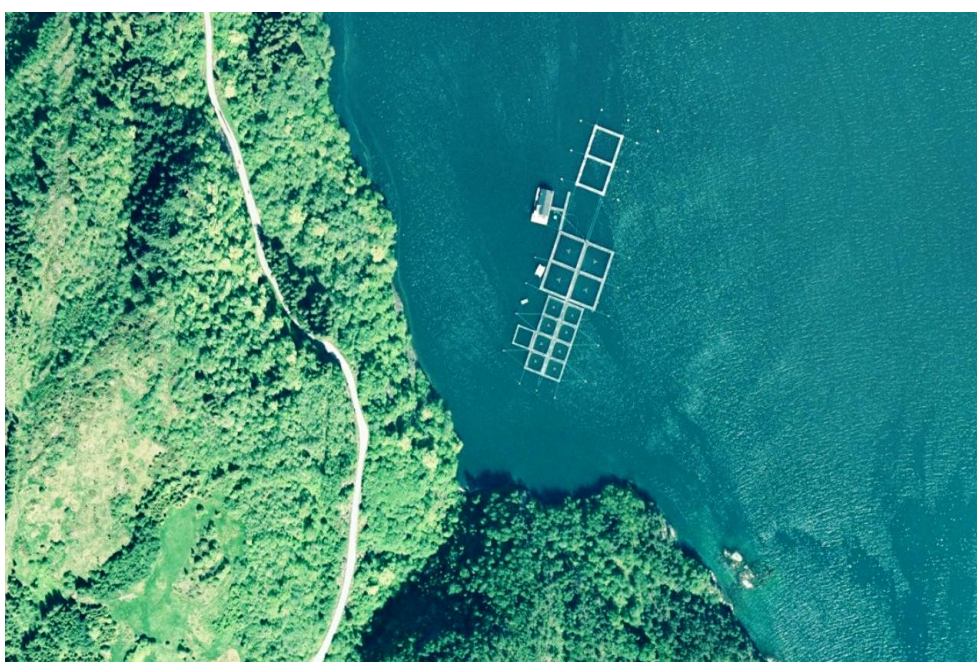


MOM C-gransking av lokaliteten Aldalen i Os kommune





Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

MOM C-gransking av lokaliteten Aldalen i Os kommune

FORFATTARAR:

Mette Eilertsen, Erling Brekke & Arne H. Staveland

OPPDRAGSGIVAR:

Ewos Innovation AS

OPPDRAGET GITT:

12. september 2007

ARBEIDET UTFØRT:

oktober 2007

RAPPORT DATO:

28. desember 2007

RAPPORT NR:

1057

ANTAL SIDER:

24

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-578-0

EMNEORD:

- Oppdrettslokalitet i sjø
- MOM C-gransking
- Os kommune

SUBJECT ITEMS:

-Botndyr

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

Forsidefoto: Lokaliteten Aldalen 2006

(Henta frå www.norgeibilder.no)

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå EWOS Innovation AS utført ei MOM C-resipientgransking av oppdrettslokaliteten Aldalen i Os kommune og den tilhøyrande resipienten i Samnangerfjorden. Lokalitet nr 12067 Aldalen er godkjend for ein MTB på 2340 tonn. Fylkesmannen i Hordaland har i utsleppsløyvet datert 18. mars 2004 stilt som krav at det blir gjennomført ei resipientgransking med frist for rapportering den 15. desember 2007.

Denne rapporten presenterar resultatata frå undersøkinga, som inkluderar innsamling av sediment, samt innsamling av botndyr i det aktuelle området 3. oktober 2007. Dei innsamla sedimentprøvane er analysert ved Chemlab Services AS, botndyrprøvane er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt av Mette Eilertsen.

Rådgivende Biologer AS takkar EWOS Innovation AS ved Aage Melstveit for oppdraget, samt for lån av båt og god assistanse frå dei tilsette i samband med arbeidet.

Bergen, 28. desember 2007

INNHALDSLISTE

FØREORD	2
INNHALDSLISTE	2
SAMANDRAG	3
INNLEIING	4
OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDRING	7
METODE	10
MILJØTILSTANDEN HAUSTEN 2007	13
DISKUSJON	18
REFERANSAR	21
VEDLEGGSTABELL FAUNA	23

SAMANDRAG

Eilertsen, M., E. Brekke & A.H. Staveland 2007

MOM C-gransking av oppdrettslokaliteten Aldalen i Os kommune

Rådgivende Biologer AS, rapport1057, 24 sider. ISBN 978-82-7658-578-0.

På oppdrag frå EWOS Innovation AS utførte Rådgivende Biologer AS ei miljøundersøking på oppdrettslokaliteten Aldalen (tidlegare Rødsteinskjæra) i Os kommune 3. oktober 2007. MOM C-undersøkinga i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410: 2007, 9422 og 9423.

Lokaliteten ligg innafor eit einbruksområde for akvakultur i Samnangerfjorden, og er bra skjerma for sterk vêrpåverknad frå dei mest utsette vindretningane, men ligg ope og noko eksponert til mot nordaust og søraust. Botn i lokalitetsområdet skrånar relativt bratt nedover mot aust og nord til over 300 meters djup ca 200 - 300 meter frå land, og vidare til over 400 meters djup ca 400 meter nord for lokaliteten. Hovudterskelen inn til fjordområdet er ca 190 meter djup og ligg i overgangen mellom Fusafjorden og Bjørnafjorden, omtrent på høgde med Osøyri. Dette gjer at straum- og utskiftingsdynamikken vil vere god nedover i vassøyla på lokaliteten og i området rundt. Lokaliteten ligg i direkte tilknytning til ein svær resipient med gode utskiftingstilhøve og tilnærma uavgrensa resipientkapasitet.

Anlegget ligg i tilnærma retning nordnordaust - sørsørvest over ein relativt bratt botn med djupner mellom ca 90 og 200 meter, der botn skrånar bratt på langs og på tvers av anlegget.

Det var sedimenterende forhold på stasjonane C1 (ved eit djupområde i resipienten på 410 m djup) og C2 (ca 40 meter nordaust for anlegget på 360 m djup) med høvesvis 83,1 og 77,9 % silt+leire. Glødetapet var moderat høgt på begge stasjonar, høgast på stasjon C2 med 10,20 %, mot 9,52 % på stasjon C1.

Det vart målt eit lågt innhald av sink og moderat høgt innhald av kopar på begge stasjonane, og tilstandsklassen for desse to metalla var høvesvis **I = "Lite forurenset"** og **II = "Moderat forurenset"**. Redokspotensialet ute i resipienten (C1) og ca 40 meter utanfor anlegget (C2) viste høge positive verdiar som indikerar godt oksygeninnhald i sedimentet.

Ein analyse av botnfauna på stasjon C1 og C2 ga ein Shannon-Wiener diversitetsindeks på høvesvis 4,21 og 4,36, noko som gir dyresamfunna **tilstandsklasse I = "Meget god"** på begge stasjonar. Det er lite truleg at faunaen på stasjon C1 og C2 er påverka av anlegget. Talet på artar var høvesvis 33 og 39 på stasjon C1 og C2, og samansetnaden av artar var stort sett lik for begge stasjonar. Slangestjerner og fleirbørstemakk dominerte med artar som til dømes *Terebellides stroemi*, *Paramphinome jeffreysii*, *Lumbrineris* sp og *Amphiura* sp. Diversiteten og jamleiken tyder på at det er gode botnforhold, med variert og jamn fordeling i dyresamfunnet.

Tilstanden på dei to stasjonane er truleg i liten grad påverka av oppdrettsverksemda, og gjenspeglar i all hovudsak naturtilstanden med gode botnforhold. Tilstanden ute i resipienten har ingen avvik frå det ein finn i andre tilsvarande fjordbasseng i høve til sedimentkvalitet, og for botnfauna var tilstanden noko betre enn det ein har funne mange tilsvarande stader. Lokaliteten Aldalen ser ut til å fungere svært godt med oppdrettsverksemd av storleik og anleggstype som i dag.

INNLEIING

Val av lokalitet har etterkvart vorte ein kritisk suksessfaktor for å oppnå vellykka driftsresultat all den tid det i dei seinare åra har gått mot ein stadig større konsentrasjon av volum og biomasse pr lokalitet. Dette stiller større krav til straumtilhøve og djupne på lokaliteten, botntopografi, samt lokaliteten og området omkring si evne til å omsetje det tilførte materialet frå anlegget. Det er eit mål at oppdrettsaktiviteten ikkje skal påføre det ytre miljø skade og påverknad utover det som er akseptert i etablerte standardar og normer for næringa, slik som m.a. definert i NS 9410:2007, ”Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg”.

Minimumsbehovet for straum i eit anlegg er avhengig av temperaturen i sjøen, årstid, fiskemengde i anlegget, føringa, tettleik i merdene, djupne på nøtene, om nøtene er reine, anlegget si plassering i høve til straumretning, osv. For lite straum medfører oksygensvikt samt opphoping av ammoniakk ut over tilrådde grenseverdiar i merdene. Spesielt kritiske periodar har ein om sommaren og eit stykke utover hausten (ut september) med høg temperatur i sjøen kombinert med lite oksygen tidleg om morgonen før algebløminga startar (oksygen vert forbrukt av algane i mørket).

LOKALITETSTYPAR

Oppdrettslokalitetar eller sjøresipientar langs kysten av Vestlandet kan generelt delast i fire hovudtypar: **Fjordar og pollar, straumsund, viker og bukter** eller **opne sjøområde**. Desse forskjellige områdetypene skil seg frå kvarandre på grunnlag av topografiske tilhøve, noko som medfører at vassmassane har ulik vassutskifting og sjiktingstilhøve på dei ulike djup. Dette er avgjerande for dei lokale sedimentasjonstilhøva, noko som vert lagt vekt på ved vurdering av resipienttilhøve og lokal påverknad av eventuelle utslepp til dei ulike typene sjøområde. På stader med god “overflatestraum” og dermed stor vassutskifting i overflatevassmassane, vil tilførslar av oppløyst næringsstoff raskt bli ført bort. Tilførslar av organisk stoff søkk ned og vil sedimentere avhengig av straumtilhøva lenger nede i vassøyla. Vi snakkar då om “spreingsstraum” i vassmassane under overflatevassmassane, og denne er avgjerande for om tilførslar vil påverke lokalitetane.

