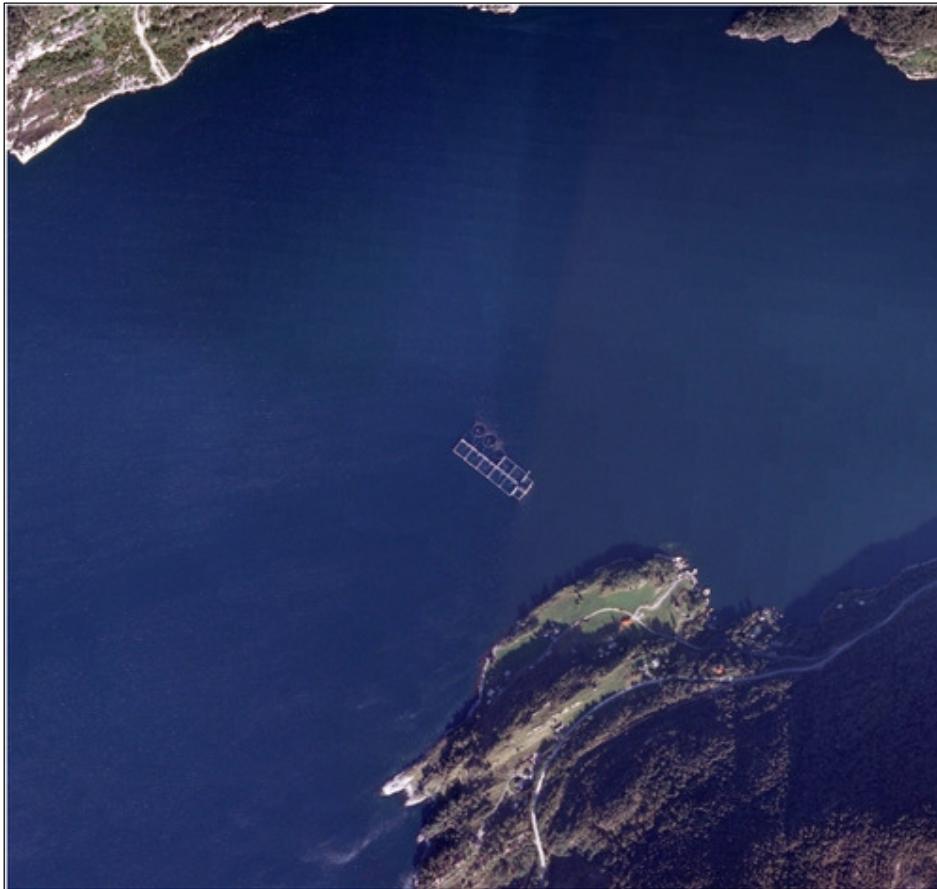


R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

# MOM C-gransking ved lokaliteten Mjåneset i Fusa kommune



Rådgivende Biologer AS 1431





# Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

MOM C - gransking ved lokaliteten Mjåneset i Fusa kommune

FORFATTARAR:

Erling Brekke og Mette Eilertsen

OPPDRAVGJEVER:

Bolaks AS

OPPDRAGET GITT:

januar 2011

ARBEIDET UTFØRT:

februar 2011

RAPPORT DATO:

9. mai 2011

RAPPORT NR:

1431

ANTAL SIDER:

33

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-844-6

EMNEORD:

- Resipientgransking
- Fusa kommune
- Hordaland Fylke

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no)      E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78      Telefaks: 55 31 62 75

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Bolaks AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 12047 Mjåneset i Fusa kommune. Lokaliteten er godkjent for ein maksimalt tillaten biomasse (MTB) på 2340 tonn.

Granskinga av resipienten til lokaliteten Mjåneset er pålagt frå Fylkesmannen i Hordaland og utført i samband med fornying av utsleppstillatelse til lokaliteten.

Det har vore utført ein del ulike granskingar i Sævareidfjorden tidlegare, og tre granskingar omfattar prøvetaking og resultat som kan direkte eller til ein viss grad samanliknast med vår gransking i 2011. Dette gjeld to resipientgranskingar av IFM frå 1985 og 1993 (Johannessen & Wennevik 1985 og Botnen, mfl. 1994), samt ei resipientgransking av Aqua Management AS i 2003 (Anon 2004).

