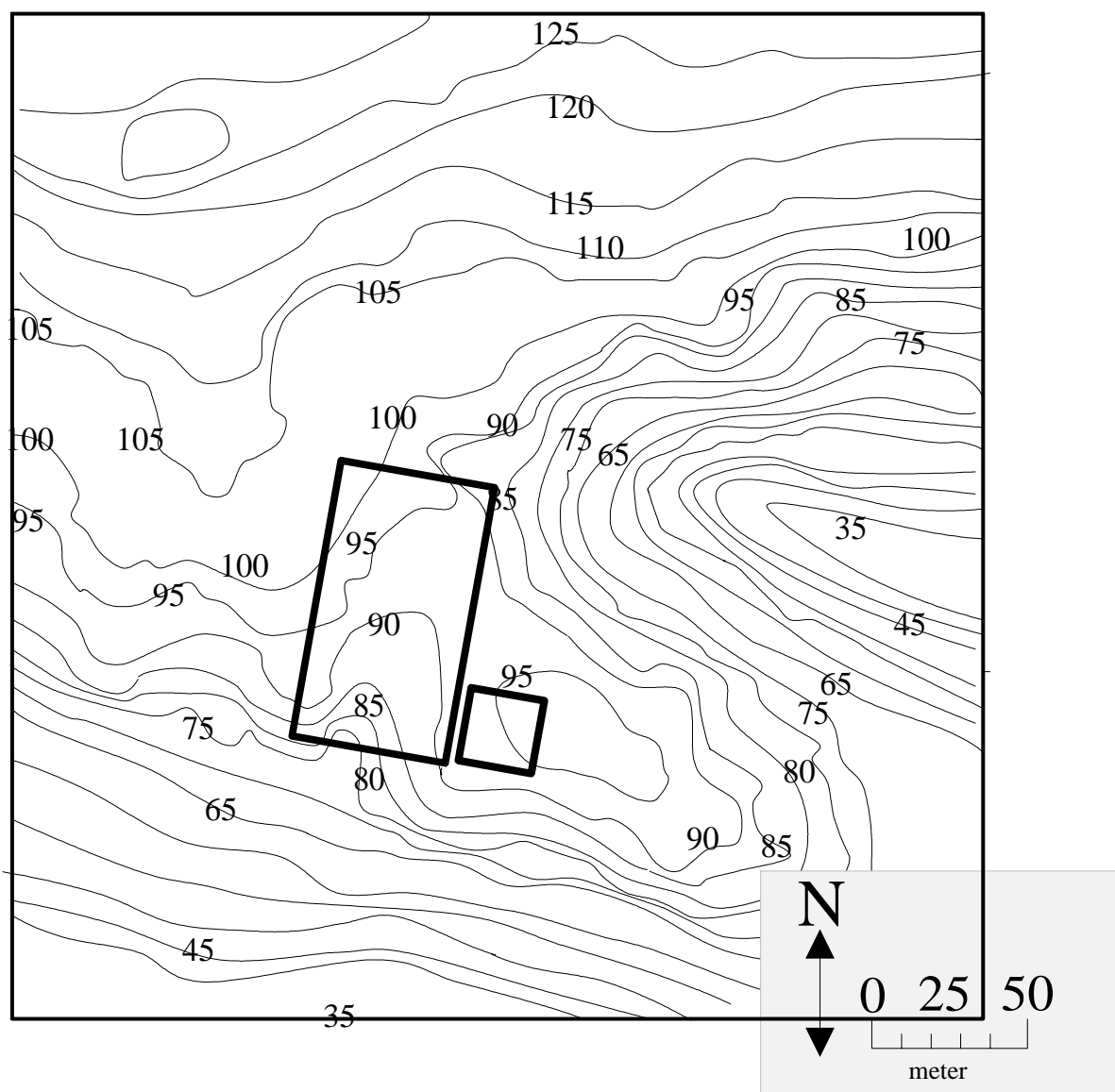
Lokaliteten er plassert fra 400 meter rett nord for det vestligste punktet på Rosnes (**figur 2**). Bunnen under anlegget har et gjennomsnittlig dyp på ca 90 meter. Fra anleggets beliggenhet og innover mot land i sørlig retning er det et grunnere område med kupert bunntopografi. Dette platået ligger på ca 40 meters dyp (**figur 3**), men dybden varierer en del. Ca 100 meter nord for anlegget går det en dyprenne. Denne dyprennen går omtrent midt i Hoplandsosen og parallelt med Hoplandsosens lengderetning nordvest - sørøst. Denne rennen er på det dypeste ca 125 meter, og rennen strekker seg ca 700 meter forbi anlegget (dyp over 125 meter, **figur 3**).



Figur 3. Utsnitt av Hoplandsosen med innregnede dybdekoter og plassering av anlegget ved Jibbersholmene. Kartet er tegnet etter hydrografisk original.

Følger en dyprennen fra utsiden av anlegget og videre utover i nordvestlig retning mot Vardholmen, passerer en et noe grunnere område/terskel på ca 73 meters dyp. Denne terskelen går omtrent midt mellom Taraskjær og Færøy ca 550 m nordnordvest for anlegget (**figur 2**). Følger en dyprennen fra utsiden av anlegget og innover Hoplandsosen i retning Fosnstraumen, blir strømsundet gradvis smalere og grunnere. I området ved Bukken er Fosnstraumen på det trangeste med en dybde på ca. 20 meter og en bredde på ca 225 meter.

Bunnen direkte under anlegget er relativt flat, og anlegget ligger over en hylle med begrenset fall (**figur 4**). Rett øst for forflåten er det litt over 95 m dypt i en liten dypål, mens det like øst for anlegget kortende mot nord stikker fram et undersjøisk nes der det grunnes raskt opp mot en ca 35 m grunn undersjøisk åsrygg ca 90 m øst for anlegget kortende. Likeledes blir det tilsvarende også grunnere i sørlig retning. Mot nord skråner bunnen svakt og jevnt, tilsynelatende uten terskler, ned mot dyprennen, til ca 125 m dyp ca 140 m nord for anlegget.



Figur 4. Dybdeforholdene under og rundt anlegget ved lokaliteten Jibbersholmane. Kotene er tegnet etter oppmålinger ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system, og på opplodninger som ble foretatt direkte fra anlegget.

ANLEGGET

Lokaliteten ved Jibbersholmane har vært i drift siden 1998. Produksjonen foregår i et robust Procean stålanlegg bestående av 6 bur på 25 x 25 meter som ligger parvis langs en midtgang. Oppgitte merdstørrelser er innvendige mål. Anlegget har en tilnærmet rektangulær form, og anleggets ytre mål er ca 52 x 85 meter, jf. **figur 5**. Anlegget ligger fritt oppankret ca 320 m fra Jibbersholmane i lengderetning nordnordøst - sørsørvest. Helt syd på anleggets langside mot øst ligger det en føringsflåte. Nøtene i anlegget er 15 meter dype ned til blylinen. Lokalitetens konsesjonsvolum er på 24 000 m³. Det nåværende anlegget har vært plassert på lokaliteten siden høsten 2001, og avløste da et Nordic anlegg bestående av 8 merder på 15 x 15 meter.

På prøvetakingstidspunktet var det fisk i alle 6 merdene. Snittvekten på fisken ved de forskjellige burene varierte fra 2,3 kg til 2,6 kg, og antallet pr merd varierte fra 56.200 til 58.200. Fisken ble satt ut høsten 2001. Totalt var det i anlegget ca 335 000 fisk (01 G høst) med en snittvekt på 2,47 kg, til sammen oppunder 830 tonn.

Fôrforbruk og produsert mengde fisk i perioden 1999 - 2002 frem går av **tabell 1**.

Tabell 1. Anleggets driftshistorikk de siste årene.

	1999	2000	2001	Pr. 18.11.2002
Fôrmengde (tonn)	719	692	379	791
Produksjon (tonn)	674	700	319	738

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).

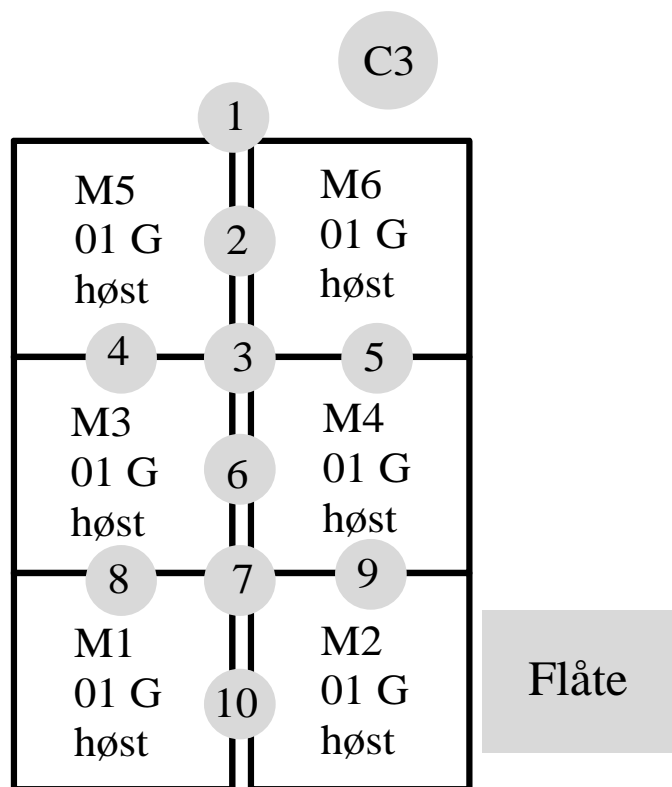
Tabell 2. Oversikt over soneinndelingen i MOM systemet. Tabellen beskriver påvirkningskilde og potensiell påvirkning, samt hvilke undersøkelser som inngår i overvåkingen og hvilke typer miljøstandarder som anvendes (fra NS 9410).

