

# MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Nautvika i Finnøy kommune.







# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Nautvika i Finnøy kommune.

**FORFATTERE:**

Bjarte Tveranger og Geir Helge Johnsen

**OPPDRAKSGIVER:**

Eidesvik Laks AS

**OPPDRAGET GITT:**

mai 2004

**ARBEIDET UTFØRT:**

2004

**RAPPORT DATO:**

11. august 2004

**RAPPORT NR:**

740

**ANTALL SIDER:**

26

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-252-4

**EMNEORD:**

- Oppdrettslokalitet i sjø  
- MOM C-resipientundersøkelse  
- Finnøy 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 Eidesvik Laks AS utført en MOM C-resipientundersøkelse av oppdrettslokaliteten Nautvika med den tilhørende resipienten ut mot Finnøyfjorden i Finnøy kommune. Lokaliteten er i dag godkjent for et oppdrettsvolum på 24 000 m<sup>3</sup>, men Eidesvik Laks AS ønsker å søke om en volumutvidelse til 36 000 m<sup>3</sup>. Fylkesmannen i Rogaland har i utslippstillatelsen på 24 000 m<sup>3</sup> datert 17. januar 2001 stilt som krav at det gjennomføres en resipientundersøkelse for å kartlegge om lokaliteten kan tåle en ytterligere utvidelse, før det blir tatt stilling til en søknad om utvidelse til 36 000 m<sup>3</sup>.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen, som inkluderer innsamling av vannprøver og sediment, samt innsamling av bunndyr i det aktuelle området den 6. mai 2004. De innsamlete sedimentprøvene og vannprøvene er analysert ved Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand.scient. Inger Dagny Saanum, mens kornfordeling i sedimentet er analysert ved M-Lab AS i Stavanger.

Rådgivende Biologer takker de ansatte ved anlegget for assistanse i forbindelse med gjennomføringen. Til slutt en takk til Eidesvik Laks AS ved Magne Eidesvik for oppdraget.

Bergen, 11.august 2004

## INNHOLDSLISTE

Forord og innholdsliste .....	2
Sammendrag .....	3
Innledning .....	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse .....	7
Metode .....	9
Miljøtilstanden våren 2004 .....	13
Diskusjon .....	20
Referanser .....	24
Vedleggstabell fauna .....	25

## SAMMENDRAG

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

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

På oppdrag fra Eidesvik Laks AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Nautvika og i resipienten i Finnøyfjorden 6. mai 2004. MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Lokaliteten ligger åpent til i retningområdet vest – nordvest i sundet mellom Halsnøy og Storøy, øst i Finnøyfjorden. Fra lokaliteten skråner bunnen svakt nedover mot nordvest til en dypål på ca 100 m ca 300 m nordvest for anlegget. Denne dypålen skråner videre nedover mot nordvest til en dybde på ca 200 m ca 1,3 km nordvest for lokaliteten. Herifra og videre flere km i retning vest - nordvest er bunnen i Finnøyfjorden relativt flat med dybder mellom 200 og 250 m med en svakt nedoverskrånende gradient i retning nordvest. Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet lengderetning nordnordøst - sørsørvest der anleggets kortende mot nordnordøst ligger ca 150 m sørvest for Kroganaset. På lokaliteten lå det 7 stk 25x25 m stålbur (innvendige mål) på en rekke, og under anlegget er det ca 45 – 70 m til bunnen, som skråner nedover i anleggets lengderetning mot sørsørvest. Ut fra bunntopografien synes det ikke å være noen terskler i området fra lokaliteten mot vest og nordvest. Dette er gunstig for en oppdrettslokalitet.

Det var mest sedimenterende forhold på prøvestedet C1 (1,3 km nordvest for anlegget i et flatt område). Sedimentet var svært finkornet (73,1 % silt+leire) med et noe lavt tørrstoffinnhold (36 %) og noe høyt glødetap (11 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 48,8 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). En analyse av bunnfauna på prøvested C1 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på 3,07, noe som gir dyresamfunnet i resipienten i dypområdet i Finnøyfjorden tilstandsklasse II = "God".

Det var mindre sedimenterende forhold på prøvestedet C2 i dypålen (0,6 km nordvest for anlegget). Sedimentet var mindre finkornet (28,1 % silt+leire) med et høyere tørrstoffinnhold (62,8 %) og middels høyt glødetap (7,3 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 42,3 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). En analyse av bunnfauna på prøvested C2 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på 4,76, noe som gir dyresamfunnet i resipienten i dypålen ned mot bunnen av Finnøyfjorden tilstandsklasse I = "Meget god".

Sedimentet på prøvestedet helt inntil anlegget var minst finkornet av de tre prøvestedene (10,8 % silt+leire) med et relativt høyt tørrstoffinnhold (59,6 %) og middels høyt glødetap (8,1 %), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på 48,4 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig"). En analyse av bunnfauna på prøvested C3 ga miljøtilstand 3= "Sterkt påvirket". Det var imidlertid mye dyr og en høy biologisk aktivitet i sedimentet like inntil anlegget. Like ved anlegget var kobberinnholdet 713 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse IV = "Sterkt forurenset". Innholdet av sink i sedimentet på stasjon C3 ble målt til 260 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

Sedimentkvaliteten med hensyn på normalisert TOC ble på det dypeste prøvestedet i Finnøyfjorden 1,3 km fra anlegget og på prøvestedet i dypålen ca 0,6 km fra anlegget vurdert til å være "Meget dårlig". Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "God" på prøvested C1 og "Meget god" på prøvested C2. Dette samsvarer også med forholdet mellom de målte verdier av pH og Eh i sedimentet, der tilstand var 1 = "upåvirket" etter NS 9410. Det manglende samsvar mellom SFT-vurdering av miljøtilstand basert på sedimenkvalitet og forekomst av bunndyr, er relativt vanlig å observere i denne type sjøbasseng. Sedimentkvalitet målt i henhold til NS 9410 samsvarer bedre med forekomst av dyr enn SFTs dårligere klassifisering av sediment.

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

## INNLEDNING

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

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

### LOKALITETSTYPER

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

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

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

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

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

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

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

## LOKAL BELASTNING

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

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

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

Erfaring viser at **fjordlokaliteter** er mer utsatt for punktbelastning enn drift på mer kystnære lokaliteter, og det medfører at disse lett blir overbelastet. I store og dype fjorder kan belastningen være et lokalt problem for oppdretter, mens det regionalt utgjør et lite problem for resipienten. Årsaken til at bunnen på **fjordlokaliteter** lettere blir overbelastet, skyldes både at det generelt er mindre spredningsstrøm nedover i vannmassene og at bunnen ofte består av fjell uten særlig mye opprinnelig sediment. En **kystlokalitet** har som oftest sedimentbunn og god spredningsstrøm nedover i vannmassene, og i **strømsund** har man derfor ofte svært gode lokaliteter med sedimentbunn og liten lokal påvirkning under anleggene. På typiske **fjordlokaliteter** har man dessuten ofte bratt stein- og fjellbunn med lite primærsediment, der det i utgangspunktet finnes lite gravende bunnfauna som kan ta seg av nedbryting av avfallet fra anlegget.