Fjordar og pollar er pr. definisjon skilde frå dei tilgrensande utanforliggjande sjøområda med ein terskel i munningen/utløpet. Dette gjer at vassmassane innanfor ofte er sjikta, der djupvatnet som er innestengt bak terskelen, kan være stagnerande, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymar fritt inn og ut. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter.

I det stabile djupvatnet innanfor tersklane i fjordane i slike sjøbasseng, er tettleiken vanlegvis større enn i det dagleg innstrøymande tidevatnet, og her går det føre seg to viktige prosessar. For det første vert oksygenet i vassmassane jamt forbrukt på grunn av biologisk aktivitet knytta til nedbryting av tilført organisk materiale. For det andre skjer det ein jamn tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad frå det inn- og utstrøymande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstrøymande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påverknaden på dei underliggjande vassmassane kan verte stor. Når tettleiken i djupvatnet har vorte så låg at han tilsvarar tettleiken til tidevatnet, kan djupvatnet verte skifta ut med tilførsel av friskt vatn heilt til botn i bassenget. Utskifting av djupvatnet kan også skje vinterstid. Når tyngre og saltare vassmassar kjem nærare overflata i sjøområda langs kysten, fordi ferskvasspåverknaden til kystområda då er liten og brakkvasslaget blir tynnare, vil dette tyngre vatnet kunne bidra til fullstendig utskifting av djupvatnet innanfor terskelen, dersom det kjem opp over terskelnivå. Frekvensen av slike utskiftingar avheng i stor grad av djupet til terskelen, - dess grunnare terskel, dess sjeldnare har ein utskiftingar av denne typen.

I slike innestengte djupvassområde, som altså finnest naturleg i alle fjordar under terskelnivået til fjorden, vil balansen mellom desse to nemnde prosessane avgjere miljøtilstanden i djupvatnet. Dersom oksygenforbruket er stort grunna store tilførslar, slik at oksygenet blir brukt opp raskare enn tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane, vil det oppstå oksygenfrie tilhøve med danning av hydrogensulfid i djupvatnet. Under slike tilhøve er den biologiske aktiviteten mykje lågare, slik at nedbryting av organisk materiale vert sterkt redusert. Motsett vil ein heile tida ha oksygen i djupvatnet dersom oksygenforbruket i djupvatnet anten er lågt eller tidsintervallet mellom djupvassutskiftingane er kort. Det er utvikla modellar for teoretisk berekning av balansen mellom desse to tilhøva (Stigebrandt 1992).

Straumsund omfattar ofte trange, nesten kanal-liknande nord-sør gåande område der tidevasstraumen periodevis er svært sterk. Dersom slike strausund er grunne, vil dei kunne ha ei fullstendig utskifting av vassmassane heilt til botn, men vanlegvis er det mindre sterk straum nedover i djupet. Det vil imidlertid berre vere høge straumhastigheiter i avgrensa tidsperiodar, og innimellom tidevasstraumen vil det kunne vere straumstille. Grunne strausund vil vanlegvis ha ein svært god resipientkapasitet, fordi sjølv betydelege tilførslar vert spreidd utover store område, medan djupare strausund vil ha sedimenterende tilhøve i djupet i dei periodane straumhastigheita er mindre. Den lokale påverknaden av utslepp vil difor variere avhengig av djupna til sundet. Større sjøområde kan også ha karakter av strausund i overflata, medan dei kan ha relativt grunne tersklar i begge endar og dermed ha eigenskapar av fjordar med tilhøyrande stagnerande djupvatn under terskelnivå. Slike større område vil også ha sedimenterende tilhøve og kunne ha lokal påverknad av utslepp.

Innslaget av straumstille periodar mellom tidevasstraumane i slike strausund, gjer at ein kan risikere at fisken i lengre periodar sym i tilnærma det same vatnet. Pulsvis vassutskiftingsstraum på slike lokalitetar gir ikkje kontinuerleg utskifting av vatnet i anlegget. Dette treng ikkje vere kritisk i den kalde årstida, men i periodar med høg temperatur i sjøen og mykje fisk i anlegget og intensiv føring, vil fisken kunne få tilført for lite oksygen. Dette vil i særlege tilfelle kunne verke negativt inn på veksten og trivselen til fisken.

Bukter og vikar viser til lokale område som gjerne ligg i tilknytning til anten større fjordar, strausund eller opne havområde. Buktene og vikene vert skilt frå pollar ved at dei ikkje er fråskilt dei utanforliggjande sjøområda med nokon terskel, og difor ikkje har stagnerande djupvatn ved botnen. Vanlegvis vil difor ei bukt / vik ha skrånande botn frå land og utover mot det utanforliggjande området, slik at også dei djupare delane av vassøyla her vert skifta ut. Slike område har relativt god resipientkapasitet, sjølv om eit utslepp vil kunne ha ein lokal miljøeffekt på lokaliteten avhengig av den lokale botntopografien og straumtilhøva. **Opne havområde** ligg utanfor tersklane til dei store fjordane, vest i havet. Her er det store djup og jamn utskifting av vassmassane utan stagnerande djupvatn mot botnen. Her er resipienttilhøva svært gode, og eit eventuelt utslepp vil ikkje ha nokon innverknad på miljøet ved utsleppet.

LOKAL BELASTNING

Ved alle vurderingar av belastning må ein skilje mellom det som utgjer ei **lokal** punktbelastning på ein oppdrettslokalitet og det som resipienten **regionalt** har kapasitet til å omsetje av organisk materiale før han blir overbelasta. Uansett om resipienten har god kapasitet, så vil bereevna til sjølve lokaliteten i stor grad vere avhengig av terrenget ved botn, djupnetilhøva og straumtilhøva i vassøyla.

Når belastninga på ein lokalitet er i likevekt med omsetjinga i sedimenta under oppdrettsanlegget, betyr det at den tilførte mengda organisk materiale blir broten ned og omsett i sedimenta, i all hovudsak av botngravande dyr. Forholdsvis store mengder sediment kan omsettast på lokalitetar der ein har ein rik botnfauna, har straum ved botnen som medfører jamn tilførsel av oksygen, og som også spreier avfallet frå anlegget ut over eit større område. Dersom belastninga frå anlegget er større enn det lokaliteten kan omsetje, vil sedimenta byggje seg opp under anlegget, dei vert surare, oksygenmengda vert redusert, og botnfauna som er lite tolerant for miljøendringar forsvinn. Dei dyra som toler større endringar i

miljøtilhøva blir verande inntil sedimenta er så sure og oksygenfattige at desse dyra også må gje tapt. Det er svært uheldig ikkje å ha botngravande dyr på botnen under merdene, fordi mesteparten av nedbrytingsprosessane då stoppar opp. Graveaktiviteten til dyra skapar omrøring og tilfører sedimentet vatn og oksygen. Dyra konsumerar sedimentet, bryt det ned og omdannar det. Når dyra forsvinn, er det berre den bakterielle nedbrytinga som held fram, noko som går vesentleg seinare. Då skal det berre små tilførselar til før sedimenthaugane byggjer seg opp under merdene.

Erfaring viser at **fjordlokalitetar** er meir utsett for punktbelastning enn drift på meir kystnære lokalitetar, og det medfører at desse lett vert overbelasta. I store og djupe fjordar kan belastninga vere eit lokalt problem for oppdrett, medan det regionalt utgjer eit lite problem for resipienten. Årsaka til at botnen på fjordlokalitetar lettare vert overbelasta, skuldast både at det generelt er mindre spreingsstraum nedover i vassmassane og at botnen ofte består av fjell utan særleg mykje opphavleg sediment. Det vil dermed i utgangspunktet finnest lite gravande botnfauna som kan ta seg av nedbrytinga av avfallet frå anlegget. Ein **kystlokalitet** har som oftast sedimentbotn og god spreingsstraum nedover i vassmassane, og i **straumsund** har ein difor ofte svært gode lokalitetar med sedimentbotn og liten lokal påverknad under anlegga.

På typiske **fjordlokalitetar** med bratt stein- og fjellbotn med lite primærsediment vil avfall frå anlegget skli nedover på det bratte berget og lande på hyller og verte liggjande i små lommer og groper i terrenget. Når ein tek prøver på ein slik fjordlokalitet, vil prøven som oftast vise dårlege tilhøve der det er mogeleg å få opp sediment, medan det 1 – 2 m frå treffpunktet kan vere tilnærma reint for sediment og avfall. Det prøvematerialet ein får opp slike stader består ofte av oppskrapte sure, brune, lause og luktande sediment, som automatisk får ein noko høgare poengsum ut frå dei formelle MOM B-vurderingskriteria. Denne type lokalitetar kan difor lett verte vurdert som overbelasta, og MOM-metodikken bør difor ikkje alltid nyttast slavisk. Det er viktig å tolke resultata i lys av korleis lokaliteten er.

