

# MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Skavhella i Os kommune



**Rådgivende Biologer AS**

**1012**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Skavhella i Os kommune.

**FORFATTER:**

Erling Brekke

**OPPDRAKSGIVER:**

EWOS Innovation AS

**OPPDRAGET GITT:**

13. februar 2007

**ARBEIDET UTFØRT:**

mars 2007

**RAPPORT DATO:**

14. august 2007

**RAPPORT NR:**

1012

**ANTALL SIDER:**

24

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-548-3

**EMNEORD:**

- Oppdrettslokalitet i sjø  
- MOM C-resipientundersøkelse  
- Os 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 EWOS Innovation AS utført en MOM C-resipientundersøkelse av oppdrettslokaliteten Skavhella i Os kommune og den tilhørende resipienten i Fusafjorden. Lokalitet nr 22315 Skavhella er godkjent for en MTB på 2340 tonn. Fylkesmannen i Hordaland har i utslippstillatelsen datert 18. mars 2004 stilt som krav at det gjennomføres en resipientundersøkelse med frist for rapportering den 30. september 2007.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen, som inkluderer innsamling av sediment, samt innsamling av bunndyr i det aktuelle området den 8. mars 2007. De innsamlete sedimentprøvene er analysert ved Chemlab Services AS, bunndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand.scient. Inger Dagny Saanum.

Rådgivende Biologer AS takker EWOS Innovation AS ved Aage Melstveit for oppdraget, samt for lån av båt og god assistanse fra de ansatte i forbindelse med arbeidet.

Bergen, 14. august 2007

## INNHOLDSLISTE

Forord og innholdsliste .....	2
Sammendrag .....	3
Innledning .....	4
Område- og lokalitetsbeskrivelse .....	7
Metode .....	9
Miljøtilstanden våren 2007 .....	12
Diskusjon .....	18
Referanser .....	22
Vedleggstabell fauna .....	24

## SAMMENDRAG

BREKKE, E. 2007.

*MOM C-resipientundersøkelse av lokaliteten Skavhella i Os kommune.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1012, 24 sider, ISBN 978-82-7658-548-3.*

På oppdrag fra EWOS Innovation AS utførte Rådgivende Biologer AS en miljøundersøkelse på oppdrettslokaliteten Skavhella i Os og i resipienten i Fusafjorden 8. mars 2007. MOM C-undersøkelsen i resipienten er utført etter Norsk Standard 9410, 9422 og 9423.

Lokaliteten ligger omtrent i overgangen mellom Samnangerfjorden og Fusafjorden, er sørøstvendt og åpen ut mot Fusafjorden, og er noe eksponert mot sør, der det er åpent ca 15 km gjennom Fusafjorden og Bjørnafjorden. Lokaliteten og fjordområdet rundt er forbundet med store fjordsystemer som er flere hundre meter dype. Hovedterskelen inn til Fusafjorden ligger ca 7 km sør for lokaliteten, dvs sørøst for Osøyro, og er ca 185 m dyp. Under anlegget er det ca 130 - 290 m dypt, og anlegget ligger delvis over en svært bratt bakke og delvis over en slakere skråning som videre går ned til over 400 m dyp. Det er ingen lokale terskler mellom lokaliteten og dypområdet, og lokaliteten ligger dermed i direkte tilknytning til en stor resipient med gode utskiftingsforhold og meget god resipientkapasitet.

Det var mest sedimenterende forhold på stasjonene C1 (ved det dypeste på 424 m dyp) og C2 (mellom det dypeste og anlegget på 315 m dyp) med henholdsvis 96,3 og 91,4 % silt+leire, og noe mindre sedimenterende forhold på stasjon C3 ( på 280 m dyp ved anlegget), med 68,3 % silt+leire. Glødetapet var moderat høyt på alle stasjoner, og høyest på stasjon C2 med 9,1 %, mot 8,0 % på stasjon C1 og 9,0 % på stasjon C3. Det ble målt et noe høyt innhold av kobber og sink på den dypeste stasjonen C1, tilsvarende tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". På stasjon C2 og C3 var innholdet av kobber og sink lavere. På stasjon C3 inntil anlegget var redokspotensialet (Eh) negativt, noe som kan indikere redusert oksygeninnhold i sedimentet, mens redokspotensialet på stasjon C1 og C2 viste høye positive verdier.

En analyse av bunnfauna på stasjon C1 og C2 ga en Shannon-Wiener diversitetsindeks på henholdsvis 2,93 og 3,61, noe som gir dyresamfunnene henholdsvis tilstandsklasse III = "Mindre god" og II = "God". Det er lite trolig at faunaen på stasjon C1 og C2 er påvirket av anlegget. Det er mer sannsynlig at det er naturlige betingelser (stor dybde og mudderbunn) som gjør at det var sparsomt med dyreliv, spesielt på stasjon C1. På stasjon C3, helt inntil anlegget, var det stor dominans og høy tetthet av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata* (81 %). Denne dominansen kombinert med lavt antall arter gav en diversitet på 0,84 som gir stasjon C3 tilstandsklasse V = "Meget dårlig". På grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410) var dyresamfunnet i anleggets nærsone (stasjon C3) moderat påvirket (miljøtilstand 2).

Stasjon C3 like inntil anlegget var tydelig påvirket av oppdrettsvirksomheten, men påvirkningen var moderat og lokal. Tilstanden på de to andre stasjonene var trolig i liten grad påvirket av oppdrettsvirksomheten, og gjenspeiler i all hovedsak naturtilstanden. Tilstanden ute i resipienten var ikke vesentlig endret fra forundersøkelsen, og avviker ikke fra det man finner i andre tilsvarende fjordbassenger, verken for sedimentkvalitet eller for bunnfauna. Lokaliteten Skavhella ser ut til å fungere godt med oppdrettsvirksomhet av den nåværende størrelse og anleggstype. Dette gjenspeiles også i en MOM-B undersøkelse utført 15. mars 2007 rett etter maksimal belastning på lokaliteten, der lokaliteten på prøvetakingstidspunktet var middels belastet (tilstand 2 = nest beste tilstand) (Brekke 2007).

