



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Kombinert MOM B- og MOM C -undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Lunnøy og i tilhørende resipient i Austevoll kommune.

FORFATTERE:

Bjarte Tveranger, Erling Brekke og Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Sjøtroll Havbruk AS

OPPDRAGET GITT:

April 2003

ARBEIDET UTFØRT:

2003

RAPPORT DATO:

15. august 2003

RAPPORT NR:

658

ANTALL SIDER:

34

ISBN NR:

ISBN 82-7658-220-6.

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- MOM B-lokalitetsundersøkelse
- MOM C-resipientundersøkelse
- Austevoll 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 Sjøtroll Havbruk AS, utført en kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Lunnøy og tilhørende resipient i Austevoll kommune. Resipientundersøkelsen er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i brev datert 8. februar 2001 i forbindelse med at det er gitt midlertidig utslippstillatelse fram til 1. oktober 2003 for et volum på 36 000 m³ på lokaliteten. I tillegg ønsket Sjøtroll Havbruk 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 15. mai 2003.

De innsamlete sedimentprøvene og vannprøvene er analysert ved Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Randi Lund og undersøkt ved Lindesnes Biolab av cand.scient. Inger Dagny Saanum, mens kornfordeling i sedimentet er analysert ved M-LAB AS i Stavanger. 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 AS takker de ansatte ved anlegget for assistanse i forbindelse med gjennomføringen. En takker Leif Magne Nytnun for tilgang til båt og assistanse ved befaringen. Til slutt en takk til Sjøtroll Havbruk AS for oppdraget.

Bergen, 15. august 2003

INNHOLDSLISTE

Forord og innholdsliste	2
Sammendrag	3
Innledning	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse	7
Anlegget	12
Metode	13
Miljøtilstanden våren 2003	18
MOM B-lokalitetsundersøkelse	18
MOM C-resipientundersøkelse	23
Diskusjon	29
Referanser	33
Vedleggstabell fauna	34

SAMMENDRAG

Tveranger, B., E. Brekke & G.H. Johnsen 2003.

Kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Lunnøy og i tilhørende resipient i Austevoll kommune.

Rådgivende Biologer AS, rapport 658, 34 sider, ISBN 82-7658-220-6.

På oppdrag fra Sjøtroll Havbruk AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Lunnøy og i tilhørende resipient 15. mai 2003. MOM B-undersøkelsen på lokaliteten og MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Den aktuelle lokaliteten er kystnær og ligger vest i Austevoll kommune på sørøstsiden av Lunnøy i det ca 1,5 km brede sundet mellom Lunnøy og Selbjørn. Resipienten er tersklet og er middels stor. Den dypeste terskelen er på 65 m dyp, og sjøbassenget har maksimumsdyp på omtrent 130 m.

Anlegget ligger fritt oppankret ca 150 m sørøst for Lunnøy med lengderetning nordvest - sørøst. Anlegget ble flyttet ca 175 m mot sørvest til nåværende anleggssted ca 4 uker før undersøkelsen. Det er mellom 71 og 115 meter dypt under anlegget, der bunnen er relativt bratt innerst og nærmest flatt ytterst. Anlegget ligger i tilknytning til det dypeste området i resipienten. Det er tidligere målt moderate strømforhold på den forrige plassering av anlegget nordøst for nåværende anleggssted. Anlegget er et kompakt Rabben stålanlegg bestående av 2 bur på 25 x 35 m og 4 bur på 25 x 25 meter som ligger parvis langs en midtgang. Det var satt ut smolt i anlegget omtrent en uke før undersøkelsen.

MOM B-lokalitetsundersøkelsen viste at lokaliteten på prøvetakingstidspunktet ble vurdert til tilstand 1 = "lite belastet". Da lokaliteten er helt ny blir resultatet av denne undersøkelsen i praksis en "forundersøkelse" av sedimentforholdene på lokaliteten. Denne MOM B-undersøkelsen måler effekten på lokaliteten etter omtrent en ukes drift, og undersøkelsen sier således ikke noe om hvordan lokaliteten takler en fullskala produksjon på stedet. Prøvene bestod for det meste av ¾ full - full grabb av finkornet gråfarget primærsediment med mudderaktig og myk konsistens (hovedsakelig fin sand, silt og leire). Den samme type sediment ble også funnet på og rundt tidligere anleggslokalisering. Dette er en sedimenttype med begrenset evne til raskt å kunne omsette større mengder organiske tilførsler fra et oppdrettsanlegg.

MOM C-resipientundersøkelsen i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn viser at det var noe sedimenterende forhold på prøvested C1 (ca 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering) og mest sedimenterende forhold på prøvested C2 (ca 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering). Sedimentet var finkornet med henholdsvis 32,3 % og 71,7 % silt+leire på C1 og C2, men tørrstoffinnholdet var middels høyt på prøvested C1 (51,8 %) og relativt lavt på prøvested C2 (30,1 %). Glødetapet var høyt (21,1 % på prøvested C1 og 16,4 % på prøvested C2), tilsvarende et (normalisert) TOC innhold på henholdsvis 96,6 og 70,4 mg C/g (SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" på begge). På begge prøvestedene var det en forholdsvis artsfattig og mindre variert bunnfauna. På prøvested C1 ble det funnet 173 individer fordelt på 10 arter, og på prøvested C2 ble det funnet 303 individer fordelt på 15 arter. På begge steder dominerte den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*, som er svært vanlig ved organisk belastning. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 1,40 og 1,93, noe som gir dyresamfunnet i dypvannsbassenget i resipienten tilstandsklasse IV = "Dårlig".

Med en samlet produksjon på 3400 tonn i år 2003 og 2004 (tilsvarende produksjonen i 2001 og 2002), er det grunn til å tro at det vil oppstå belastende forhold på lokaliteten.

Med hensyn på sedimentkvalitet og sammensetningen av bunndyrsamfunnet kan det ikke konkluderes med at de relativt dårlige forholdene i resipienten skyldes driften av anlegget alene. Dette fordi en ikke vet noe om resipientstatus før anlegget startet opp sin drift i 1995. Det kan imidlertid ikke utelukkes at anlegget har påvirket miljøforholdene negativt siden flere forhold indikerer at anlegget ligger i tilknytning til en resipient som ut fra flere naturgitte forhold ser ut til å ha begrenset evne til å omsette organisk materiale.

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 sjiktforhold 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 tilsvarende 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 brakvannslaget blir tynnere, vil dette tyngre vannet kunne bidra til fullstendig utskifting av dypvannet innenfor terskelen, dersom det kommer opp over terskelnivå. Hyppigheten av slike utskiftninger avhenger i stor grad av dypet til terskelen, - dess grunnere terskel, dess sjeldnere har man utskiftninger av denne typen.

I slike innestengte dypvannsområder, som altså finnes naturlig i alle fjorder under terskelnivået til fjorden, vil balansen mellom disse to nevnte prosessene avgjøre miljøtilstanden i dypvannet. Dersom

oksygenforbruket er stort grunnet store tilførsler, slik at oksygenet blir brukt opp raskere enn tidsintervallet mellom dypvannsutskiftingene, vil det oppstå oksygenfrie forhold med danning av hydrogensulfid i dypvannet. Under slike forhold er den biologiske aktiviteten mye lavere, slik at nedbryting av organisk materiale blir sterkt redusert. Motsatt vil man hele tiden ha oksygen i dypvannet dersom oksygenforbruket i dypvannet enten er lavt eller tidsintervallet mellom dypvannsutskiftingene er kort. Det er utviklet modeller for teoretisk beregning av balansen mellom disse to forholdene (Stigebrandt 1992).

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

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

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

LOKAL BELASTNING

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

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

Dersom belastningen fra anlegget er større enn det lokaliteten kan omsette, vil sedimentene bygge seg opp under anlegget, de blir surere, oksygenmengden blir redusert, og bunnfauna som er lite tolerant for

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

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

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

PÅVIRKNING, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

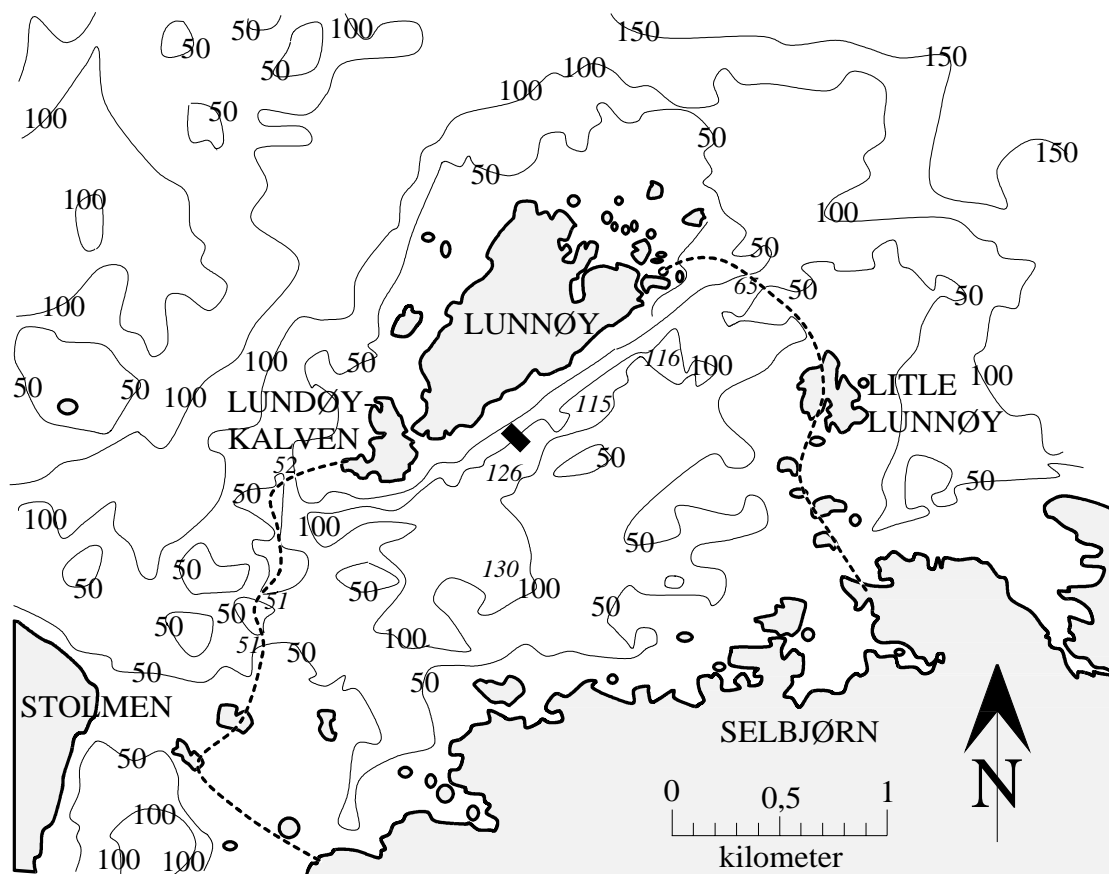
I tillegg vil drift i kompaktanlegg bidra til en høyere punktbelastning over et større areal enn drift i plastringer der det gjerne er noe avstand mellom hver ring. På strømsvake lokaliteter vil dette kunne gi store utslag i belastning på en lokalitet, da avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene.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