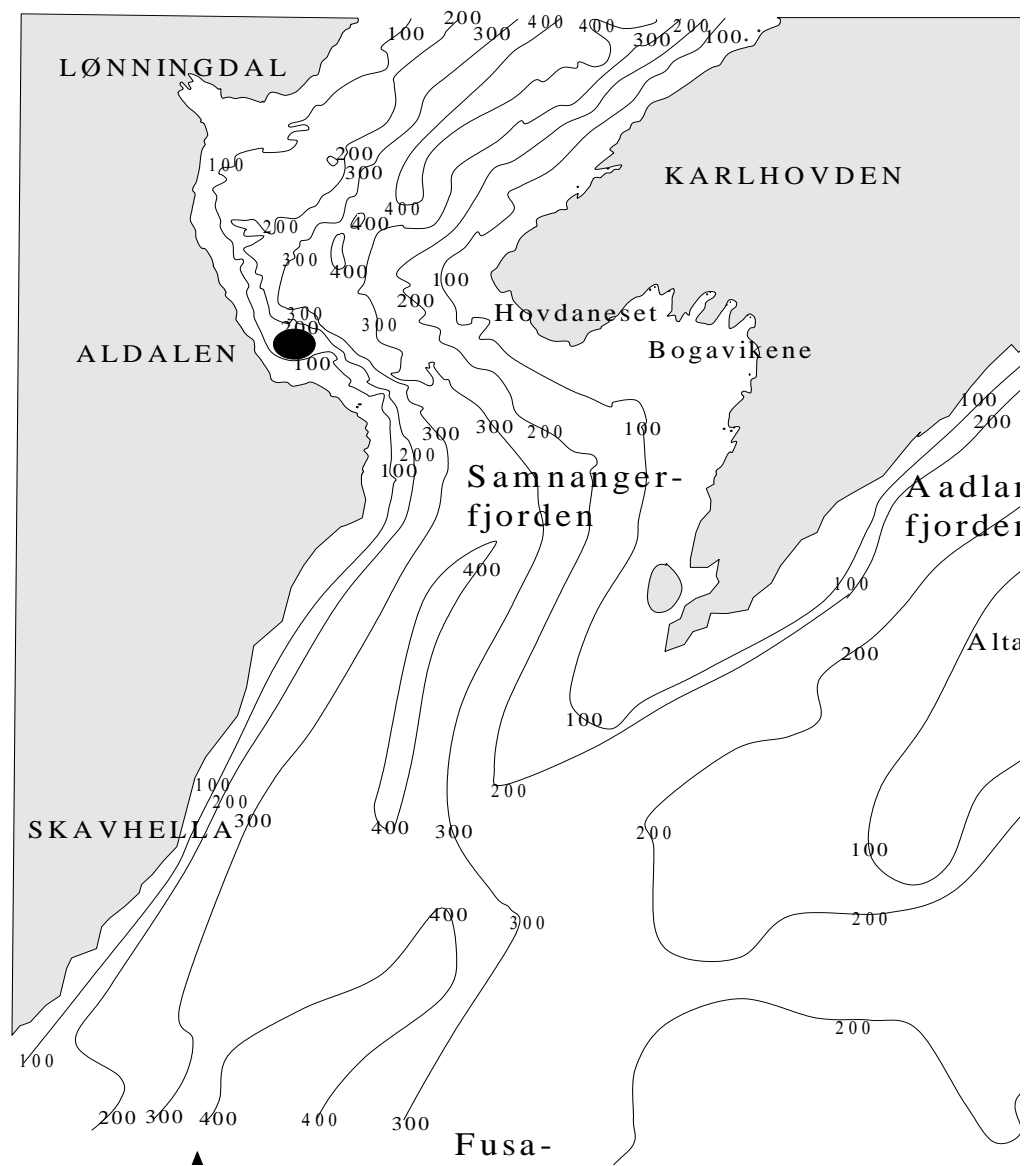
PÅVERKNAD, TYPE ANLEGG OG DRIFTSSYKLUS

Drift i kompakthanlegg vil bidra til ei høgare punktbelastning over eit større areal enn drift i plastringar, der det gjerne er noko avstand mellom kvar ring. I tillegg vil store merder innehalde meir fisk pr arealeining enn små merder, og følgjeleg gje større belastning. På straumsvake lokalitetar vil dette kunne gje store utslag i belastning på ein lokalitet, då avfallet stort sett sedimenterer rett under nøtene. På bratte fjordlokalitetar kan denne effekten til ein viss grad vegast opp ved at ein oppnår ei viss spreining av avfallet.

Ved planlegging av større anlegg i fjordsystem kan det være fornuftig å vurdere tolegrensa til lokaliteten opp mot val av anleggstype, plassering av anlegget i høve til dominerande straumretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkeleg kviletid mellom driftsperiodane.

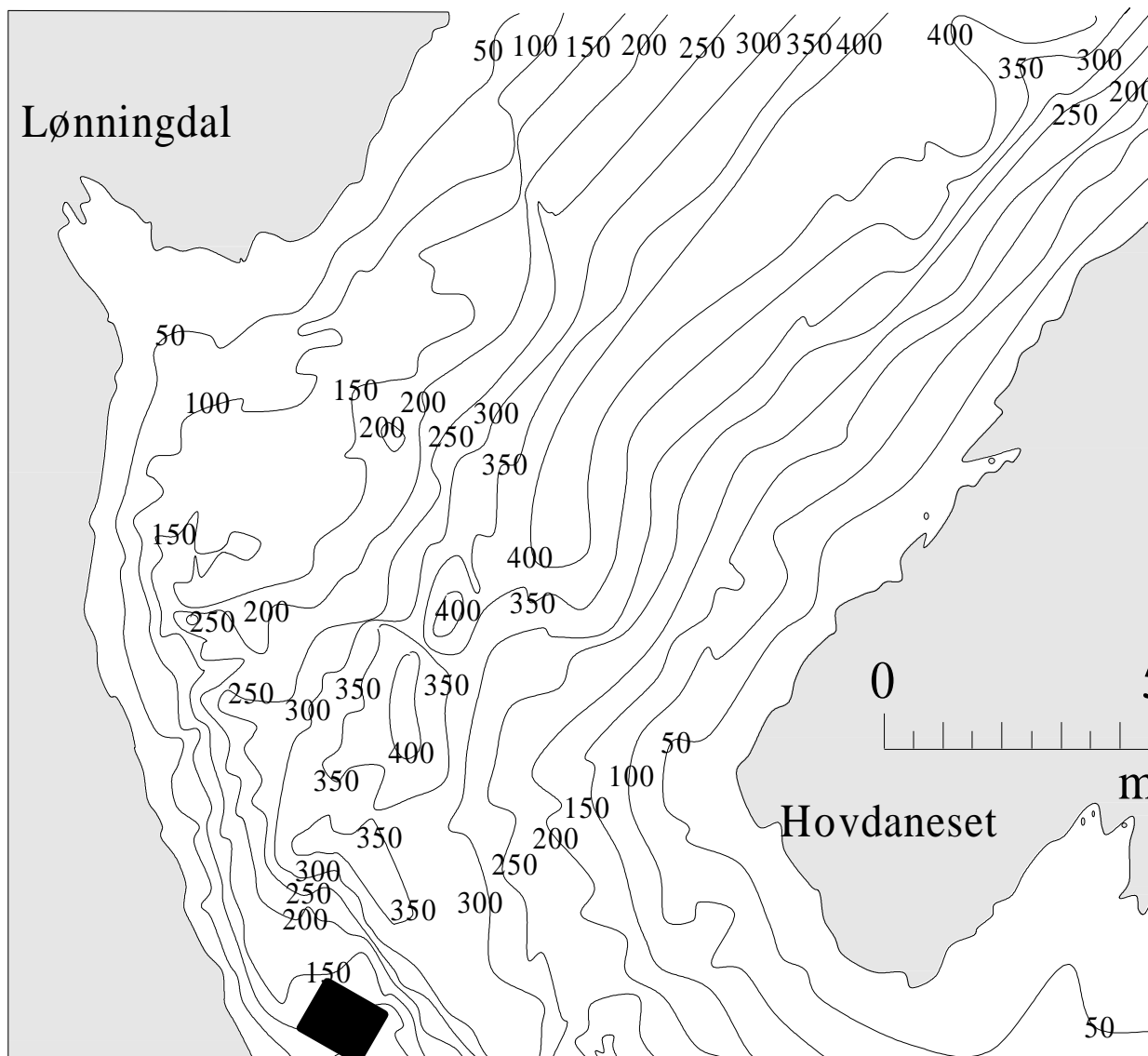
OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDNING

MOM C-granskinga er utført på lokaliteten Aldalen i Samnangerfjorden i Os kommune (**figur 1**). Samnangerfjorden er ein stor og djup fjord, ca 25 km lang og ca 0,5 – 1,5 km brei, og går hovudsakleg i retning sørsørvest – nordnordaust, der den i området rundt Skavhella går over i Fusafjorden. Lokaliteten ligg ca 21,5 km ute frå botnen av Samnangerfjorden. Lokaliteten ligg bra skjerma for sterk vêrpåverknad frå dei mest utsette vindretningane, men ligg ope og noko eksponert til mot nordaust og søraust.



Figur 1. Oversiktskart av sjøområdet rundt Aldalen med 100-meters djupnekoter teikna etter sjøkart.