## INNLEDNING

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

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

### LOKALITETSTYPER

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

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

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

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

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

## LOKAL BELASTNING

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

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

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

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

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

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

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

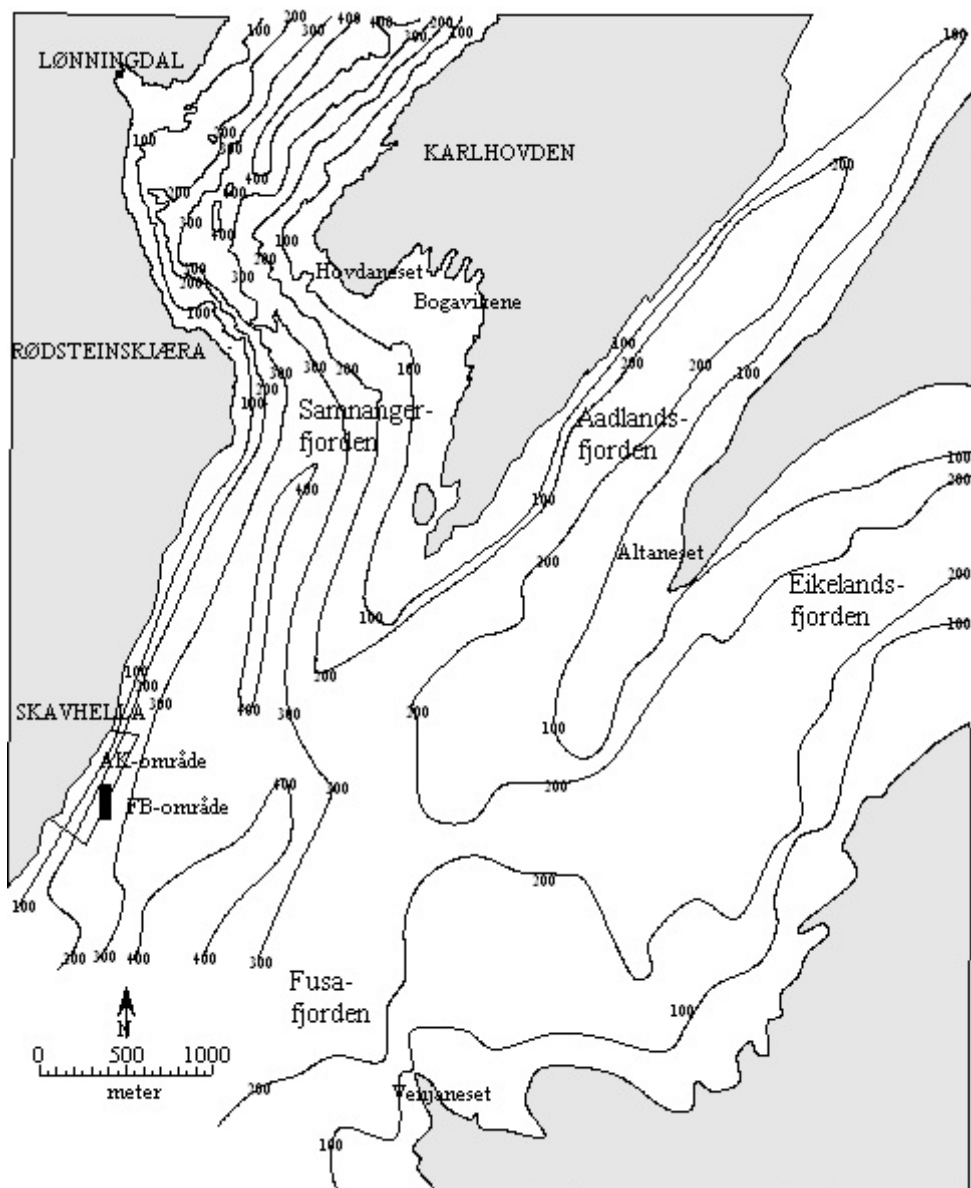
Ved planlegging av større anlegg i fjordsystemer kan det være fornuftig å vurdere tålegrensen til lokaliteten opp mot valg av anleggstype, plassering av anlegget i forhold til dominerende strømretning, og også å sikre lokaliteten tilstrekkelig hviletid mellom driftsperiodene.



## OMRÅDE- OG LOKALITETSBEKRIVELSE

Lokaliteten Skavhella ligger omtrent i overgangen mellom Samnangerfjorden og Fusafjorden i Os kommune (**figur 1**). Lokaliteten ligger sørøstvendt og åpent ut mot Fusafjorden, og er noe eksponert mot sør, der det er åpent ca 15 km gjennom Fusafjorden og Bjørnafjorden.

Lokaliteten og fjordområdet rundt er forbundet med store fjordsystemer som er flere hundre meter dype. Største dyp i Fusafjorden er ca 430 m, ca 1 km sør for lokaliteten. Hovedterskelen inn til Fusafjorden ligger ca 7 km sør for lokaliteten, dvs sørøst for Osøyro, og er ca 185 m dyp. Videre er det for det meste mellom 5-700 meter dypt gjennom Bjørnafjorden og Korsfjorden ut mot kysten. Dette medfører at strøm- og utskiftingsdynamikken vil være god nedover i vannsøylen på denne lokaliteten og i området rundt. Det er således trolig kontinuerlig god utskifting og gode oksygenforhold i hele vannsøylen ned til bunnen. Dette er gunstig med hensyn på vannutskifting, oksygen- og resipientforhold, dvs evne til omsetting av blant annet organisk avfall fra et oppdrettsanlegg.



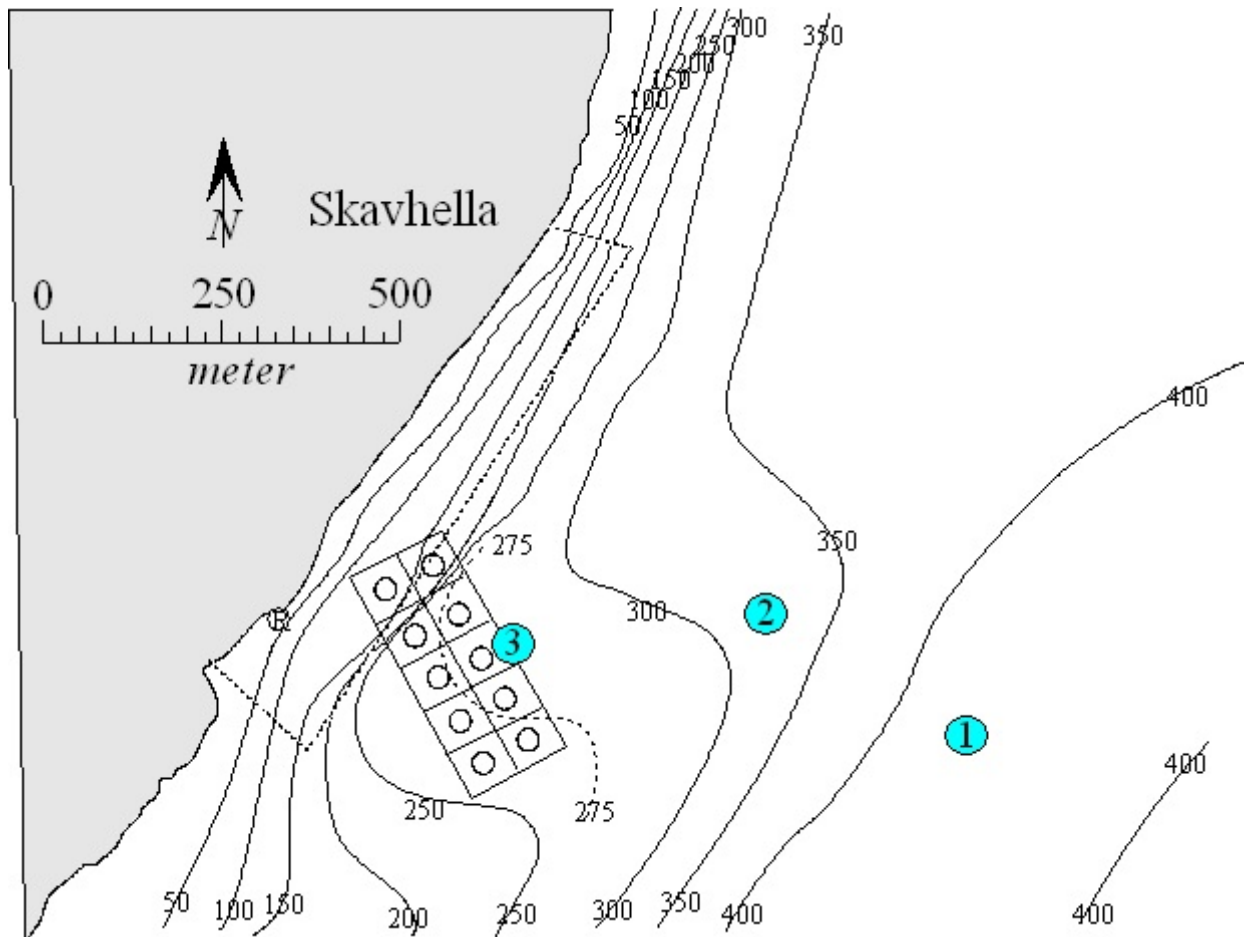
**Figur 1.** Oversiktskart over sjøområdet rundt Skavhella med 100-meters dybdekoter tegnet etter sjøkart.

## Lokaliteten ved Skavhella

**Figur 1** og **2** viser at det er svært god dybde i området under og rundt anlegget. Bunnen skråner bratt ned fra land i retning sørøst, og det er vel 250 m dypt ca 150 - 200 m fra land. Derfra flater bunnen ut et stykke, før det skråner noe mindre bratt ned til over 400 m dyp ca 700 m fra land ved Skavhella i retning sørøst. Bunnen skråner også litt nedover på tvers av anlegget mot nordøst. Fjorden er 300 - 400 m dyp flere km innover (nordøst) og utover (sørvest) fra lokaliteten.