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

OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

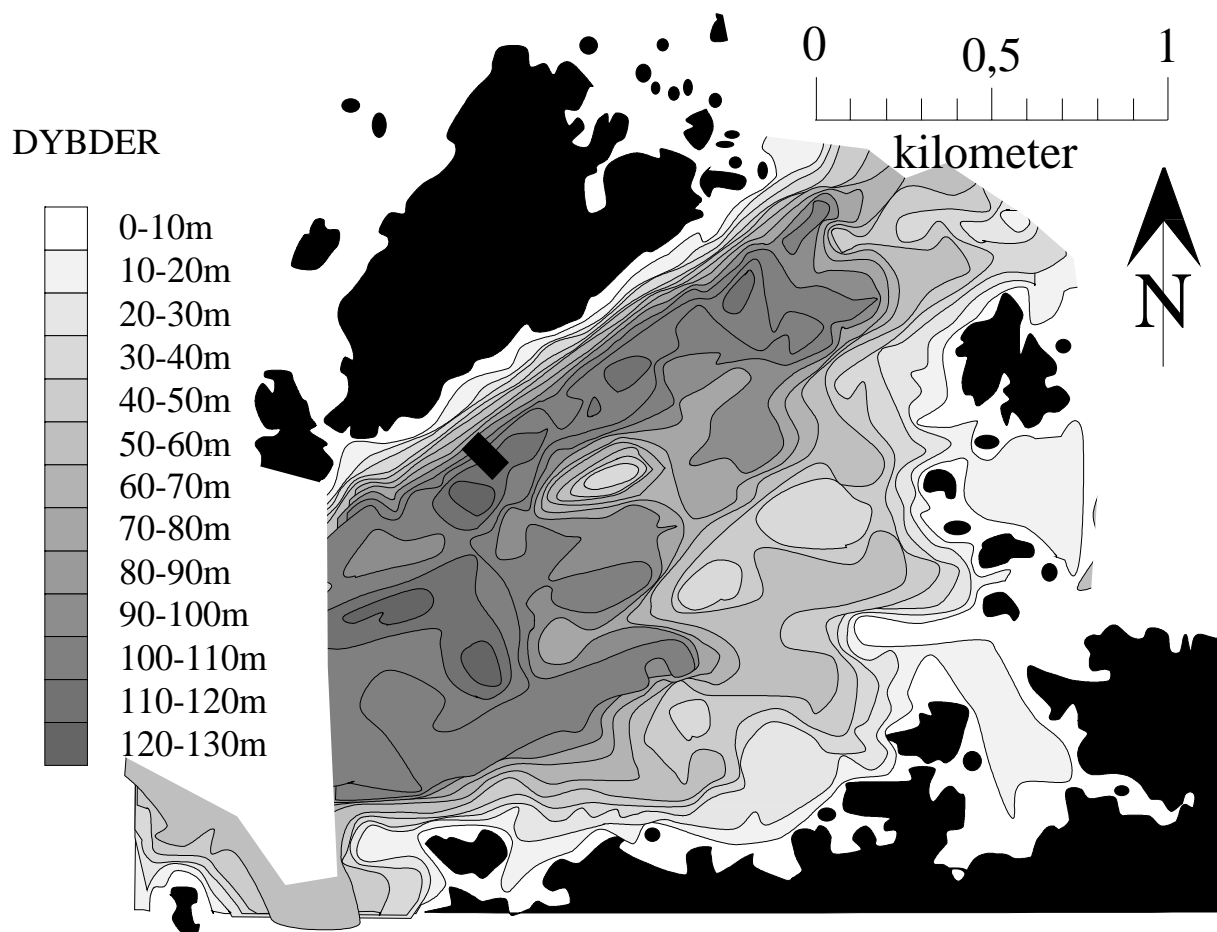
Lokaliteten er kystnær og ligger vest i Austevoll kommune på sørøstsiden av Lunnøy i det ca 1,5 km brede sundet mellom Lunnøy og Selbjørn (**figur 1**). Sundet mellom Lunnøy og Selbjørn ligger i tilknytning til den sørlige delen av Møgstrafjorden, og er mot øst er omkranset av en øyrekke og grunne sund som går mot nord i retning Lunnøy, med et bredere og noe dypere sund mellom Little Lunnøy og Lunnøy. Mot vest går det også en øyrekke og flere grunnere parti, undersjøiske holmer og skjær fra Selbjørn, mot Stolmen og så i retning Lunnøy der en innimellom finner litt dypere og smalere passasjer. Den dypeste terskelen ligger rett øst for Lunnøy helt øst i bassenget på 65 meters dyp. Helt vest i bassenget er tersklene relativt brede, men stedvis forholdsvis grunne der en på det dypeste finner tre smale passasjer som går ned til 51 - 52 meters dyp. Anlegget ligger således i tilknytning til en tersklet og avgrenset middels stor resipient (**figur 1** og **2**).

Anlegget ligger over 70 - 115 meters dyp i tilknytning til selve dypområdet i bassenget, som går som en sørvestlig - nordøstlig dyprenne. Denne dyprennen med dybder over 100 meter er bredest og dypest mot sørvest der det er omtrent 130 m på det dypeste i sundet ca 600 m sørvest for anlegget.



Figur 1. Oversiktskart over Lunnøy med tilgrensende sjøområder og avmerking av lokaliteten ved Lunnøy. Anlegget er markert med en svart firkant. Dybdekonturene er tegnet etter hydrografisk original og oppløsting utført 15. mai 2003 ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Stiplede linjer markerer resipientens ytterpunkter.

Bunnen i dypvannsbassenget er noe småkupert og ujevn. En liten “terskel” på rett over 100 meters dyp ligger ca 200 meter nordøst for anlegget. Det er også en liten “terskel” på ca 105 m dyp ca 200 m sørvest for anlegget mellom de to dypeste stedene på 126 og 130 metes dyp (**figur 1 & 2**).



Figur 2. Utsnitt av sjøbassenget i sundet mellom Lunnøy og Selbjørn med inntegnede 10-meters dybdekoter og plassering av anlegget sørøst for Lunnøy. Kartet er tegnet etter opplodding utført 15. mai 2003 ved hjelp av et Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system.

Lokaliteten ligger således relativt åpent til i resipienten, og det er god dybde under anlegget. På grunn av at resipienten er tersklet, kan man forvente å finne relativt rolige strømforhold og periodevis stagnerende vannmasser i de dypere parti i bassenget under ca 75 meter.

Hovedutskiftingen av vannmassene i sjøbassenget skjer gjennom de relativt vide men hovedsakelig relativt grunne sundene mellom Selbjørn - og Litle Lunnøy, Litle Lunnøy og Lunnøy samt i sundet mellom Selbjørn og Lunnøykalven (**figur 1**). Dette gir en god utskifting i overflaten og ned til ca 70 m dyp hele året, og beregninger ved hjelp av Fjordmiljø-modellen (Stigebrandt 1992) antyder en oppholdstid på 2,5 dager for vannet over terskeldyp i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn

Naturlig oksygenforbruk i dypvannet er beregnet ved hjelp av Fjordmiljø-modellen (Stigebrandt 1992) antyder av naturlig oksygenforbruk i dypvannet er på 0,14 ml O₂/ liter / mnd. Dette tilsier at det fra naturens side ikke vil bli oksygenfrie forhold i dypvannet før etter flere års stagnasjon. Slike kystnære

basseng med såpass dype terskler, vil imidlertid ha en eller flere bunnvannsfornyinger årlig både ved vertikalsirkulasjon om vinteren ved at kaldt overflatevann saltvann synker ned i bassenget, og ved at det skjer en utskifting av saltene og tyngre atlantehavsvann inn over tersklene.

Tabell 1. Morfometriske tall for sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn innenfor tersklene. Tallene er basert på dybdekartet i **figur 1** etter egen opplodding i forbindelse med denne undersøkelsen. Men en har gjort beregningene med 25-meters koter ned til 100 meters dyp og 10 meters koter ned til 130 meters dyp.

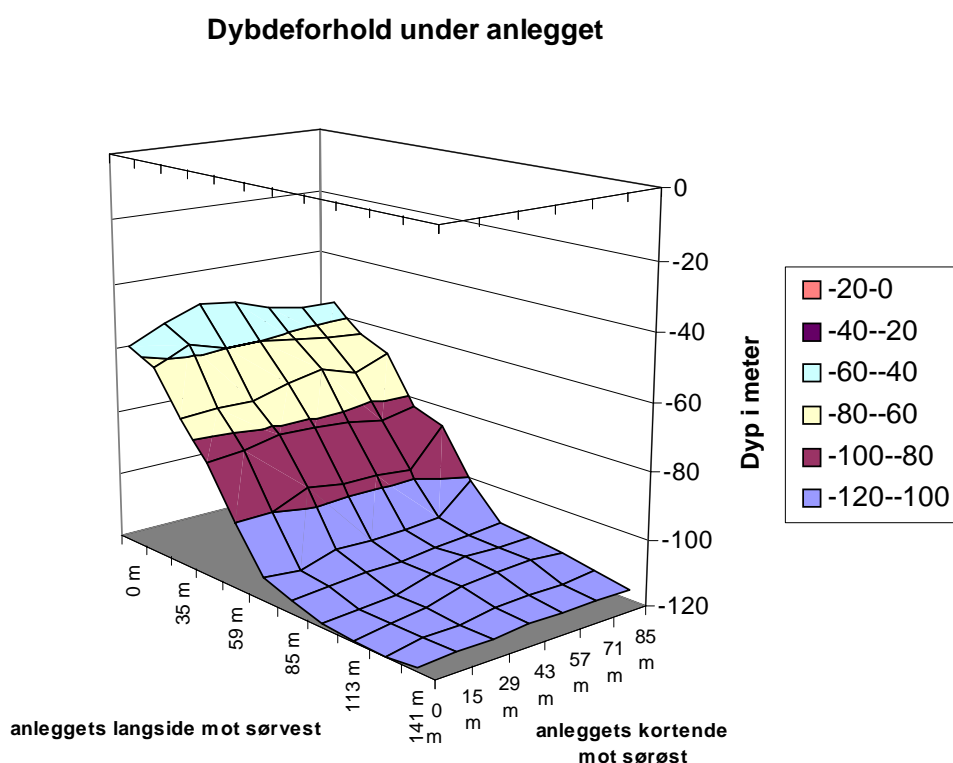
Dyp (i meter)	Areal på dyp (i km ²)	Volum av sjikt (i mill m ³)	Volum under dyp (i mill m ³)
0	3,36	73,1	203,5
25	2,49	57,1	130,4
50	2,08	41,1	73,3
75	1,21	22,3	32,2
100	0,58	8,5	9,9
110	0,1	1,35	1,4
120	0,01	0,07	0,07
130	0	-	-

Tabell 2. Beskrivelse av tersklene i sundene inn til sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn. Tallene er basert på dybdekartet i **figur 1**. Alle sundene er kontrollmålt ved gjennomføring av denne undersøkelsen.