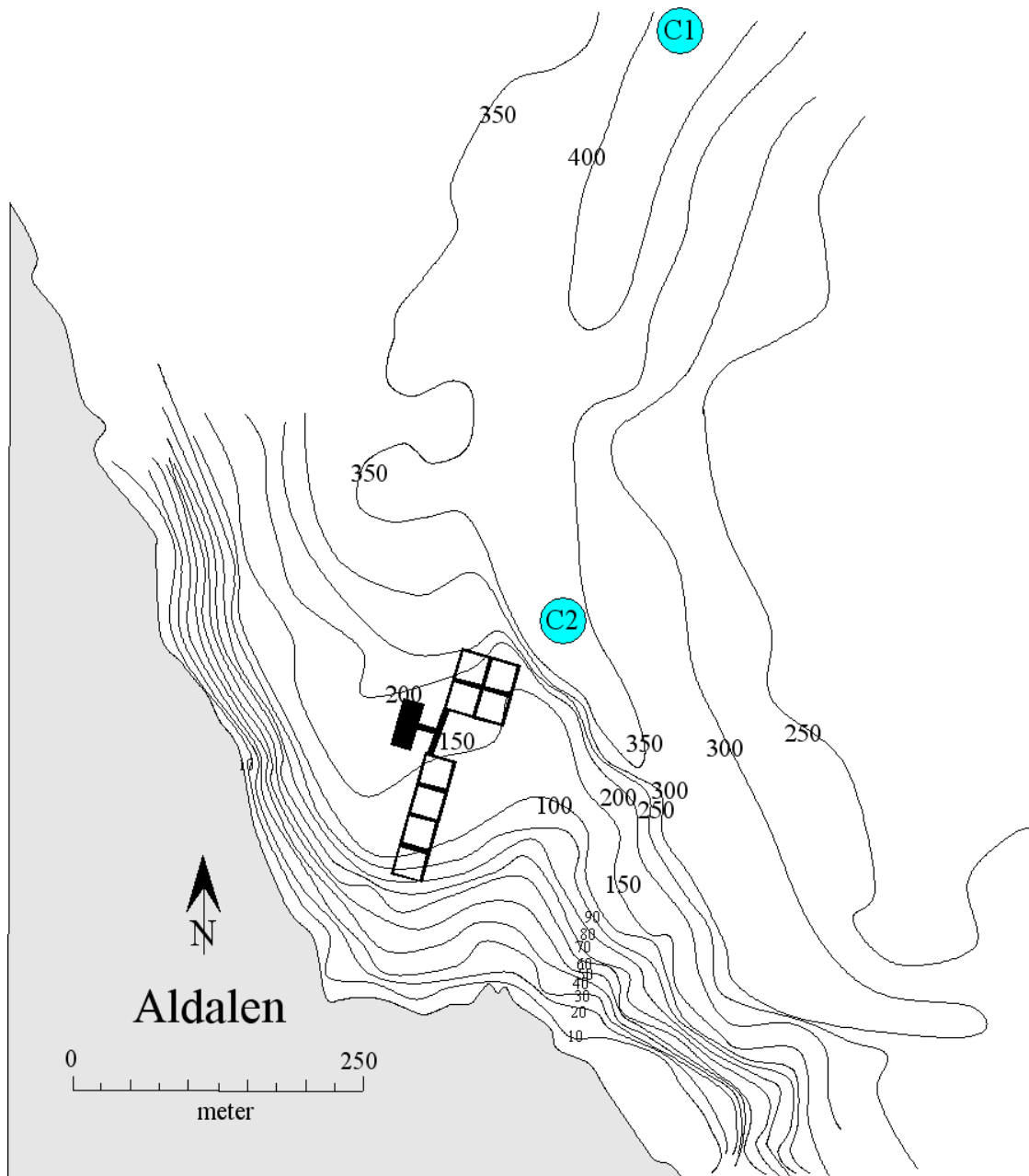
Lokaliteten og fjordområdet rundt er samanbunde med store fjordsystem som er fleire hundre meter djupe. Med bakgrunn i djupnekartet over området (**figur 2**) ser ein at botnen frå land ved Rødsteinskjæra skrånar relativt bratt nedover mot aust og nord til over 300 meters djup ca 200 - 300 meter frå land. Botn skrånar vidare nedover til over 400 meters djup ca 400 meter nord for lokaliteten. Ei djupvassrenne på over 400 meters djup går så vidare innover i Samnangerfjorden mot nordaust. Det går ein djupvasserskel mellom Rødsteinskjæra og Hovdaneset som på det grunnaste ligg på ca 320 meters djup. Hovudterskelen inn til fjordområdet er ca 190 meter djup og ligg i overgangen mellom Fusafjorden og Bjørnafjorden, omtrent på høgde med Osøyri. Dette gjer at straum- og utskiftingsdynamikken vil vere god nedover i vassøyla på lokaliteten og i området rundt. Lokaliteten ligg i direkte tilknytning til ein svær resipient med gode utskiftingstilhøve og tilnærma uavgrensa resipientkapasitet, og det er truleg kontinuerleg god utskifting og gode oksygentilhøve i heile vassøyla ned til botnen.



Figur 2. Utsnitt av Samnangerfjorden med innteikna djupnekoter og avmeirking av lokaliteten Aldalen (svart firkant). Kartet er teikna ut frå sjøkart og egne opploddingar ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system

Lokaliteten ved Aldalen

Lokaliteten Aldalen ligg i hovudsak innafor eit einbruksområde for akvakultur. Anlegget er frittliggjande og ligg plassert over eit nordaustvendt bratt skrånande botnterreg ca 100 meter frå land ved Rødsteinskjæra (**figur 3**). Anlegget ligg i tilnærma retning nordnordaust - sørsørvest. Under anlegget er det frå ca 90 til ca 200 meter djupt, og botn skrånar under anlegget både i anleggets lengderetning mot nord, og noko på tvers av anlegget i retning nordvest. Botnen skrånar vidare nedover mot nord til over 350 meters djup. Ut frå karta verkar dette å vere ein god lokalitet for plassering av eit oppdrettsanlegg. Det er gode djupnetilhøve på lokaliteten, og området rundt lokaliteten ligg gunstig til i ein djup og stor fjordresipient. Området rundt lokaliteten bør ut frå botntopografi og resipientkapasitet vere godt eigna til fiskeoppdrett.



Figur 3. Utsnitt av lokalitetsområdet ved Aldalen med innteikna djupnekoter og plassering av anlegget. Posisjonar for grabbhogg er merka med C1 og C2. Kartet er teikna ut frå sjøkart og egne opploddingar ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkart-system. Det er ein del usikkerheit med opploddingane grunna den bratte og djupe botnen.

METODE

Det vart utført ei MOM C-resipientgransking i samband med utgreiing av anlegget si miljøpåverknig i nærsona og vidare ut i området for resipienten (**tabell 1**).

MOM (Mattfiskanlegg, Overvaking og Modellering) bestod av eit overvaksingsprogram (A, B og C-undersøkingar) og ein modell for berekning av bereevna og fastsetjing av produksjonskapasiteten til lokaliteten. For nærmare skildring av overvaksingsprogrammet blir det vist til «Konsept og revidert utgåve av overvaksingsprogrammet 1997» (Hansen m. fl., 1997). NS 9410:2007 er nyleg revidert og heiter no «Miljøovervåking av bunnpåverknig fra marine akvakulturanlegg» (NS 9410:2007).

Tabell 1. Oversikt over soneinndelinga i MOM systemet. Tabellen beskriv påverknadskjelde og potensiell påverknad, samt kva undersøkingar som inngår i overvaking og kva typar miljøstandard som nyttast (frå NS 9410:2007).

	Nærsona	Overgangssone	Fjernsona
Definisjon	Område under og i nærleik av eit anlegg der det meste av større partiklar sedimenterar	Område mellom nærsona og fjernsona der mindre partiklar sedimenterar. På djupe, straumsterke lokalitetar kan og større partiklar sedimenterast her	Område utanfor overgangssona
Påverknadskjelde	Akvakulturanlegget	Akvakulturanlegget har størst påverknad, men andre kjelder kan ha betydning	Akvakulturanlegget er ein av flere kjelder.
Potensiell påverknad	Endringar i fysiske, kjemiske og biologiske forhold i botnen.	Vanlegvis mindre påverknad enn i nærsona	Auka primærproduksjon og oksygenforbruk i djupvatnet. Oksygenmangel i resipientar med dårleg vassutskifting.
Overvaking	Primært A og B	Primært C	Primært C
Miljøstandard	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	SFT: Klassifisering av miljøkvalitet i fjordar og kystfarvatn

MOM C-granskinga er ei gransking av botnforholda frå anlegget (nærsona) og utover i resipienten (fjernsona). Det vert teke to parallelle grabbprøvar med ein 0,1 m² stor vanVeen-grabb som skildra i NS 9422 og NS 9423. Om grabben er tom, blir det gjort eit nytt forsøk. Om grabben er tom etter andre forsøk er det sannsynlegvis fjellbotn utan akkumulering av organisk materiale. Dersom botnen er sterkt påverka med kraftig lukt av hydrogensulfid og utan makrofauna, vert det berre teke eit grabbhogg. Eit sett prøvar vert teke nedstraums så nær anlegget som mogleg, og eit sett vert teke i den djupaste delen av området. Dersom anlegget ligg i ein bratt skråning, skal det takast prøvar ved foten av skråninga. Når dei innsamla prøvane gjev inntrykk av dårlege miljøforhold, skal det takast prøvar frå eit område som ligg mellom anlegget og den djupaste delen.

Dei aktuelle prøvestasjonane er merka på **figur 3**, der stasjon C2 i praksis dekkjer nærsona og overgangssona, og delvis også fjernsona til lokaliteten. Grunngevinga for dette er at botnen under den nordlege enden av anlegget går over i eit stup på meir enn 150 meters høgde (frå ca 200 – 370 m djup), der det ikkje er mogeleg å finne anna enn bratt fjellbotn før ein kjem ca 30 – 40 meter ut frå anlegget. Stasjon C2 er såleis teken ved foten av skråninga ned frå anlegget. Frå motsett side av fjorden skrånar botnen gradvis nedover frå Hovdaneset og heilt inn til det nemnde stupet like ved anlegget. Det vil seie at det er ein lokal resipient som har sitt djupaste område på nærare 370 meter berre ca 30 meter frå anlegget. For å vurdere påverknaden elles i fjorden vart det også teke ein stasjon i eit lokalt djupområde ca 500 meter nord for lokaliteten, der djupna var ca 410 meter. Posisjonane til prøvetakingsstasjonane er gjevne i **tabell 2**.

Hovudbestanddelane i ei MOM C-gransking består av ei analyse av hydrografi i vassøyla, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analysar) og samansetnad av botndyrssamfunnet, der både prøvetaking og vurdering vert utført etter NS 9410:2007, NS 9422, NS 9423 og i samsvar med SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

Tabell 2. Posisjonar for stasjonane ved MOM C-resipientgranskinga ved Aldalen 3. oktober 2007.

Stasjon	C1 (fjernsona)	C2 (nærsona)
Djup (meter)	410/410	360/360
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 15,314'/318' E: 05° 34,446'/404'	N: 60° 15,056'/046' E: 05° 34,374'/364'

Det er utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) på kvar enkelt parallell og for kvar stasjon samla. Vurderinga av botndyrssamansetnaden vert gjort på bakgrunn av diversiteten i prøven. Diversitet omfattar to faktorar, artsrikdom og jamleik, (fordelinga av talet på individ pr art). Desse to komponentane er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949):

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

der $p_i = n_i/N$, og n_i = tal på individ av arten i , N = totalt tal på individ og S = totalt tal på artar.