	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 Jibbersholmane

På lokaliteten Jibbersholmane ble det gjennomført en MOM B-undersøkelse den 19. november 2002 i tråd med metodikk gitt i Norsk Standard, NS 9410. MOM B-undersøkelsene 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.

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 1-2 grabbhugg på hver stasjon for å få opp en representativ prøve. Ved utvelgning av stasjoner ble det tatt hensyn til anleggets utforming, hvor hovedproduksjonen har foregått, og at bunnen under anlegget skråner svakt nedover i anleggets lengderetning mot nornordøst.



Figur 5. Oversikt over prøveuttak med plassering av de 10 grabbhuggene som ble tatt 19. november 2002. 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.

Grabbhogg

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 middelverdi 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 middelverdien 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 middelverdiene 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 middelverdien 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 middelverdien 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.

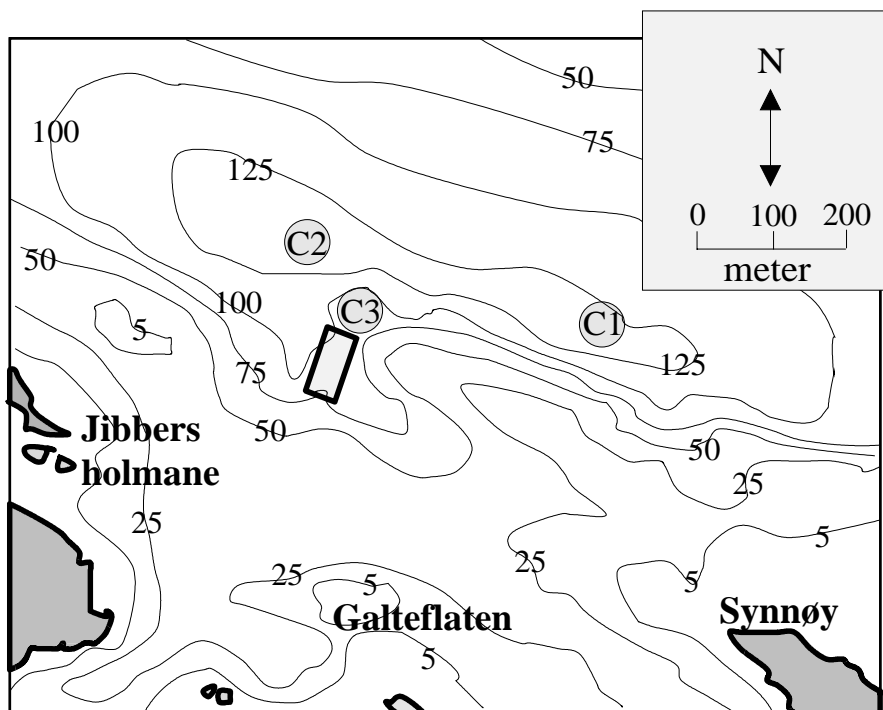
Måling av organisk innhold

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.
Prøvetakingsstedene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen i Hoplandsosen i Radøy kommune, 19. november 2002.



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 prøvetakingsstedene er oppgitt i i **tabell 3**.

Tabell 3. Posisjon for prøvetakingsstedene ved MOM C-resipientundersøkelsen ved Jibbersholmane 19.november 2002.

Prøvetakingssted	C1	C2	C3
Dyp (meter)	130	125	86
Posisjon	N: 60° 45,109' E: 04° 53,667'	N: 60° 45,180' E: 04° 53,244'	N: 60° 45,088' E: 04° 53,310'

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:

$$H' = -\sum (P_i \log_2 [P_i]) \quad \text{der } P_i = \text{antall av en art} / \text{antall organismer i prøven}$$

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.

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 (kun i overgangssonen)). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske analysene utføres også i henhold til NS 9423.

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde. 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 HØSTEN 2002

MOM B-lokalitetsundersøkelse

KARAKTERISTIKK AV PRØVENE.

Det var uproblematisk å få opp et representativt prøvemateriale fra lokaliteten (**tabell 5**). Prøvetakingen viser at mesteparten av lokaliteten er dekket av et lag med primærsediment, som for det meste består av noe finkornet sand og et stort innslag av silt. Også noe skjellsand, grus og småstein framkom etter siling av sedimentet. Grabben var generelt 2/5 - 3/4 full, og konsistensen varierte fra fast til myk (**tabell 6**). Det var noe til sterk lukt i de fleste prøvene, men ikke gassdannelse i noen av dem. Fargen var i hovedsak en mellomting mellom grått og svart, der den øvre delen av prøven oftest var noe mørkere. Nesten alle prøvene var noe påvirket av oppdrettsvirksomheten, men slamlaget på lokaliteten var tynt (for det meste under 2 cm).

Tabell 5. SKJEMA FOR PRØVETAKINGSSTED for undersøkelsene 19. november 2002 ved Radøy Laks AS, sin lokalitet ved Jibbersholmane (konsesjonsnr. H/r 3+8)

Prøvetakingssted:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (meter)	92	93	93	92	92	91	89	88	86	82
Antall forsøk	2	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	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei
Skjellsand		litt				5%				20%
Grus	15%									
Sand	40% fin sand						50% fin sand	litt fin sand		
Silt	40%	80%	80%	80%		60%			80%	80%
Leire			10%	10%						
Mudder/slam		20%	10%	10%		35%	50%	litt	20%	litt
Fjellbunn					ja					
Steinbunn	5%									
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Bløtdyr, antall	2									
Mark, antall (ca)	8	30	10-20	5	-	5	1	-	ca 5	10
<i>M. fuliginosus</i>						1				
Fôr / fekalier	slør	ja	litt	litt	slør	ja	ja	litt	litt	litt
Beggiatoa										

Stasjon 1 fra 92 m dyp: Ca 1/5 full grabb der prøven var fast, grå, luktfri og bestod av ca 40 % grå, finkornet sand blandet med 40% silt og 20% grus+småstein. Slør av fekalier på toppen. Det var ca 10 dyr i prøven (2 skjell og 8 makker). **Stasjon 2**, 93 m dyp: Litt over 1/2 grabb med et noe luktende, mykt og grått materiale hvorav ca 80 % bestod av silt og noen skjellsandrester og på toppen et 2 - 3 cm brunt og løst slamlag. Det var minst 30 makk i prøven. **Stasjon 3**, 93 m dyp: Ca 3/4 grabb der prøven var fast til myk, grå, luktfri og bestod av ca 80 % silt og 10 % leire med 10 % slam på toppen. Det var ca 10 - 20 makk i prøven. **Stasjon 4**, 95 m dyp: Ca 3/5 grabb der prøven var grå og svart, myk og noe luktende bestående av ca 80 % silt og 10 % leire med 10 % slam på toppen (0 - 1 cm). Det var ca 5 dyr i prøven. **Stasjon 5**, 92 m dyp: Grabben traff fjellbunn og skrapte med seg et slør av svart organisk materiale. Det var en makk (*Malacoceros fuliginosus*). **Stasjon 6**, 91 m dyp: Litt over 1/2 grabb med et noe til sterkt luktende, mykt og grått materiale hvorav ca 60 % bestod av silt og 5 % var skjellsandrester og på toppen et 4cm brunt og løst slamlag. Det var ca 5 makk i prøven. **Stasjon 7**, 89 m dyp: Ca 2/5 full grabb med en svart til grå, myk til løs og sterkt luktende prøve bestående av ca 50 % fin sand og på toppen et 4-5 cm tykt slamlag (50 %). Det var en makk i prøven. **Stasjon 8**, 88 m dyp: Ca 1/8 grabb med litt grå, fin sand og noe svart organisk materiale, noe lukt og fast til myk konsistens. Det var ingen dyr i prøven. **Stasjon 9**, 86 m dyp: Ca 3/4 grabb der prøven luktet noe, var grå til svart og fast til myk og bestod av ca 80 % silt og på toppen et 2 - 3 cm slamlag (20 %) Det var ca 5 makk i prøven. **Stasjon 10**, 82 m dyp: Litt over 1/4 grabb der prøven luktet litt og bestod av ca 20% skjellsand og 80% fin sand. Et ca 1 cm tynt slamlag på toppen av sedimentet. Det var ca 10 makk i prøven.

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 prøvene.