Sund	Anslått bredde (i meter) på angitt dyp					Terskel- dyp	Terskel- areal
	0 m	20 m	40 m	50m	60 m		
Selbjørn - Litle Lunnøy	500	0				8 m	2000 m ²
Litle Lunnøy - Lunnøy	900	665	420	150	30	65 m	30325 m ²
Selbjørn - Lunnøykalven	2340	1250	530	150	0	52 m	57260 m ²
SAMLET	3740	1915	950	300	30	65 m	89585 m ²

Selve lokaliteten sørøst for Lunnøy

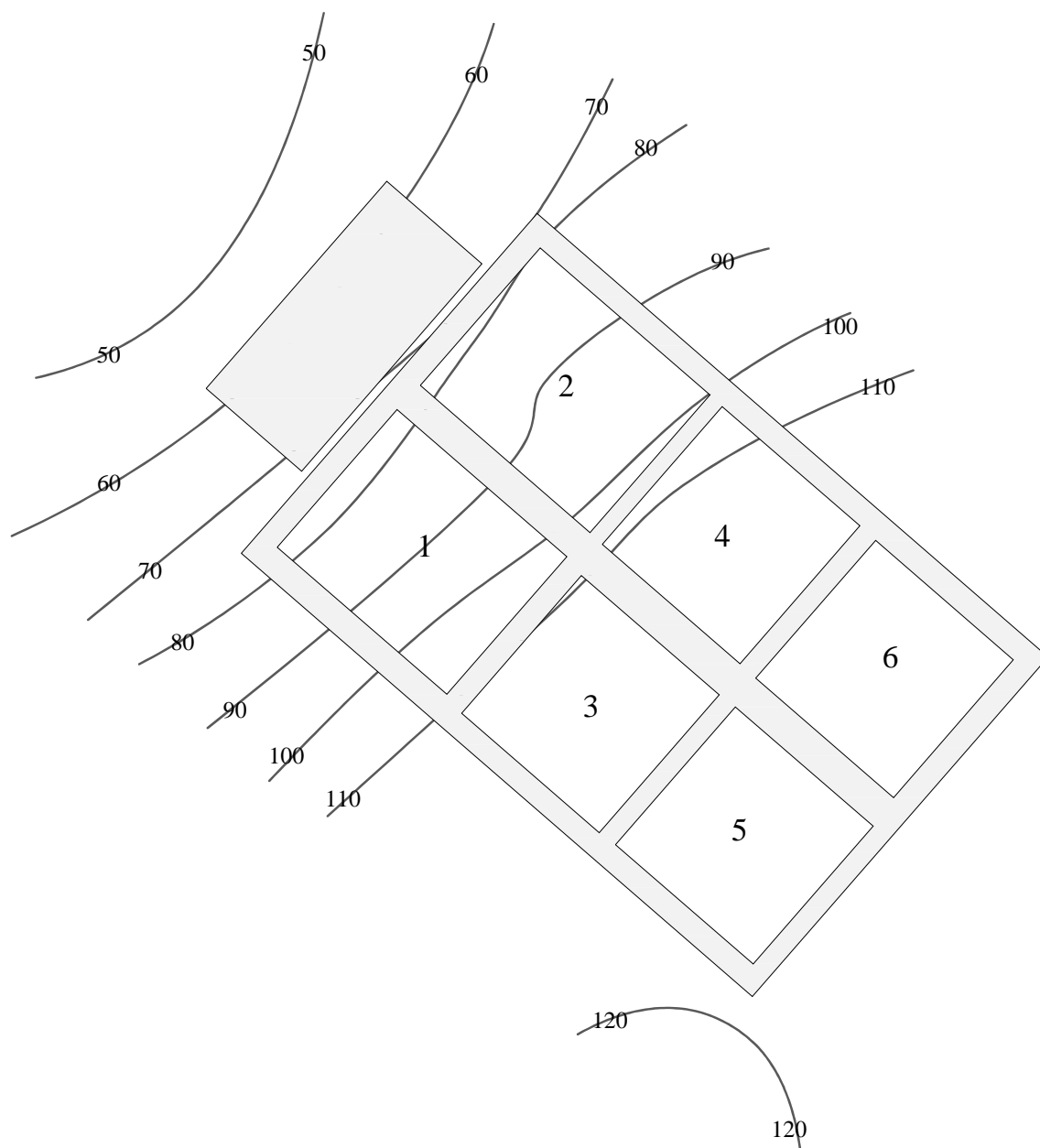
For å få et mer detaljert bilde av bunnforholdene på lokaliteten, ble dybden under anlegget loddet opp ved undersøkelsen 15. mai 2003. Det ble benyttet et bærbart smalstråle ekkolodd (Humminbird) og det ble tatt punktmålinger slik at en fikk et tilnærmet kvadratisk rutenett av målinger under anlegget med en avstand på ca 12 - 15 m mellom hver dybdemåling på anlegget og 15 m ut fra anlegget hele veien rundt. I **figur 3** er disse målingene grafisk framstilt og viser bunnen direkte under anlegget og flåten. En har også oppgitt retningsposisjonene og avstanden mellom målingene på figuren slik at en lettere ser for seg anlegget sin plassering og skala i figuren. Anleggets plassering i forhold til **figur 3** blir 15 meter (eller en rute) inn fra ytterkanten på figuren hele veien rundt. Disse dybdemålingene har en også benyttet til å tegne koter av bunnen under anlegget (**figur 4**). **Figur 3** skal illustrere bunnen sett fra sørhjørnet av anlegget og innover mot land (mot nord).



Figur 3. Dybdeforholdene under og rundt anlegget ved Lunnøy. Man ser bunnen fra anleggets sørhjørne i retning nord, inn mot land (Lunnøy). Anlegget med flåten på anleggets kortende mot nordvest ligger omtrent midt over dette bunnkartet i tilnærmet retning nordvest - sørøst. Se teksten for nærmere forklaring.

Bunnen skråner mye i anleggets lengderetning under merd nr 1 og 2, der det skråner fra rundt 70 m til rundt 110 m, dvs 40 m over en distanse på 35 m, noe som tilsvarer en helningsgrad på over 45 ° og dette er svært bratt. Videre nedover skråner det lite under merd nr 3 - 6, der det er nesten flatt og fra 110 m til 116 m dypt langs anleggets langside mot nordøst og fra 114 m til 116 m dypt langs anleggets langside mot sørvest (**figur 4**).

Anlegget ligger i dag plassert på en lokalitet med god dybde der bunnen skråner bratt nedover i anleggets lengderetning. Bunntopografien er relativt jevn uten større hull og groper i terrenget der avfall fra anlegget kan samle seg opp. Anleggets plassering synes å være gunstig på oppdrettslokaliteten. Det vil imidlertid kunne samle seg opp noe materiale i overgangen mellom den bratte bunnen og det flate partiet, omtrent mellom merd 1 - 2 og 3 - 4, ved at avfall sklir nedover der bunnen er bratt.



Figur 4. Oversikt over anlegget slik det lå den 15. mai 2003 med inntegnede 10 meters dybdekoter.

ANLEGGET

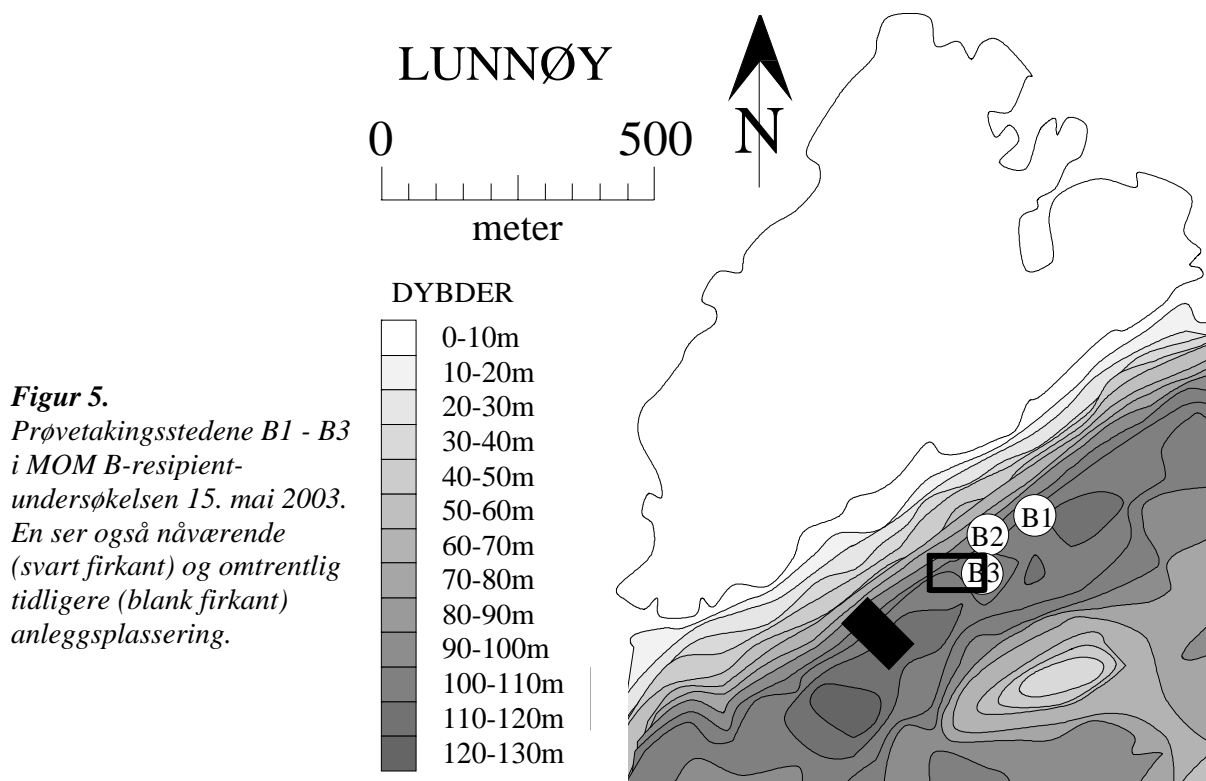
Lokaliteten sørøst for Lunnøy har vært i drift siden 1995. Produksjonen har i denne perioden foregått i forskjellige anleggstyper og merdstørrelser. Nåværende anlegg er et kompakt Rabben stålanlegg bestående av 2 bur på 25 x 35 m (merd nr 1 og 2) og 4 bur på 25 x 25 meter (merd nr 4 - 6) som ligger parvis langs en midtgang. Oppgitte merdstørrelser er innvendige mål. Anlegget har en tilnærmet rektangulær form, og anleggets ytre mål er ca 52 x 94 meter, jf. **figur 4**.

Anlegget ligger fritt oppankret ca 150 m sørøst for Lunnøy i lengderetning nordvest - sørøst. På anleggets kortende mot nordvest ligger det en fôringsflåte på 20 x 44 meter. Nøtene i anlegget er 15 meter dype ned til blylinen. Lokalitetens konsesjonsvolum er på 36 000 m³. Det nåværende anlegget hadde fram til besøksdagen vært plassert slik på lokaliteten de siste 4 ukene. Før dette lå anlegget ca 175 m lengre nordøst der hele 2001 utsettet ble produsert, og var ferdig utslaktet ved månedsskiftet mars/april (**figur 5**).

På prøvetakingstidspunktet var det under en uke før satt ut 280 000 stk smolt i to merder (merd nr 2 og 3). Videre skulle det noe senere flyttes ca 350 000 stk høstutsatt fisk fra lokaliteten ved Tobbeholmane. Fôrforbruk og produsert mengde fisk i perioden 2000 - 2003 går frem av **tabell 3**. Disse tallene gjelder imidlertid for den tidligere lokaliseringen av anlegget (**figur 5**).

Tabell 3. Anleggets driftshistorikk de siste årene.

	2000	2001	2002	Pr. 15.05.2003
Fôrmengde (tonn)	2751	1049	3022	315
Produksjon (tonn)	2300	875	2500	250



METODE

Det ble gjennomført en kombinert MOM B-undersøkelse på lokaliteten og en MOM C undersøkelse i resipienten i forbindelse med vurderingen av anleggets miljøpåvirkning lokalt, i nærsone og utover i resipienten (**tabell 4**).

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 4. 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).