Dersom talet på artar er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, vert verdien på denne indeksen (H') høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneheld få artar vert verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individa blant artane gir høg diversitet, også ved eit lågt tal på artar. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m. fl. 1997). Diversitet er også eit dårleg mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men der svært mange av individa tilhøyrer ein art. Diversiteten vert låg som følgje av skeiv fordeling av individa (låg jamleik), mens mange artar viser at det er gode miljøtilhøve. Ved vurdering av miljøtilhøva vil ein i slike tilfelle leggje større vekt på talet på artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet.

Jamnleiken av prøven på stasjonane er også kalkulert, ved Pielous jamleiksindeks (J):

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

der $H'_{\max} = \log_2 S$ = den maksimale diversitet ein kan oppnå ved eit gitt tal på artar, S .

Berekninga av diversitetsindeksar m. m. er minimumsanslag, då ein liten del av kvar prøve vart teken ut til analysing av kornfordeling og kjemisk analyse før prøven vart analysert for innhald av dyr. Det reelle talet på artar og individ i prøvene kan difor truleg vere litt høgare enn det som er påvist.

Heilt nær eit anlegg vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. I nærsona blir vurderinga difor gjort på grunnlag av antalet artar og samansetnaden av artar etter nærare skildring i NS 9410:2007 (**tabell 3**), og denne er brukt for å angje diversitet for den prøven (C2) som er tatt like opptil anlegget.

Tabell 3. Grenseverdier nytta i nærsona til vurdering av prøvestasjonens tilstandsklasse (frå NS 9410:2007).

Miljøtilstand 1 (Meget god)	- Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Ingen av artane må utgjere meir enn 65% av det totale individantalet.
Miljøtilstand 2 (God)	- 5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Meir enn 20 individ utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Ingen av artene må utgjøre meir enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (Dårlig)	- 1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ² .
Miljøtilstand 4 (Meget dårlig)	- Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematodar i eit prøveareal på 0,2 m ²

For vurdering av sedimentkvalitet vart det teke ut prøvemateriale frå kvar stasjon for kornfordelingsanalyse og kjemiske analysar (total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), fosfor (P), sink (Zn) og kopar (Cu)). Kornfordelingsanalysen måler den relative delen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og blir utført etter standardiserte metodar (NS 9423). Bearbeiding av dei resterande kjemiske analysane blir og utført i samsvar med NS 9423. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet er omtrent 0,4 x glødetapet, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100% finstoff etter formel lenger ned på sida, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

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

Temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald i vassøyla vart målt med hjelp av ein YSI 600 XLM sonde som vart senka ned til ca 80 meters djupne. Det vart og målt siktedjup i vassøyla. I samband med MOM C-granskinga blir det og føreteke sensoriske vurderingar av prøvematerialet samt måling av pH/Eh på same måte som ved ei MOM B-gransking. Desse opplysningane blir i hovudsak brukt som tilleggsopplysningar for å støtte oppunder ei god og samanfatta vurdering av resipienten.

Alle kjemiske analysar samt kornfordelingsanalysar er utført ved det akkrediterte laboratoriet Chemlab Services AS. Botndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt av Mette Eilertsen.

Alle resultatata blir vurdert i samsvar med SFT s klassifiseringssystem (SFT 1993, 1997).

MILJØTILSTANDEN HAUSTEN 2007

Det vart utført ei MOM C-resipientgransking i resipienten til lokaliteten Aldalen, dvs i Samnangerfjorden, den 3. oktober 2007. Det vart teke botnprøvar på to stader (C1-C2), med to parallelar frå kvar prøvestasjon. Replikatanane frå kvar stasjon vart slått saman forut for analyse av kornfordeling og kjemiske analysar. Analyse av fauna vart gjort for kvar parallell og for prøvane samla. Posisjonane til stasjonane er oppgitt i **tabell 2** og merka av i **figur 3**.

SEDIMENTKVALITET

Stasjon C1 Samnangerfjorden ligg på ca 410 m djup, ute i resipienten, ca 500 m nordnordøst for anlegget (**figur 3**). Grabbhogga inneheldt fulle (12 l) grabbar med mjukt og grått sediment og eit 0,5-1 cm tynt gråbrunt lag på toppen. Prøvane hadde homogen struktur beståande hovudsakleg av pellitt (silt og leire) utan lukt av hydrogensulfid (**tabell 4**).

Stasjon C2 Samnangerfjorden ligg på 360 m djup ca 40 m nordøst frå hjørnet av anlegget (**figur 3**). Det var ikkje mogleg å ta prøve lenger inntil anlegget på grunn av bratt skråning. Første og andre forsøk var mislykka då grabben ikkje hadde løyst seg ut. Grabbhogga inneheldt nesten fulle til 2/3 dels grabbar (10 og 8 l) med mjukt og grått sediment og eit 0,5-1 cm tynt gråbrunt lag på toppen. Det var ein del store skjelrestar i prøven. Prøvane hadde homogen struktur beståande hovudsakleg av pellitt (silt og leire) utan lukt av hydrogensulfid (**tabell 4**).

Nedbrytingsforholda i sedimentet kan beskrivast med både surleik (pH) og redokspotensial (Eh). Ved høg grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet vere surt og ha eit negativt redokspotensial. Sedimentet på stasjonane ute i Samnangerfjorden hadde normal pH tilsvarande friske og oksygenrike forhold ved botnen. Dette ser ein og av redokspotensialet, som på stasjon C1 og C2 viste høge positive verdiar som indikerar liten (tilstand 1) belastning her (**tabell 5**). Dette er i godt samsvar med MOM B-granskinga som vart utført på anlegget 7. mars 2007, der pH på 10 ulike stasjonar låg mellom 7,31 og 7,93, og Eh låg mellom -117 og +268 (Brekke 2007a).

Tabell 4. Beskriving av MOM C-prøvar frå Aldalen 3. oktober 2007.

Prøvetakingsstad:		C1		C2	
		replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Grabbvolum (liter)		12 (full)	12 (full)	10	8
Bobling i prøve		Nei	Nei	Nei	Nei
H ₂ S lukt		Nei	Nei	Nei	Nei
Primær sediment	Skjelsand				
	Grus				
	Sand	5 %		10 %	
	Silt	25 %		30 %	
	leire	70 %		60 %	
	Mudder				
Beskriving av prøven		Fulle grabbar med evjebotn. Grått sediment med eit brunt lag (1cm) på toppen. Mjuk og luktfri. Spor av skjelrestar og organisk materiale (lauvfragment etc).		Nesten full til 2/3 dels grabb. Grått sediment med eit brunt lag (1cm) på toppen. Mjuk og luktfri. Nokre store skjelrestar.	

Tabell 5. Resultat frå måling av surleik (pH) og redokspotensial (Eh) i sediment frå Samnangerfjorden den 3. oktober 2007. Forholdet mellom pH og Eh er henta frå standard MOM-figur (NS 9410:2007). Ved prøvetaking var: pH i sjøvatn=8,02, Eh i sjøvatn=249 mV og temperaturen i sedimentet= 9,1 °C.

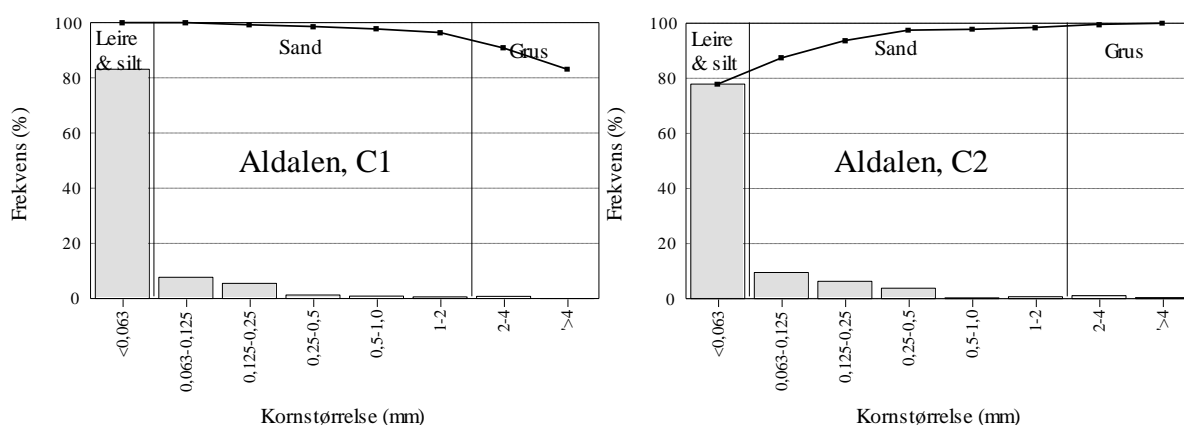
Stasjon	Samnangerfjorden, C1		Samnangerfjorden, C2	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,58	7,63	7,67	7,77
Eh	+61	+50	+65	+68
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1

Kornfordeling

Det vart teke prøvar for analyse av kornfordeling av dei øvste 3-4 cm av sedimentet frå dei to stasjonane C1 – C2. Resultata visar at det var sedimenterende tilhøve på begge stasjonar, der resipienten på stasjon C1 hadde noko meir sedimenterende forhold enn stasjon C2 i nærsona. På stasjon C1 og C2 er det truleg gode forhold ved fjordbotnen då ein har ei djup vassøyle med god straum og utskiftingsdynamikk i Samnangerfjorden. Høvesvis 83,1 og 77,9 % av partiklane på vektbasis var pellitt (leire og silt) på stasjon C1 og C2, medan 16 og 20,6 % av partiklane på vektbasis var sand (**figur 4, tabell 6**). Glødetapet var ganske likt og moderat høgt i sedimentet frå dei to stasjonane i Samnangerfjorden, med høvesvis 9,52 og 10,20 %.

Tabell 6. Organisk innhald og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet på dei to stasjonane C1 – C2 i Samnangerfjorden 3. oktober 2007. Prøvane er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Samnangerfjorden, C1	Samnangerfjorden, C2
Glødetap i %	9,52	10,20
Leire + silt i %	83,1	77,9
Sand i %	16	20,6
Grus i %	0,8	1,5



Figur 4. Kornfordeling i sedimentprøvane frå stasjon C1-C2 ved Aldalen. Figurane viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleiksskategrori langs y-aksen av sedimentprøvvar frå dei to undersøkte områda 3. oktober 2007. Prøvane er analysert ved Chemlab Services AS.