Gruppe I: Fauna

Det ble funnet representative dyr i 8 av 10 prøver. Av dyr tilhørende hovedgruppen **bløtdyr** ble det funnet 2 skjell på stasjon 1. En fant flest dyr tilhørende hovedgruppen **børstemakk** og antallet varierte fra 1 til ca 30 makk på hver av disse 8 stasjonene. Det var flest individer av makken *Capitella capitata*, en opportunistisk art som tåler belastede sedimenter, men noen andre arter var også representert.

Indeksen for gruppe I er 0,2, og lokaliteten sin miljøtilstand med hensyn til fauna er A, dvs. akseptabel, jf. «prøveskjema» (**tabell 6**).

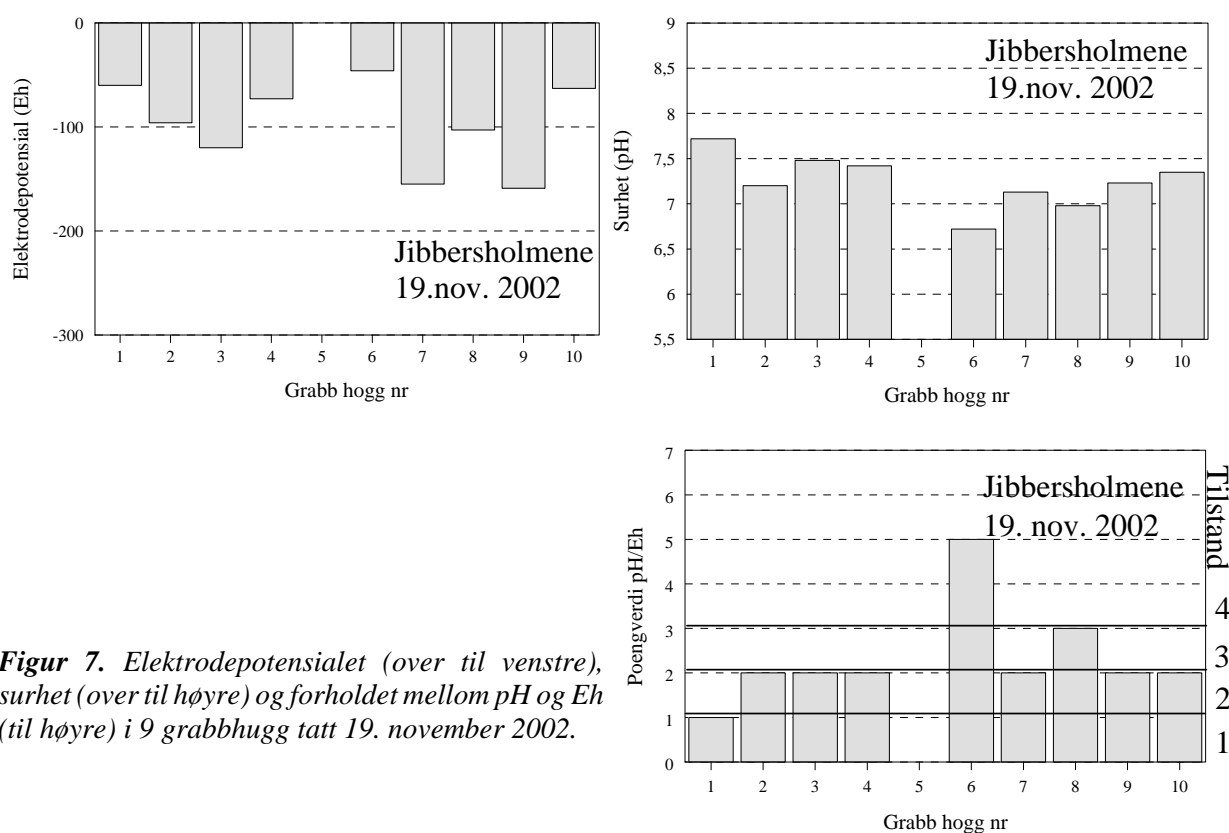
Tabell 6. PRØVESKJEMA for undersøkelsene 19. november 2002 ved Radøy Laks AS, konsesjonsnr. H/r 3+8 sin lokalitet ved Jibberholmane.

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																						
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0,2																					
	Tilstand gruppe I		A																															
II	pH	verdi	7,72	7,2	7,48	7,42		6,72	7,13	6,98	7,23	7,35																						
	Eh	verdi	-60	-96	-120	-73		-46	-155	-103	-159	-63																						
	pH/Eh	frå figur	1	2	2	2		5	2	3	2	2	2,3333																					
	Tilstand prøve		1	2	2	2		4	2	3	2	2																						
Tilstand gruppe II		3										Buffertemp: 1,2 °C Sjøvannstemp: 4,6 °C Sedimenttemp: 7,6 °C pH sjø: 7,98 Eh sjø: +324 Referanseelektrode: +200 mV																						
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
	Farge	Lys/grå=0	0		0		0		1	1	1	1	0																					
		Brun/svart=2		1		1		1	1	1	1	1																						
	Lukt	Ingen=0	0		0		0																											
		Noko=2		2		2				2	2	2																						
		Sterk=4						3	4																									
	Konsistens	Fast=0	0				0																											
		Mjuk=2		2	1	2		2		1	1	0																						
		Laus=4							3																									
	Grabb- volum	<1/4 =0	0				0			0																								
		1/4 - 3/4 = 1		1	1	1		1	1		1	1																						
		> 3/4 = 2																																
	Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0		0	0	0			0		0																						
		2 - 8 cm = 2		2				2	2		2																							
> 8 cm = 4																																		
SUM:		0	8	2	6	0	9	11	4	7	3																							
Korrigert sum (*0,22)		0	1,76	0,44	1,32	0	1,98	2,42	0,88	1,54	0,66	1,1																						
Tilstand prøve		1	2	1	2	1	2	3	1	2	1																							
Tilstand gruppe III		2																																
Middelverdi gruppe II & III		0,5	1,88	1,22	1,66	0	3,49	2,21	1,94	1,77	1,33	1,6																						
Tilstand gruppe II & III		2																																
<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 :											2																							

Gruppe II: Surhet og elektrodepotensialet - pH/Eh

Det ble målt pH/Eh på 9 av de 10 stasjonene. Lavest pH fant en i prøve nr. 6 med verdi 6,72 og det tilhørende redokspotensiale (Eh) ble avlest til -146 mV etter tillegg for et referanseelektrodepotensial på $+200$ mV (**figur 7**). Denne prøven fikk tilstand 4 (uakseptabelt belastet). De resterende prøver hadde pH verdier mellom 6,98 og 7,72 og Eh-verdier mellom -155 og -63 . En av prøvene fikk tilstand 1 (lite belastet), seks av prøvene fikk tilstand 2 (noe belastet) og prøve nr 8 fikk tilstand 3 (sterkt belastet), basert på gruppe II parameteren (**tabell 6**).

Ut fra poengberegningen i **tabell 6** ser en at samlet poengsum for de 9 målte prøvene var 21. Dette gir en indeks på 2,33 når en deler på 9 prøver, og måling av pH og Eh for hele lokaliteten tilsvarer tilstand 3, dvs. at hele lokaliteten vurdert under ett er sterkt belastet ut fra en vurdering av gruppe II parameter.



Figur 7. Elektrodepotensialet (over til venstre), surhet (over til høyre) og forholdet mellom pH og Eh (til høyre) i 9 grabbhugg tatt 19. november 2002.

Gruppe III: Sedimenttilstand

To prøver fikk 0 poeng, og de resterende prøvene fikk fra 2 til 11 poeng med hensyn på sedimenttilstanden (**tabell 6**). Fem prøver havnet i tilstand 1 (lite belastet), og fire prøver havnet i tilstand 2 (middels belastet). Prøve nr 7 fikk høyest poengsum og havnet i tilstand 3 (sterkt belastet).

Samlet poengsum for samtlige 10 prøver var 50, og korrigert sum er 11. Dette gir en indeks på 1,1 når en deler på 10 prøver, og sedimenttilstand for hele lokaliteten tilsvarer tilstand 2, dvs at hele lokaliteten vurdert under ett er noe belastet ut fra en vurdering av gruppe III parametere, jf. **tabell 6**.