Denne rapporten presenterar resultata frå ei MOM C-gransking med innsamling av botnprøvar av sediment og botndyr, samt hydrografiprofilar i resipienten den 16. februar 2011.

Rådgivende Biologer AS takkar Bolaks AS ved Terje Moss for oppdraget og Arild Legland for lån av båt og assistanse ved feltarbeidet.

Bergen, 9. mai 2011

## INNHOLD

Føreord.....	2
Innhald .....	2
Samandrag .....	3
Innleiing.....	4
Områdeskildring.....	7
Metode og datagrunnlag .....	9
Resultat .....	14
Sjiktning og hydrografi .....	14
Sedimentkvalitet.....	15
Blautbotnfauna .....	19
Vurdering av tilstand .....	23
Referansar .....	30
Vedleggstabellar.....	32

## SAMANDRAG

**Brekke, E. & M. Eilertsen 2011.**

*MOM C – gransking av lokaliteten Mjåneset i Fusa kommune*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1431, 33 sider. ISBN 978-82-7658-844-6*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Bolaks AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 12047 Mjåneset i Fusa kommune. Den 16. februar vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på tre stasjonar frå nær anlegget og eit stykke ut i Sævareidsfjorden, samt hydrografiprofilar på to av desse stasjonane.

Sævareidfjorden er ein ca 6 km lang sidefjord til Bjørnafjorden, og går først ca 4 km vestover frå Sævareid, før hovudløpet dreiar sørover ca 2 km og opnar seg ut mot indre del av Bjørnafjorden. Lokaliteten ligg bra skjerma for sterkt værpåverknad frå dei fleste retningar, men ligg ope og noko eksponert til mot Bjørnafjorden i sørvest. Bjørnafjorden er ein brei og djup fjord med svær resipientkapasitet.

Granskinga den 16. februar 2011 viser at eventuell belastning ved oppdrettslokaliteten Mjåneset er lokal, og at denne i liten grad påverkar resipienten. Den lokale påverknaden kan hovudsakleg knyttast til botnfaunaen, der individtal og artsamansetning gjev klare teikn på tilførslar av organiske tilførslar, noko som ikkje er uventa kun 30 meter frå anlegget. Tilhøva for botndyra er likevel overraskande gode då det vart registrert eit svært høgt artsantal, høgt innslag av forureiningomfintlege artar og svært mange individ, som aktivt bryt ned dei organiske tilførslane. Stasjonen hamna i nest beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet og i beste tilstandsklasse med omsyn på indikatorartsindeksen. Stasjonen hamna også i beste MOM C-tilstandsklasse (Miljøtilstand 1) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

God vassutskifting er viktig for at eit slikt botndyrsamfunn skal kunne eksistere, då det ofte kan oppstå oksygenmangel ved botnen med store mengder organiske tilførslar, og hydrografimålingar viser at det er gode oksygentilhøve i heile vassøyla ned til botnen. Stasjon C2 hamna i nest beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet og i beste tilstandsklasse med omsyn på indikatorartsindeksen, men med svake forureiningseffektar som kan knyttast til dominans av den forureiningstolerante fleirbørstemakken *P.paucibranchiata*. Stasjon C3 hamna i beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet, og indikatorartsindeksen syner også nærast upåverka tilhøve.

Sedimentet på dei djupaste punkta var som venta finkorna, med høg andel pelitt (silt og leire). Det organiske innhaldet i sedimentet var for det meste lågt til moderat og indikerar at det føregår normal nedbryting av organisk materiale i sedimenta. Det vart påvist låge konsentrasjonar av tungmetalla sink, kopar og kadmium, tilsvarannde bakgrunnsnivå.

Resultat frå denne granskinga såg generelt ut til å samsvare godt med tidlegare granskingar med omsyn på dei element som kan samanliknast. Det kan ikkje påvisast nokon vesentlege endringar, men det ser ut til å ha vore ein generell auke i individtal hjå botnfaunaen.

## INNLEIING

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 vere stagnante, medan overflatevatnet hyppig vert skifta ut fordi tidevatnet to gonger dagleg strøymer fritt inn og ut. I dei store fjordane vil djupvatnet utgjere svært store volum, og djupnene kan vere på mange hundre meter. Sævareidfjorden er recipient for Bolaks AS avd. Mjåneset. Fjorden har god djupne, og djupe "tersklar" ut mot det svære Bjørnafjordsystemet som sikrar god utskifting av bassengvatn i fjorden.