Kjemiske analysar

Sedimentprøvar for kvar av Stasjonane C1 – C2 vart analysert med omsyn på tørrstoff, glødetap (karbon), nitrogen, fosfor, kopar og sink, og resultatane er vist i **tabell 7**. Tørrstoffinnhaldet var forholdsvis lågt på begge stasjonar, noko som bekreftar at det er sedimenterende forhold i fjordbassenget. Glødetapet var tilsvarende moderat høgt, og høgst på stasjon C2. Glødetapet er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytinga ikkje greier å halde følge med tilførslane, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av for eksempel oksygenfattige forhold. Sedimentet på begge stasjonane var ut frå djupna kjenneteikna ved eit relativt normalt innhald av organisk stoff, og det organiske innhaldet på stasjon C2 like inntil anlegget var ikkje vesentleg ulikt frå den andre stasjonen C1 lenger ute i resipienten.

Tabell 7. Sedimentanalysar frå stasjon C1 – C2 i Samnangerfjorden. Replikatanane frå kvar prøvestasjon på stasjon C1 – C2 vart slått saman forut for analysen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Eining	Metode	C1	C2
Tørrstoff	%	NS 4764	38,2	38,7
Glødetap	%	NS 4764	9,52	10,20
TOC	mg/g	berekna	38,1	40,8
Normalisert TOC	mg/g	berekna	41,1	44,8
Total Fosfor	%	Intern	0,091	0,087
Kjeldahl Nitrogen	%	Kjeldahl	0,24	0,23
Kopar	mg/kg	NS 4773	39,1	35,3
Sink	mg/kg	NS 4773	120	115

Innhaldet av (normalisert) TOC var høvesvis 41,1 og 44,8 mg C/g på stasjon C1 og C2 (**tabell 7**). Dette tilsvarar **SFTs, tilstandsklasse V = “Meget dårlig”** både for stasjon C1 og C2 (SFT 1997).

Innhaldet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet fortel også noko om nedbrytingsforholda og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det vart målt ein låg konsentrasjon av nitrogen med høvesvis 2,4 og 2,3 mg N/g i sedimentet på stasjon C1 og C2 i Samnangerfjorden, tilsvarende SFTs’ **tilstandsklasse I = “God”** (SFT 1993). Av **tabell 7** ser ein at innhaldet av fosfor i sedimentet var vesentleg lågare enn innhaldet av nitrogen på stasjon C1 og C2, noko som er typisk ved forhold utan spesielle tilførsler.

Det vart målt eit lågt innhald av sink og moderat høgt innhald av kopar på begge stasjonane (**tabell 7**), og tilstandsklassen for desse to metalla var høvesvis **I = “Ubetydelig - Lite forurenset”** og **II = “Moderat forurenset”** på begge stasjonar (SFT 1997). På stasjon C2 var likevel innhaldet av kopar og sink litt lågare enn på stasjon C1 ute i resipienten.

Botndyr

Både stasjon C1 på 410 m djup ute i resipienten i Samnangerfjorden og stasjon C2 på 360 m djup like inntil anlegget var ganske arts- og individrike i høve til djupna. På stasjon C1 vart det til saman for begge parallellar funne 290 individ fordelt på 33 artar, medan det på stasjon C2 vart funne 283 individ fordelt på 39 artar. Shannon-Wieners diversitetsindeks vart berekna til høvesvis 4,21 og 4,36 på stasjon C1 og C2, noko som gjev begge stasjonane **tilstandsklasse I = "Meget god"** (tabell 8). Individua var ganske jamt fordelt mellom artane, og derfor blir indeksen for jamleik høg, dvs 0,83 for begge stasjonar.

Det var stort artsmangfald i prøvane med dominans av fleirbørstemakk og slangestjerner. Samansetnaden av dyr var nokså lik i parallellane frå begge stasjonar, noko som tyder på representativ prøvetaking. Det var relativt mange juvenile slangestjerner i prøvane, hovudsakleg gravande formar i botnsedimentet. Er det tilfelle av mange juvenile kan det tyde på at det nyleg har føregått ei rekruttering, og det kan i somme tilfeller føre til uklare bilete av dyresamfunnet, då det ikkje nødvendigvis er høg overleving blant juvenile dyr. Likevel kan slangestjerner under gode straumrike forhold opptre mangfaldig. Nokre artar dominerte meir enn andre, og døme på dette er *Paramphinome jeffreysii*, *Amphiura* sp, *Aphelocheata* sp, *Paradiopatra quadricuspis* og *Lumbrineris* sp. Dette er artar som grev i botnen og filtrerar sedimentet eller opptre som rovdyr.

Følsame diversitetsindeksar er ofte lite eigna til å angje miljøtilstandar i anlegget si nærsone på grunn av den store, lokale påverknaden frå anlegget, og heilt opp til anlegget vert difor vurderinga også gjort på grunnlag av antalet artar og samansetnaden av artar (NS 9410:2007). Med til saman 39 artar får dyresamfunnet i anlegget si nærsone **miljøtilstand 1= "Meget god"** (jf. tabell 3). Det skal nemnast at nærsona i dette tilfellet er ca 40 meter ut frå anlegget då ei bratt fjellskråning hindra prøvetaking tett inntil anlegget.

Tabell 8. Antal artar og individ av botndyr i dei fire MOM-C grabbhogga tekne i resipienten i Samnangerfjorden (C1 - C2) 3. oktober 2007, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, berekna maksimal diversitet (H' -max), jamleik (evenness) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er og presentert. Enkeltresultata er presentert i vedleggstabell 1 til rapporten.

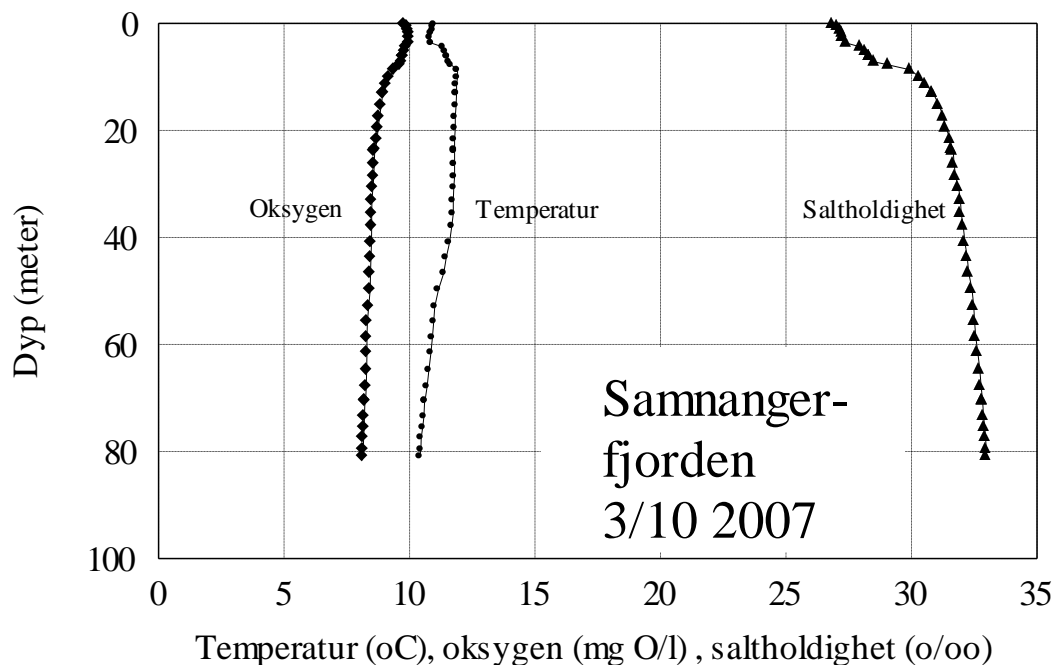
FORHOLD	Samnangerfjorden, C1			Samnangerfjorden, C2		
	A	B	A+B	A	B	A+B
Antall artar	16	30	33	24	30	39
Antall individ	80	210	290	110	173	283
Shannon-Wiener, H'	3,52	4,09	4,21	3,97	4,16	4,36
H' -max	4	4,91	5,04	4,58	4,91	5,29
Jamleik, J	0,88	0,83	0,83	0,87	0,85	0,83
SFT-tilstandsklasse	II	I	I	II	I	I
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)				Miljøtilstand 1 "Meget god"		

SJIKTNING

Temperatur, saltinnhald og oksygeninnhald vart målt i vassøyla ved stasjon C1 den 3. oktober 2007 ca kl. 13 med ein YSI 600 XLM sonde som vart senka ned til ca 80 m djup. Siktedjupet var 6 m på prøvetakingstidspunktet.

Profilen syner at det var eit overflatelag ned til 8 meter der saltinnhaldet var noko lågare enn elles nedover i vassøyla (**figur 5**). Nedover vassøyla auka saltinnhaldet jamt til 32,9 promille ved 80 meters djup. Temperaturen heldt seg jamn på rundt 11-12 grader ned til 50 meter, ved 80 meters djup var temperaturen nede i 10,35 grader. Både for temperatur og saltinnhald kunne ein då registrere ei høvesvis minke og auke med djupet.

Oksygeninnhaldet var relativt høgt i heile vassøyla, med et oksygeninnhald på ca 9,93 mg O/l i overflata og 8,09 mg O/l på ca 80 m djup. Dette tilsvarar ein oksygenmetting på ca 106 % i overflata og 89 % på 80 m djup. Det er vanleg at ein har eit oksygenminimum på rundt 50-60 meters djup, og at oksygeninnhaldet deretter aukar noko med djupna i resipientar med god utskifting og innsig av atlanterhavsvatn.



Figur 5. Måling av temperatur (°C), saltinnhald og oksygeninnhald (mg O/l) i vassøyla ved stasjon C 1 i Samnangerfjorden 3. oktober 2007.