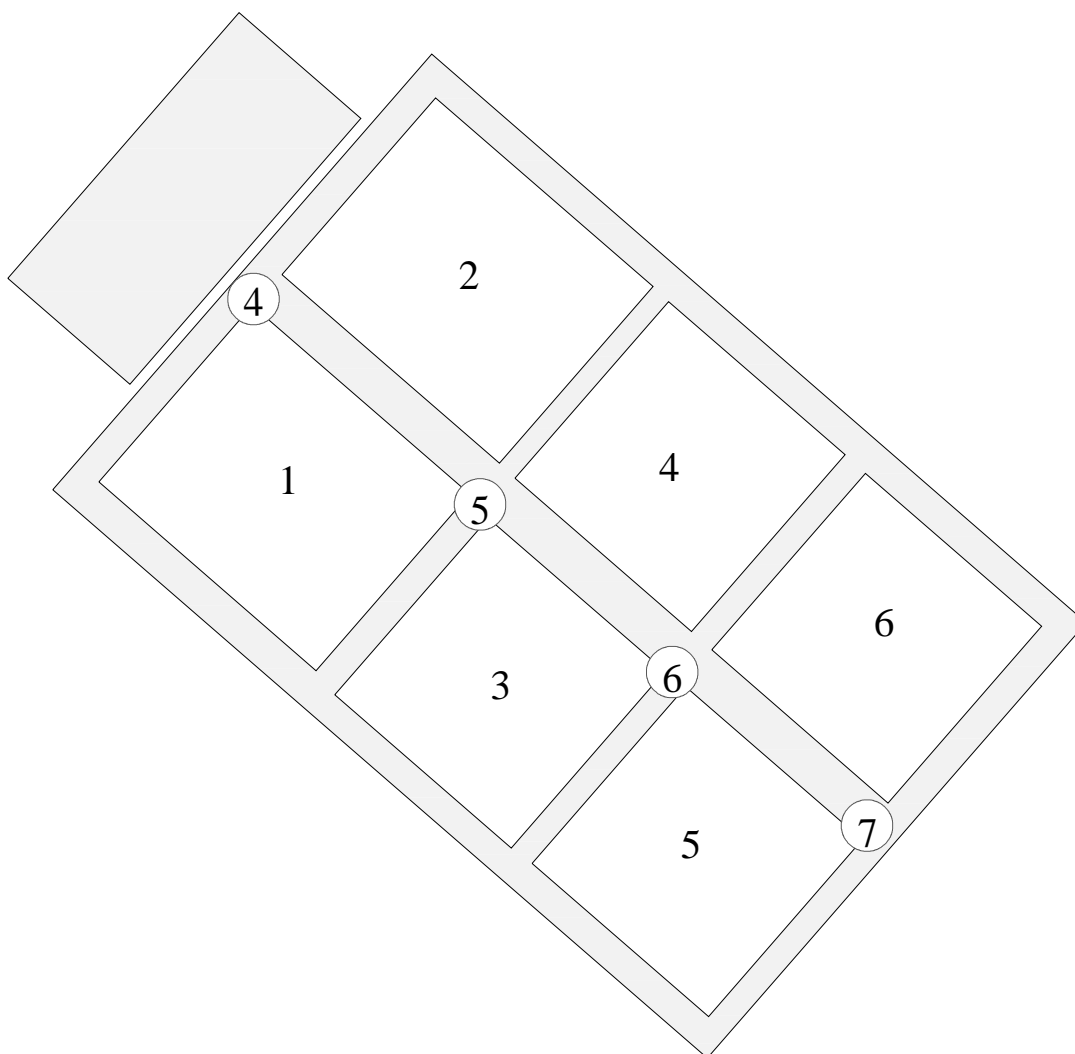
	Nærsone	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Område under og nær et anlegg der det meste av større partikler sedimenterer. Denne strekker seg normalt ikke mer enn 15 meter fra anlegget.	Område mellom nærsone og fjernsone der mindre partikler sedimenterer.	Område utenfor overgangssonen.
Påvirkningskilde	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 dyvannet.
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 Lunnøy

På lokaliteten ved Lunnøy ble det gjennomført en MOM B-undersøkelse den 15. mai 2003 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 tre grabbhugg i og rundt det området hvor anlegget lå tidligere (B1 - B3, jf. **figur 5**). Posisjonen til disse prøvestedene var: **Stasjon 1:** (Posisjon: N: 60° 01,271' E: 05° 08,392'). **Stasjon 2:** (Posisjon: N: 60° 01,294' E: 05° 08,489'). **Stasjon 3:** (Posisjon: N: 60° 01,253' E: 05° 08,381').

I tillegg ble det tatt prøver på 4 stasjoner på selve anlegget (B4 - B7) for analyse ut fra en standardisert MOM-prøvetakingsmetodikk (**figur 6** og **tabell 7**). Det ble tatt 1 grabbhugg på hver stasjon for å få opp en representativ prøve. Ved utvelgning av stasjoner ble det tatt hensyn til anleggets utforming, og at bunnen under anlegget skråner bratt - svakt nedover i anleggets lengderetning mot sørøst.



Figur 6. Oversikt over prøveuttak med plassering av de 4 grabbhoggene som ble tatt 15. mai 2003. Posisjoner for grabbhoggene som inngår i MOM B undersøkelsen er avmerket fra 4 til 7.

Grabbhogg

Hvert grabbhugg blir normalt undersøkt med hensyn på de tre sedimentparametrene: Fauna (I), kjemisk (II) og sensorisk (III), som alle blir tildelt poeng etter hvor mye sedimentet var påvirket av tilførsler av organisk stoff i henhold til NS 9410. Desto flere poeng prøven får, jo 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 nedi sedimentet. pH/Eh ble lest av når Eh viste tilnærmet stabil verdi.

Utregning av middelvei gruppe II & III i “PRØVESKJEMA”

Erfaringer med måling av pH/Eh har vist at lokaliteter kan få tildelt en dårligere tilstand når en sammenligner med vurderingen av sedimenttilstanden. For å veie opp dette misforholdet slik at en får et riktigere forhold mellom måling av gruppe II parametre (pH/Eh) og gruppe III parametre (sedimenttilstand), regner en ut middelveien av disse to gruppene. Det blir gjort ved å slå sammen poengsummen for måling av pH/Eh og den korrigerte summen av sedimenttilstanden for hver enkelt prøve, og så dele på to. Gjennomsnittet av disse middelveiene gir så tilstanden for gruppe II & III, som er grunnlaget for utregning av lokaliteten sin tilstand (se “PRØVESKJEMA”, **tabell 8**).

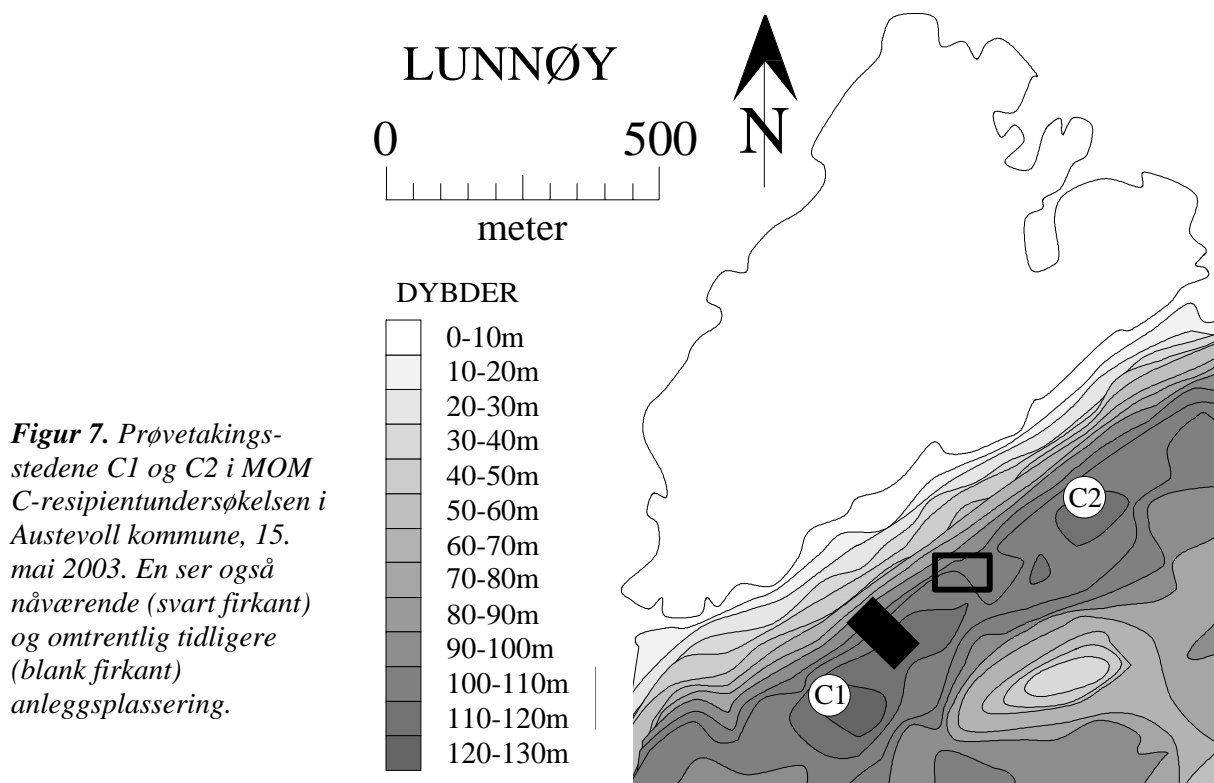
I de tilfellene der en ikke har målte verdier av pH/Eh benytter en korrigeret sum for gruppe III i stedet for middelveien av gruppe II og III. I de tilfellene der en vurdering av sedimenttilstand for en prøve (gruppe III) gir en høyere poengscore enn vurdering av pH/Eh for samme prøve (gruppe II) benytter en korrigeret sum for gruppe III i stedet for middelveien av gruppe II og III dersom det er lite prøvemateriale (under 1/5 grabb). Dette grunngir en med at det metodisk er vanskelig å måle pH/Eh der en får opp lite prøvemateriale fordi det er litt tilfeldig om en får elektrodene ned i så lite sediment og får målt pH/Eh i sedimentet. Med lite sediment i grabben vil en som oftest måle pH/Eh delvis i sedimentet i grabben og delvis i vannet rundt sedimentet, og pH/Eh vil da kunne få en høyere verdi i forhold til tilsvarende små prøver der elektrodene treffer sedimentet under måling av pH/Eh. Det er således lettere å fastsette rett sedimenttilstand der en har lite prøvemateriale i grabben enn det er å måle rett pH/Eh. Selv lite sediment i grabben vil kunne være svart, lukte litt og ha myk konsistens, og således gi poeng ut fra en vurdering av gruppe III, mens en måling av pH/Eh i samme prøve vil kunne gi pH på 7,8 – 8,2 i kombinasjon med Eh over +100, og dermed 0 poeng. I de tilfellene en har nok prøvemateriale (> 1/5 grabb) til at en på en tilfredsstillende måte får målt pH/Eh, men der prøven er så lite påvirket at pH/Eh gir 0 poeng, velger en også å benytte korrigeret 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 på stasjon 1 - 3. 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 7**. 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 7. Prøvetakingsstedene C1 og C2 i MOM C-resipientundersøkelsen i Austevoll kommune, 15. mai 2003. En ser også nåværende (svart firkant) og omtrentlig tidligere (blank firkant) anleggsplassering.

Det ble tatt 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, taes det bare ett grabbhugg. 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 bare tatt to grabbprøver to steder på det dypeste i resipienten siden anlegget var flyttet fra det stedet hvor produksjonen hadde foregått. Det var da ikke mulig å ta noen grabbprøve inntil anlegget siden anlegget vart flyttet. Denne MOM C undersøkelsen vurderer derfor bare forholdene på to steder i selve resipienten. Posisjonene til prøvetakingsstedene er oppgitt i i **tabell 5**.

Tabell 5. Posisjon for prøvetakingsstedene ved MOM C-resipientundersøkelsen i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15. mai 2003.

Prøvetakingssted	C1	C2
Dyp (meter)	122	111
Posisjon	N: 60° 01,105' / E: 05° 08,106'	N: 60° 01,315' / E: 05° 08,578'

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.