Under anlegget er det ca 130 - 290 m dypt, og anlegget ligger delvis over en svært bratt bakke og delvis over en slakere skråning som videre går ned til over 400 m dyp. Det er ingen terskler mellom lokaliteten og dypområdet, og lokaliteten ligger dermed i direkte tilknytning til en svær resipient med gode utskiftingsforhold og svær resipientkapasitet.

Anlegget på lokaliteten ble lagt ut på lokaliteten våren 2004, og lokaliteten er godkjent for en maksimal tillatt biomasse på 2340 tonn. På prøvetakingstidspunktet besto anlegget av ti 90 m plastringer i to rekker med en innbyrdes avstand på ca 35 - 40 meter (**figur 2**). Fisken i anlegget (H-05-årgangen) var utslaktet rett i forkant av undersøkelsen. Bruttoproduksjonen var ca 1300 tonn i 2006, og har vært totalt ca 2500 tonn siden oppstart.



**Figur 2.** Dybdeforhold på og rundt lokaliteten Skavhella samt stasjonene C1 - C3 i MOM C-resipientundersøkelsen. Plassering av anlegg med ringer er tegnet inn, og AK-området er markert med prikket linje. Posisjonsreferansepunktet på neset ved Skavhellehola er merket med 'R' (N 60° 13,250' / Ø 05° 33,191').

## METODE

Det ble gjennomført en MOM C-resipientundersøkelse i forbindelse med utredningen av anleggets miljøpåvirkning i nærsonen og utover i resipienten (**tabell 1**).

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 utarbeidet en Norsk Standard for miljøovervåking av marine matfiskanlegg (NS 9410).

**Tabell 1.** Oversikt over soneinndelingen i MOM systemet. Tabellen beskriver påvirkningskilde og potensiell påvirkning, samt hvilke undersøkelser som inngår i overvåkingen og hvilke typer miljøstandarder som anvendes (fra NS 9410).

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

MOM C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (nærsonen) og utover i resipienten (fjernsonen). De aktuelle prøvestasjonene er avmerket på **figur 2**. Hovedbestanddelene i en MOM C-undersøkelse består av en analyse av hydrografi i vannsøylen, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analyser) og bunndyrsamfunnets sammensetning, der både prøvetaking og vurdering utføres etter NS 9410, NS 9422, NS 9423 og i henhold til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1993; 1997).

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

I denne undersøkelsen ble det ut fra våre anbefalinger tatt en tredje grabbprøve mellom anlegget og det dypeste av resipienten. Posisjonene til prøvetakingsstasjonene er oppgitt i i **tabell 2**.

**Tabell 2.** Posisjoner for stasjonene ved MOM C-resipientundersøkelsen ved Skavhella 8. mars 2007.

Stasjon	C1	C2	C3
Dyp (meter)	412 og 424	315 og 309	280
Posisjon (WGS 84)	N: 60° 13,160' E: 05° 34,210'	N: 60° 13,273' E: 05° 33,917'	N: 60° 13,230' E: 05° 33,495'

Det er utført 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 faktorer, artsrikhet og jevnhet, (fordelingen av antall individer pr art). Disse to komponentene er sammenfattet 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  $n_i$  = antall individer av arten  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer og  $S$  = totalt antall arter.

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

Jevnheten av prøven på stasjonene er også kalkulert, ved Pielous jevnhetsindeks ( $J$ ):

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

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

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

Helt opp til et anlegg vil man på grunn av den store lokale påvirkningen ofte kunne finne få arter med ujevn individfordeling i prøvene. Diversitetsindekser blir da lite egnet til å angi miljøtilstand. I næsonen gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen etter nærmere beskrivelse i NS 9410 (**tabell 3**), og denne er brukt for å angi diversitet for den prøven (C3) som er tatt like opptil anlegget.

**Tabell 3.** 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 <sup>2</sup> ; -Ingen av artene må utgjøre mer enn 65% av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2	-5 til 19 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Ingen av artene må utgjøre mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3	-1 til 4 arter av makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

For vurdering av sedimentkvalitet ble det tatt ut prøvemateriale fra hver stasjon for kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu)). Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og utføres etter standard metoder (NS 9423). Bearbeiding av de resterende kjemiske analysene utføres også i henhold til NS 9423. Innholdet 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 nedenstående formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

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

Temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold i vannsøylen ble målt ved hjelp av en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde ned til ca 90 meters dybde. Det ble også målt siktedyp i vannsøylen. 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 kjemiske analyser samt kornfordelingsanalyser er utført av Chemlab Services AS. Bunndyrprøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

Alle resultatene blir vurdert i henhold til SFT s klassifiseringssystem (SFT 1993, 1997).

## MILJØTILSTANDEN VÅREN 2007

Det ble utført en MOM C-resipientundersøkelse i resipienten til lokaliteten Skavhella, dvs i Fusafjorden, den 8. mars 2007. Det ble tatt bunnprøver på tre steder (C1-C3), med to replikater fra hver prøvestasjon. Replikatene fra hver av stasjonene ble slått sammen forut for analyse av kornfordeling og kjemiske analyser. Analyse av fauna ble gjort for hver replikat og for prøvene samlet. Posisjonene til stasjonene er oppgitt i **tabell 2** og avmerket i **figur 2**.

### SEDIMENTKVALITET

**Stasjon C1 Fusafjorden** ligger på ca 424 m dyp ca 600 m øst for anlegget (**figur 2**). Stasjonen ligger i en lokal fordypning i den nordre delen av dypområdet i Fusafjorden. Grabbhoggene inneholdt fulle grabber (12 l) med et mykt og grått sediment, med et 0,5 cm tynt gråbrunt lag på toppen. Prøvene hadde homogen struktur bestående av mest pellitt (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 4**).

**Stasjon C2 Fusafjorden** ligger på ca 315 m dyp ca 350 m østnordøst for anlegget i en slak skråning mellom anlegget og resipienten (**figur 2**). Grabbhoggene inneholdt fulle og nesten fulle grabber (10 - 12 l) med et mykt og grått sediment, med et 0,5 cm tynt gråbrunt lag på toppen. Prøvene hadde homogen struktur bestående av litt sand og mest pellitt (silt og leire) uten lukt av hydrogensulfid (**tabell 4**).

Stasjon C3 ved anlegget ble tatt ca 5 meter fra merd nr 5, midt på anleggets langsida mot nordøst (**figur 2**). Stasjonen ligger på ca 280 meters dyp i et slakt skrånende område. Grabbhoggene inneholdt fulle og nesten fulle grabber (10 - 12 l) med et 3-5 cm lag av mykt og gråsvart sediment oppå en grå såle (**tabell 4**). Prøvene besto av mest pellitt (silt og leire), men også noe sand og litt grus, samt litt organisk rester på toppen (lauv m.m.). Det var en svak antydning til lukt av hydrogensulfid i en av prøvene. Det ble også gjort et mislykket forsøk der det var en stor stein på ca 20-30 kg i grabbåpningen.

**Tabell 4.** Beskrivelse av MOM C-prøver fra Skavhella 8. mars 2007.

Stasjon	Fusafjorden, C1		Fusafjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Grabbvolum (liter)	12 (full)	12 (full)	10	12 (full)	12 (full)	10
Bobling i prøve	Nei		Nei		Nei	
H <sub>2</sub> S lukt	Nei		Nei		Nei (svak antydning?)	
Skjellsand	Nei		Nei		Nei	
Primær sediment	Nei		1 %		10 %	
Sand	Nei		10 %		20 % 30 %	
Silt og leire	Ja		90 %		80 % 60 %	
Mudder	Nei		Nei		Nei	
Beskrivelse av prøven	Full grabb med leire og silt. Myk, grå og luktfri prøve m tynt (0,5 cm) brunt lag på toppen. Homogen struktur.		Nesten full/full grabb med sand, silt og leire. Myk, luktfri og grå prøve m tynt (0,5 cm) brunt lag på toppen. En liten stein + en kongle. Homogen struktur.		Full/nesten full grabb med et mykt, luktfritt og gråsvart lag oppå en grå såle. Blanding av grus, sand, silt og leire.	