DISKUSJON

Lokaliteten Aldalen ligg i direkte tilknytning til Samnangerfjorden, som er ein djup og stor fjordresipient med gode utskiftingsforhold. Botnen skrånar bratt frå lokaliteten og ned mot det djupaste av ein lokal resipient på omkring 370 m djup rett ved anlegget. Frå dette djupområdet går botnen litt kupert, men i hovudsak gradvis djupare innover fjorden til rundt 450 meters djup i det djupaste av Samnangerfjorden vel 5 km frå lokaliteten. Erfaringsmessig veit ein at mesteparten av avfallet frå eit anlegg sedimenterar lokalt under anlegget og i anlegget sitt nærrområde. Det er såleis berre små mengder som vil sedimentere i dei djupaste områda i resipienten, og dette blir truleg omsett i resipienten utan at det påverkar miljøet negativt.

Sedimentkvalitet

Det var sedimenterende forhold ved stasjon C1 og C2, høvesvis resipienten og nærsona i Samnangerfjorden. Her er det truleg gode straumforhold ved fjordbotnen med bratte skråningar til djupområda i resipienten. Sedimentet på begge stasjonane var finkorna med eit lågt tørrstoffinnhald, moderate verdiar av karbon, men relativt lågt innhald av nitrogen og fosfor i sedimentet. Glødetapet var på høvesvis 9,52 og 10,20 %, noko som indikerar normale nedbrytningsforhold ved sedimenterende forhold. Glødetapet er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det går føre seg ei normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførselar av organisk stoff at nedbrytinga ikkje greier å halde følgje med tilførslane, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige forhold. Innhaldet av organisk karbon (normalisert TOC) vart berekna til 41,1 og 44,8 mg C/g på stasjon C1 og C2 i Samnangerfjorden. Dette tilsvarar SFTs **tilstandsklasse V** = “**Meget dårlig**”.

SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhald i sedimentet er imidlertid ikkje utan vidare eigna til formålet. Det heng saman med eit ofte tildels betydelig avvik mellom tilstand vurdert ut frå organisk innhald samanlikna med tilstand vurdert ut frå artsmangfald for blautbotnsfauna. I NIVA rapporten “Resipientundersøkelse ved Eide avfallsplass” frå 2001 gjer ein og merksam på dette forholdet (Johnsen m. fl 2001). Basseng og fjordar med lokal beskyttelse på Vestlandet har ofte eit høgt organisk innhald (Moy m. fl. 1996). Sedimenta blir karakterisert som dårlegare enn det dei eigentleg er. I undersøkingar frå andre område har det gjentekne gonger blitt funne at karakteristikken for sedimenta er dårlegare enn for fauna (Kroglund m. fl. 1998). Dette samsvarer og med mange av våre resipientundersøkingar (f. eks. Tveranger & Johnsen 2004 a, b, c, Tveranger m.fl 2005, 2006 a, b). Kvalitetskriteriene med omsyn på TOC er meir et uttrykk for mengda av organiske komponentar i miljøet, enn ein generell miljøtilstand. Faunaen representerer eit betre mål for miljøtilstand i og med at artane må vere tilpassa miljøet dei lever i. Artsmangfaldet er ein grunnleggjande parameter, men for sikker karakteristik må også artssamansetnad og innslag av karakterartar vurderast. Me vel å ikkje leggje vekt på tilstand berekna ut frå normalisert organisk karbon, men hovudsakleg ut frå artsmangfald for blautbotnsfauna.

Andre marinbiologiske undersøkingar viser dessutan at det er heilt normalt med eit noko høgt glødetap i sedimentet i fjordbasseng sidan djuppartia i fjordane fungerer som sedimentfeller. For eksempel fann me eit glødetap på 11 % på 210 m djup i Finnøyfjorden (Tveranger og Johnsen 2004 b). To resipientundersøkingar viste eit glødetap på 12,2 % på en stasjon på 259 m djup nord i Finnøyfjorden (Anon 2001), og eit glødetap på 8,6 % på en stasjon på 200 m djup aust i Finnøyfjorden (Anon 2000). I Bømlafjorden vart det på to stasjonar målt eit glødetap på 14,3 % på høvesvis 254 og 318 m djup (Tveranger m fl. 2006 c). I Fusafjorden, berre 3-4 km lenger ute enn stasjonane i Samnangerfjorden, vart det målt eit glødetap på høvesvis 8,0 og 9,1 % på 420 og 315 m djup (Brekke 2007 b). Ut frå dette tyder innhaldet av normalisert organisk karbon i Samnangerfjorden på om lag same forhold som i mange tilsvarande resipientar.

På den litt grunnare stasjonen C2 like ved anlegget var det noko mindre sedimenterende forhold enn på stasjon C1 ute i resipienten, men andelen pellitt (silt + leire) var framleis høg med 77,9 %. Botnen er her ganske bratt, og stasjon C2 ligg ganske nær den bratte skråninga ned frå land, slik at ein her kan forvente å finne større innslag av grovare partiklar som har ramla/blitt skylt ned ovanfrå. Glødetapet var på 10,20 %, noko som ikkje var vesentlig forskjellig frå den andre stasjonen (9,52 %), og som her indikerer relativt normale nedbrytningsforhold.

Det vart målt eit lågt innhald av sink og moderat høgt innhald av kopar på begge stasjonane, og tilstandsklassen for desse to metalla var høvesvis **I = "Ubetydelig - Lite forurenset"** og **II = "Moderat forurenset"**. På stasjon C2 var likevel innhaldet av kopar og sink litt lågare enn på stasjon C1 ute i resipienten, og innhaldet av kopar var berre så vidt over grensa til tilstandsklasse I. Den svakt forhøga konsentrasjonen av kopar ute i resipienten kan truleg ikkje skuldast anlegget.

Botnfauna

Både stasjon C1 på 410 m djup ute i resipienten i Samnangerfjorden og stasjon C2 på 360 m djup like inntil anlegget var ganske arts- og individrike i høve til djupna. På stasjon C1 vart det til saman for begge parallellar funne 290 individ fordelt på 33 artar, medan det på stasjon C2 vart funne 283 individ fordelt på 39 artar. Shannon-Wieners diversitetsindeks vart berekna til høvesvis 4,21 og 4,36 på stasjon C1 og C2, noko som gjev begge stasjonane **tilstandsklasse I = "Meget god"**. Individua var ganske jamt fordelt mellom artane, og derfor blir indeksen for jamleik høg, dvs 0,83 for begge stasjonar.

Det var forholdsvis mange artar og individ på desse stasjonane, og det er ikkje noko ved resultatene som indikerer at resipienten er belasta. Det er ingenting i samansetnaden av artar som tydar på påverknad frå forureining her, og det er lite truleg at faunaen på stasjon C1 og C2 er vesentleg påverka av anlegget. På stasjon C2 er sedimentet beskrive å ha noko variert kornstorleik (blanding av finsediment, sand og grus). Dette, i tillegg til mindre djupne, er sannsynlegvis årsak til at det vart funne ein litt meir variert fauna på stasjon C2 enn på stasjon C1. Ein kan i utgangspunktet ikkje vente seg høg diversitet av artar på mudderbotn på rundt 400 meter djup, men i dette tilfellet viser det til gode botnforhold, då diversitet og jamleik er høg på begge stasjonar.

Diversitet og tilstand i djupområdet i Samnangerfjorden/resipienten til anlegget ligg innanfor det som er funne andre stadar i tilsvarande fjordbasseng. I ei undersøking i 2004 fant me på 210 meters djup i Finnøyfjorden (resipienten til Eidesvik Laks AS, lokalitet Nautvik) på prøvestad C1 til saman i to parallelle prøvar 74 individ fordelt på 16 artar (Tveranger og Johnsen 2004b). Shannon-Wieners diversitetsindeks vart berekna til 3,04 som ga djupområdet i Finnøyfjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God". Diversitet og tilstand i djupområdet i Finnøyfjorden/resipienten til anlegget låg innanfor det som er funne i dei same to marinbiologiske undersøkingar utført i 2000 og 2001 i dei djupare områda i Finnøyfjorden, som vist til ovanfor (Anon 2000, 2001). Her låg Shannon-Wieners diversitetsindeks til dyresamfunnet på fem stader på djup mellom 142 og 298 m mellom 3,07 og 4,32. Tre av stadane vart klassifisert til SFTs' tilstandsklasse II="God", og to stader vart klassifisert til SFTs' tilstandsklasse I="Meget god". Det blir gjort merksam på at desse undersøkingane er gjort i forkant av eventuelle anleggsetableringar på to stadar (omsøkt lokalitet Kjerringa og Hellestø) slik at dei avspeglar naturtilstanden.

I Bømlafjorden vart det i 2006 tilsvarande funne 32 individ fordelt på 12 artar på 318 m djup, noko som gav ein diversitetsindeks på 3,02, mens det på 254 m djup i bakken mellom anlegget og det djupaste vart funne 133 individ fordelt på 26 artar, noko som gav ein indeks på 3,66 (Tveranger m.fl. 2006c). I Herdlefjorden vart det i 2004 på høvesvis 300 og 264 meters djup funne 29 individ fordelt på 15 artar og 36 individ fordelt på 15 artar, noko som ga diversitetsindeksar på høvesvis 3,62 og 3,28 (Tveranger & Johnsen 2004d). I Fusafjorden vart det i mars 2007 funne 31 individ fordelt på 10 artar på 420 m djup, noko som gav ein diversitetsindeks på 2,93, mens det på 315 m djup i bakken mellom anlegget og det djupaste vart funne 100 individ fordelt på 21 artar, noko som gav ein indeks på 3,61 (Brekke 2007 b).

Desse døma viser at det er vanleg å ha relativt få artar og individ og ein diversitetsindeks på rundt 3 når ein kjem ned på djup rundt 200-400 meter, også i område som ikkje er påverka av oppdrettsverksemd. Slik sett er tilstanden i Samnangerfjorden betre enn i mange fjordsystem når det gjeld botnfaunaen.