Tabell 6. 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 VÅREN 2003

MOM B-lokalitetsundersøkelse

KARAKTERISTIKK AV PRØVENE.

Stasjon 1 - 3 ble tatt like ved og på tidligere lokalitet, der det var foretatt slakting vinteren 2003. Prøvetakingen er således ikke helt representativ for anleggspåvirkningen, både siden det var gått en del tid og fordi en heller ikke visste nøyaktig plassering av anlegget. Prøve nr 1 og 2 bestod for det meste av finkornet sand, silt og leire, og synes derfor å være tatt like i nærheten av anleggets tidligere plassering (**figur 5**). Prøve nr 3 ble sannsynligvis tatt der som anlegget lå tidligere og bestod av leire og silt, og var noe påvirket av tidligere drift.

På den nåværende lokaliteten var uproblematisk å få opp et representativt prøvemateriale i prøvene 4 til 7 (**tabell 7**). Prøvetakingen her viser at mesteparten av lokaliteten er dekket av et lag med primærsediment, som for det meste består av finkornet silt og leire med en mudderaktig konsistens. Bare på noe grunnere dyp i brattskråningen på enden av anlegget mot nordvest ble det funnet noe skjellsand. Grabben var 1/5 - full, og konsistensen varierte fra fast til myk (**tabell 8**). Det var noe lukt i to av prøvene, men ikke gassdannelse i noen av dem. Fargen var i hovedsak grå med et svart tynt lag på to av prøvene. Prøvene var i praksis upåvirket av oppdrettsvirksomheten siden anlegget nettopp hadde satt ut fisk. Prøvetakingen gir derfor mest inntrykk av naturtilstanden på lokaliteten.

Tabell 7. SKJEMA FOR PRØVETAKINGSSTED for undersøkelsene 15.mai 2003 ved Sjøtroll AS sin lokalitet sørøst for Lunnøy (konsesjonsnr. H/av 11+21+40). Stasjon 1 - 3 er tatt like ved og på anleggets tidligere plassering. Dyrene gikk her til artsbestemmelse. Stasjon 4 - 7 er tatt på anleggets nåværende plassering. Dyrene ble her enkelt vurdert på stedet.

Prøvetakingssted:	1	2	3	4	5	6	7	
Dyp (meter)	102	112	104	71	111	114	116	
Antall forsøk	1	1	1	1	1	1	1	
Spontan bobling	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	
Bobling ved prøvetaking	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	
Bobling i prøve	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	
Primær sediment	Skjellsand	litt			ja			
	Grus				litt			
	Sand	30 %						
	Silt	40 %	50 %	50 %		50 %	50 %	40 %
	Leire	30 %	50 %	50 %		50 %	50 %	60 %
Mudder				ja			ja	ja
Fjellbunn								
Steinbunn				litt				
Pigghuder, antall								
Krepsdyr, antall								
Bløtdyr, antall	ja	ja	ja				1	
Mark, antall (ca)	ja	ja	ja	ca 30	ca 10	ca 20	ca 25	

Stasjon 1: Fra 102 m dyp fikk en opp ca $\frac{3}{4}$ grabb der prøven bestod av ca 30 % fin sand, 40 % silt og 30 % leire. Spor av skjellsand. Prøven var luktfri, grå og myk uten oppdrettsslam. Dyr i prøven. **Stasjon 2:** Fra 112 m dyp fikk en opp nesten full grabb der prøven bestod av ca 50 % silt og 50 % leire. Prøven var luktfri, grå og myk uten oppdrettsslam. Dyr i prøven. **Stasjon 3:** Fra 104 m dyp fikk en opp nesten full grabb der prøven bestod av ca 50 % silt og 50 % leire og litt blåskjellrester. Prøven luktet noe, var gråsvart og myk. Dyr i prøven.

Stasjon 4: Fra 71 m dyp fikk en opp ca $\frac{1}{5}$ grabb med fast, luktfri, grov skjellsand og litt grus og småstein. Det var minst 30 dyr i prøven. **Stasjon 5:** Fra 111 m dyp fikk en opp over $\frac{3}{4}$ full grabb der prøven bestod av ca 50 % silt og 50 % leire med mudderaktig konsistens. Prøven luktet litt, var grå med noe svart på toppen og myk. Det var ca 10 dyr i prøven. **Stasjon 6:** Fra 114 m dyp fikk en opp litt over $\frac{3}{4}$ full grabb der prøven bestod av ca 50 % silt og 50 % leire med mudderaktig konsistens. Prøven luktet litt, var grå med noe svart på toppen og myk. Det var ca 20 dyr i prøven. **Stasjon 7:** Fra 116 m dyp fikk en opp nesten full grabb der prøven bestod av ca 40 % silt og 60 % leire. Prøven var luktfri, grå og myk uten oppdrettsslam. Det var ca 25 dyr 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.

I den videre vurderingen er det skilt mellom prøvene fra stasjon 1-3 og 4-7. Prøvested 1 - 3 er dessuten tatt litt tilfeldig ettersom anlegget var flyttet før prøvetakingen, og det således ikke var mulig å få gjort en representativ prøvetaking og vurdering av den tidligere plasseringens påvirkning på lokaliteten. Alle prøvestedene er oppført i «prøveskjema» (**tabell 9**), men det er bare prøvene fra stasjon 4 - 7 som er vurdert samlet.

Gruppe I: Fauna

På stasjon B1 og B2 samlet var faunaen dominert av den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*. På stasjon B3 var faunaen dominert av den opportunistiske børstemakken *Ophryotrocha sp.*, som også kan forekomme i stort antall. Pga. få arter og sterk dominans av *Capitella capitata* og *Ophryotrocha sp.* var diversiteten bare 0,92 på stasjon B1 og B2 samlet og 0,61 på stasjon B3. Dette tilsier SFT tilstandsklasse V = "Meget dårlig" (tabell 8), men arealet av prøvetakingen her er vesentlig mindre enn det standardiserte arealet som ble tatt ved stasjon C1 og C2.

Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store lokale påvirkningen fra anlegget. Stasjon B1 og B2 er tatt i det tidligere anleggets nærsone/overgangssone og stasjon B3 er sannsynligvis tatt der som anlegget lå tidligere. Disse vurderes derfor i tillegg på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410) (**tabell 6**). Dette gir dyresamfunnet på stasjon B1 og B2 samlet og stasjon B3 miljøtilstand 3.

I de fire prøvene som ble tatt på anlegget var det dyr i samtlige prøver. Av dyr tilhørende hovedgruppen **bløtdyr** ble det funnet ett skjell på stasjon 7. En fant flest dyr tilhørende hovedgruppen **børstemakk** og antallet varierte fra ca 10 til 30 makk på hver av disse fire 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, og lokaliteten sin miljøtilstand med hensyn til fauna er A, dvs. akseptabel, jf. «prøveskjema» (**tabell 9**).

Tabell 8. Antall arter og individer av bunndyr i tre MOM B-grabbhogg tatt ved den forrige plasseringen av anlegget i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks med tilhørende SFT-vurdering av denne. Enkeltresultatene er presentert i vedleggstabell 1.

FORHOLD	B1 + B2	B3
Antall arter	4	3
Antall individ	77	23
Shannon-Wiener	0,92	0,61
SFT-vurdering	V = "Meget dårlig"	V = "Meget dårlig"
MOM vurdering dyr (modifisert SFT)	Miljøtilstand 3 = "sterkt påvirket"	Miljøtilstand 3 = "sterkt påvirket"

Gruppe II: Surhet og elektrodepotensialet - pH/Eh

Det ble bare målt pH/Eh på stasjon 1 - 3, fordi det i de øvrige prøvene ikke var annet enn naturlig minerogent sediment av leire og silt. pH i prøve nr 1 og 2 var 7,87 og 7,89, og det tilhørende redokspotensiale (Eh) ble avlest til +1 og +28. Disse prøvene fikk tilstand 1 (lite belastet) og ble tatt i nærheten av anleggets tidligere lokalisering. Prøve 3 var sannsynligvis tatt på selve lokalitetens tidligere plassering hadde pH på 7,15 og Eh-verdi på -130. Denne prøven fikk tilstand 2 (noe belastet) basert på gruppe II parameteren (**tabell 9**).

Gruppe III: Sedimenttilstand

De to prøvene som ble tatt i nærheten av anleggets tidligere lokalisering fikk 4 poeng og havnet i tilstand 1 (lite belastet). At disse prøvene fikk poeng reflekterer mest naturtilstanden på prøvestedene. Stasjon nr 3 som ble tatt på selve lokalitetens tidligere plassering fikk 7 poeng og havnet i tilstand 2 (middels belastet).

På den nåværende lokaliteten fikk prøvene fra 0 til 7 poeng, og to prøver havnet i tilstand 1 (lite belastet), og to prøver havnet i tilstand 2 (middels belastet). (**tabell 9**). Siden anlegget bare hadde vært i drift i fem dager og prøvene likevel fikk noen poeng reflekterer dette mest naturtilstanden på lokaliteten.

Samlet poengsum for samtlige 4 prøver tatt på anlegget var 18, og korrigert sum er 3,96. Dette gir en indeks på 0,990 når en deler på 4 prøver, og sedimenttilstand for hele lokaliteten tilsvarer tilstand 1, dvs at hele lokaliteten vurdert under ett er lite belastet ut fra en vurdering av gruppe III parametere, jf. **tabell 9**.

Lokalitetens tilstand

Basert på undersøkningen av dyr, pH/Eh og sediment ved forrige anleggsplassering er lokaliteten i beste tilstandsklasse, dvs tilstand 1. Lokaliteten var på prøvetakingstidspunktet i samsvar med vurderingskriteriene for en MOM B-undersøkelse lite påvirket av oppdrettsvirksomheten.

For prøve 3 tatt under forrige plassering av anlegget, er tilstanden vurdert isolert sett 2 = "middels påvirket".

Tabell 9. PRØVESKJEMA for undersøkelsene 15.mai 2003 ved Sjøtroll AS sin lokalitet sørøst for Lunnøy (konsesjonsnr. H/av 11+21+40). Stasjon 1 - 3 er tatt like ved og på anleggets tidligere plassering. Stasjon 4 - 7 er tatt på anleggets nåværende plassering, og indeks og tilstand er regnet ut bare for disse prøvene.

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks																		
			1	2	3	4	5	6	7																			
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	0	0,000																		
	Tilstand gruppe I		A																									
II	pH	verdi	7,87	7,89	7,15																							
	Eh	verdi	1	28	-130																							
	pH/Eh	fra figur	1	1	2					0,000																		
	Tilstand prøve		1	1	2																							
Tilstand gruppe II		3							Buffertemp: 7,3 °C Sjøvannstemp: 8,0 °C Sedimenttemp: 8,8 °C pH sjø: 7,86 Eh sjø: +295 Referanseelektrode: +200 mV																			
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0																			
	Farge	Lys/grå=0	0	0	1	0	1	1	0																			
		Brun/svart=2																										
	Lukt	Ingen=0	0	0		0			0																			
		Noko=2			2		2	2																				
		Sterk=4																										
	Konsistens	Fast=0				0																						
		Mjuk=2	2	2	2		2	2	2																			
		Laus=4																										
	Grabb- volum	<1/4 =0				0																						
		1/4 - 3/4 = 1																										
		> 3/4 = 2	2	2	2		2	2	2																			
	Tjukkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	0	0																			
		2 - 8 cm = 2																										
		> 8 cm = 4																										
SUM:			4	4	7	0	7	7	4																			
Korrigert sum (*0,22)			0,88	0,88	1,54	0	1,54	1,54	0,88	0,990																		
Tilstand prøve			1	1	2	1	2	2	1																			
Tilstand gruppe III		2																										
Middelverdi gruppe II & III			0,94	0,94	1,77					0,000																		
Tilstand gruppe II & III			1																									
<table border="1"> <tr> <td>“pH/Eh”</td> <td rowspan="4">Tilstand</td> </tr> <tr> <td>“Korr.sum”</td> </tr> <tr> <td>“Indeks”</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”	Tilstand	“Korr.sum”	“Indeks”	< 1,1	1	1,1 - 2,1	2	2,1 - 3,1	3	> 3,1	4	<table border="1"> <tr> <td>“Tilstand”</td> </tr> <tr> <td>Gruppe I</td> </tr> <tr> <td>A</td> </tr> <tr> <td>A</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4</td> </tr> </table>							“Tilstand”	Gruppe I	A	A	4	4	4	
“pH/Eh”	Tilstand																											
“Korr.sum”																												
“Indeks”																												
< 1,1		1																										
1,1 - 2,1	2																											
2,1 - 3,1	3																											
> 3,1	4																											
“Tilstand”																												
Gruppe I																												
A																												
A																												
4																												
4																												
4																												
1																												

MÅLING AV ORGANISK KARBON (TOC) I SEDIMENTET

Resultatene av målingene av tørrstoffinnhold og glødetap samt beregnet innhold av TOC (organisk karbon) for de tre prøvene ved/på forrige anleggsplassering, er satt opp i **tabell 10**. Det er også ført opp SFT sin klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment for prøver tatt i **resipienter** (SFT 1997). I tabellen har en også satt opp MOM B-tilstand for den enkelte prøve ut fra en middelverdi av gruppe II & III.