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

## **PÅVIRKNING, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS**

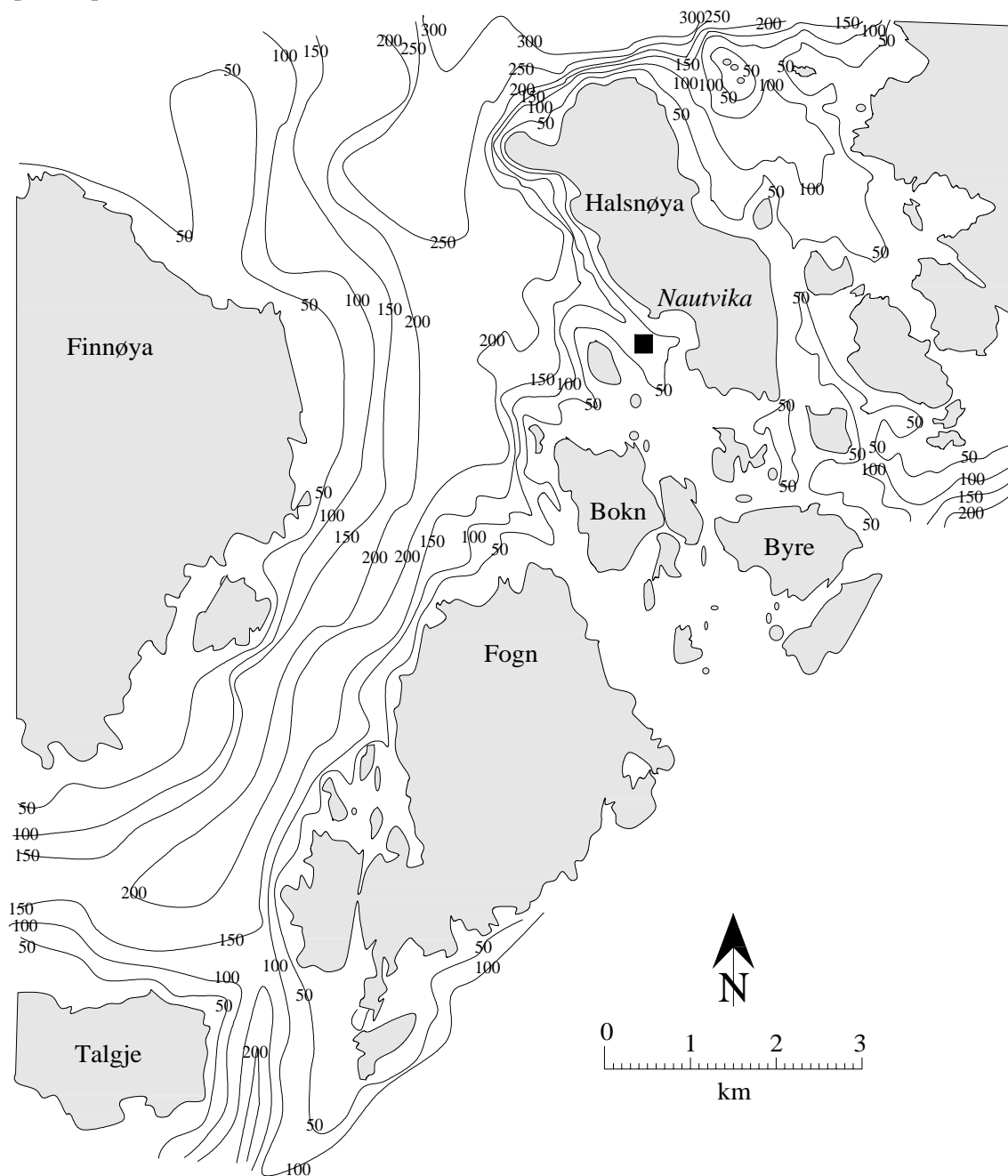
I tillegg vil drift i kompaktanlegg bidra til en høyere punktbelastning over et større areal enn drift i plastringer der det gjerne er noe avstand mellom hver ring. På strømsvake lokaliteter vil dette kunne gi store utslag i belastning på en lokalitet, da avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene.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

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



## OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Lokaliteten ligger åpent til i retningområdet vest – nordvest i sundet mellom Halsnøy og Storøy (**figur 1**). Fra lokaliteten skråner bunnen svakt nedover mot nordvest til en dypål på ca 100 m ca 300 m nordvest for anlegget. Denne dypålen skråner videre nedover mot nordvest til en dybde på ca 200 m ca 1,3 km nordvest for lokaliteten. Herifra og videre flere km i retning vest - nordvest er bunnen i Finnøyfjorden relativt flat med dybder mellom 200 og 250 m med en svakt nedoverskrånende gradient i retning nordvest. Dybden er rundt 290 m midt i Finnøyfjorden på høyde med nordspissen av Halsnøy. Anlegget ligger således i tilknytning en åpen, vid og terskelfri resipient, dvs et stort fjordbasseng med betydelig resipientkapasitet.