"*Overflatelaget*" vil ofte kunne vere prega av ferskvassstilrenning slik at det utgjer eit varierande tjukt brakkvasslag på toppen. Under dette finn ein "*tidevasslaget*" som er påverka av det to gonger daglege inn- og utstraumande tidevatnet. Frå nokre meter under terskelnivået finn ein "*djupvatnet*", som og ofte kan vere sjikta i eit "*øvre- og nedre- djupvasslag*" grunna ulikskapar i temperatur, saltinhald og oksygenforbruk.

Ved dei tilhøva ein har stabilt djupvatn innanfor ein terskel, er tettleiken i slike sjøbasseng (pollar eller lokalt terskla sjøområde) vanlegvis større enn i det daglege innstraumande tidevatnet, og her føregår det to viktige prosessar. For det første vert oksygenet i vassmassane forbrukt jamt på grunn av biologisk aktivitet knytta til nedbryting av organisk materiale. For det andre skjer det ein jamn tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad av det inn- og utstraumande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstraumande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påverknaden på dei underliggjande vassmassane vil kunne bli stor. Når tettleiken i djupvatnet er blitt så låg at den tilsvavar tidevatnets tettleik, kan djupvatnet skiftast ut med tilførsel av friskt vatn heilt til botn i bassenget.

Vinterstid kan og tyngre og saltare vassmassar komme nærmere overflata i sjøområda langs kysten, fordi ferskvasspåverknaden til kystområda då er liten og brakkvasslaget vert tynnare. Dersom dette tyngre vatnet kjem opp over terskelnivå, vil ein kunne få ein fullstendig utskifting av djupvatnet innafor terskelen. Frekvensen av slike utskiftingar er i stor grad avhengig av terskelen sitt djup,- dess grunnare terskel dess sjeldnare førekjem utskiftingar av denne typen. Sævareidfjorden har eit makismaldjup på ca 340 m, og med djupe "tersklar" på vel 150 og 200 m vil ein få fornying av bassengvatnet minst ein gong i året om våren eller forsommarsåt vatnet normalt er tyngst (Gade og Furevik 1994). Truleg vil det vere fornying også oftare, kanskje tilnærma kontinuerleg.

I slike innestengde djupvassområde, som altså finnест 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).

Alt organisk materiale som vert tilført eit sjøområde, anten frå dei omkringliggjande landområda, frå det dagleg innstrøymane tidevatnet, eller frå sjøområdet sin eigen produksjon av algar og dyr i vassmassane, bidreg til ein sedimentasjon av dødt organisk materiale som legg seg på botnen. Dette er ein naturleg prosess, som kan auke i omfang dersom store mengder organisk materiale vert tilført. Viktige kjelder kan vere kloakk eller til dømes spillfør og fekalier frå fiskeoppdrettsanlegg. Store eksterne tilførslar av organisk nedbrytbart materiale til djupvatnet i sjøområda vil imidlertid auke oksygenforbruket i djuvatnet. Dersom oksygenet i djupet er brukt opp, vil sulfatreduserande bakteriar halde fram nedbrytinga, og den giftige gassen hydrogensulfid ( $H_2S$ ) vert donna. Dyreliv vil ikkje førekomme under slike vilkår. Mange basseng vil også frå naturen si side ha ein balanse som gjer at

slike situasjonar vil oppstå utan ekstra ytre påverknad. Det treng difor ikkje vere eit teikn på "overbelastning" at det førekjem hydrogensulfid i djupvatnet og i sedimenta.