Tabell 10. Andel tørrstoff og glødetap og innholdet av organisk karbon i sediment fra 3 stasjoner tatt på/ved den forrige anleggsplassering ved Lunnøy 15. mai 2003. * SFTs vurderingssystem går fra I = “svært god” til V = “svært dårlig”, mens ** MOM-vurdering går fra 1 = “lite påvirket” til 4 = “uakseptabelt påvirket”. MOM B-tilstand er hentet fra tabell 9.

Stasjon	B1	B2	B3
Tørrstoff, %	34,7	26,1	26,7
Glødetap %	14,6	24,7	24,6
TOC, mg/g	58,4	98,8	98,4
SFT, tilstand*	V = “svært dårlig”	V = “svært dårlig”	V = “svært dårlig”
MOM B, tilstand**	1 = “lite påvirket”	1 = “lite påvirket”	2 = “middels påvirket”

Innholdet av TOC i sedimentet på lokaliteten var noe varierende, men relativt høyt. Innhold av TOC relatert til SFT-tilstand viser at alle tre stasjoner havner i tilstandsklasse V (svært dårlig), mens MOM B-tilstand for de samme prøvene viser tilstand 1 og 2 (“lite” og “middels” påvirket). Det er imidlertid ikke uvanlig at det gjennomgående er så stor forskjell mellom de to vurderingssystemene, og at SFT-klassifiseringen ofte gir dårligere tilstand enn MOM B-klassifiseringen. Dette skyldes at det vanligvis er mye organisk påvirkning på en oppdrettslokalitet, mens SFTs system er utarbeidet for naturlige lokaliteter med mindre belastning. I dette tilfelle er prøvene lite påvirket av selve oppdrettsvirksomheten, og får derfor god MOM B-tilstand.

MOM C-resipientundersøkelse

Det ble utført en MOM C-resipientundersøkelse i resipienten til lokaliteten Lunnøy, dvs i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn den 15. mai 2003. Det ble tatt vannprøver og bunnprøver på to steder (C1 og C2). Av bunnprøvene ble det tatt to replikater fra hver av de to prøvestasjonene C1 og C2 i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn. Replikatene fra hver av stasjonene ble slått sammen forut for analyse av fauna, kornfordeling og kjemiske analyser. Posisjonene til prøvetaksstedene er oppgitt i **tabell 5** og avmerket i **figur 7**.

NÆRINGSRIKHET

Det ble samlet inn overflatevannprøver som ble analysert for næringsrikhet ved stasjon C1 og C2 (**figur 7**). Resultatene er vist i **tabell 11**, og SFT-tilstandsklassen (sommersituasjon) for hver enkelt prøve er markert i parentes. Det ble målt en noe variabel vannkvalitet i overflatevannet både på prøvested C1 ca 100 m sørvest for nåværende anleggsplassering og på prøvested C2 ca 400 m nordøst for nåværende anleggsplassering (**figur 7**). Med unntak av total nitrogen (tilstand I = “Meget God”) ble vannkvaliteten klassifisert til tilstand II (“God”) og III (“Mindre God”). Vannet var mest næringsrikt på prøvested C1 nærmest nåværende anleggsplassering.

Tabell 11. Overflatevannkvalitet på de to stedene C1 og C2 i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. 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
Prøve C1	26 (III)	15 (III)	167 (I)	33 (III)
Prøve C2	15 (II)	6 (II)	121 (I)	32 (III)

Siktedypet på stasjon C1 - C2 var over 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 sundet mellom Lunnøy og Selbjørn tilstandsklasse I = "Meget god", noe som er helt normalt for denne årstiden.

SEDIMENTKVALITET

Prøvetakingssted C1 ligger ca 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering (**figur 7**). I ett ellers relativt flatt og noe småkupert dypvannsbasseng finner man her det nest dypeste punktet i resipienten, med et dyp på ca 126 m. Bunnen under anleggets tidligere plassering gikk ned til ca 100 - 105 meters dyp. Derifra skrånner bunnen videre i retning prøvestedet C1 svakt mot sørvest. Anlegget lå således mest i direkte tilknytning til denne svakt skrånende dypålen. Grabbhoggene inneholdt relativt fulle grabber med 10 - 15 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 12**).

Prøvetakingssted C2 ligger ca 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering Her er det ca 116 m dypt i en liten dypål. Rett øst for tidligere anleggsplassering er det ca 95 m dypt. Derifra skrånner bunnen videre i retning prøvestedet C2 svakt mot nordøst. Grabbhoggene inneholdt omtrent fulle grabber med 12 - 15 l mykt, grått, mudderaktig finkornet sediment (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 12**).

Tabell 12. Beskrivelse av MOM C-prøver i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003.

Prøvetakingssted	Prøvested C1		Prøvested C2	
	replikant 1	replikant 2	replikant 1	replikant 2
Grabbvolum (liter)	15 (full)	10	12	15 (full)
Bobling i prøve	Nei		Nei	
Lukt	Nei		Nei	
Primær sediment	Skjellsand	Nei	Nei	
	Grus	Nei	Nei	
	Sand/silt	Ja	Ja	
	Leire	Ja	Ja	
	Mudder	Ja	Ja	
Beskrivelse av prøven	Myk, grå og luktfri prøve bestående av silt og leire. Homogen struktur.		Myk, grå og luktfri prøve. Silt og leire. Homogen struktur.	

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 begge stasjonene hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Elektrodepotensialet viste negative verdier på stasjon 1 og positive verdier på stasjon 2 i resipienten i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn. Dette indikerer noe dårligere forhold i dypålen sørvest for anlegget. Sedimentet ble på begge prøvetakingsstedene klassifisert til tilstand 1 (**tabell 13**).

Tabell 13. Resultater fra måling av surhet (pH) og elektrodepotensialet (Eh) i sediment i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. 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.

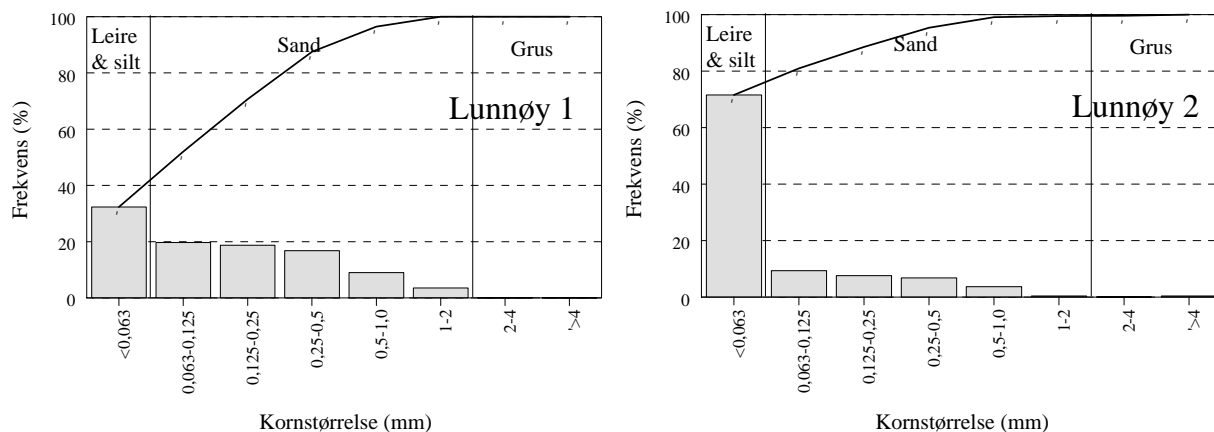
Prøvetakingssted	Prøvested C1		Prøvested C2	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,76	7,82	7,82	7,83
Eh	-55	-29	45	20
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1

Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 5 cm av sedimentet fra de to prøvestedene C1 og C2. Resultatene viser at det var mest sedimenterende forhold ved prøvested C2 lengst nordøst i dypvannsbassenget ca 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering. 71,7 % av partiklene på vektbasis var leire og silt. Ved prøvested C1 ca 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering er det trolig litt mer bunnstrøm og noe mindre sedimenterende forhold, men også her var andelen av finkornet materiale høy. Her var 32,3 % av partiklene i de minste to kategoriene, mens 67,7 % var sand, der mesteparten var fin sand (**figur 8, tabell 14**). Glødetapet var svært høyt i sedimentet fra prøvested C1 og lavere på prøvested C2.

Tabell 14. Organisk innhold og andel leire, silt, sand og grus i sedimentet på de to stedene C1 og C2 i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. Prøvene er analysert ved M-LAB, mat og miljøanalyser.

FORHOLD	Prøvested C1	Prøvested C2
Glødetap i %	45	18
Leire + silt i %	32,3	71,7
Sand i %	67,7	27,8
Grus i %	0	0,5



Figur 8. Kornfordeling i sedimentprøvene fra sted C1 og C2 i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. 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 15**. 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 15. Sedimentanalyser fra prøvested C1 og C2 i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. Duplikatene fra hver prøvestasjon på stasjon C1 og C2 ble slått sammen forut for analysen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	C1	C2
Tørrstoff	%	NS 4764	51,8	30,1
Glødetap	%	NS 4764	21,1	16,4
TOC	mg/g	beregnet	84,4	65,6
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	96,6	70,7
Total Fosfor	%	Intern	0,21	0,21
Kjeldal Nitrogen	%	Kjeldahl	0,51	0,56
Kobber	mg/kg	NS 4773	122	81,4
Sink	mg/kg	NS4773	135	138

Tørrstoffinnholdet var lavest 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering i dypvannsbassenget, på prøvested C2 (30,1 %). Tørrstoffinnholdet var høyere 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering på prøvested C1 (51,8 %), men samtidig var glødetapet her høyest (21,1 %). Dette bekrefter at det trolig i hele dette området i dypvannsbassenget er sedimenterende forhold kombinert med en redusert nedbryting av organisk materiale og/eller at tilførslene er høyere enn nedbrytingsraten. Glødetapet var lavest, men relativt høyt på stasjon C2 (16,4 %). 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 (normalisert) TOC var 96,6 mg C/g 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering (stasjon C1) og 70,7 mg C/g 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering (stasjon C2, **tabell 15**). Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for stasjon C1 og C2 (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 middels høy konsentrasjon av nitrogen med 5,1 og 5,6 mg N/g (tilsvarende g N/kg) i sedimentet på stasjon C1 og C2 i dypvannsbassenget rundt tidligere anleggsplassering ved Lunnøy (**tabell 15**). Nitrogenverdien fra begge prøvestedene tilsvarer SFTs' tilstandsklasse III = "nokså dårlig" (SFT 1993). Av **tabell 15** ser en at innholdet av nitrogen i sedimentet er målt til ca 2,5 ganger høyere enn fosforinnholdet på begge prøvestedene.