Nedbrytingsforholdene i sedimentet kan beskrives ved både surhet (pH) og redokspotensial (Eh). Ved høy grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet være surt og ha et negativt redokspotensial. Sedimentet på stasjonene ute i Fusafjorden hadde normal pH tilsvarende friske og oksygenrike forhold ved bunnen. Dette ser en også av redokspotensialet, som på stasjon C1 og C2 viste høye positive verdier. På stasjon C3 like inntil anlegget var pH relativt høy, men redokspotensialet var negativt og indikerer liten (tilstand 1) til middels (tilstand 2) belastning her (**tabell 5**). Dette samsvarer godt med MOM B-undersøkelsen som ble utført på anlegget 15. mars 2007, der pH på 10 ulike stasjoner lå mellom 7.34 og 7.72, og Eh lå mellom -26 og -145 (Brekke 2007).

**Tabell 5.** Resultater fra måling av surhet (pH) og redokspotensial (Eh) i sediment fra Fusafjorden den 8. mars 2007. Forholdet mellom pH og Eh er hentet fra standard MOM-figur (NS 9410). Ved prøvetaking var: pH i sjøvann=8,02, Eh i sjøvann=251 mV og temperaturen i sedimentet= 7,3 °C.

Stasjon	Fusafjorden, C1		Fusafjorden, C2		Ved anlegget, C3	
	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2	replikat 1	replikat 2
Ph	7,46	7,49	7,43	7,41	7,53	7,66
Eh	270	288	270	160	-85	-45
pH/Eh-tilstand	1	1	1	1	2	1

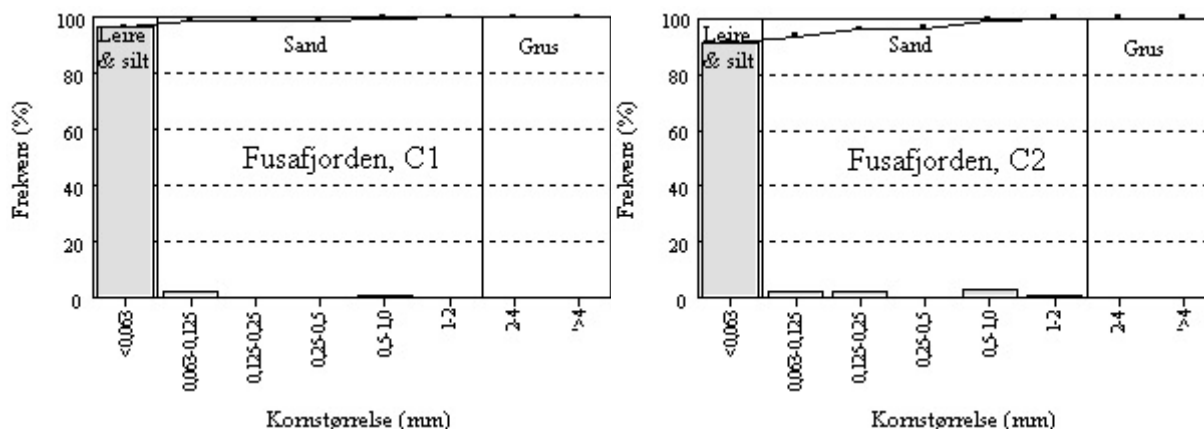
### Kornfordeling

Det ble tatt prøver for analyse av kornfordeling av de øverste 3-4 cm av sedimentet fra de tre stasjonene C1 - C3. Resultatene viser at det var sedimenterende forhold på stasjon C1 og C2 ved de to dypeste stedene i resipienten i Fusafjorden, mens det var noe mindre sedimenterende forhold på den litt grunnere stasjonen C3 ved anlegget.

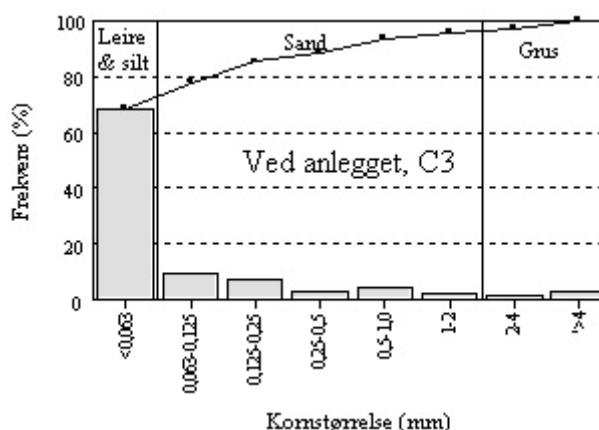
På stasjon C1 og C2 i Fusafjorden er det trolig moderate strømforhold ved fjordbunnen, og det er henholdsvis flatt og relativt slakt ved bunnen. Henholdsvis hele 96,3 og 91,4 % av partiklene på vektbasis var pellitt (leire og silt) på stasjon C1 og C2, mens bare 3,7 og 8,3 % av partiklene på vektbasis var sand (**figur 3, tabell 6**). Stasjon C3 ligger like ved anlegget i anleggets nærsoner, og bunnen er også her ganske slak. Man vil ikke forvente vesentlig mer bunnstrøm og vekktransport av finsediment på dette stedet enn for eksempel på stasjon C2, men stasjon C3 ligger ganske nærme den bratte skråningen ned fra land, slik at man kan forvente å finne større innslag av grovere partikler som har ramlet/blitt skylt ned ovenfra. Andelen pellitt var fremdeles høy her med 68,3 %, men det var et bra innslag av sand i alle størrelseskategorier (27,3 %), samt noe grus (4,4 %). Glødetapet var ganske likt og moderat høyt i sedimentet fra alle de tre stasjonene i Fusafjorden, med mellom 8,0 og 9,1 %.

**Tabell 6.** Organisk innhold og andel leire + silt, sand og grus i sedimentet på de tre stasjonene C1 - C3 i Fusafjorden 8. mars 2007. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Fusafjorden, C1	Fusafjorden, C2	Ved anlegget, C3
Glødetap i %	8,02	9,11	8,97
Leire + silt i %	96,3	91,4	68,3
Sand i %	3,7	8,3	27,3
Grus i %	0	0,3	4,4



**Figur 3.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjon C1-C3 ved Skavhella. Figurene viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen av sedimentprøver fra de tre undersøkte stedene 8. mars 2007. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.



### 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 7**.

Tørrstoffinnholdet var forholdsvis lavt på alle tre stasjoner, noe som bekrefter at det er sedimenterende forhold i fjordbassenget. Glødetapet var tilsvarende moderat høyt, og høyest på stasjon C2, der tørrstoffinnholdet var lavest (**tabell 7**). Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sediment der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Sedimentet på alle stasjonene var ut fra dybden kjennetegnet ved et relativt normalt innhold av organisk stoff, og det organiske innholdet på stasjon C3 like inntil anlegget var ikke vesentlig forskjellig fra de andre stasjonene.



**Tabell 7.** Sedimentanalyser fra stasjon C1 - C3 i Fusafjorden. Duplikatene fra hver prøvestasjon på stasjon C1 - C3 ble slått sammen forut for analysen. Prøvene er analysert ved Chemlab Services AS.