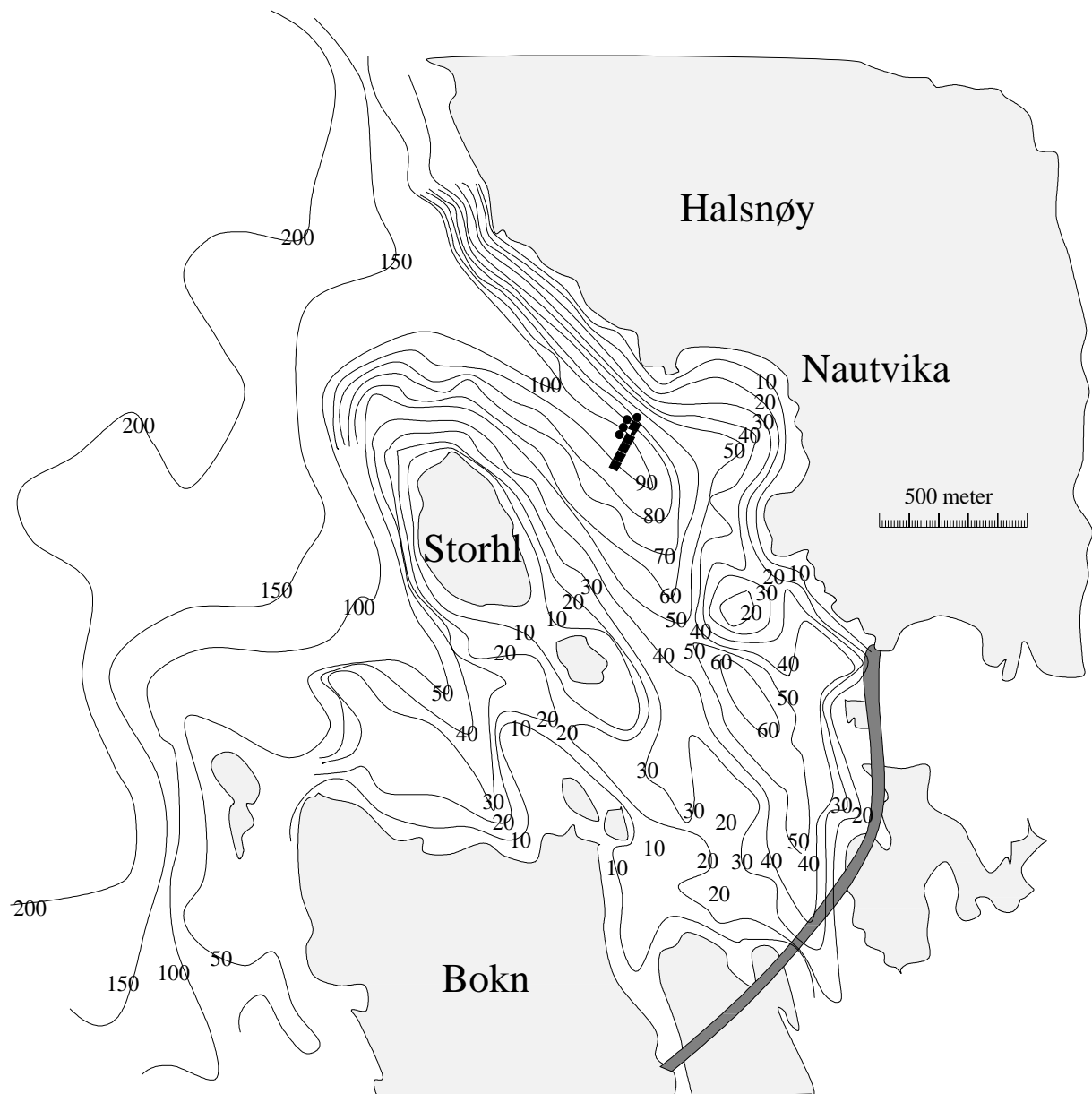


**Fi**  
**gur 1.** Oversiktskart over Finnøyfjorden og omkringliggende fjordsystem. Plasseringen av lokaliteten ved Nautvika i Finnøyfjorden er vist med svart firkant.

## Lokaliteten ved Nautvika.

Anlegget ligger fritt oppankret i tilnærmet lengderetning nordnordøst - sørsørvest der anleggets kortende mot nordnordøst ligger ca 150 m sørvest for Kroganeset (**figur 2**). På lokaliteten lå det 7 stk 25x25 m stålbur (innvendige mål) på en rekke. I området hvor anlegget er lokalisert er det ca 45 – 70 m til bunnen, som skråner nedover i anleggets lengderetning mot sørsørvest. En ser at det grunnes opp mot en flu ca 600 m sørsørøst for lokaliteten. Rett vest for denne flua er det ca 50 m dypt. Ut fra bunntopografien synes det ikke å være noen terskler i området fra lokaliteten mot vest og nordvest. Det grunnes riktignok opp mot ca 30 m i sundet mellom Sauøy og sørspissen av Halsnøy, men det er grunn til å tro at en likevel har bra utskifting helt ned til bunnen på lokaliteten og videre utover i resipienten all den tid lokaliteten er så pass åpen mot vest - nordvest.

Forut for undersøkelsen hadde anlegget lagt brakk siden nyttar (litt over 4 måneder).



**Figur 2.** Utsnitt av Finnøyfjorden med inntegnede dybdekoter og plassering av anlegget ved Nautvika. Dybdekotene er tegnet etter hydrografisk original.

## METODE

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

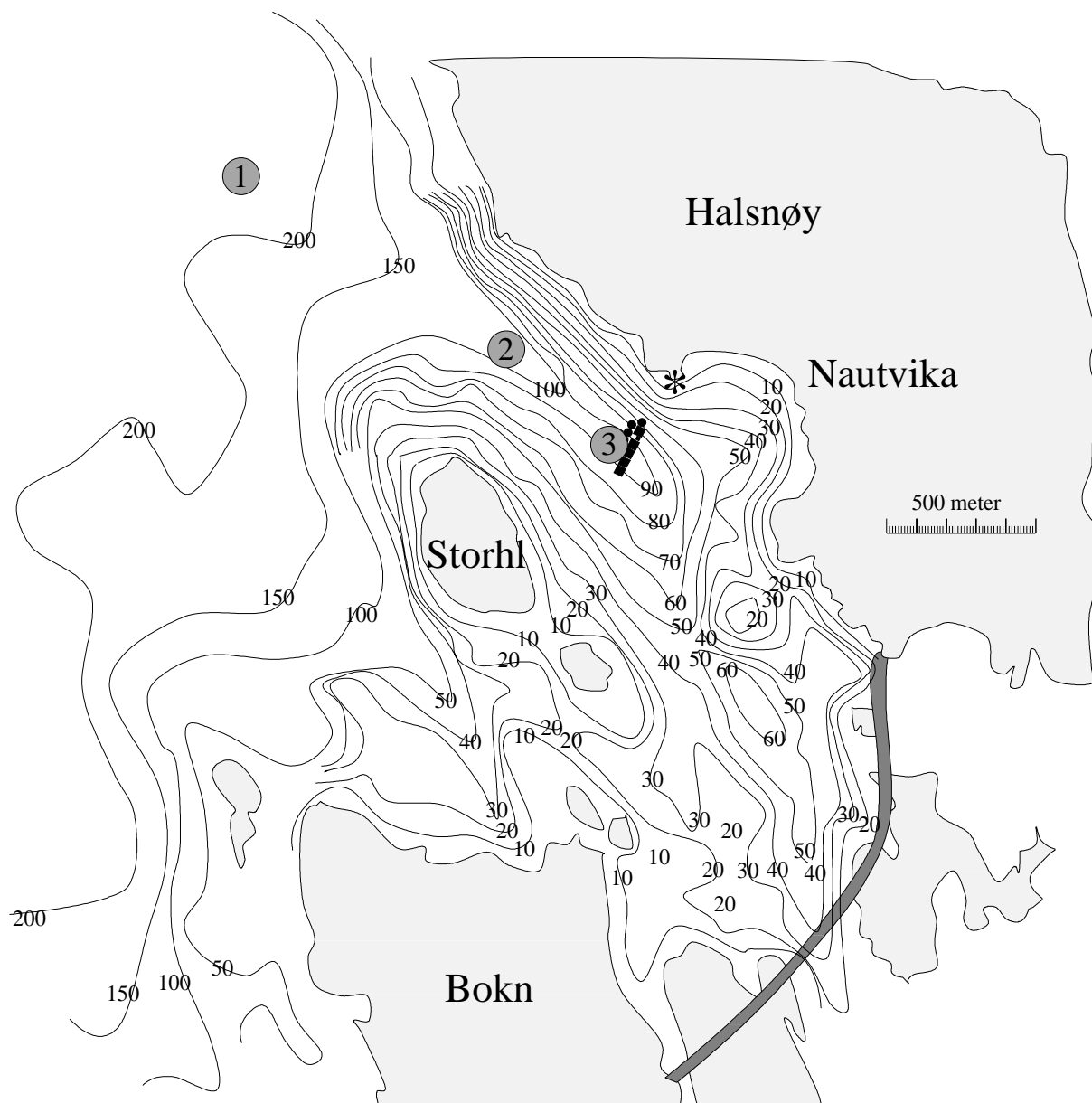
MOM (Matfiskanlegg, Overvåking og Modellering) består av et overvåkingsprogram (A, B og C-undersøkelser) og en modell for beregning av lokalitetens bæreevne og fastsetting av lokalitetens produksjonskapasitet. For nærmere beskrivelse av overvåkingsprogrammet vises til «Konsept og revidert utgave av overvåkingsprogrammet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

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

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

Det tas to parallelle grabbprøver med en 0,1 m<sup>2</sup> stor vanVeen-grabb som beskrevet i NS 9422 og NS 9423. Hvis grabben er tom, gjøres det et nytt forsøk. Hvis grabben er tom etter også andre forsøk er det sannsynligvis fjellbunn uten akkumulering av organisk materiale. Dersom bunnen er sterkt påvirket med kraftig lukt av hydrogensulfid og uten makrofauna, tas det bare ett grabbhugg. Ett sett prøver tas nedstrøms så nær anlegget som mulig, og ett sett tas i det dypeste partiet i området. Dersom anlegget ligger i en bratt skråning, skal det tas prøver ved foten av skråningen. Når de innsamlede prøvene gir inntrykk av dårlige miljøforhold, skal det tas prøver fra et område som ligger mellom anlegget og det dypeste partiet. I denne undersøkelsen ble det ut fra våre anbefalinger tatt en tredje grabbprøve noe nærmere anlegget. Posisjonene til prøvestedene er oppgitt i **tabell 3**.