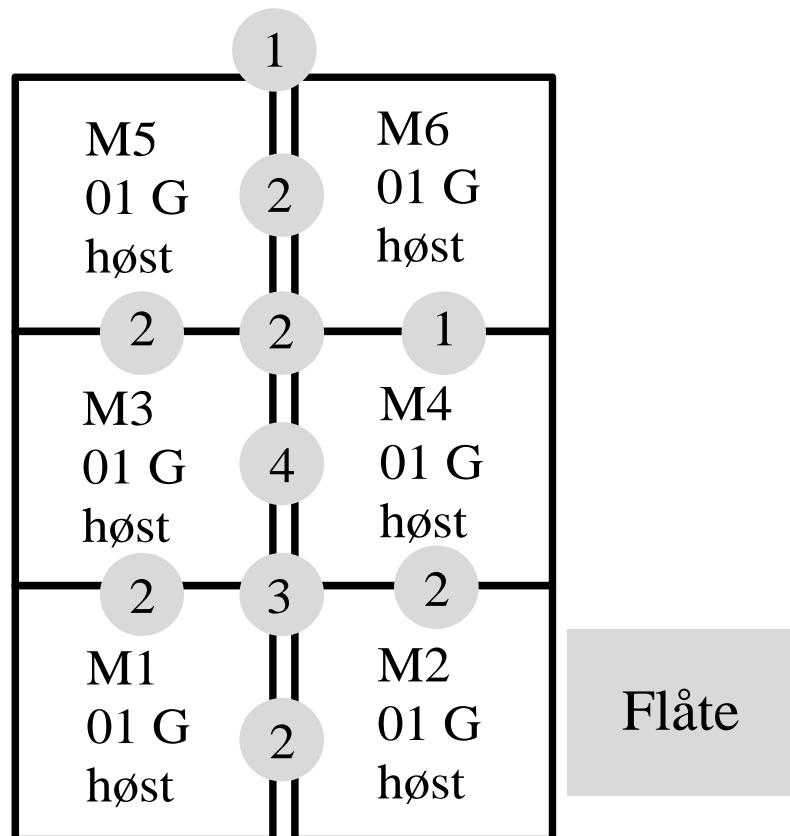
Lokalitetens tilstand

Denne regnes ut fra middelverdien av gruppe II og III parametere (jf. «prøveskjema», **tabell 6**) Ved utregning av indeksen for gruppe II & III parametere har en benyttet korrigert sum for gruppe III i stedet for middelverdien av gruppe II & III for prøve nr 5 (se metodekapitlet).

Samlet poengsum for middelverdien av samtlige 10 prøver var 16. Dette gir en indeks på 1,6 når en deler på 10 prøver, og tilstanden for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under ett blir dermed 2, dvs at lokaliteten vurdert under ett er middels 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 noenlunde likt belastet på hele lokaliteten (**figur 8**).

Basert på undersøkningen av dyr, pH/Eh og sediment er lokaliteten i nest beste tilstandsklasse, dvs tilstand 2. Lokaliteten var på prøvetakingstidspunktet i samsvar med vurderingskriteriene for en MOM B-undersøkelse middels påvirket av oppdrettsvirksomheten.



Figur 8. Oversikt over MOM B-tilstand (middelverdien av gruppe II og III parametere) for de 10 grabbhuggene som ble tatt 19. november 2002.

MÅLING AV ORGANISK KARBON (TOC) I SEDIMENTET

Resultatene av målingene av tørrstoffinnhold og glødetap samt beregnet innhold av TOC (organisk karbon) for 8 prøver der en fikk opp tilstrekkelig med sediment satt opp i **tabell 7**. Det er også ført opp SFT (Statens forurensingstilsyn) 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 8 stasjoner tatt på lokaliteten ved Jibbersholmane 19.november 2002.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 6	St. 7	St. 9	St. 10
Tørrstoff, %	50,0	41,3	41,4	44,3	40,2	43,9	45,2	53,7
glødetap %	9,65	15,1	8,56	7,76	19,9	17,8	9,09	5,54
TOC, mg/g	38,6	60,4	34,3	31,0	79,6	71,2	36,3	22,1
SFT, tilstand*	IV	V	IV	III	V	V	IV	II
MOM B, tilstand**	1	2	2	2	4	3	2	2

* 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 tre stasjoner havner i tilstandsklasse V (svært dårlig), tre stasjoner i tilstandsklasse IV (dårlig), en i tilstandsklasse III (mindre god) og en stasjon i tilstandsklasse II (god). Det er ikke uvanlig at det gjennomgående er så stor forskjell mellom tilstanden på de to klassifiseringssystemene på en del av prøvene, selv om SFT-klassifiseringen ofte gir noe dårligere tilstand enn MOM B-klassifiseringen. 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 Jibbersholmane, dvs i Hoplandsosen den 19. november 2002. Det ble tatt vannprøver og bunnprøver på tre steder (C1-C3). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hver av de tre prøvestasjonene C1 og C2 i Hoplandsosen og 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 prøvetaksstedene 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. På alle tre prøvestedene ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I= ”meget god” for fosfat, nitrat, total fosfor og nitrogen.

Tabell 8. Overflatevannkvalitet på de tre stedene C1 - C3 i Hoplandsosen og ved anlegget 19.november 2002. Prøvene er hentet på en meters dyp og de er analysert av Chemlab Services AS. SFT- tilstanden er markert i parentes.

PRØVESTED	Total fosfor : g / l	Fosfat-fosfor : g / l	Total nitrogen : g / l	Nitrat-nitrogen : g / l
C1, Hoplandsosen	13 (I)	8 (I)	197 (I)	74 (I)
C2, Hoplandsosen	13 (I)	8 (I)	210 (I)	85 (I)
C3, ved anlegget	16 (I)	9 (I)	211 (I)	80 (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 Hjelmsvågen tilstandsklasse I = “meget god”, noe som er helt normalt for denne årstiden.

SEDIMENTKVALITET

Prøvetakssted C1 Hoplandsosen ligger ca 300 m øst for anleggets kortende mot nordnordøst i den østlige delen av dyprennen (**figur 6**). Her finner man det dypeste punktet i resipienten, med et dyp på ca 130 m. Bunnen er relativt flat i en radius på ca 50 - 75 m rundt prøvestedet og videre i retning mot vestnordvest i dyprennen. Grabbhoggene inneholdt fulle grabber med 15 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 9**). Etter siling var det igjen ca 1 liter med gamle tang- og tare rester.

Prøvetakssted C2 Hoplandsosen ligger ca 125 m nord for anleggets kortende mot nordnordøst i den vestlige delen av dyprennen. Her er det ca 125 m dypt, og bunnen er relativt flat i en radius på ca 50 - 100 m rundt prøvestedet og videre i retning ca 200 m vestnordvest fra prøvestedet. Grabbhoggene inneholdt omtrent fulle grabber med 15 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 9**).

Prøvetakingssted C3 ved anlegget ligger like inntil, dvs ca 3 m fra anleggets kortende mot nordnordøst ved merd nr 6 (**figur 6**). Her er det 86 m dypt, og bunnen skråner videre nedover mot nordvest og når et dyp på 100 m allerede ca 25 m nordvest for prøvestedet (**figur 4**). Denne prøven er således tatt inntil anlegget i en skrånende bakke ned mot dyprennen. Grabbhoggene inneholdt litt over halvfulle grabber med 6 - 8 l med et fast, grått, til dels finkornet sediment (et basallag av leire, og oppå et blandingslag av silt, fin sand og grus) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 9**).

Tabell 9. Beskrivelse av MOM C-prøver fra Hoplandsosen og ved anlegget 19. november 2002.

Prøvetakingssted	Hoplandsosen, C1		Hoplandsosen, C2		Ved anlegget, C3	
	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2
Grabbvolum (liter)	15 (full)	15 (full)	15 (full)	13	8	6
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei	
Lukt	Nei		Nei		Nei	
Skjellsand	Nei		Nei		Nei	
Primær Grus	Nei		Nei		Ja	
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. En liter brunalgerester.		Full grabb med myk, grå og luktfri prøve. Silt og leire. Homogen struktur.		Fast blanding av silt sand og leire. Ingen lukt og en del små stein og grus.	

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 alle tre stasjonene hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på begge stasjonene i resipienten i Hoplandsosen viste positive verdier. Inntil anlegget innenfor anlegget sin nærsone var elektrodepotensialet svakt til noe negativt. Sedimentet ble på alle tre prøvetakingsstedene klassifisert til tilstand 1 (**tabell 10**).

Tabell 10. Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensialet (Eh) i sediment i Hoplandsosen og ved anlegget den 19. november 2002. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var : pH sjøvann=7,98, Eh i sjøvann=324mV og temperaturen i sediment= 7,6 °C.