FORHOLD	Enhet	Metode	C1	C2	C3
Tørrstoff	%	NS 4764	39,8	36,4	45,4
Glødetap	%	NS 4764	8,02	9,11	8,97
TOC	mg/g	beregnet	32,1	36,4	35,9
Normalisert TOC	mg/g	beregnet	32,7	38,0	41,6
Total Fosfor	%	Intern	0,12	0,14	0,27
Kjeldahl Nitrogen	%	Kjeldahl	0,22	0,25	0,27
Kobber	mg/kg	NS 4773	64	33	35
Sink	mg/kg	NS4773	156	115	125

Innholdet av (normalisert) TOC var henholdsvis 32,7 og 38,0 mg C/g på stasjon C1 og C2 i de dypeste parti i Fusafjorden og 41,6 mg C/g på stasjon C3 inntil anlegget (**tabell 7**). Dette tilsvarer henholdsvis SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" og IV = "Dårlig" for stasjon C1 og C2, og tilstandsklasse V = "Meget dårlig" for stasjon C3 (SFT 1997). Stasjon C3 får en dårligere tilstandsklasse for normalisert TOC enn stasjon C2, selv om glødetapet var lavere her. Det er fordi andelen finstoff i sedimentet var lavere på stasjon C3 (jf. metodekapitlet side 11).

Innholdet av organisk nitrogen og fosfor i sedimentet forteller også noe om nedbrytingsforholdene og omfanget av tilførsler til sedimentet. Det ble målt en lav konsentrasjon av nitrogen med henholdsvis 2,2 og 2,5 mg N/g (tilsvarer g N/kg) i sedimentet på stasjon C1 og C2 i Fusafjorden, tilsvarende SFTs' tilstandsklasse I = "God" (SFT 1993). På stasjon C3 inntil anlegget var konsentrasjonen 2,7 mg N/g, og lå med det på grensen mellom tilstandsklasse I = "God" og tilstandsklasse II = "Mindre god". Av **tabell 7** ser en at innholdet av fosfor i sedimentet var vesentlig lavere enn innholdet av nitrogen på stasjon C1 og C2, noe som er typisk ved forhold uten spesielle tilførsler, mens innholdet av fosfor på stasjon C3 like inntil anlegget var like høyt som nitrogeninnholdet, noe som tyder på påvirkning fra anlegget.

Det ble målt et noe høyt innhold av kobber og sink på den dypeste stasjonen C1 (**tabell 7**), og tilstandsklassen for disse to metallene var her II = "Moderat forurenset" (SFT 1997). På stasjon C2 og C3 var innholdet av kobber og sink lavere, og tilstandsklassen var I = "Ubetydelig-Lite forurenset" for disse, bortsett fra kobber på stasjon C3 inntil anlegget, der den målte verdien lå på grensen mellom tilstandsklasse I og II.

## BUNNDYR

Stasjon C1 på det dypeste ute i resipienten i Fusafjorden var relativt arts- og individfattig. Det ble til sammen i de to parallelle prøvene funnet 31 individer fordelt på 10 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 2,93 som gir dypområdet i Fusafjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse III = "Mindre god" (**tabell 8**). Individene var ganske jevnt fordelt mellom artene, og derfor blir indeksen for jevnhet høy, dvs 0,88.

På stasjon C2 ble det funnet en noe mer variert fauna, med til sammen 100 individer fordelt på 21 arter i de to parallelle prøvene. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble her beregnet til 3,61 som gir stasjonen tilstandsklasse II = "God". Individene var også her ganske jevnt fordelt mellom artene, og indeksen for jevnhet var 0,82.

Det er lite trolig at faunaen på stasjon C1 og C2 er påvirket av anlegget. Det er mer sannsynlig at det er naturlige betingelser (dybde og mudderbunn) som gjør at det var sparsomt med dyreliv, spesielt på stasjon C1. På stasjon C2 er sedimentet beskrevet å ha mer variert kornstørrelse (blanding av finsediment, sand og grus). Dette, i tillegg til mindre dybde, er sannsynligvis årsak til at det ble funnet en mer variert fauna på stasjon C2.

På stasjon C3, helt inntil anlegget, var det stor dominans av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata* (81 %). Også *Paramechinome jeffreysii* forekom i stort antall (17 %). Denne dominansen kombinert med lavt antall arter gir lav diversitet og gjenspeiler tydelig påvirkning fra anlegget. Det ble til sammen i de to parallelle prøvene funnet 443 individer fordelt på 6 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 0,84 som gir stasjon C3 tilstandsklasse V = "Meget dårlig" (**tabell 8**). Den store dominansen av de to nevnte artene gav en lav indeks for jevnhet, med 0,32.

Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store, lokale påvirkningen fra anlegget, og helt opp til anlegget gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410). Med til sammen 6 arter gir dette dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 2= "Moderat påvirket" (jf. **tabell 3**).

Det var ingen vesentlig forskjell mellom parallellene på noen av stasjonene, noe som tyder på representative prøveuttak.

**Tabell 8.** Antall arter og individer av bunndyr i de seks MOM-C grabbhoggene tatt i resipienten i Fusafjorden (C1 - C2) og ved anlegget ved Skavhella (C3) 8. mars 2007, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, beregnet maksimal diversitet ( $H'$ -max), jevnhet (evenness) og SFT-tilstandsklasse. MOM C-vurdering av miljøtilstand er også presentert. Enkeltresultatene er presentert i **vedleggstabell 1** til rapporten.

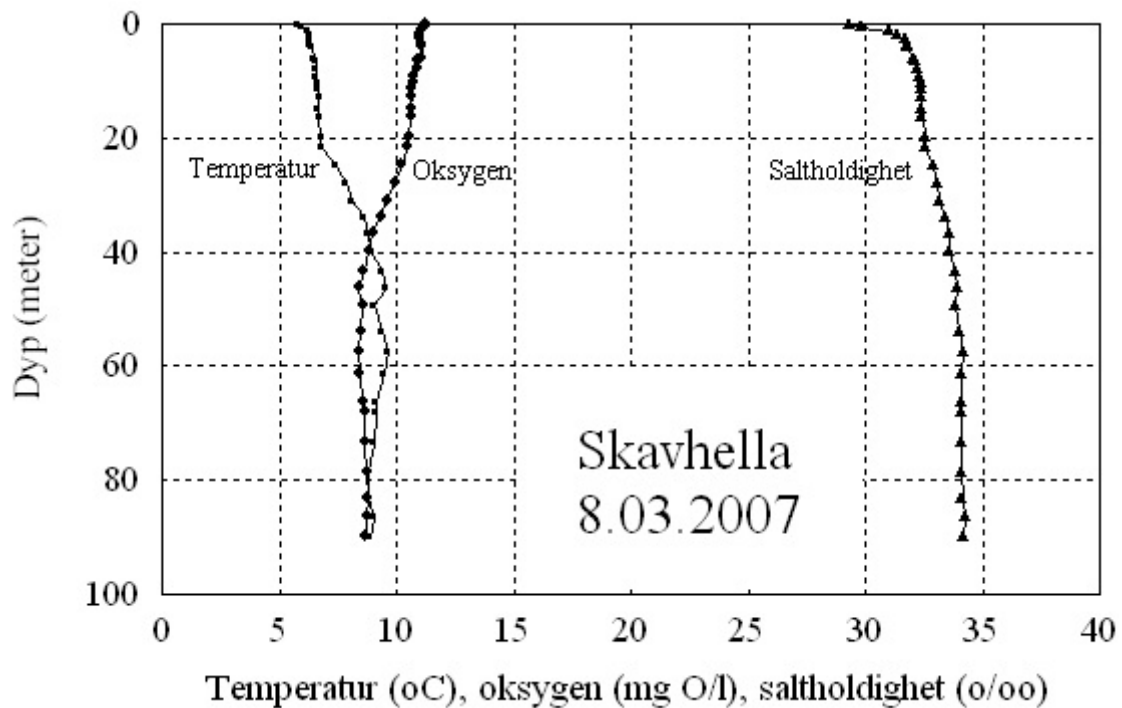
FORHOLD	Fusafjorden, C1			Fusafjorden, C2			Ved anlegget, C3		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
Antall arter	7	7	<b>10</b>	17	13	<b>21</b>	4	5	<b>6</b>
Antall individer	17	14	<b>31</b>	59	41	<b>100</b>	228	215	<b>443</b>
Shannon-Wiener, $H'$	<b>2,49</b>	<b>2,7</b>	<b>2,93</b>	<b>3,42</b>	<b>3,3</b>	<b>3,61</b>	<b>0,86</b>	<b>0,77</b>	<b>0,84</b>
$H'$ -max	2,81	2,81	<b>3,32</b>	4,09	3,7	<b>4,39</b>	2	2,32	<b>2,58</b>
Jevnhet, J	0,61	0,71	<b>0,88</b>	0,84	0,89	<b>0,82</b>	0,43	0,33	<b>0,32</b>
SFT-tilstandsklasse	III	III	<b>III</b>	II	II	<b>II</b>	V	V	<b>V</b>
MOM-C vurdering dyr (modifisert SFT)							Miljøtilstand 2 "Moderat påvirket"		

## SJIKTNING

Temperatur, saltinnhold og oksygeninnhold ble målt i vannsøylen like ved stasjon C1 den 8.mars 2007 ca kl. 12 med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde. Sonden ble senket til ca 90 m dyp.