**Figur 3.** Prøvestedene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen i Finnøyfjorden og ved anlegget i Nautvika i Finnøy kommune, 6. mai 2004. Posisjons-referansepunktet i land ved Kroganeset er markert med 'R'(N 59° 11,305'/ Ø 5° 57,129' WGS 84).

**Tabell 3.** Posisjon for prøvestedene ved MOM C-resipientundersøkelsen ved Nautvika 6. mai 2004.

Prøvested	C1	C2	C3
Dyp (meter)	210	108	65
Posisjon (WGS 84)	N: 59° 11,695' E: 05° 55,758'	N: 59° 11,360' E: 05° 56,546'	N: 59° 11,200' E: 05° 57,156'

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

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

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

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

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

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

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

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

Helt opp til anlegget vil man på grunn av den store lokale påvirkningen ofte kunne finne få arter med ujevn individfordeling i prøvene. Diversitetsindekser blir da lite egnet til å angi miljøtilstand. Helt opp til anlegget (i nærsone) 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 nærsone 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 <sup>2</sup> ; -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 <sup>2</sup> ; -Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -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 <sup>2</sup> .
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

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

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble 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 VÅREN 2004

Det ble utført en MOM C-resipientundersøkelse i resipienten til lokaliteten Nautvika, dvs øst i Finnøyfjorden den 6. mai 2004. Det ble tatt vannprøver og bunnprøver på tre steder (C1-C3). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hver av de to prøvestasjonene C1 og C2 øst i Finnøyfjorden og prøvestedet C3 helt inntil anlegget (i anleggets nærsone). Replikatene fra hver av stasjonene ble slått sammen forut for analyse av kornfordeling og kjemiske analyser. Analyse av fauna ble gjort for hver replikat og for prøvene samlet. Posisjonene til prøvestedene er oppgitt i **tabell 3** og avmerket i **figur 3**.

### NÆRINGSRIKHET

Det ble samlet inn overflatevannprøver som ble analysert for næringsrikhet ved stasjon C1 - C3 (**figur 3**). Resultatene er vist i **tabell 5**, og SFT-tilstandsklassen (sommersituasjon) for hver enkelt prøve er markert i parentes. På alle tre prøvestedene ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for nitrogen og tilstandsklasse II="God" for nitrat. På prøvestedet C1 i Finnøyfjorden ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for fosfat og total fosfor. På prøvestedet C3 helt inntil anlegget ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse II="God" for fosfat og total fosfor. På stasjon C2 mellom anlegget og det dypeste i resipienten ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse IV="Dårlig" for fosfat og total fosfor. Det er grunn til å tro at disse resultatene med hensyn på total fosfor og fosfat på stasjon C2 ikke kan være representative all den tid stasjon C3 tatt helt inntil anlegget (påvirkningskilden) viser helt andre og lavere verdier. De høye verdiene indikerer "forurensning" fra eksterne kilder.

**Tabell 5.** Overflatevannkvalitet på de tre stedene C1 - C3 øst i Finnøyfjorden og ved anlegget 6. mai 2004. 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, Finnøyfjorden	11 (I)	2 (I)	180 (I)	< 20 (II)
C2, Finnøyfjorden	31 (IV)	18 (IV)	170 (I)	< 20 (II)
C3, ved anlegget	14 (II)	4 (II)	241 (I)	< 20 (II)

Siktedypet på stasjon C2 var ca 5,5 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 Finnøyfjorden tilstandsklasse III = "Mindre god", noe som indikerer høy primærproduksjon, noe som er helt normalt for denne årstiden.

### SEDIMENTKVALITET

**Prøvested C1 Finnøyfjorden** ligger på 210 m dyp ca 1300 m nordvest for anlegget (**figur 3**). På og rundt prøvestedet er bunnen flat og åpen i alle himmelretninger. Det ligger et lite høydedrag på 170 m dyp ca 500 m sørvest for prøvestedet. Grabbhoggene inneholdt fulle grabber med 12 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 6**).

**Prøvested C2 Finnøyfjorden** ligger på 108 m dyp ca 600 m nordvest for anlegget i bunnen av en dypål som går fra anlegget og i retning nordvest mot prøvestedet C1. Bunnen skråner relativt bratt opp mot Halsnøy og Storøy på hver sin side av dypålen. Prøvestedet ligger i "unnarennet" nedenfor anlegget, men det er et relativt moderat fall i dybden fra ca 70 m dyp ved foten av anlegget til 108 m dyp på prøvested C1 ca 600 m nordvest for anlegget, dvs at bunnen i dypålen skråner 38 m over en distanse på 600 m (ca 6 % fall). Grabbhoggene inneholdt 3 og 6 l fast og grått sediment og var en blanding av ca 20 % småstein, 10 % grus og 70 % sand og silt uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 6**).

**Prøvested C3 ved anlegget** ligger like inntil, dvs ca 2 m fra anleggets langside mot vest omtrent midt på anlegget. Her er det 65 m dypt. Bunnen skråner noe i anleggets lengderetning og relativt lite på tvers av anlegget fra øst mot vest. Denne prøven er således tatt inntil anlegget i en svakt skrånende bakke i fra anleggets kortende mot nord og i fra andre siden av anlegget mot prøvestedet, slik at terrenget samlet sett skråner nedover mot prøvestedet. Grabbhoggene inneholdt nesten halvfulle grabber med 4 - 5 l med en fast, svartgrå og H<sub>2</sub>S luktfri blanding av sand, fin sand og silt innblandet med noe organisk materiale og avskrapte blåskjellrester fra anlegget (**tabell 6**).

**Tabell 6.** Beskrivelse av MOM C-prøver fra Finnøyfjorden og ved anlegget 6. mai 2004.

Prøvested	Finnøyfjorden, C1		Finnøyfjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	3	6	4 - 5 l	4 - 5 l
Bobling i prøve		Nei		Nei		Nei
H <sub>2</sub> S lukt		Nei		Nei		Nei
Skjellsand		Nei		Nei	Litt blåskjellrester	
Primær sediment	Grus	Nei		Ja		Nei
	Sand/silt	Ja		Ja		Ja
	Leire	Ja		Ja		Nei
	Mudder	Ja		Nei		Ja
Beskrivelse av prøven	Full grabb med myk, grå og luktfri prøve bestående av silt og leire. Mudderbunn. Homogen struktur.		¼ - ½ grabb med grå, fast og luktfri prøve. Ca 20 % småstein, 10 % grus og 70 % sand og silt.		4 - 5 liter med en fast, svartgrå og luktfri blanding av sand, fin sand og silt, noe organisk materiale og litt blåskjellrester	



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

**Tabell 7.** Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensialet (Eh) i sediment i Finnøyfjorden og ved anlegget den 6. mai 2004. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var: pH sjøvann=8,02, Eh i sjøvann=365 mV og temperaturen i sediment= 8,7 °C.