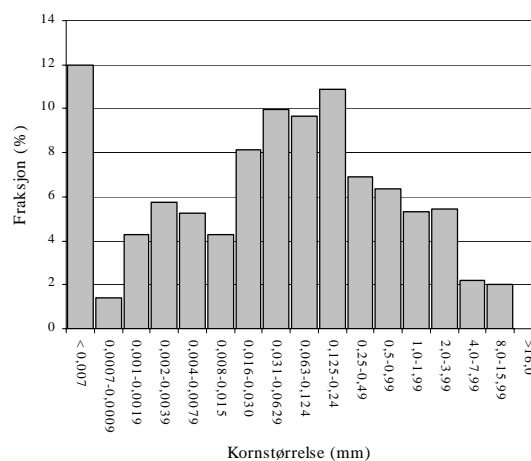
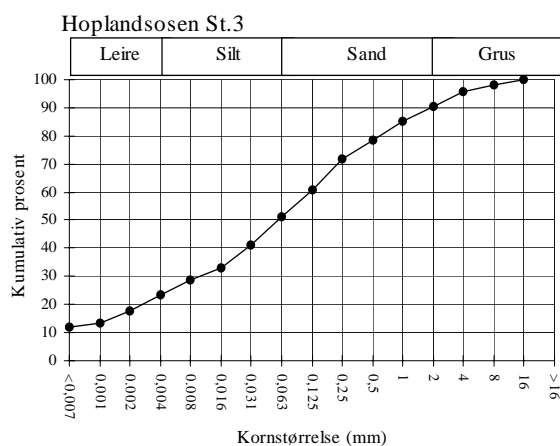
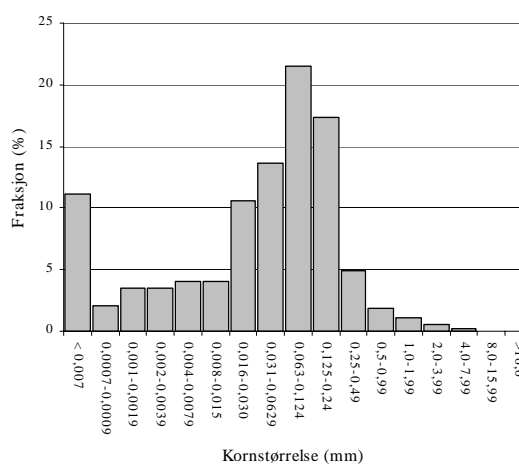
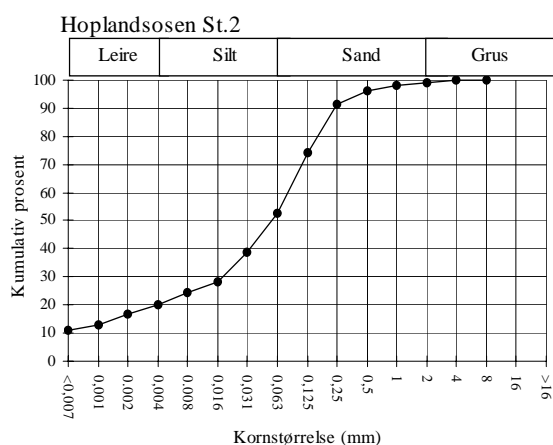
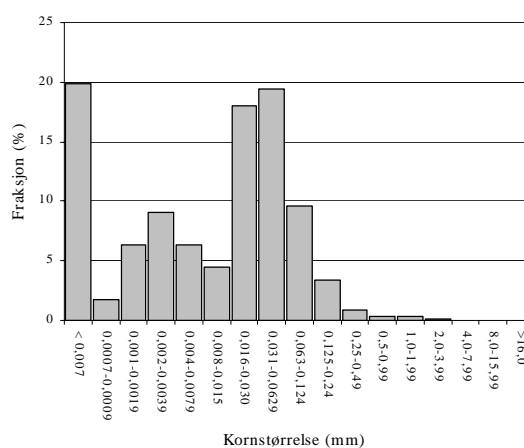
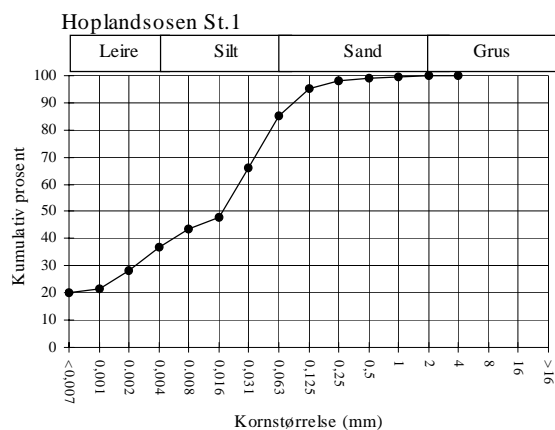
Prøvetakingssted	Hoplandsosen, C1		Hoplandsosen, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,65	7,76	7,66	7,63	7,67	7,57
Eh	105	144	63	134	-75	-14
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	1	1

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 5 cm av sedimentet fra de tre prøvestedene C1 - C3. Resultatene viser at det var mest sedimenterende forhold ved prøvested C1, på det dypeste punktet i resipienten, lengst øst i dyprennen ca 300 m øst for anlegget. 85 % av partiklene på vektbasis var leire og silt. Ved prøvested C2 ca 125 m nord for anlegget er det trolig noe mer bunnstrøm og derfor ikke i samme grad sedimenterende forhold. Her var 53 % av partiklene i de minste to kategoriene, mens 47 % var sand. Sedimentet på prøvested C3 som ligger ved anlegget i anleggets nærsone hadde omtrent samme andelen silt og leire som prøvested C2, men var allikevel mer grovkornet og inneholdt en høyere andel av større partikler (grov sand og grus) enn prøvested C2. (**figur 9, tabell 11**). Glødetapet var høyest i sedimentet fra det dypeste stedet i Hoplandsosen (prøvested 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 Hoplandsosen og ved anlegget 19. november 2002. Prøvene er analysert ved Stiftelsen Universitetsforskning Bergen, Seksjon for Anvendt Miljøforskning (SAM).

FORHOLD	Hoplandsosen, C1	Hoplandsosen, C2	Ved anlegget, C3
Glødetap i %	10,2	7,1	5,5
Leire i %	37	20	23
Silt i %	48	32	28
Leire + silt i %	85	53	51
Sand i %	15	47	39
Grus i %	0,1	0,7	10



Figur 9. Kornfordeling i sedimentprøvene fra sted C1 - C3 i Hoplandsosen og ved anlegget 19. november 2002. Figurene viser til venstre kornstørrelse i mm langs x-aksen og akkumulert vektprosent langs y-aksen, og til høyre vises kornstørrelse i mm langs x-aksen og vektprosent som søyler. Prøvene er analysert ved Stiftelsen Universitetsforskning Bergen, Seksjon for Anvendt Miljøforskning (SAM).

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.:

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

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

FORHOLD	Enhet	Metode	C1	C2	C3
Tørrstoff	%	NS 4764	36,6	47,8	58,6
Glødetap	%	NS 4764	12,7	6,71	3,97
TOC	mg/g	beregnet	50,8	26,8	15,8
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	53,5	35,3	24,6
Total Fosfor	%	Intern	0,16	0,14	0,15
Kjeldal Nitrogen	%	Kjeldahl	0,54	0,25	0,14
Kobber	mg/kg	NS 4773	305	333	704
Sink	mg/kg	NS4773	474	350	469

Tørrstoffinnholdet var lavest lengst øst i dypprennen på prøvested C1, 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 grovkornet materiale enn de to andre. Glødetapet var tilsvarende lavt på stasjon C3 (3,97 %). Glødetapet var noe høyt på stasjon C1 i østre del av dypprennen (12,7 %) men noe lavere på stasjon C2 i vestre del av dypprennen (6,71 %). 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. Et så pass lavt glødetap ved anlegget indikerer gode nedbrytingsforhold i sedimentet like ved anlegget.

Innholdet av (normalisert) TOC var 53,5 mg C/g lengst øst i dypprennen i Hoplandsosen (**tabell 12**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "meget dårlig" for stasjon C1 (SFT 1997). Lenger vest i den samme dypprennen var innholdet av normalisert TOC innhold lavere (35,3 mg C/g). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig" for stasjon C2. Helt inntil anlegget var innholdet av normalisert TOC 24,6 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse II = "god" 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 5,4 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet lengst øst i dypprennen i Hoplandsosen. Det ble målt relativt lave konsentrasjoner av nitrogen med 2,5 mg N/g i sedimentet lengst vest i Hoplandsosen og 1,4 mg N/g i sedimentet helt inn til anlegget (**tabell 12**). Fosforinnholdet i sedimentet på alle tre stedene var nokså likt. Nitrogenverdien fra sedimentet øst i dypprennen i Hoplandsosen tilsvarer SFTs' tilstandsklasse III = "nokså dårlig", mens resultatene for prøven vest i Hoplandsosen og 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.

Det var et forhøyet innhold av kobber på alle tre prøvestedene (**tabell 12**). På prøvested C1 i dypprennen 300 m øst for anlegget og prøvested C2 i dypprennen 125 m nord for anlegget var det et relativt høyt kobberinnhold, henholdsvis 305 og 333 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse III = "Markert forurenset". Ved prøvested C1 like ved anlegget var kobberinnholdet enda høyere, dvs 704 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse IV = "Sterkt forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var litt forhøyet, men noenlunde likt på alle tre prøvestedene. Innholdet på stasjon C1 - C3 ble målt til henholdsvis 474, 350 og 469 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

BUNNDYR

På begge stasjonene ute i resipienten øst og vest i dypprennen i Hoplandsosen (stasjon C1 og C2) var det en rik og variert fauna. På prøvested C1 ble det funnet 385 individer fordelt på 46 arter. På prøvested C2 ble det funnet 552 individer fordelt på 53 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,82 og 4,36, noe som gir dyresamfunnet i resipienten øst og vest i dypprennen i Hoplandsosen henholdsvis tilstandsklasse "God" og "Meget god" (**tabell 13**).