Profilen viser at det var et tynt overflatelag på en drøy meter der saltholdigheten og temperaturen var noe lavere enn ellers nedover i vannsøylen. Videre ned til vel 20 meters dyp var saltholdigheten og temperaturen ganske stabil. Fra vel 20 og ned til ca 45 meters dyp økte saltholdigheten og temperaturen noe, og derfra og ned til 90 meters dyp varierte disse noe. Det kan tyde på at en hadde en viss lagdeling nedover i vannsøylen, der vann med noe høyere temperatur og saltholdighet vekslet med vannlag der temperaturen og saltholdigheten var noe lavere. Dette kan tyde på at en var inne i en homogenisering av vannsøylen på prøvetakingstidspunktet.

Oksygeninnholdet var høyt i hele vannsøylen, med et oksygeninnhold på ca 11,2 mg O/l i overflaten og 8,7 mg O/l på ca 90 m dyp, med minima rundt ca 45 og 60 meters dyp med 8,4 mg O/l. Dette tilsvarer en oksygenmetning på ca 104 % i overflaten, 89 % på 90 m dyp og 87 % på 45 m dyp. Det er vanlig at en har et oksygenminimum på rundt 50-60 meters dyp, og at oksygeninnholdet deretter øker noe med dybden i resipienter med god utskifting og innsig av Atlanterhavsvann.



**Figur 4.** Måling av temperatur (°C), oksygeninnhold (mg O/l) og saltholdighet (‰) i vannsøylen ved stasjon C1 i Fusafjorden den 8. mars 2007.

Siktedypet var høyt med 14 meter på prøvetakingstidspunktet, noe som tilsvarer SFT-tilstandsklasse I = "Meget god". Måling av siktedyp på denne årstiden gir noe begrenset informasjon, og viser i praksis bare at algeblomstringen trolig ennå ikke var kommet skikkelig i gang.

## DISKUSJON

Lokaliteten Skavehella ligger i direkte tilknytning til Fusafjorden, som er en svær resipient med gode utskiftingsforhold og svær resipientkapasitet. Bunnen skråner relativt slakt fra lokaliteten og ned mot det dypeste av resipienten, og det er ingen terskler mellom lokaliteten og dypområdet. Erfaringsmessig vet en at mesteparten av avfallet fra et anlegg sedimenterer lokalt under anlegget og i anleggets nærområde. Det er således bare små mengder som vil sedimentere i de dypere liggende områdene i resipienten, og dette blir trolig omsatt i resipienten uten at det påvirker miljøet negativt.

### Sedimentkvalitet

Det var mest sedimenterende forhold ved stasjon C1 og C2 i resipienten i Fusafjorden. Her er det trolig moderate strømførhold ved fjordbunnen og det er henholdsvis flatt og relativt slakt ved bunnen. Sedimentet på begge stasjonene var svært finkornet med et lavt tørrstoffinnhold, moderat forhøyete verdier av karbon, men relativt lavt innhold av nitrogen i sedimentet. Glødetapet var på 8,0 - 9,1 %, noe som indikerer normale nedbrytningsforhold ved sedimenterende forhold. Glødetapet er et mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og en regner med at det vanligvis er 10 % eller mindre i sedimenter der det foregår normal nedbryting av organisk materiale. Høyere verdier forekommer i sediment der det enten er så store tilførsler av organisk stoff at nedbrytingen ikke greier å holde følge med tilførslene, eller i områder der nedbrytingen er naturlig begrenset av for eksempel oksygenfattige forhold. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) ble beregnet til 32,7 - 38 mg C/g på stasjon C1 og C2 i Fusafjorden. Dette tilsvarer henholdsvis SFTs tilstandsklasse III = "Mindre god" og IV = "Dårlig".

SFTs tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimentet er imidlertid ikke uten videre egnet til formålet. Det henger sammen med et ofte tildels betydelig avvik mellom tilstand vurdert ut fra organisk innhold sammenlignet med tilstand vurdert ut fra artsmangfold for bløtbunnsfauna. I NIVA rapporten "Resipientundersøkelse ved Eide avfallsplass" fra 2001 påpekes også dette forholdet (Johnsen m. fl. 2001). Bassenger og fjorder med lokal beskyttelse på Vestlandet har ofte et høyt organiske innhold (Moy m. fl. 1996). Sedimentene blir karakterisert som dårligere enn det de egentlig er. I undersøkelser fra andre områder har det gjentatte ganger blitt funnet at karakteristikken for sedimentene er dårligere enn for fauna (Kroglund m. fl. 1998). Dette samsvarer også med mange av våre resipientundersøkelser (f. eks. Tveranger & Johnsen 2004 a, b, c, Tveranger m.fl. 2005, 2006 a, b). Kvalitetskriteriene med hensyn på TOC er mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand. Faunaen representerer et bedre mål for miljøtilstand i og med at artene må være tilpasset miljøet der de lever. Artsmangfoldet er en grunnleggende parameter, men for sikker karakteristik må også artssammensetning og innslag av karakterarter vurderes. Vi velger å ikke legge vekt på tilstand beregnet ut fra normalisert organisk karbon, men hovedsakelig ut fra artsmangfold for bløtbunnsfauna.

Andre marinbiologiske undersøkelser viser forøvrig at det er helt normalt med et noe forhøyet glødetap i sedimentet i fjordbassengene siden dyppartiene i fjordene fungerer som sedimentfeller. F. eks. så fant vi et glødetap på 11 % på 210 m dyp i Finnøyfjorden (Tveranger og Johnsen 2004b). To resipientundersøkelser viste et glødetap på 12,2 % på en stasjon på 259 m dyp nord i Finnøyfjorden (Anon 2001), og et glødetap på 8,6 % på en stasjon på 200 m dyp øst i Finnøyfjorden (Anon 2000). I Bømlafjorden ble det på to stasjoner målt et glødetap på 14,3 % på henholdsvis 254 og 318 m dyp (Tveranger m.fl. 2006c). Ut fra dette tyder innholdet av normalisert organisk karbon i Fusafjorden på like gode eller bedre forhold enn i mange tilsvarende resipienter.

På den litt grunnere stasjon C3 like ved anlegget var det noe mindre sedimenterende forhold enn på stasjon C1 og C2, men andelen pellitt (silt + leire) var fremdeles høy med 68,3 %. Bunnen er også her ganske slak, men stasjon C3 ligger ganske nærme den bratte skrånningen ned fra land, slik at man her kan forvente å finne større innslag av grovere partikler som har ramlet/blitt skylt ned ovenfra. Glødetapet var

på 9,0 %, noe som ikke var vesentlig forskjellig fra de andre stasjonene, og som også her indikerer relativt normale nedbrytningsforhold. Innholdet av organisk karbon (normalisert TOC) ble beregnet til 41,6 mg C/g på stasjon C3, noe som tilsvarer tilstandsklasse V = "Meget dårlig". Stasjon C3 får en dårligere tilstandsklasse for normalisert TOC enn stasjon C2, selv om glødetapet var lavere her. Det er fordi andelen finstoff i sedimentet var lavere på stasjon C3 (jf. metodekapitlet side 11). Innholdet av nitrogen i sedimentet på stasjon C3 like inntil anlegget var noe forhøyet, og lå på grensen mellom tilstandsklasse I = "God" og tilstandsklasse II = "Mindre god" (SFT 1993). Konsentrasjonen av fosfor i sedimentet på stasjon C3 var også noe høy, og at den var like høy som nitrogeninnholdet tyder på påvirkning fra anlegget. Det kunne man også vente ut fra at prøven ble tatt bare ca 5 meter fra merden.