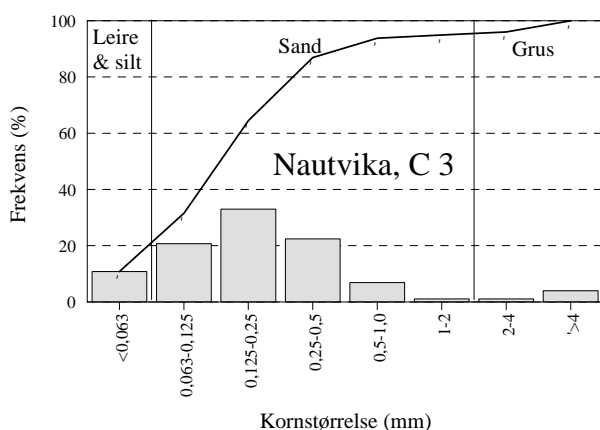
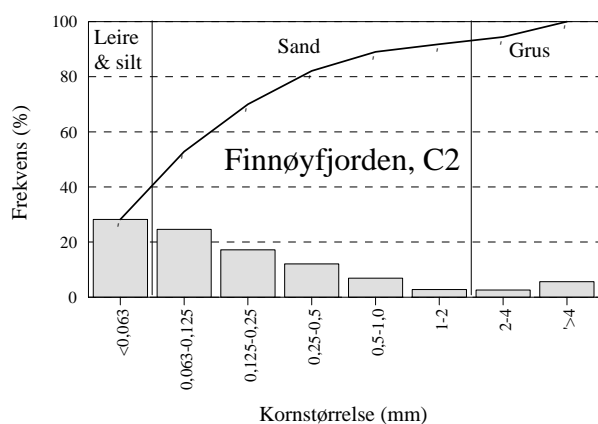
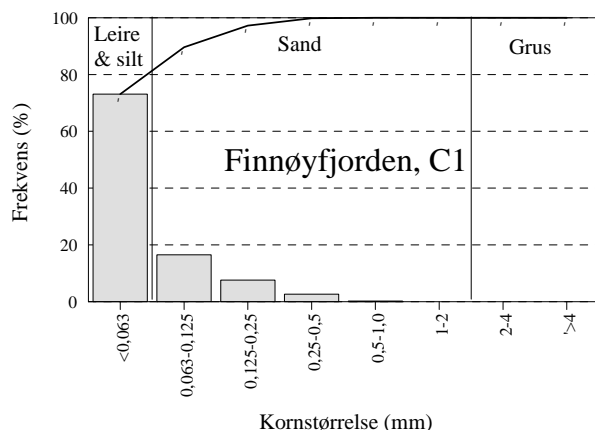
Prøvested	Finnøyfjorden, C1		Finnøyfjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2
Ph	7,89	7,87	7,88	7,87	7,82	8,02
Eh	265	205	204	190	190	165
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	1	1

### 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 i resipienten i Finnøyfjorden og noe mindre ved prøvested C2 og C3. På prøvested C1 i Finnøyfjorden er det trolig noe moderate strømforhold ved bunnen og det er flatt over et stort område. Hele 73,1 % av partiklene på vektbasis var leire og silt og 26,9 % av partiklene på vektbasis var sand, og det var mest av de minste fraksjonene (under 0,25 mm). Prøvested C2 ligger i en svakt nedoverskrånende dypål og C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke. På disse stedene kan en også forvente litt mer strøm enn på det dypeste i Finnøyfjorden. Sedimentet var her noe mer grovkornet og inneholdt vesentlig mindre silt og leire enn prøvested C1 og C2 (henholdsvis 28,2 og 10,8 %). Andelen sand var høy (henholdsvis 63,6 og 84,1 %), men også her var det mest av de minste fraksjonene (under 0,25 mm. (**figur 4, tabell 8**). Glødetapet var høyest i sedimentet fra det dypeste prøvestedet i Finnøyfjorden, relativt lavt på prøvested C2 i dypålen og noe høyere på prøvested C3 i sedimentet like inntil anlegget.

**Tabell 8.** Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet på de tre prøvestedene C1 - C3 i Finnøyfjorden og ved anlegget 6. mai 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

FORHOLD	Finnøyfjorden, C1	Finnøyfjorden, C2	Ved anlegget, C3
Glødetap i %	8,7	3,4	6,5
Leire + silt i %	73,1	28,2	10,8
Sand i %	26,9	63,6	84,1
Grus i %	0	8,2	5,1



**Figur 4.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra sted C1 og C2 i Finnøyfjorden (øverst til venstre og høyre) og sted C3 ved anlegget på Nautvika (nederst). Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen av sedimentprøver fra de tre undersøkte stedene 6. mai 2004. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

## Kjemiske analyser

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

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

Tørrstoffinnholdet var lavest på prøvested C1 i Finnøyfjorden, 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 en nedbrytingsraten. Tørrstoffinnholdet var høyest i sedimentet på prøvested C2 i dypålen og helt inntil anlegget på prøvested C3, hvilket skyldes at prøvene inneholdt mer grovkornet materiale enn den første. Glødetapet var tilsvarende høyest på stasjon C1 i Finnøyfjorden (11,0 %). Glødetapet var noe lavere på stasjon C2 i dypålen og C3 helt inntil anlegget (henholdsvis 7,3 og 8,1 % på begge steder). Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimentet der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Sedimentet på alle tre stedene var kjennetegnet ved et relativt normalt innhold av organisk stoff.

**Tabell 9.** Sedimentanalyser fra prøvested C1 - C3 i Finnøyfjorden 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	36,0	62,8	59,6
Glødetap	%	NS 4764	11,0	7,34	8,07
TOC	mg/g	beregnet	44,0	29,4	32,3
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	48,8	42,3	48,4
Total Fosfor	%	Intern	0,14	0,11	1,59
Kjeldal Nitrogen	%	Kjeldahl	0,10	0,09	0,40
Kobber	mg/kg	NS 4773	24,4	10,1	713
Sink	mg/kg	NS4773	103	43,9	260

Innholdet av (normalisert) TOC var 48,8 mg C/g på prøvested C1 i Finnøyfjorden, 42,3 mg C/g på prøvested C2 i dypålen ned mot dypere parti i Finnøyfjorden og 48,4 mg C/g på prøvested C3 helt inntil anlegget i Nautvika (**tabell 9**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = “Meget dårlig” for alle tre stedene (SFT 1997).

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en lav konsentrasjon av nitrogen med 1,0 og 0,9 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på prøvested C1 og C2 i Finnøyfjorden og i dypålen ned mot det dypere parti i Finnøyfjorden. Det ble målt middels høy konsentrasjon av nitrogen med 4,0 mg N/g i sedimentet helt inn til anlegget (**tabell 9**). Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på prøvested C1 og C2 i Finnøyfjorden og i dypålen ned mot det dypere parti i Finnøyfjorden og over 10 ganger så høyt i sedimentet helt inntil anlegget. Nitrogenverdien fra sedimentet på prøvested C1 og C2 tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse I = “God”, mens resultatene for prøven ved anlegget tilsvarer tilstandsklasse II = “Mindre god” (SFT 1993). Av **tabell 9** ser en at innholdet av fosfor i sedimentet er målt vesentlig høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Det ble målt et lavt innhold av kobber på prøvested C1 og C2 i resipienten og et høyt innhold av kobber på prøvested C3 helt inntil anlegget (**tabell 9**). På prøvested C1 og C2 i Finnøyfjorden og i dypålen ned mot det dypere parti i Finnøyfjorden var konsentrasjonen henholdsvis 34,4 og 10,1 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse I = “Ubetydelig-Lite forurenset”. Ved prøvested C3 like ved anlegget var kobberinnholdet høyt, dvs 713 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse IV = “Sterkt forurenset”. Innholdet av sink i sedimentet var lavt på stasjon C1 og C2 i resipienten og litt forhøyet i sedimentet helt inntil anlegget. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 103 og 43,9 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse I = “Ubetydelig-Lite forurenset”. Kobberinnholdet på stasjon C3 ble målt til 260 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse II = “Moderat forurenset”.