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen dominert av den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*. Det ble registrert bortimot 3000 individer av denne arten i prøven. Også de øvrige artene på stasjon 3 er arter som er svært vanlige ved organisk belastning. Pga. få arter og sterk dominans av *Capitella capitata* var diversiteten bare 0,46 på stasjon C3. Dette tilsier tilstandsklasse "Meget 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, **tabell 4**). På stasjon C3 ble det funnet 2982 individer fordelt på 14 arter. Dette skulle tilsi miljøtilstand 2, men siden prøven er totalt dominert av *Capitella capitata*, og denne utgjør ca 95 % av det totale individantallet, gir dette dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 3.

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 grabbhoggene tatt i resipienten i Hoplandsosen (C1 og C2) og like ved anlegget (C3) 19. november 2002, samt Shannon-Wieners diversitets-indeks med tilhørende SFT-vurdering av denne. MOM-C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

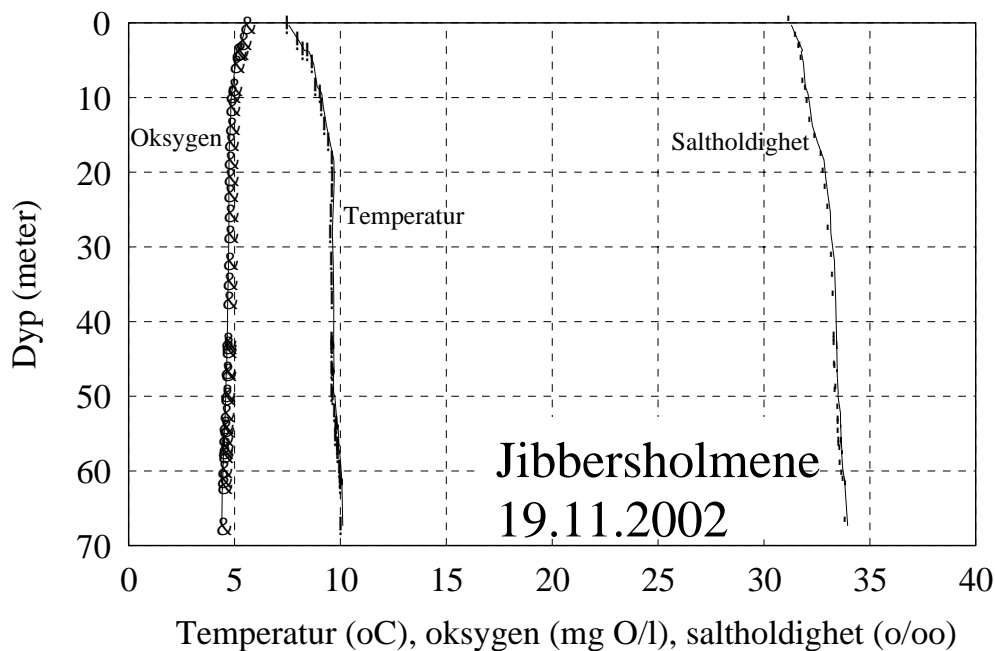
FORHOLD	Hoplandsosen, C1 Prøve A + B	Hoplandsosen, C2 Prøve A + B	Ved anlegget, C3 Prøve A + B
Antall arter	46	53	14
Antall individ	385	552	2982
Shannon-Wiener	3,82	4,36	0,46
SFT-vurdering	II = "God"	I = "meget god"	V = "Meget dårlig"
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)	Miljøtilstand 1 lite påvirket	Miljøtilstand 1 lite påvirket	Miljøtilstand 3 sterkt påvirket

SJIKTNING

Den 19. november 2002 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen i Hoplandsosen i dyprennen, ved prøvested C2. Det ble benyttet et nedsenkbar YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 67 m dyp, mens dybden til bunns på målestedet er 125 m.

Målingene er foretatt på en kystnær lokalitet som i liten grad er påvirket av lokale ferskvannstilførsler. Målingene er også foretatt senhøstes, med en begynnende vinteravkjøling i det øverste vannlag. Dette vises også av **figur 10** der det med hensyn til temperatur og saltholdighet i liten grad er noe tydelig skille mellom det som normalt benevnes som et overflatelag (0 - 10 m), overgangslag (10 - 20 m) og dypvannslag. Ned til 20 meters dyp økte temperaturen fra 7,5 °C til 9,7 °C, og saltinnholdet økte fra 31,3 til 32,9. Hele vannsøylen fra rundt 20 m dyp og ned til 67 m dyp er relativt homogen med hensyn til temperatur og salinitet. Temperaturen økte med bare 0,4 °C (til 10,1 °C) og saltinnholdet fra 32,9 til 33,9.

Det ble målt lave oksygenverdier i hele vannsøylen (fra 5,5 mg/l i overflaten til ca 4,4 mg/l på 67 m dyp), men en nærmere gjennomgang av de lave oksygenverdiene jamført med andre målinger i samme periode indikerer en instrumentsvikt under disse målingene. Hoplandsosen er en åpen, kystnær resipient med en så pass dyp terskel at det alltid vil kunne forventes å være en kontinuerlig utveksling av friske vannmasser i dette området. Det vil således trolig alltid være tilfredsstillende oksygenforhold helt til bunns i Hoplandsosen.



Figur 10. Måling av temperatur (° C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltholdighet (‰) i vannsøylen ved prøvestedet C2 i Hoplandsosen den 19. november 2002.

DISKUSJON

På oppdrag fra Radøy Laks AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Jibbersholmane og i resipienten i Hoplandsosen 19. november 2002. MOM B-undersøkelsen på lokaliteten og MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410.

En MOM B-undersøkelse på lokaliteten viste at denne ikke var mer enn middels belastet selv om undersøkelsen ble utført i den mest driftsintensive delen av produksjonssyklusen for høstutsatt fisk (senhøstes 2. året etter utsett). En MOM C-undersøkelse i resipienten viste at det ikke kunne dokumenteres at anleggets drift hadde påvirket kvaliteten på dyresamfunnet negativt.

Kystnære lokaliteter med en åpen resipient helt ut mot kysten, i et gjennomgående, kystnært strømsund, i et øyrike eller ut mot en åpen, utersklet fjord er mindre belastet enn lokaliteter som ligger innover i fjordbasseng innenfor hovedterskelen. Dette skyldes for det meste at strøm- og utskiftingsforholdene ute ved kysten er sterkere og går dypere nedover i vannsøylen enn på lokaliteter innover i fjordene. Dette fordi de kreftene som påvirker strømbildet (tidevannet, kyststrømmen, vinddrevet strøm sin påvirkning på kyststrømmen, bassengtømmingseffekten) virker sterkere og mer gjennomgående nedover i vannsøylen på kystnære lokaliteter, i gjennomgående strømsund eller i fjorder ut forbi hovedterskelen, enn i fjorder innenfor hovedterskelen.

Mange av Rådgivende Biologer AS og tidligere Sunnhordland Havbruksring AL sine strømmålingsserier og MOM B-undersøkelser på lokaliteter på kysten, i gjennomgående strømsund og i fjordbasseng utenfor hovedterskelen bekrefter dette bildet. Straks en kommer innenfor hovedterskelen til et fjordbasseng, vil en ofte finne mer stillestående vann fra ca 20 m og nedover enn lenger ute ved kysten. Det er selvsagt store individuelle variasjoner i dette bildet alt etter hvor dyp hovedterskelen til et fjordbasseng er, eller hvor lokalitetene er plassert. En lokalitet inne i et tersklet område, på en vik eller en bukt på kysten kan ha dårlige strøm- og utskiftingsforhold, mens en åpen lokalitet inne i en fjord kan ha gode strøm- og utskiftingsforhold.

MOM B-lokalitetsundersøkelsen.

Ut fra vurderingskriteriene i NS 9410 er det dokumentert at bunnen under anlegget var middels påvirket av den nåværende oppdrettsvirksomheten (tilstand 2, middels belastet). Grabbvolumet var for det meste 2/5 - 3/4 full, og slamlaget var tynt (for det meste under 2 cm). Prøvene bestod i hovedsak av finkornet gråfarget primærsediment (finkornet sand og silt) iblandet noe mørkere organisk avfall. Flesteparten av prøvene hadde noe til sterkere lukt. Ferskere fôr og fekalier ble bare observert som et svakt innslag i en del av prøvene (slør). Det var en del gravende bunndyr under anlegget, noe som indikerer en god nedbryting og omsetning av organisk materiale på lokaliteten.

Det ble tatt to prøver som ble plassert i henholdsvis tilstandsklasse 3 (sterkt belastet) og 4 (uakseptabelt belastet). Disse prøvene ble funnet på stasjon 6 og 7. Plasseringen av disse prøvene er midt i anlegget, men danner dermed ikke et grunnlag for å anslå at spesielle deler av bunnen under anlegget er mer belastet enn andre deler. At prøvested 6 fikk tildelt tilstand 4 kan i dette tilfelle mer skyldes metodiske utslag enn at dette stedet var mer belastet enn de andre undersøkte stedene. Prøvested 6 fikk en særlig høy poengscore ved måling av pH (5 poeng), slik at denne fikk tilstand 4. Ut fra en vurdering av sedimentkvalitet alene, fikk denne bare tilstand 2 (middels belastet). Prøvested 7 fikk ut fra en vurdering av sedimentkvalitet tilstand 3, mens måling av pH/Eh gav denne prøven tilstand 2.