Ved forundersøkelsen på lokaliteten i 2004 ble fire av sedimentprøvene analysert for kornfordeling og glødetap (Brekke m.fl. 2004). To av disse prøvene ble tatt henholdsvis ca 60 m vest for stasjon C1 på ca 407 m dyp (stasjon 5) og ca 60 m nordvest for stasjon C3 på ca 275 m dyp (stasjon 4). Begge disse prøvene hadde et glødetap på 7,3 %. På grunn av noe grovere sediment i disse prøvene enn ved den foreliggende MOM C-undersøkelsen, ble normalisert TOC beregnet til 33,8 mg C/g for stasjon 5 og 43,5 mg C/g for stasjon 4. Dette indikerer at det organiske innholdet i sedimentet (normalisert TOC) har gått litt ned på disse to stasjonene fra 2004 til 2007, samtidig som glødetapet har gått litt opp. I praksis tyder dette på at det ikke har vært noen vesentlig endring i innholdet av organisk materiale i sedimentet etter at anlegget ble etablert, verken like inntil anlegget eller ute i resipienten.

Det er noe overraskende at man ikke kan spore noen økning av det organiske innholdet i sedimentet like inntil anlegget med en bruttoproduksjon på ca 1300 tonn året forut for prøvetaking. Redokspotensialet (Eh) viste imidlertid en liten til middels belastning på stasjon C3 (NS 9410), noe som indikerer et noe redusert innhold av oksygen i sedimentet. Dette samsvarer godt med MOM B-undersøkelsen som ble utført på anlegget 15. mars 2007, der pH på 10 ulike stasjoner lå mellom 7.34 og 7.72, og Eh lå mellom -26 og -145, noe som gav tilstand 2 (middels belastning) på 8 stasjoner og tilstand 1 (lite belastning) på 2 stasjoner (Brekke 2007). Resultatene tyder likevel på svært god omsetning fra bunndyrene på lokaliteten, i alle fall når det gjelder organisk karbon. Således ser lokaliteten ut til å fungere tilfredsstillende med hensyn på organiske tilførsler.

Det ble målt et noe høyt innhold av kobber og sink på den dypeste stasjonen C1, og tilstandsklassen for disse to metallene var her II = "Moderat forurenset" (SFT 1997). På stasjon C2 og C3 var innholdet av kobber og sink lavere, og tilstandsklassen var I = "Ubetydelig-Lite forurenset" for disse, bortsett fra kobber på stasjon C3 inntil anlegget, der den målte verdien lå på grensen mellom tilstandsklasse I og II. Den noe forhøyete konsentrasjonen av kobber og sink ute i resipienten kan trolig ikke tilskrives anlegget.

## **Bunnfauna**

På stasjon C1 i dypområdet i Fusafjorden ble det til sammen i de to parallelle prøvene funnet 31 individer fordelt på 10 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 2,93 som gir dypområdet i Fusafjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse III = "Mindre god". På stasjon C2 ble det funnet en noe mer variert fauna, med til sammen 100 individer fordelt på 21 arter i de to parallelle prøvene. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble her beregnet til 3,61 som gir stasjonen tilstandsklasse II = "God".

Det var forholdsvis få arter og individer på disse to stasjonene, og resultatene kan ved første øyekast indikere at resipienten er belastet, men det trenger ikke være tilfelle. Det er ingenting i artsammensetningen som tyder på forureningspåvirkning her, og det er lite trolig at faunaen på stasjon C1 og C2 er påvirket av anlegget. Det er mer sannsynlig at det er naturlige betingelser (dybde og mudderbunn) som gjør at det var sparsomt med dyreliv, spesielt på stasjon C1. På stasjon C2 er sedimentet beskrevet å ha mer variert kornstørrelse (blanding av finsediment, sand og grus). Dette, i tillegg til mindre dybde, er sannsynligvis årsak til at det ble funnet en mer variert fauna på stasjon C2. Man kan trolig ikke forvente å finne særlig stor artsdiversitet på mudderbunn på over 400 meters dyp, og resultatene gjenspeiler dette.

Diversitet og tilstand i dypområdet i Fusafjorden/resipienten til anlegget ligger innenfor det som er funnet andre steder i tilsvarende fjordbasseng. I en undersøkelse i 2004 fant vi på 210 meters dyp i Finnøyfjorden (resipienten til Eidesvik Laks AS, lokalitet Nautvik) på prøvested C1 til sammen i to parallelle prøver 74 individer fordelt på 16 arter (Tveranger og Johnsen 2004b). Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 3,04 som ga dypområdet i Finnøyfjorden (resipienten til anlegget) tilstandsklasse II= "God". Diversitet og tilstand i dypområdet i Finnøyfjorden/resipienten til anlegget lå innenfor det som er funnet i de samme to marinbiologiske undersøkelser utført i 2000 og 2001 i de dypere områdene i Finnøyfjorden, som henvist til ovenfor (Anon 2000, 2001). Her lå Shannon-Wieners diversitetsindeks til dyresamfunnet på fem steder på dyp mellom 142 og 298 m mellom 3,07 og 4,32. Tre av stedene ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse II="God", og to steder ble klassifisert til SFTs' tilstandsklasse I="Meget god". Det gjøres oppmerksom på at disse undersøkelsene er gjort i forkant av eventuelle anleggsetableringer på to steder (omsøkt lokalitet Kjerringa og Hellestø) slik at de avspeiler naturtilstanden.

I Bømlafjorden ble det i 2006 tilsvarende funnet 32 individer fordelt på 12 arter på 318 m dyp, noe som ga en diversitetsindeks på 3,02, mens det på 254 m dyp i bakken mellom anlegget og det dypeste ble funnet 133 individer fordelt på 26 arter, noe som ga en indeks på 3,66 (Tveranger m.fl. 2006c). I Herdlefjorden ble det i 2004 på henholdsvis 300 og 264 meters dyp funnet 29 individer fordelt på 15 arter og 36 individer fordelt på 15 arter, noe som ga diversitetsindekser på henholdsvis 3,62 og 3,28 (Tveranger & Johnsen 2004d).

Disse eksemplene viser at det er vanlig å ha relativt få arter og individer og en diversitetsindeks på rundt 3 når man kommer ned på dyp rundt 2-400 meter, også i områder som ikke er påvirket av oppdrettsvirksomhet. Artssammensetningen blir da viktig for vurderingen av tilstand, og i dypområdet i Fusafjorden indikerte ikke faunaen spesielle tilførsler av noe slag.

På stasjon C3, helt inntil anlegget, var det derimot stor dominans av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata*. Også *Parahinome jeffreysii* forekom i stort antall. Denne dominansen kombinert med lavt antall arter gav lav diversitet og gjenspeiler tydelig påvirkning fra anlegget. Det ble til sammen i de to parallelle prøvene funnet 443 individer fordelt på 6 arter. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble beregnet til 0,84 som gir stasjon C3 (ved påvirkningskilden) tilstandsklasse V = "Meget dårlig". Den store dominansen av de to nevnte artene gav også en lav indeks for jevnhet, med 0,32. Det var ingen vesentlig forskjell mellom parallellene på noen av stasjonene, noe som tyder på representative prøveuttak.

Følsomme diversitetsindekser er lite egnet til å angi miljøtilstand i anleggets nærsone på grunn av den store, lokale påvirkningen fra anlegget, og helt opp til anlegget gjøres vurderingen derfor på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (NS 9410). Med til sammen 6 arter gav dette dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget miljøtilstand 2 = "Moderat påvirket". Selv om *Capitella capitata* dominerte kraftig med en andel på 81 %, var ikke dominansen så høy (90 %) at stasjonen havnet i miljøtilstand 3.