## BUNNDYR

På prøvested C1 i dypområdet i Finnøyfjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 74 individer fordelt på 16 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,04 som gir dypområdet i Finnøyfjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God" (**tabell 10**). Verdien for jevnhet var middels høy, (0,76), noe som skyldes at artene *Spiophanes krøyerii* og *Eriopisa elongata* utgjorde henholdsvis 28,3 og 21,6 % av individantallet.

Den rikeste faunaen ble funnet på prøvested C2 i dypålen ned mot de flatere parti i Finnøyfjorden. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 238 individer fordelt på 53 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 4,76 som gir dypålen (resipienten til anlegget) tilstandsklasse I= "Meget god". Verdien for jevnhet var også høy, (0,83). Dette viser at den relativt høye diversiteten i stor grad kan tilskrives en jevn fordeling av individer mellom artene, hvilket er et "sunnhetstegn" for bunnfaunaen.

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen totalt dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Capitella capitata*. Det ble tilsammen registrert ca 3500 individer av disse artene totalt i prøven, og de utgjør således 100 % av individantallet. 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 3500 individer og en art. Dette gir dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 3= "Sterkt påvirket".

Antall arter tilsier at miljøtilstanden ikke overskrider de miljøforholdene en forventer å finne i forbindelse med et oppdrettsanlegg, og at forholdene i den undersøkte nærsonen dermed er akseptabel.

**Tabell 10.** Antall arter og individer av bunndyr i de seks MOM-C grabbhoggene tatt i resipienten i Finnøyfjorden (C1 og C2) og like ved anlegget (C3) 6. mai 2004, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, jevnhet (evenness), beregnet maksimal diversitet ( $H'$ -max) og SFT-tilstandsklasse. MOM-C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

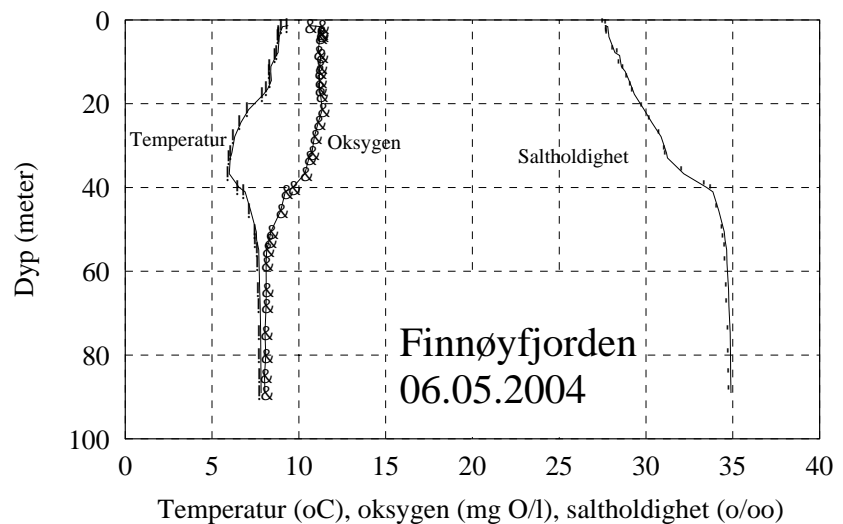
FORHOLD	Finnøyfjorden, C1			Finnøyfjorden, C2			Ved anlegget, C3		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
Antall arter	10	11	16	33	40	53	1	1	1
Antall individer	47	27	74	116	122	238	ca 1500	ca 2000	ca 3500
Shannon-Wiener, $H'$	2,74	2,87	3,04	4,43	4,62	4,76	-	-	-
Jevnhet, J	0,82	0,83	0,76	0,88	0,87	0,83	-	-	-
$H'$ -max	3,32	3,46	4	5,04	5,32	5,73	-	-	-
SFT-tilstandsklasse	III	III	II	I	I	I	-	-	-
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)							Miljøtilstand 3 "Sterkt påvirket"		

## SJIKTNING

Den 6. mai 2004 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen i Finnøyfjorden, ved prøvested C1. Det ble benyttet et nedsenkbart YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 89 m dyp, mens dybden til bunns på målestedet var 210 m.

Målingene er foretatt i et fjordområde som på denne årstiden normalt vil være påvirket av ferskvannstilførsler fra fjordene innenfor. Målingene er også foretatt på en årstid med en begynnende temperaturstigning i de øvre vannlag som en konsekvens av økende daglengde og innstråling. Dette vises også av **figur 5** 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. Overflatelaget/overgangslaget strakk seg ned til ca 40 m dyp. Temperaturen falt fra 9,4 °C i overflaten til et minimum på 6,0 °C på 37 m dyp og 6,6 C på 40 m dyp. Saltinnholdet økte fra 27,6 i overflaten til 33,4 på 40 m dyp. Hele vannsøylen i dypvannslaget fra rundt 40 m dyp og ned til 89 m dyp var relativt homogen med hensyn til temperatur og salinitet. Temperaturen økte til 7,8 °C, og saltinnholdet til 34,9.

Det ble målt høye oksygenverdier i hele vannsøylen ned til dypvannslaget (fra 11,3 mg/l på 1,6 m dyp til 9,7 mg/l på 40 m dyp), noe som tilsvarer en oksygenmetning på over 100 % ned til 40 m dyp. I dypvannslaget fra 40 m dyp og ned til 89 m dyp falt oksygenmengden til 8,1 mg/l, noe som tilsvarer en oksygenmetning på 85 %.



**Figur 5.** Måling av temperatur (°C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltholdighet (‰) i vannsøylen ved prøvestedet C1 i Finnøyfjorden den 6. mai 2004.

## DISKUSJON

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

### Overflatevannkvalitet

På alle tre prøvestedene ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for nitrogen og tilstandsklasse II="God" for nitrat. På prøvestedet C1 i Finnøyfjorden ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse I="Meget god" for fosfat og total fosfor. På prøvestedet C3 helt inntil anlegget ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse II="God" for fosfat og total fosfor. På stasjon C2 mellom anlegget og det dypeste i resipienten ble vannkvaliteten vurdert til tilstandsklasse IV="Dårlig" for fosfat og total fosfor. Det er grunn til å tro at disse resultatene med hensyn på total fosfor og fosfat på stasjon C2 ikke kan være representative all den tid stasjon C3 tatt helt inntil anlegget (påvirkningskilden) viser helt andre og lavere verdier. De høye verdiene indikerer "forurensning" fra eksterne kilder.

### Sedimentkvalitet

Det var mest sedimenterende forhold ved prøvested C1 i resipienten i Finnøyfjorden. Her er det trolig noe moderate strømforhold ved bunnen og det er flatt over et relativt stort område i renting vest og nord for prøvestedet. Sedimentet var svært finkornet med et lavt tørrstoffinnhold, noe forhøyete verdier av karbon og lavt innhold av nitrogen i sedimentet. Glødetapet var på 11 %, noe som indikerer sedimenterende forhold ved bunnen kombinert med en noe lavere nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere en nedbrytingsraten. Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var 48,8 mg C/g på prøvested C1 i Finnøyfjorden. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for dette stedet (SFT 1997). Innholdet av organisk nitrogen i sedimentet var 1,0 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på prøvested C1. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "God" (SFT 1993).