Ut fra oppmålingene som ble foretatt under besøket er bunnen under anlegget jevnt, svakt skrånende nedover i anleggets lengderetning mot nordnordøst tilsynelatende uten terskler. Prøvetakningen viste da også en jevn, middels belastning under hele anlegget.

Årsaken til de gode forholdene på lokaliteten ligger trolig i at dette er en kystnær lokalitet der det trolig er bra med strøm, både i de øvre vannlagene og nedover mot bunnen. I tillegg er det bra dybde på lokaliteten, og med en jevnt skrånende bunn i anleggets lengderetning uten terskler, slik at avfall i mindre grad samler seg opp i groper eller lignende rett under anlegget. Det er også en del primærsediment i form av fin sand og silt på lokaliteten. Primærsediment er gunstig for omsetningen av avfall fordi det kan huse til dels mange bunngravende dyr.

Denne MOM B-undersøkelsen ble utført i den mest driftsintensive perioden av driftssyklusen for høstutsatt fisk, der fôrbruk og produksjonen er på topp, og belastningen på lokaliteten er høyest. Det ble imidlertid bare funnet en moderat påvirkning fra oppdrettsvirksomheten på bunnforholdene. Resultatene fra MOM B-undersøkelsene viser at den lokale belastningen ikke overgår lokalitetens bæreevne, og at nedbrytningen av organisk avfall er effektiv og i balanse med den organiske tilførselen fra anlegget.

Tatt i betraktning at det har vært kontinuerlig drift de fire siste årene, og det faktum at produksjonen var på et maksimum under prøvetakingen, var resultatene fra undersøkelsen svært gode.

Produksjonen på lokaliteten var i 2002 fram til prøvetakingen ca 740 tonn. Selv om prøvene nå ble tatt i den mest driftsintensive delen av produksjonssyklusen for høstutsatt fisk, og produksjonen foregår i et kompakt storburs stålanlegg som ligger parvis langs en midtbrygge, havner likevel lokaliteten i nest beste tilstandsklasse. Det tyder på at lokaliteten ved Jibbersholmane er en svært god lokalitet med hensyn på spredning og omsetning/nedbryting av organisk avfall fra anlegget, og at lokaliteten har mye å gå på før den blir overbelastet. Produksjonen på lokaliteten kan trolig økes en hel del uten at lokaliteten blir belastet utover det som innenfor MOM B-systemet blir regnet for det høyeste akseptable belastningsnivået (tilstand 3, sterkt belastet).

Måling av organisk karbon (TOC) i sedimentet på oppdrettslokaliteter er ikke en del av en standard MOM B-undersøkelse, men blir gjort for å se om en kan finne en sammenheng mellom TOC og MOM B-tilstand som kan benyttes i framtidige undersøkelser og vurderinger. Foreløpig er resultatene av slike målinger noe sprikende, og en kan bare trekke foreløpige konklusjoner fra disse målingene.

Resultatene fra Jibbersholmane ga som forventet høye verdier for TOC på flere av stasjonene og en dårlig SFT klassifisering, men MOM B-tilstanden for 6 av 8 prøver viste liten - middels påvirkning. Det indikerer at sedimentet inneholder en god del organisk karbon, men at dette foreligger i en form som ikke alltid gir mye poeng etter MOM B-systemet. Det som gir mye poeng (og dårlig tilstand) i MOM B-klassifiseringen er i de tilfellene at en har mye slam som er lite nedbrutt og inneholder gass, og som dermed er mykt eller løst og lukter sterkt. Dersom en har mye dyr i sedimentet på lokaliteten vil disse relativt raskt bryte ned organisk avfall etterhvert, slik at en ikke får opphoping og påfølgende gassutvikling. Resultatet blir da at en i større grad får delvis nedbrutt organisk materiale, som en kan finne igjen i sedimentprøver som svarte partikler innimellom primærsedimentet. Disse partiklene er oftest luktfrie og blir regnet for å ha "fast" konsistens, og dermed vil en med hensyn til sedimentkvalitet bare få poeng for farge og eventuelt grabbvolum i MOM B-systemet. Prøver med delvis nedbrutt organisk materiale vil altså ofte få så lite poeng at de havner i beste eller nest beste MOM B-tilstandsklasse, samtidig som det kan være en stor andel organisk karbon i prøven.

På lokaliteten ved Jibbersholmane var det flere steder en god del bunngravende dyr i prøvene, og lokaliteten ser ut til å ha en rask omdannelse av organisk avfall. Det medfører at mye av det organiske avfallet blir nedbrutt og omdannet etterhvert, og at en underveis i nedbrytingsprosessen får en del organisk materiale som bare er delvis nedbrutt. Dette kunne en også se i sedimentet, der noen prøver hadde større eller mindre innslag av delvis nedbrutt organisk materiale. Det er trolig dette som er hovedårsaken til at

det ble målt relativt høye verdier av TOC på lokaliteten selv om MOM B-tilstanden for de ulike prøvene viste liten - middels påvirkning. En annen faktor som kan nevnes er forøvrig at bunndyr naturligvis også inneholder organisk karbon, og med mye dyr i sedimentet kan en risikere at noen av disse inngår i prøven som blir analysert og dermed gi høyere verdier for TOC.

MOM C-resipientundersøkelsen.

Skråningen under anlegget ender i et 125 - 130 meter dypt dypvannsbasseng ca 100 meter nord for anlegget. Dette bassenget har en terskel på ca 73 meter, og terskelen ligger ca midt mellom Taraskjær og Færøy ca 550 m nordnordvest for anlegget. Dypvannsbassenget er så pass kystnært, stort, åpent og vidt at selv om det er litt over 50 m dybdeforskjell mellom terskel og det dypeste så er utskiftningen inn til bassenget trolig så god at risikoen for akkumulering av organisk avfall med påfølgende dårlige miljøtilstander i dette bassenget er liten. Erfaringsmessig vet en også 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.

Overflatevannet i Hoplandsosen og helt inn til anlegget ble klassifisert til tilstandsklasse I (meget god) for nitrat, fosfat, total-nitrogen og total-fosfor på alle prøvestedene (C1 - C3). Det var bare en svak økning av total-fosfor og fosfat helt inntil anlegget i forhold til ute i Hoplandsosen. Dette indikerer at det knapt er en målbar økning av næringssaltkonsentrasjonen i tilknytning til oppdrettsvirksomheten selv for prøver tatt helt inntil anlegget.

Prøvestedet C1 som lå lengst vekk (300 m) og øst i dyprennen hadde mest sedimenterende forhold ved bunnen. Det var finkornet sediment (85 % silt+leire) med et noe lavt tørrstoffinnhold (36,6 %), høyt glødetap (12,7 %) og forhøyet verdi av karbon og middels høy verdi av nitrogen. Innholdet av (normalisert) TOC var 53,5 mg C/g lengst øst i dyprennen i Hoplandsosen. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "meget dårlig" for stasjon C1.

Prøvestedet C2 som lå nærmest anlegget (125 m) og vest i dyprennen hadde mindre sedimenterende forhold ved bunnen. Den finkornete andelen av sediment var vesentlig lavere (53 % silt+leire) med et høyere tørrstoffinnhold (47,8 %), relativt lavt glødetap (6,7 %), men med et noe forhøyet verdi av karbon og lav verdi av nitrogen. Innholdet av (normalisert) TOC var 35,3 mg C/g vest i dyprennen i Hoplandsosen. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV = "dårlig" for stasjon C1.

På begge stasjonene ute i resipienten øst og vest i dyprennen i Hoplandsosen (stasjon C1 og C2) var det en rik og variert fauna. På prøvested C1 ble det funnet 385 individer fordelt på 46 arter. På prøvested C2 ble det funnet 552 individer fordelt på 53 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,82 og 4,36, noe som gir dyresamfunnet i resipienten øst og vest i dyprennen i Hoplandsosen tilstandsklasse "God" og "Meget god".

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 lavere glødetap enn på de to andre stedene (3,97 %). Det normaliserte TOC innholdet var også lavest (24,6 mg C/g). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse II = "god". Dette må bety at det er svært gode omsetningsforhold innenfor anleggets nærsone, da en god del av avsetningene fra anlegget vil sedimentere her. Dette ser en også av antall gravende bunndyr som ble funnet på dette prøvestedet. Det ble funnet nesten 3000 individer på et areal på 0,2 m². Dette er nesten 6 ganger så mange individer pr arealenhet som på prøvested C2 ute i resipienten. Selv om kvaliteten på dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget ut fra artsantallet og artssammensetningen blir gradert til miljøtilstand 3 (sterk belastning), 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 børstemakken *Capitella capitata* 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 “meget 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 Hoplandsosen, 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 dyprennen i Hoplandsosen, og det allerede bare noen meter fra anlegget er god sedimentkvalitet, så er det grunn til å tro at det som eventuelt er av påvirkning i de dypere parti i Hoplandsosen mer skyldes forhold som er styrt av naturlige prosesser heller enn eventuelt noen påvirkning fra oppdrettsanlegget ved Jibbersholmane. Dette ser en også ut fra at det var bedre sedimentkvalitet og høyere diversitet i dyresamfunnet på prøvestedet C2 nærmest anlegget i forholdet til prøvestedet C3 lengst fra anlegget. 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 dersom det ikke foregår en nedbrytning og fortykning underveis.