Selv om kvaliteten på dyresamfunnet i anleggets nærsone like inntil anlegget ut fra artsantallet og artssammensetningen blir gradert til miljøtilstand 2 (moderat påvirket), så viser dette en av de interessante mekanismene som inntreffer når store mengder organisk materiale blir tilført sedimentet på et begrenset sted (punktbelastning). De opportunistiske artene, her først og fremst representert ved børstemakken *Capitella capitata* stortrives under slike forhold og blomstrer opp i et stort antall og omsetter store mengder organisk materiale. Selv om dette ut fra en SFT kvalitetsvurdering av dyresamfunn blir vurdert som "Meget dårlig", så er det nettopp disse spesialistene fra naturens side som sørger for høy omsetning og muliggjør nedbryting av store mengder organisk materiale fra blant annet oppdrettsvirksomhet.

Disse spesialistene er også trolig årsaken til at man ikke kan spore noen vesentlig økning av det organiske innholdet i sedimentet like inntil anlegget i forhold til før etablering av anlegget (jf. diskusjon om sedimentkvalitet). Dette indikerer at miljøpåvirkningen fra anlegget i all hovedsak er helt lokal, og at mesteparten av det organiske materialet fra anlegget blir omsatt og omdannet her. Det kan selvsagt tenkes at noe av avsetningene fra anlegget, dvs de finpartikulære tilførselene vil spres effektivt vekk fra utslippstedet med tidevannet. Bare de største partiklene vil sedimentere helt lokalt ved anlegget, og den bortgående strømmen tar med seg alle de finere partiklene. Nå vil imidlertid disse partiklene bli spredd over et relativt stort område før noe av dette sedimenterer i det dypeste i Fusafjorden, og det er således trolig små mengder av de opprinnelige utslippene som vil sedimentere her. Det som er av påvirkning i de dypere partier av Fusafjorden skyldes mer forhold som er styrt av naturlige prosesser enn påvirkning fra oppdrettsanlegget ved Skavhella.

## KONKLUSJON

Sedimentkvaliteten var forholdsvis lik på alle de tre undersøkte stasjonene. Med hensyn på innhold av (normalisert) organisk karbon, nitrogen og fosfor i sedimentet var tilstanden best på stasjon C1 ved det dypeste i Fusafjorden, og omtrent like god på stasjon C2 mellom anlegget og det dypeste. Forholdene i sedimentet rett ved anlegget (stasjon C3) var noe mer påvirket, spesielt for innholdet av fosfor og elektrodepotensialet i sedimentet, mens innholdet av organisk karbon og nitrogen ikke var vesentlig forskjellig fra de andre to stasjonene. For innholdet av metallene kobber og sink var det omvendt, der konsentrasjonene var høyest på stasjon C1, tilsvarende tilstandsklasse II = "Moderat forurenset". Kvaliteten på dyresamfunnet ble klassifisert til henholdsvis "Mindre god" og "God" på stasjon C1 og C2 i Fusafjorden, mens det var "Meget dårlig" på stasjon C3 like inntil anlegget. Stasjon C3 ble ut fra NS 9410 vurdert til å være "Moderat påvirket" (miljøtilstand 2) av oppdrettsvirksomheten, og dyresamfunnet var preget av dominans av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata*.

Stasjon C3 like inntil anlegget var tydelig påvirket av oppdrettsvirksomheten, men påvirkningen var moderat og lokal. Tilstanden på de to andre stasjonene var trolig i liten grad påvirket av oppdrettsvirksomheten, og gjenspeiler i all hovedsak naturtilstanden. Tilstanden ute i resipienten var ikke vesentlig endret fra forundersøkelsen, og avviker ikke fra det man finner i andre tilsvarende fjordbassenger, verken for sedimentkvalitet eller for bunnfauna. Lokaliteten Skavhella ser ut til å fungere godt med oppdrettsvirksomhet av den nåværende størrelse og anleggstype. Dette gjenspeiles også i en MOM-B undersøkelse utført 15. mars 2007 rett etter maksimal belastning på lokaliteten, der lokaliteten på prøvetakingstidspunktet var middels belastet (tilstand 2 = nest beste tilstand) (Brekke 2007).

## REFERANSER

**ANON 2000.**

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

**ANON 2001.**

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

**BREKKE, E. 2007.**

MOM B-gransking av oppdrettslokaliteten Skavhella i Os våren 2007.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 991, 20 sider.*

**BREKKE, E., B. TVERANGER & G.H. JOHNSEN 2004.**

Straummålingar og lokalitetsklassifisering av ny oppdrettslokalitet ved Skavhella i Os kommune.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 706, 38 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, hardbunnsorganismer 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**

Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. 1. utgave mars 2000.

**NORSK STANDARD NS 9422**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder.

**NORSK STANDARD NS 9423**

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



**RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.**

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

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

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

**STIGEBRANDT, A. 1992.**

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

**TVERANGER B. & G.H. JOHNSEN 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, sommeren 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 1.** Oversikt over bunndyr funnet i sedimentene på tre stasjoner i Fusafforden 8. mars 2007. Prøvene er hentet ved hjelp av en 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen Grabb, og det ble tatt to parallelle prøver hvert sted (A og B). Prøvetakingen dekker dermed et samlet bunnareal på 0,2 m<sup>2</sup> på hvert sted. Prøvene er sortert av Christine Johnsen og artsbestemt ved Lindesnes Biolab av cand. scient. Inger D. Saanum.

ART	Skavhella C1			Skavhella C2			Skavhella C3		
	A	B	A+B	A	B	A+B	A	B	A+B
<b>ANTHOZOA</b>									
<i>Cerianthus loydii</i>	2		2						
<b>SIPUNCULIDA</b>									
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	5	3	8	9	8	17			
<b>NEMERTINEA</b>									
<i>Nemertinea spp.</i>					3	3			
<b>POLYCHAETA - Flerbørstemakk</b>									
<i>Pholoe inornata</i>				1		1			
<i>Aphrodita aculeata</i>					1	1			
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					1	1			
<i>Neiremyra punctata</i>							2		2
<i>Nephtys sp.</i>	1	1	2	4		4			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>							46	28	74
<i>Lumbrineris sp.</i>				1	2	3			
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>		2	2	9	3	12		1	1
<i>Prionospio steenstrupi</i>				1		1	2	4	6
<i>Spiophanes krøyeri</i>				2	1	3			
<i>Chaetozone setosa</i>				1	5	6			
<i>Brada villosa</i>				2		2			
<i>Ophelina acuminata</i>		1	1						
<i>Capitella capitata</i>	2		2	1		1	178	181	359
<i>Heteromastus filiformis</i>					1	1			
<i>Terebellides stroemi</i>				13	6	19			
<i>Trichobranchus roseus</i>	1		1	1		1			
<i>Streblosoma intestinale</i>								1	1
<b>MOLLUSCA - Bløtdyr</b>									
<i>Chaetoderma sp.</i>				1	1	2			
<i>Tellina sp.</i>				1		1			
<i>Thyasira spp.</i>	5	3	8	2	2	4			
<b>CRUSTACEA - Krepser</b>									
<i>Eriopisa elongata</i>	1	2	3	2		2			
<b>ECHINODERMATA - Pigghuder</b>									
<i>Amphiura filiformis</i>		2	2	8	7	15			
Antall individer	17	14	31	59	41	100	228	215	443
Antall arter	7	7	10	17	13	21	4	5	6
Diversitet, H'	2,49	2,70	2,93	3,42	3,30	3,61	0,86	0,77	0,84
Pielou's Jevnhet (J)	0,61	0,71	0,88	0,84	0,89	0,82	0,43	0,33	0,32
H' max	2,81	2,81	3,32	4,09	3,70	4,39	2,00	2,32	2,58