Andre marinbiologiske undersøkelser i Finnøyfjorden viser at det er helt vanlig med et noe forhøyet glødetap i sedimentet siden dyppartiene i fjordene fungerer som sedimentfeller. To resipientundersøkelser viste et glødetap på 12,2 % på en stasjon på 259 m dyp nord i Finnøyfjorden (Anon 2001), og et glødetap på 8,6 % på en stasjon på 200 m dyp øst i Finnøyfjorden (Anon 2000).

Prøvested C2 ligger i en svakt nedoverskrånende dypål og C3 ligger ved anlegget i anleggets nærsone i en skrånende bakke. På disse stedene kan en også forvente litt mer strøm enn på det dypeste i Finnøyfjorden. Sedimentet var her noe mer grovkornet og inneholdt vesentlig mindre silt og leire enn prøvested C1. Tørrstoffinnholdet var høyere på begge steder, det var relativt normale verdier av karbon på begge steder med et glødetap på henholdsvis 7,3 og 8,1 %. Det var et lavt innhold av nitrogen i sedimentet i dypålen og noe forhøyet nitrogeninnhold i sedimentet inntil anlegget. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) var 42,3 mg C/g på prøvested C2 i dypålen ned mot dypere parti i Finnøyfjorden og 48,4 mg C/g på prøvested C3 helt inntil anlegget i Nautvika. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" (SFT 1997). Innholdet av organisk nitrogen i sedimentet var 0,9 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på prøvested C2 i dypålen ned mot det dypere parti i Finnøyfjorden

og 4,0 mg N/g i sedimentet helt inn til anlegget. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "God" for prøvested C2 og tilstandsklasse II = "Mindre god" for prøvested C3 helt inntil anlegget (SFT 1993).

Fosforinnholdet i sedimentet var lavest på prøvested C1 og C2 i Finnøyfjorden og i dypålen ned mot det dypere parti i Finnøyfjorden og over 10 ganger så høyt i sedimentet helt inntil anlegget. Innholdet av fosfor i sedimentet er målt vesentlig høyere enn nitrogeninnholdet på stasjon C3 inntil anlegget, noe som skyldes anleggspåvirkningen.

Sedimentet på stasjonene i Finnøyfjorden og helt inntil anlegget hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av elektrodepotensialet, som på alle stasjonene viste positive verdier. Sedimentet på alle prøvestedene ble klassifisert til tilstand I = "upåvirket" i henhold til NS 9410.

Det var et moderat innhold av kobber på begge prøvestedene i resipienten. På prøvested C1 og C2 i dypområdet i Finnøyfjorden og i dypålen var konsentrasjonen henholdsvis 24,4 og 10,1 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset". Ved prøvested C3 like ved anlegget var kobberinnholdet høyt, dvs 713 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse IV = "Sterkt forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var lavt på stasjon C1 og C2 i resipienten og litt forhøyet i sedimentet helt inntil anlegget. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 103 og 43,9 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig-Lite forurenset". Innholdet på stasjon C3 ble målt til 260 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset".

Lokaliteten er sterkt forurenset av kobber fra notimpregneringsmiddel brukt i nøtene på lokaliteten mens resipienten i liten grad er påvirket av disse utslippene.

## **Bunnfauna**

På prøvested C1 i dypområdet i Finnøyfjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 74 individer fordelt på 16 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,04 som gir dypområdet i Finnøyfjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II = "God".

Diversitet og tilstand i dypområdet i Finnøyfjorden/resipienten til anlegget ligger innenfor det som er funnet i de samme to marinbiologiske undersøkelser utført i 2000 og 2001 i de dypere områdene i Finnøyfjorden, som henviser til ovenfor (Anon 2000, 2001). Her lå Shannon-Wieners diversitetsindeks til dyresamfunnet på fem steder på dyp mellom 142 og 298 m mellom 3,07 og 4,32. Tre av stedene ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse II = "God", og to steder ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse I = "Meget god". Det gjøres oppmerksom på at disse undersøkelsenene er gjort i forkant av eventuelle anleggsetableringer på to steder (omsøkt lokalitet Kjerringa og Hellestø) slik at de avspeiler naturtilstanden.

Den rikeste faunaen ble funnet på prøvested C2 i dypålen ned mot de flattere parti i Finnøyfjorden. Her ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 238 individer fordelt på 53 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 4,76 som gir dypålen (resipienten til anlegget) tilstandsklasse I = "Meget god".

Denne forskjellen på stasjon C1 og C2 kan godt ha naturlige årsaker som forskjell i dybde og sedimenttype. På stasjon C2 var det både småstein, grus, sand og silt, mens det på stasjon C1 bare var "mudder" (hovedsakelig silt og leire). Et sediment med en stor variasjon i kornstørrelse vil ofte kunne huse flere arter, og dermed ha høyere diversitet enn en lokalitet med et mer ensartet sediment. Det kan også være at den rike faunaen på stasjon 2 er tegn på en organisk anrikning i området. Dette kan f. eks komme av at terrenget ned til dypålen er nokså bratt på begge sider slik at organisk materiale lettere vil

samle seg her.

På stasjon C3 helt inntil oppdrettsanlegget var situasjonen en helt annen. Her var faunaen totalt dominert av de opportunistiske børstemakkenene *Capitella capitata*. Det ble tilsammen registrert ca 3500 individer av disse artene totalt i prøven, og de utgjør således 100 % av individantallet. På stasjon C3 ble det funnet 3500 individer og en art. Dette gir dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 3= "Sterkt påvirket".

Med hensyn på sedimentkvalitet og kvaliteten på bunndyrsamfunnet kan det ikke dokumenteres at anlegget har noen negativ miljøpåvirkning på de omkringliggende prøvestasjonene i dypålen ned mot bunnen i Finnøyfjorden og på stasjonen i det flate dypområdet i Finnøyfjorden.

Dette kan begrunnes ut fra følgende forhold. På stasjonen nærmest anlegget (C3) var glødetatpet lavere eller omtrent det samme som på prøvestedet C1 og C2 i resipienten. Det normaliserte TOC innholdet på 48,4 mg C/g var omtrent det samme som på stasjon C1 og C2 selv om dette også tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig". Dette indikerer likevel at det er gode omsetningsforhold innenfor anleggets nærsone, da mesteparten av avsetningene fra anlegget vil sedimentere under anlegget og i anleggets nærsone. Dette ser en også av antall gravende bunndyr som ble funnet på dette prøvestedet. Det ble funnet ca 3500 individer på et areal på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette er 47 ganger så mange individer pr arealenhet som på prøvested C1 og ca 15 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 (sterkt påvirket), så viser dette en av de interessante mekanismene som inntreffer når store mengder organisk materiale blir tilført sedimentet på et begrenset sted (punktbelastning). De opportunistiske artene, her først og fremst representert av 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 prøvestedet i Finnøyfjorden, så indikerer dette at miljøpåvirkningen fra anlegget i all hovedsak er helt lokal, og at mesteparten av det organiske materialet fra anlegget blir omsatt og omdannet her. Det indikerer også at det må være meget høy omsetningskapasitet i friske og oksygenrike sedimenter.