At prøvestedet lengst fra anlegget øst i dyprennen har noe dårligere forhold enn prøvestedet lengst vest i dyprennen skyldes trolig først og fremst de naturgitte forhold på stedet. Dette stedet ligger lengst øst i Hoplandsosen før det relativt raskt blir grunnere og bunnen stiger fra rundt 125 meter til 50 meter over en distanse på ca 500 meter innover i Hoplandsosen. Bunntopografien gjør at det således fra naturens side vil være mer stillestående vann i dyprennen øst i Hoplandsosen i forhold til lenger vest i Hoplandsosen. Ut fra det prøvematerialet som en fikk opp lengst øst i Hoplandsosen, kan det se ut som om at det her er et samlingssted for døende brunalger. Prøven inneholdt en del fingreinete algerester, noe som er relativt vanlig å finne i dypåler der en fra naturens side har mer stillestående vann og sedimenterende forhold.

Nå skal det til slutt presiseres at også dette stedet lengst øst i dyprennen i Hoplandsosen, har **gode forhold** for bunnlevende dyr (SFT tilstand II) selv om sedimentkvaliteten ut fra en SFT vurdering av TOC får tildelt tilstanden “svært dårlig” (tilstand V). Dette stedet er således ut fra kvaliteten på dyresamfunnet et godt sted. På prøvestedet lengst vest i Hoplandsosen er det **meget gode forhold** for bunnlevende dyr (tilstand I). Her blir sedimentkvaliteten ut fra en SFT vurdering tildelt tilstanden “dårlig” (tilstand IV). Dette er et mønster som vi har sett ved en rekke resipientundersøkelser vi har utført i det siste (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 “meget godt” og “godt” skal trives i et sediment som pr definisjon blir klassifisert til å være “dårlig” og “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 prøvested C1 og C2 var 53,5 og 35,3 mg C/g. Ut fra SFT 1993 ville dette ha gitt tilstand III = “nokså dårlig” på prøvested C1 og tilstand II = “mindre god” på prøvested C2.

Noe overraskende var det et forhøyet innhold av kobber på alle tre prøvestedene. På prøvested C1 i dyprennen 300 m øst for anlegget og prøvested C2 i dyprennen 125 m nord for anlegget var det et relativt høyt kobberinnhold, dvs 305 og 333 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse III = “Markert forurenset”. Ved prøvested C1 like ved anlegget var kobberinnholdet enda høyere, dvs 704 mg Cu/kg.

Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse III = "Sterkt forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var litt forhøyet, men noelunde likt på alle tre prøvestedene. Innholdet på stasjon C1 - C3 ble målt til 474, 350 og 469 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

Helt inntil anlegget vil det nødvendigvis være en markant påvirkning av kobber i sedimentet da dette stammer fra notimpregneringen. At man fant så pass mye påvirkning også i de dypere parti i Hoplandsosen kan skyldes påvirkning fra anlegget, andre ukjente kilder og/eller naturlige, forhøyete forekomster i området. På tross av det noe forhøyete kobberinnholdet i sedimentet er kvaliteten på dyresamfunnet i dyprennen "god" (prøvested C1) og "meget god" (prøvested C2).

KONKLUSJON

Denne miljøundersøkelsen ble utført i den mest driftsintensive perioden av driftssyklusen, der fôrbruken og produksjonen var stor, og belastningen på lokaliteten høy. Det ble imidlertid bare funnet en moderat og lokal påvirkning fra oppdrettsvirksomheten på bunnforholdene på lokaliteten (tilstand 2). Resultatene fra undersøkelsene viser at den lokale belastningen ikke overgår lokalitetens bæreevne, og at nedbrytningen av organisk avfall er effektiv og i balanse med den organiske tilførselen fra anlegget. Det svært høye individantallet av dyr i nærsone tilsier en effektiv nedbrytning og omrøring av sedimentene.

Like inntil anlegget var sedimentkvaliteten bedre enn i det dypeste i Hoplandsosen, der sedimentkvaliteten på to steder ble vurdert til å være "dårlig" og "meget dårlig". Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "god" og "meget god". Like inntil anlegget ble kvaliteten på dyresamfunnet vurdert til å være "sterkt påvirket" (miljøtilstand 3), men det var svært mye 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 betydelig uten at dette vil påvirke lokaliteten eller resipienten negativt. Den beste måten å ivareta det relativt gode miljøet på lokaliteten er at en eventuell produksjonsøkning foregår ved at det blir tatt i bruk nye merder på lokaliteten, slik at produksjonen pr arealenhet blir noelunde lik den som en har i dag.

REFERANSER

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

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

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

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

NORSK STANDARD NS 9410:

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.
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. & G.H. JOHNSEN 2003

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

TVERANGER, B., K. BØRSHEIM & G.H. JOHNSEN 2003.

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

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Tabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i dyprennen i Hoplandsosen og ved anlegget 19. november 2002. 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	Hoplandsosen C1 A+B	Hoplandsosen C2 A+B	Ved anlegget C3 A+B
NEMERTINEA			
<i>Nemertinea</i> spp.	23	52	
POLYCHAETA - Flerbørstemakk			
<i>Harmothoe</i> sp.	1	4	
<i>Gattyana cirrosa</i>		3	
<i>Pholoe inornata</i>	5	5	4
<i>Sthenelais limicola</i>		1	
<i>Eteone longa</i>	1		
<i>Anaitides groenlandica</i>		1	
<i>Anaitides subulifera</i>	3	7	
<i>Sige fusigera</i>		3	
<i>Chaetoparia nilssoni</i>		1	
<i>Glycera lapidum</i>	2	5	
<i>Glycera alba</i>	4	1	
<i>Glycera rouxii</i>		2	
<i>Goniada maculata</i>	7	3	
<i>Glycinde nordmanni</i>		1	
<i>Syllidia armata</i>	1		
<i>Gyptis rosea</i>		2	
<i>Typosyllis</i> sp.	9		14
<i>Exogone hebes</i>		1	
<i>Ceratocephale loveni</i>	2	4	
<i>Nephtys hystericis</i>	2		
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	158	45	18
<i>Ophryotrocha</i> sp.			13
<i>Lumbrineris</i> sp.	11	32	
<i>Driloneris filum</i>		2	
<i>Orbinia norvegica</i>	2		
<i>Aricidea catherinae</i>	1	2	
<i>Levinsenia gracilis</i>	1	1	
<i>Laonice sarsi</i>		12	
<i>Prionospio malmgreni</i>	3	2	
<i>Prionospio cirrifera</i>		7	
<i>Prionospio steenstrupi</i>			16
<i>Spiophanes krøyerii</i>	6	46	2
<i>Spiophanes wigleyi</i>	1		
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	115	
<i>Scoloelepis tridentata</i>	3	5	
<i>Malacoceros vulgaris</i>			28
<i>Chaetozone setosa</i>	12	36	2
<i>Tharyx</i> sp.	8	13	
<i>Diplocirrus glaucus</i>	9	9	
<i>Scalibregma inflatum</i>	1		
<i>Ophelina acuminata</i>		1	
<i>Ophelina cylindricaudata</i>		1	
<i>Heteromastus filiformis</i>	1		
<i>Notomastus latericeus</i>	6	18	
<i>Capitella capitata</i>			2830
<i>Rhodine loveni</i>	6	4	
<i>Praxillella affinis</i>	17	32	
<i>Pectinaria koreni</i>	1	1	1
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	1	

<i>Eclysippe vanelli</i>		1	
<i>Melinna cristata</i>	3	2	
<i>Terebellides stroemi</i>	1		
<i>Trichobranchus roseus</i>	5	5	
<i>Pista cristata</i>	13	16	
<i>Streblosoma bairdi</i>		2	
<i>Chone duneri</i>		1	
MOLLUSCA - Bløtdyr			
<i>Chaetoderma sp.</i>		1	
<i>Nucula nitidosa</i>	1		
<i>Nucula sulcata</i>	1	4	
<i>Yoldiella lucida</i>		1	
<i>Thyasira spp.</i>	22	20	22
<i>Abra nitida</i>	5	3	
<i>Venus casina</i>	2	4	22
<i>Corbula gibba</i>			3
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	1		
CRUSTACEA - Krepsdyr			
<i>Nebalia bipes</i>			7
<i>Eriopisa elongata</i>	3	1	
<i>Pardalisca tenuipes</i>	1		
<i>Calocaris macandrea</i>	2	2	
ECHINODERMATA - Pigghuder			
<i>Amphiura chiajei</i>	13	8	
Antall individer	385	552	2982
Antall arter	46	53	14
Diversitet, H'	382	4,36	46