Det var et moderat innhold av kobber på begge prøvestedene (**tabell 15**). På prøvested C1 og C2 ble det målt henholdsvis 122 og 81,4 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs' tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Innholdet av sink i sedimentet var lavt på begge prøvestedene. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 135 og 138 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs' tilstandsklasse I = "Ubetydelig - Lite forurenset".

BUNNDYR

Siden anlegget var flyttet forut for besøksdagen, var det ingen hensikt å ta en MOM C prøve helt inntil anlegget. Stasjon B1 og B2 i MOM B-undersøkelsen ble tatt henholdsvis omtrent 15 m og 90 m fra tidligere anleggsplassering, dvs i anlegget sitt nærområde og overgangssone. Stasjon B3 ble tatt der som selve anlegget hadde lagt. Dyrene fra disse tre stedene ble tatt vare på for artsbestemmelse, og er med som en støtte i vurderingen av bunndyr. Dyrene fra stasjon B1 og B2 er vurdert samlet under MOM-B vurderingen foran.

På begge stasjonene ute i resipienten sørvest og nordøst for tidligere anleggsplassering ved Lunnøy (stasjon C1 og C2) var det en forholdsvis artsfattig og mindre variert fauna. På prøvested C1 ble det funnet 173 individer fordelt på 10 arter. På prøvested C2 ble det funnet 303 individer fordelt på 15 arter. På begge steder dominerte den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*, som er svært vanlig ved organisk belastning. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til henholdsvis 1,40 og 1,93, noe som gir dyresamfunnet i dypvannsbassenget i resipienten sørvest og nordøst for tidligere anleggsplassering ved Lunnøy tilstandsklasse IV = "Dårlig" (**tabell 16**).

Tabell 16. Antall arter og individer av bunndyr i de to MOM C-grabbhoggene tatt i resipienten i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003 (C1 og C2), samt Shannon-Wieners diversitetsindeks med tilhørende SFT-vurdering av denne. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i vedleggstabell 1.

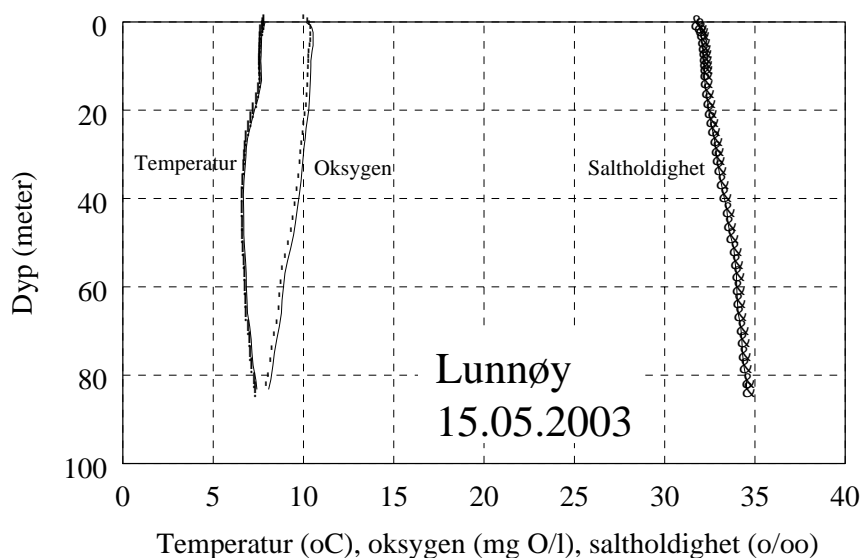
FORHOLD	Prøvested C1 Prøve A + B	Prøvested C2 Prøve A + B
Antall arter	10	15
Antall individ	173	303
Shannon-Wiener	1,4	1,93
SFT-klassifisering	IV = "Dårlig"	IV = "Dårlig"
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)	Miljøtilstand 2 = "middels påvirket"	Miljøtilstand 2= "middels påvirket"

SJIKTNING

Den 15. mai 2003 omlag kl 13:00 ble temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold målt i vannsøylen på den nåværende lokaliteten. Det ble benyttet et nedsenkbart YSI 600XLM-instrument som logget hvert 30. sekund. Det ble målt ned til 83 m dyp, mens dybden til bunns på målestedet er 114 m.

Målingene er foretatt på en kystnær lokalitet som i liten grad er påvirket av lokale ferskvannstilførsler. Målingene er også foretatt om våren i mai måned, der oppvarmingen er kommet så langt at temperaturen nå er i overgangen med å være relativt homogen nedover i vannsøylen, og til at det etter hvert vil danne seg et mere stabilt og varmere overflatelag. Dette vises også av **figur 9** 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. Temperaturen var 7,9 °C i overflaten med et minimum på 6,7 °C på ca 40 m dyp og en økning til 7,4 °C på 83 m dyp. Saltinnholdet økte jevnt fra 31,7 i overflaten til 34,5 på 83 m dyp, Oksygeninnholdet var høyt i hele vannsøylen med 10,5 mg/l på 2,5 m dyp og 8,1 mg/l på 83 m dyp. Dette tilsvarer en metning på ca 109 % i overflaten og 84 % på 83 m dyp.

Figur 9. Måling av temperatur (°C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltholdighet (‰) i vannsøylen under anlegget ved Lunnøy den 15. mai 2003.



DISKUSJON

På oppdrag fra Sjøtroll Havbruk AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på lokaliteten Lunnøy og i tilhørende resipient i sundet mellom Lunnøy og Selbjørn 15. mai 2003. MOM B-undersøkelsen på lokaliteten og MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Anlegget hadde tidligere ligget c 175 meter nordøst for dagens plassering, og det ble gjennomført en MOM B-undersøkelse delvis på den tidligere lokaliteten og delvis som en forundersøkelse på den nye lokaliteten der det ikke hadde vært fisk lenger enn i underkant av en uke.

MOM B-lokalitetsundersøkelse tidligere plassering

Undersøkelsene på den tidligere lokaliteten viste at bunnen under og rundt anlegget var "lite" til "middels påvirket" av den tidligere aktiviteten. Mesteparten av fisken har vært slaktet ut i 2002, slik at lokaliteten har hatt en liten belastning det siste halvåret før undersøkelsen.

To av grabbhuggene (B1 og B2) inneholdt $\frac{3}{4}$ full - full grabb med finkornet sediment (hovedsakelig silt og leire), og i ett grabbhogg (B3) fikk en opp nesten full grabb med finkornet sediment som var påvirket av den tidligere oppdrettsvirksomheten. Ut fra sedimentkvaliteten og den høye produksjonen i år 2002, må en kunne forvente at belastningen på lokaliteten under selve driften har vært betydelig.

Dyresamfunnet på og rundt tidligere anleggsplassering var dominert av en artsfattig og mindre variert fauna. På stasjon B1 og B2 samlet, som utgjør anleggets tidligere nærområde og overgangssone, var faunaen dominert av den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*. På stasjon B3 ved anleggets tidligere plassering, var faunaen dominert av den opportunistiske børstemakken *Ophryotrocha sp.*, som også kan forekomme i stort antall. Pga. få arter og sterk dominans av *Capitella capitata* og *Ophryotrocha sp.* var diversiteten bare 0,92 på stasjon B1 og B2 samlet og 0,61 på stasjon B3. Vurdert i henhold til SFTs kriterier tilsvarer dette tilstandsklasse V="Meget dårlig", men det innsamlete arealet ved en B-undersøkelse (0,056/0,028 m²) er mindre enn det som legges til grunn for en SFT-klassifisering (0,2 m²).

MOM B-lokalitetsundersøkelse ny plassering

På den nåværende oppdrettlokaliteten var miljøtilstanden 1 = "lite belastet". Dette skyldes at denne undersøkelsen er gjort på nytt sted bare få dager etter utsett av ny smolt. Resultatet av denne undersøkelsen blir da i praksis å regne som en forundersøkelse av sedimentforholdene på lokaliteten.

På den nye anleggsplasseringen ble det tatt 4 grabbhogg der grabbbvolumet var for det meste $\frac{3}{4}$ full - full. Prøvene bestod i hovedsak av finkornet gråfarget primærsediment med mudderaktig og myk konsistens (hovedsakelig silt og leire). To av prøvene som ble tatt midt i anlegget (stasjon 5 og 6) hadde et tynt, svart lag på toppen og luktet litt. Etter bare 5 dagers drift etter smoltutsettet var det antydning til begynnende påvirkning i sedimentet under anlegget. Det var en del gravende bunndyr under anlegget, noe som gir grunnlag for en god nedbryting og omsetning av organisk materiale på lokaliteten.

Tre av stasjonene (stasjon 5 - 7) fikk fra fire til syv poeng ut fra en vurdering av sedimenttilstand. Årsaken til at disse prøvene i det hele tatt får poeng, skyldes primært naturtilstanden til sedimentet på denne lokaliteten, der det er relativt flat bunn som primært består av finkornet sediment med et høyt innhold av silt og leire under det meste av anlegget. Rådgivende Biologer AS har tidligere utført flere MOM B-undersøkelser der driften foregår i tilsvarende kompakte storburs stålanlegg på flate fjordlokaliteter med

tilsvarende finkornet primærsediment. Erfaringer viser at lokalitetene kan bli overbelastet etter bare en generasjons drift (1,5 år) (Tveranger og Johnsen 2002; Tveranger m.fl. 2002).

Disse undersøkelsene viser at når sedimentet er såpass finkornet, kan det se ut til at evnen til å omdanne og omsette sedimentet går ned. Det ser ut til å være mindre omsetningskapasitet i finkornet sediment i forhold til mer grovkornet. Det kan altså synes som om denne type lokaliteter trenger en betydelig lengre rehabiliteringstid mellom hvert utsett, fordi lokaliteten er svært følsom for organisk påvirkning i og med at omsetningen av organiske tilførsler i sedimentet ikke er så effektiv som en skulle forvente.

Svært finkornet sediment (silt og leire) er mer kompakt og ugjennomtrengelig for dyr enn mer grovkornet sediment (sand - skjellsand). Dette gjør også at organisk materiale trolig ikke så lett blir innblandet og omsatt som i f. eks. sand - skjellsand. Det er også mindre porevann i silt og leire enn grovere substrat, noe som gjør at en får mindre transport av vann og tilførsler av oksygen. Alt dette bidrar til at en lokalitet som har en primærbunn som i all hovedsak består av silt og leire, lettere vil bli overbelastet og at det tar lengre tid før lokaliteten vil være rehabilitert.

Sunnhordland Havbruksring AL har tidligere utført både strømmålinger og en MOM B-undersøkelse på lokaliteten ved Lunnøy. Strømmålingene ble utført på forrige sted, mens MOM B-undersøkelsen ble tatt da anlegget lå litt nærmere land i forhold til forrige sted. I perioden februar - mars 2000 ble det målt vannutskiftingsstrøm (9 m dyp), spredningsstrøm (50 m dyp) og bunnstrøm (95 m dyp). Det ble målt svak vannutskiftingsstrøm (1,8 cm/s), svært svak spredningsstrøm (1,3 cm/s) og middels sterk bunnstrøm (2,1 cm/s) (Tveranger 2000). En MOM B-undersøkelse utført i juni 1998 viste at lokaliteten var middels belastet (tilstand 2). Undersøkelsen ble foretatt ut fra en årlig produksjon på ca 500 tonn (Tveranger 1998). Produksjonen i 2002 var 2500 tonn. En slik 5-dobling må kunne forventes å belaste lokaliteten vesentlig mer.