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

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



Nå skal det til slutt presiseres at begge steder i dypområdet i Finnøyfjorden og i dypålen, har **gode forhold** for bunnlevende dyr (SFT tilstand II og I) selv om sedimentkvaliteten ut fra en SFT vurdering av TOC får tildelt tilstanden "Meget dårlig" (tilstand V). Disse stedene er således ut fra kvaliteten på dyresamfunnet et godt sted (stasjon C1) og et svært godt sted (stasjon C2). Dette er et mønster som vi har sett ved en rekke resipientundersøkelser vi har utført i det siste (Børsheim m. fl. 2003, Tveranger m. fl. 2003, Tveranger og Johnsen 2003, Tveranger og Johnsen 2004). Det er således grunn til å stille spørsmål ved om SFT klassifiseringen av sedimentkvalitet ut fra en vurdering av TOC-innhold (1997-utgaven) faktisk er for streng i forhold til kvalitetsvurderingen av dyresamfunnet. Med dette menes at det virker noe underlig at et dyresamfunn som blir karakterisert som "Godt" og "Meget godt" skal trives i et sediment som pr definisjon blir klassifisert til å være "Meget dårlig". Det kan her nevnes at i 1997 utgaven er det noe strengere krav enn før (1993-utgaven) til en klasse med samme romertall. Innholdet av organisk karbon på prøvestedene C1 og C2 var lå mellom 48,8 og 42,3 mg C/g. Ut fra SFT 1993 ville dette ha gitt tilstand II = "Mindre god" på prøvested C1 og C2.

## KONKLUSJON

Like inntil anlegget var sedimentkvaliteten noe bedre enn på det dypeste prøvestedet i Finnøyfjorden 1,3 km fra anlegget og omtrent tilsvarende som på prøvestedet i dypålen ca 0,6 km fra anlegget, men sedimentkvaliteten (organisk karbon) ble alle steder vurdert til å være "Meget dårlig". Kvaliteten på dyresamfunnet ble imidlertid vurdert til å være "God" på det relativt flate prøvestedet i Finnøyfjorden og "Meget god" i den svakt skrånende dyprennen ned mot det dypere og flatere partiet i Finnøyfjorden. Både sedimentkvaliteten og kvaliteten på dyresamfunnet tilsvarer det som er funnet flere andre steder i Finnøyfjorden, og vurdert i henhold til NS 9410 tilsvarer pH og Eh forholdet miljøtilstand 1="upåvirket".

Like inntil anlegget ble kvaliteten på dyresamfunnet vurdert til å være "Sterkt påvirket" (miljøtilstand 3), men det var svært mye dyr i sedimentet og høy biologisk aktivitet. MOM-C undersøkelsen viser likevel at det kan ikke påvises at oppdrettsaktiviteten har påvirket kvaliteten på dyresamfunnet i resipienten negativt. Det er grunn til å tro at med den nåværende plasseringen av anlegget, så kan produksjonen økes uten at resipienten blir negativt påvirket. Lokaliteten må følges opp gjennom egne MOM-B undersøkelser.

## REFERANSER

### **ANON 2000.**

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

### **ANON 2001.**

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

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

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

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

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

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

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

### **NORSK STANDARD NS 9410**

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

### **NORSK STANDARD NS 9422**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

### **NORSK STANDARD NS 9423**

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

### **RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.**

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

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

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

### **STIGEBRANDT, A. 1992.**

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

### **TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2003**

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

**TVERANGER, B., K. BØRSHEIM & G.H. JOHNSEN 2003.** Dokumentasjonsvedlegg til søknad om utvidelse ved Lindås Fiskeoppdrett AS på Nesfossen  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 612, 40 sider.*

### **TVERANGER, B. & G.H. JOHNSEN 2004**

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

## VEDLEGGSTABELL FAUNA

**Vedleggstabell 1.** Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene på to prøvesteder i Finnøyfjorden og ved anlegget 6. mai 2004. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> på hvert sted. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og de er artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Finnøyfjorden C1			Finnøyfjorden C2			Ved anlegget C3		
	A	B	A + B	A	B	A + B	A	B	A + B
<b>NEMERTINEA</b>									
<i>Nemertinea</i> spp.	4	1	5	4	3	7			
<b>SIPUNCULIDA</b>									
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	1		1	10	4	14			
<i>Golfingia</i> sp.				3		3			
<b>OLIGOCHAETA - Fåbørstemakk</b>									
<i>Oligochaeta</i> sp.	1		1						
<b>POLYCHAETA - Flerbørstemakk</b>									
<i>Harmothoe</i> sp.					1	1			
<i>Pholoe pallida</i>					1	1			
<i>Eteone longa</i>					1	1			
<i>Glycera lapidum</i>		1	1	2	1	3			
<i>Goniada maculata</i>					1	1			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					2	2			
<i>Exogone verugera</i>					1	1			
<i>Nephtys</i> sp.					1	1			
<i>Nephtys paradoxa</i>		1	1						
<i>Schistomeringos caeca</i>				1		1			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		2	2	10	14	24			
<i>Lumbrineris</i> sp.				15	8	23			
<i>Orbinia sertulata</i>					1	1			
<i>Paradoneis lyra</i>				2		2			
<i>Levinsenia gracilis</i>		1	1						
<i>Laonice sarsi</i>				1	1	2			
<i>Prionospio malmgreni</i>				1		1			
<i>Prionospio cirrifera</i>				3	1	4			
<i>Spiophanes krøyerii</i>	12	9	21	9	2	11			
<i>Polydora caeca</i>				4	14	18			
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	11	1	12						
<i>Tharyx</i> sp.				3	6	9			
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1		1	1		1			
<i>Scalibregma inflatum</i>					1	1			
<i>Capitella capitata</i>							ca 1500	ca 2000	ca 3500
<i>Heteromastus filiformis</i>	2		2	1	1	2			
<i>Notomastus latericeus</i>					2	2			
<i>Myriochele danielsseni</i>				1		1			
<i>Myriochele oculata</i>					1	1			
<i>Praxillella affinis</i>				12	3	15			
<i>Pectinaria auricoma</i>					1	1			
<i>Melinna cristata</i>				1		1			
<i>Sosanopsis wireni</i>				3	3	6			
<i>Samytha sexcirrata</i>					2	2			
<i>Amythasides macroglossus</i>				7	6	13			
<i>Eclysippe vanelli</i>		1	1	6	16	22			
<i>Terebellides stroemi</i>	1		1	1		1			
<i>Trichobranchus roseus</i>				2	4	6			
<i>Pista cristata</i>				1	1	2			
<i>Phisidia aurea</i>				1		1			
<i>Streblosoma intestinale</i>					1	1			
<i>Chone duneri</i>					3	3			

<b>MOLLUSCA - Bløtdyr</b>						
<i>Chaetoderma sp.</i>	1	1	1	3	4	
<i>Lunatia alderi</i>			1		1	
<i>Arca pectuncooides</i>				1	1	
<i>Thyasira spp.</i>	4	3	7	3	2	5
<i>Abra nitida</i>				1	1	2
<b>CRUSTACEA - Krepsdyr</b>						
<i>Diastylis sp.</i>				1		1
<i>Eudorella truncata</i>				2		2
<i>Gnathia oxyuera</i>					1	1
<i>Ampelisca sp.</i>					1	1
<i>Eriopisa elongata</i>	10	6	16		2	2
<b>ECHINODERMATA - Pigghuder</b>						
<i>Amphiura chiajei</i>					3	3
<i>Ophiura sp.</i>				2		2
Antall individer	47	27	74	116	122	238
Antall arter	10	11	16	33	40	53
Diversitet, H'	274	287	304	443	462	476
H' max	322	346	40	504	532	573
Pielou's Jevnhet (J)	82	83	76	88	87	83