Følsame diversitetsindeksar kan vere lite eigna til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store, lokale påverknaden frå anlegget, og heilt opp til anlegget blir difor vurderinga gjort på grunnlag av artsantalet og artssamansetnaden (NS 9410:2007). Med til saman 33 artar og ingen spesiell dominans av enkeltartar gjev dette dyresamfunnet i anlegget si nærsone **miljøtilstand 1 = "Meget god"**.

Den gode kvaliteten på dyresamfunnet (tilstandsklasse 1/ miljøtilstand 1) på stasjon C2 er truleg noko påverka av avstanden frå anlegget, dvs 40 meter nordaust frå anlegget. Bratt fjellskråning inntil anlegget låg til grunn for at prøvetaking ikkje var mogleg før ca 40 meter frå anlegget. Både avstanden og den store djupna vil føre til god spreiding og omsetjing av organisk avfall frå anlegget, slik at lite vil samle seg opp i delresipienten inntil anlegget (stasjon C2). Generelt finn ein også at den synlege miljøpåverknaden frå oppdrettsanlegg i all hovudsak er heilt lokal, og at mesteparten av det organiske materialet frå anlegget blir omsett og omdanna her. Dersom stasjon C2 hadde vorte teken nærare anlegget kan ein ikkje utelukke at tilstanden hadde vorte noko dårlegare, men dei to siste MOM-B granskingane utført på lokaliteten i februar 2006 og mars 2007 tyder ikkje på dette, då lokaliteten på begge desse tidspunkta var lite belasta (tilstand 1 = beste tilstand) (Brekke m.fl. 2006, Brekke 2007a). Dette tyder på at omsetjinga er svært god på lokaliteten, og at så godt som ingenting av anleggsdrifta kan sporast på botnen berre få meter frå anlegget. Eventuell påverknad i dei djupare parti av Samnangerfjorden skuldast heller forhold som er styrt av naturlege prosessar enn påverknad frå oppdrettsanlegget ved Aldalen.

KONKLUSJON

Sedimentkvaliteten var ganske lik på begge dei to undersøkte stasjonane i Samnangerfjorden, men litt betre for dei fleste parametrar nærast anlegget. Berre innhaldet av karbon var litt høgare inntil anlegget, og totalt sett moderat høgt for begge stasjonar. Også innhaldet av kopar var moderat høgt, tilsvarande **tilstandsklasse II = "Moderat forurenset"** på begge stasjonar, medan innhaldet av sink, nitrogen og fosfor i sedimentet var lågt på begge stasjonar. Kvaliteten på dyresamfunnet vart klassifisert til **tilstandsklasse I = "Meget god"** på stasjon C1 og C2 i Samnangerfjorden. Begge stasjonar viste stor diversitet og jamn fordeling av artar og det var ikkje noko som tyder på påverknad frå oppdrettsverksemda.

Tilstanden på dei to stasjonane er truleg i liten grad påverka av oppdrettsverksemda, og gjenspeglar i all hovudsak naturtilstanden med gode botnforhold. Tilstanden ute i resipienten har ingen avvik frå det ein finn i andre tilsvarande fjordbasseng i høve til sedimentkvalitet, og for botnfauna var tilstanden noko betre enn det ein har funne mange tilsvarande stader. Lokaliteten Aldalen ser ut til å fungere svært godt med oppdrettsverksemd av storleik og anleggstype som i dag.

REFERANSAR

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.

BREKKE, E. 2007a.

MOM B-gransking av oppdrettslokaliteten Aldalen (Rødsteinskjæra) i Os våren 2007

Rådgivende Biologer AS, rapport 999, 21 sider.

BREKKE, E. 2007b.

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Skavhella i Os kommune

Rådgivende Biologer AS, rapport 1012, 24 sider.

BREKKE, E., B. TVERANGER & G. H. JOHNSEN 2006.

MOM B-gransking av oppdrettslokaliteten Aldalen (Rødsteinskjæra) i Os våren 2006

Rådgivende Biologer AS, rapport 878, 21 sider.

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

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997

Fisken og Havet nr 5, 55 sider.

JOHNSEN, T., E.R. LØMSLAND, J. MOLVÆR, E. OUG & A. SUNDFJORD 2001.

Resipientundersøkelse ved Eide avfallsplass.

NIVA-rapport 4413, ISBN 82-577-4055-1, 54 sider

KROGLUND, T., E. DAHL & E. OUG 1998.

Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismeir og bløtbunnsfauna

NIVA-rapport 3908, 58 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.

MOY, F.E., S. FREDRIKSEN, J. GJØSÆTER, S. HJOLMAN, T. JACOBSEN, T.

JOHANNESSEN, T.E. LEIN, E. OUG & Ø.F. TVEDTEN 1996.

Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stadt.

NIVA-rapport 3551, 84 sider

NORSK STANDARD NS 9410:2007

Miljøovervåking av bunnpåvirkning frå marine akvakulturanlegg.

Standard Norge, 23 sider.

NORSK STANDARD NS 9422

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

NORSK STANDARD NS 9423

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkingar 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.

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

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Hillesøy i Bømlo kommune.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 739, 26 sider, ISBN 82-7658-251-6.

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

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

TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 2004c.

Resipientundersøkelse utenfor Vedvik avfallsdeponi i Vågsøy kommune mai 2004.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 759, 30 sider, ISBN 82-7658-264-8.

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

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

TVERANGER B., G.H. JOHNSEN & O. SOLDAL 2005.

Resipientundersøkelse ved Eide fyllplass i Fjell kommune 2005.
Rådgivende Biologer AS, rapport 842, 37 sider, ISBN 82-7658-437-3.

TVERANGER, B., E. BREKKE & G.H. JOHNSEN 2006a

Kombinert MOM B og MOM C-resipientundersøkelse av Kassosen, Bømlo kommune, våren 2006.
Rådgivende Biologer AS, rapport 925, 36 sider, ISBN 82-7658-488-8.

TVERANGER, B., E. BREKKE & G.H. JOHNSEN 2006b

Kombinert MOM B og MOM C resipientundersøkelse av Kobbavika, Fitjar kommune, sommeiren 2006.
Rådgivende Biologer AS, rapport 940, 36 sider, ISBN 82-7658-499-3.

TVERANGER, B., E. BREKKE & G. H. JOHNSEN 2006c.

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Breivik S i Bømlo kommune.
Rådgivende Biologer AS, rapport 927, 27 sider, ISBN 82-7658-493-4

VEDLEGGSTABELL FAUNA

Vedleggstabell 2. Oversyn over botndyr funne i sedimenta på to stasjonar (C1-C2) i Samnangerfjorden 3. Oktober 2007. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb og det vart tatt to parallelle grabbhogg (A-B) på kvar stad. Prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,2 m² på kvar stad. Prøvane er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt av Mette Eilertsen.

Taxa	Stasjon C1			Stasjon C2		
	A	B	A+B	A	B	A+B
ANTHOZOA - nesledyr						
<i>Actinaria</i> indet				1		1
<i>Cerianthus loydii</i>					1	1
<i>Funicula quadrangularis</i>				1		1
SIPUNCULA - pølseormar						
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	2	7	9	7	14	21
NEMERTEA - flatormar						
<i>Nemeirtea</i> indet.		5	5		5	5
POLYCHAETA - fleirbørstemakk						
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	3	10	13	8	10	18
<i>Syllida armata</i>		1	1			
<i>Pholoe pallida</i>		2	2	3	1	4
<i>Nephtys</i> sp.		2	2		3	3
<i>Levinsenia gracilis</i>	3	3	6			
<i>Glycera lapidum</i>		3	3		7	7
<i>Kefersteinia cirrata</i>						
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		1	1		1	1
<i>Spiophanes bombyx</i>	4	11	15	5		5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		22	22	1	25	26
<i>Prionospio steenstrupi</i>	10	1	11	4		4
<i>Orbinia sertulata</i>	1		1	1		1
<i>Chaetozone setosa</i>	5	2	7		1	1
<i>Scoloplos armiger</i>						
<i>Diplocirrus glaucus</i>				1	3	4
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	7	8	2	5	7
<i>Owenia fusiformis</i>				1		1
<i>Myriochele oculata</i>					1	1
<i>Pectinaria koreni</i>				1	1	2
<i>Terebellides stroemi</i>	15	29	44	12	17	29
<i>Aphelochaeta</i> sp.		13	13	3	19	22
<i>Tharyx</i> sp.				1		1
<i>Lumbrineris</i> sp.	4	11	15	17	13	30
<i>Samytha sexcirrata</i>					1	1
<i>Ampharetinae</i> juv		1	1	1	1	2
MOLLUSCA – blautdyr						
<i>Thyasira equalis</i>	8	9	17	4	6	10
<i>Thyasira obsoleta</i>		2	2		1	1
<i>Thyasira</i> spp.		1	1			
<i>Abra longicallus</i>	1		1	2		2
<i>Abra nitida</i>		3	3		1	1
<i>Ennucula tenuis</i>		2	2			
<i>Yoldiella lucida</i>		1	1			
<i>Cuspidaria rostrata</i>					1	1
<i>Caudofoveata</i> indet.	2	9	11	9	6	15
CRUSTACEA – krepsdyr						
<i>Oedicerotidae</i> indet.	8	11	19	9	7	16

<i>Ostracoda</i> indet.		2	2			
<i>Tanaidacea</i> indet.		1	1			
ECHINODERMATA – pigghudingar						
<i>Amphiura</i> sp	12	32	44	14	11	25
<i>Ophiura</i> sp. Juv		6	6		8	8
<i>Ophiura albida</i>	1		1	2		2
<i>Brissopsis lyrifera</i>					1	1
<i>Asteroidea</i> indet. Juv					1	1
<i>Echinocucumis hispida</i>					1	1
DIVERSITET						
Antal artar	16	30	33	24	30	39
Antal individ	80	210	290	110	173	283
Diversitet, H'	3,52	4,09	4,21	3,97	4,16	4,36
H' max	4	4,91	5,04	4,58	4,91	5,29
Pielou`s Jammleik (J)	0,88	0,83	0,83	0,87	0,85	0,83