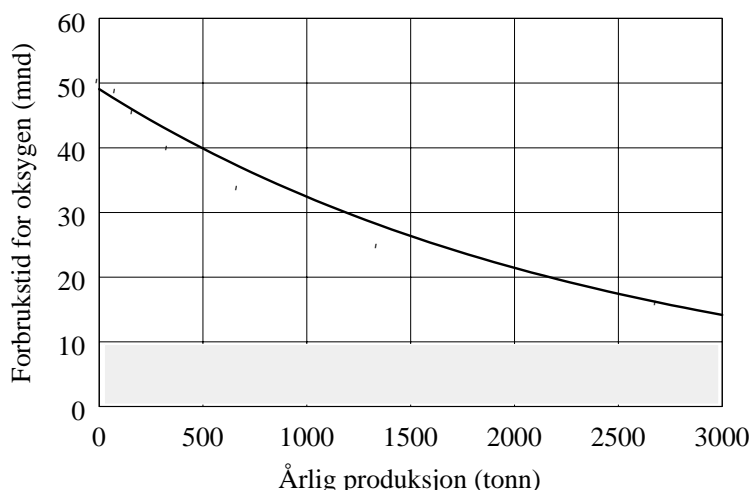
Ut fra at strømforholdene også ser ut til å være nokså moderate der anlegget lå tidligere (ca 175 m lengre mot nordøst i omtrent samme avstand fra land), samt at sedimentet på bunnen under anleggets nåværende plassering er svært finkornet med en mudderaktig konsistens, er det grunn til å tro at med en tilsvarende produksjon på ca 3400 tonn samlet i år 2003 og 2004, så vil det oppstå en betydelig belastning forhold på lokaliteten. For å følge med utviklingen på lokaliteten, bør det foretas en ny MOM B-undersøkelse neste høst forut for utslakting.

MOM C-resipientundersøkelsen

Anlegget ligger i tilknytning til en tersklet og avgrenset og begrenset resipientet. Den dypeste terskelen inn til resipienten ligger på ca 65 m dyp. Under anlegget er det ca 70 - 115 m dypt. Denne innebærer at praktisk talt alle utslippene fra anlegget havner i dypvannsbassenget under terskeldypet.

Oksygenforbruket i dypvannsbassenget uten eksterne organiske tilførsler er ut i fra Fjordmiljømodellen (Stigebrandt 1992) beregnet til 0,14 ml/l/måned. Tilførsler fra fiskeoppdrett vil medføre en økning i oksygenforbruket, og modellberegninger viser at ved en produksjon på 3000 tonn/år vil oksygenforbruket øke til 0,44 ml/l/måned. I **figur 10** er denne sammenhengen mellom tid for oppbrukt oksygen i dypvannet og belastning fra et oppdrettsanlegg vist. En gjennomsnittlig årlig belastning på oppunder 2000 tonn i året vil medføre at det tar omtrent 2 år å bruke opp oksygenet i dypvannet, eller at halvparten er brukt opp etter ett år. Med størst forbruk av oksygen ved bunnen, vil dette igjen bety at det allerede ved gjennomsnittlig produksjon på over 2000 tonn årlig vil kunne bli oksygenfritt ved bunnsedimentet ved det dypeste iløpet av ett år. Dette er beregnet for likevektsforhold etter mange års drift ved anlegget.

Figur 10. Teoretisk sammenheng mellom oksygenforbrukstid i dypvannet og årlig belastning fra et oppdrettsanlegg over dypområdene i bassenget. Beregningene er gjort med Fjordmiljømodellen (Stigebrandt 1992). Alt under 10 måneders forbrukstid skravert, fordi dette angir det naturlige intervallet for årlig utskifting av dypvannet i bassenget.



Overflatevannkvaliteten ble klassifisert til tilstand II (“God”) og III (“Mindre God”), med unntak av parameteren total nitrogen, som fikk tilstand I = “Meget God”. Vannet var mest næringsrikt på prøvested C1 nærmest nåværende anleggsplassering. Noe av forklaringen på denne middels gode overflatevannkvaliteten i et såpass åpent sjøområde kan skyldes at målingene er gjort i midten av mai måned, mens SFT sitt klassifiseringssystem er tilpasset en sommersituasjon og gjelder for månedene juni - august (SFT 1997).

Det var mest sedimenterende forhold ved prøvested C2 lengst nordøst i dypvannsbassenget ca 200 m nordøst for tidligere anleggsplassering. 71,7 % av partiklene på vektbasis var leire og silt. Tørrestoffinnholdet var lavt (30,1 %), glødetapet var høyt (16,4 %) med en forhøyet verdi av karbon og middels høy verdi av nitrogen. Innholdet av (normalisert) TOC var 96,6 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = “meget dårlig” for stasjon C1. Grensen for tilstandsklasse V med hensyn på TOC i sediment ligger på > 41 mg C/g, noe som understreker at TOC innholdet i sedimentet på de to prøvestedene er høyt.

Ved prøvested C1 ca 275 m sørvest for tidligere anleggsplassering er det trolig litt mer bunnstrøm og noe mindre sedimenterende forhold, men også her var graden av finkornet materiale høy. Her var 32,3 % av partiklene i de minste to kategoriene, mens 67,7 % var sand, der mesteparten var fin sand. Her var tørrestoffinnholdet høyere (51,8 %), glødetapet var høyt (21,1 %) med en forhøyet verdi av karbon og middels høy verdi av nitrogen. Innholdet av (normalisert) TOC var 70,7 mg C/g. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse V = “meget dårlig” for stasjon C1.

Det var et moderat innhold av kobber på begge stedene. På prøvested C1 og C2 ble det målt henholdsvis 122 og 81,4 mg Cu/kg. Dette tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse II = “Moderat forurenset”. Innholdet av sink i sedimentet var ubetydelig på begge prøvestedene. Innholdet på stasjon C1 og C2 ble målt til henholdsvis 135 og 138 mg Zn/kg, hvilket tilsvarer SFTs’ tilstandsklasse I = “Ubetydelig - Lite forurenset”. Driften av anlegget har i liten grad påvirket miljøet i resipienten negativt med omsyn til metallene kobber og sink.

På begge stasjonene ute i resipienten sørvest og nordøst for tidligere anleggsplassering ved Lunnøy (stasjon C1 og C2) var det en forholdsvis artsfattig og mindre variert fauna. På prøvested C1 ble det funnet 173 individer fordelt på 10 arter. På prøvested C2 ble det funnet 303 individer fordelt på 15 arter. På begge steder dominerte den opportunistiske børstemakken *Capitella capitata*, som er svært vanlige ved organisk belastning. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 1,40 og 1,93, noe som gir dyresamfunnet i dypvannsbassenget i resipienten tilstandsklasse “Dårlig”.

KONKLUSJON

Denne miljøundersøkelsen ble utført helt i startfasen av et nytt utsett på et helt nytt sted. Selve MOM B-lokalitetsundersøkelsen er således å regne som en forundersøkelse av de naturgitte forhold på stedet. Undersøkelsen på det nye stedet og på og rundt tidligere lokalitet viser at det er rikelig med primærsediment bestående av finkornet fin sand, silt og leire. Sammen med beskjeden vannbevegelse over bunnen, er dette en sedimenttype med begrenset evne til å kunne omsette større mengder organiske tilførsler fra et oppdrettsanlegg. Med en samlet produksjon på 3400 tonn i år 2003 og 2004 og tilsvarende produksjonen i 2001 og 2002, er det grunn til å tro at det vil oppstå belastende forhold på lokaliteten. For å følge med utviklingen på lokaliteten, bør det foretas en ny MOM B-undersøkelse neste høst forut for utslakting.

I resipienten var tørrstoffinnholdet lavt og glødetapet og TOC høyt. Sedimentkvaliteten på to steder ble vurdert til å være "Meget dårlig". På begge stedene var det en forholdsvis artsfattig og mindre variert bunnfauna, og kvaliteten på dyresamfunnet ble vurdert til å være "Dårlig". Dette henger i stor grad sammen med de naturgitte forholdene i de dype delene av sjøområdet, med stagnerende dypvann der strømhastigheten er meget liten og det er sedimenterende forhold.

Det kan derfor ikke konkluderes med at de relativt dårlige forholdene i resipienten utelukkende skyldes tilførsler fra oppdrettsanlegget. De siste årenes omfattende drift ved anlegget har imidlertid hatt en betydelig påvirkning på oksygenforbruket i dypvannet, men dersom produksjonen holdes på et gjennomsnittlig nivå på ikke over 2000 tonn årlig, viser modellberegninger at det ikke vil være risiko for oksygenfrie forhold i bassengets dypvann.

Sediment i resipienten synes ut fra de naturgitte forhold å ha begrenset evne til å omsette tilført organisk materiale, noe som høyst sannsynlig vil medføre at selve oppdrettslokaliteten vil kunne få en betydelig belastning allerede etter ett års drift. Det er av denne grunn også mulig at en må vurdere en effektiv brakklegging på minst 6 måneder mellom hver produksjon. Gjentatt MOM-B lokalitetsundersøkelse ved topp-produksjon like før neste utslakting, samt på anlegget etter endt brakklegging vil kunne gi endelig svar på dette.

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. 1998.

AMF AS. Huftarlaks AS. MOM-gransking på tre lokaliteter i Austevoll kommune. Lunnøy, Økshamarvik og Tobbeholmane
Sunnhordland Havbruksring, 24 sider.

TVERANGER, B. 2000.

Fitjar Laks AS. Reg. nr. H/av 40. Vurdering av strømmålingane ved Lunnøy i Austevoll kommune
Sunnhordland Havbruksring, 11 sider.

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

MOM B-gransking av oppdrettslokalitet ved Kalhag, Idse i Strand kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 577, 25 sider.

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

Miljøvurdering av oppdrettslokalitet ved Melen i Hardangerfjorden i Jondal kommune
Rådgivende Biologer AS, rapport 539, 42 sider.

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Tabell 1. Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene i sjøbassenget mellom Lunnøy og Selbjørn 15.mai 2003. Prøvene på stasjon C1 og C2 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 på stasjon B1 - B3 er hentet ved hjelp av en 0,028 m² stor van Veen Grabb, og stasjon B1 og B2 er slått sammen ved artsvurderingen mens stasjon B3 er vurdert for seg selv. Prøvene er sortert av Randi Lund og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Lunnøy C1 A+B	Lunnøy C2 A+B	Lunnøy B1+B2	Lunnøy B3
POLYCHAETA - Flerbørstemakk				
<i>Harmothoe sp.</i>		1		
<i>Glycera alba</i>		2		
<i>Sige fusigera</i>		1		
<i>Eteone longa</i>		1		
<i>Ophryotrocha sp.</i>				19
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	6	2		
<i>Polyphysia crassa</i>	1	1		
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	1	1	1	
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	1			
<i>Chaetozone setosa</i>	2	15		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	9	16		
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	2	2	
<i>Capitella capitata</i>	132	112	61	3
<i>Scalibregma inflatum</i>	6	6		
<i>Polycirrus norvegica</i>		1		
<i>Thelepus cincinnatus</i>		1		
MOLLUSCA - Bløtdyr				
<i>Thyasira spp.</i>	14	141	13	
CRUSTACEA - Krepsdyr				
<i>Nebalia bipes</i>				1
ECHINODERMATA - Pigghuder				
Antall individer	173	303	77	23
Antall arter	10	15	4	3
Diversitet, H'	1,40	1,93	0,92	0,61