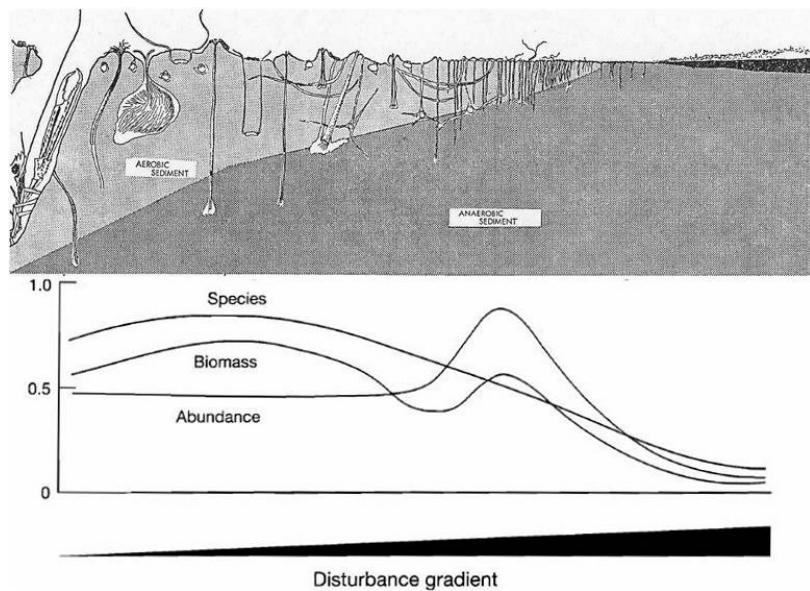
Glødetap er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførslar av organisk stoff at den biologiske nedbrytinga ikkje greier å halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige forhold. Innhald av organisk karbon (TOC) i sedimentet er eit anna mål på mengde organisk stoff, og dette er vanlegvis omtrent 0,4 x glødetapet. Den forventa naturtilstanden for sediment i sjøbasseng der det er gode nedbrytingstilhøve ligg på rundt 30 mg C/g eller mindre.

Sedimentprøver og botndyrprøver frå dei djupaste områda i dei undersøkte sjøbassenga gjenspeglar difor desse tilhøva på ein utfyllande måte. Basseng som har periodevis og langvarige oksygenfrie tilhøve, vil ikkje ha noko dyreliv av betydning i dei djupaste områda, og vil dermed ha ein sterkt redusert nedbryting av organisk materiale på botnen. Då vil innhaldet av ikkje-nedbrote organisk materiale vere høgt i sedimentprøver. Statens forurensningstilsyn (SFT) har utarbeida oversiktlege klassifikasjonssystem for vurdering av desse tilhøva.

Det er utvikla ein standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning frå fiskeoppdrettsanlegg, som også inkluderar granskinger i resipientar (MOM-gransking). MOM (Matfiskanlegg, Overvåking og Modellering) består av eit overvakningsprogram (B- og C-granskinger) og ein modell for berekning av lokaliteten sin bereevne og fastsetting av lokaliteten sin produksjonskapasitet. For nærmere skildring av overvakningsprogrammet syner ein til «Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet 1997» (Hansen m. fl., 1997) og Norsk Standard for "Miljøpåvirkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg" (NS 9410:2007). Denne resipientgranskingsa følgjer opplegget for ei MOM C-gransking, som er ei gransking av botnilstanden frå anlegget (nærsona) og utover i resipienten (fjernsona).

## BLAUTBOTNFAUNA

Blautbotsfauna er dominert av fleirbørstemakk, krespdyr, muslingar og pigghudingar, men det er mange ulike organismegrupper som kan vere representert. Det er vanleg å nytte blautbotsfauna som indikator på miljøtilhøva, og for å karakterisere verknadane av ei eventuell forureining. Mange dyr som har sedimentet som habitat er relativt lite mobile og fleirårige, og ut frå dette kan ein difor registrere unaturleg forstyring på miljøet. Samfunnet kan beskrivast og talfestast. Ved hjelp av slik informasjon kan ein sjå om negative påverknadar har ført til ein dominans av forureiningstolerante artar, reduksjon i talet på artar og reduksjon i diversitet. Er det gode og upåverka botntilhøve med oksygenrikt sediment blir dette vist av større, djuptgravande individ (figur 1). Her vil det vere mange artar som førekjem i få eksemplar kvar, og fordelinga mellom individua vil vera nokolunde jamn. I område med moderate tilførslar vil botnen få ein ”gjødslingeffekt”, som fører til at ein då vil sjå dyr av mindre storleik, samt ein auke av tolerante artar som førekjem i høge individantal (Kutti m.fl. 2007). I svært påverka område eller under tilnærma oksygenfrie tilhøve vil ein berre finne forureiningstolerante artar, som til dømes *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, ofte med svært høge individantal. Ei ”overgjødsling” vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.



**Figur 1.** Biletet (over) og modell (under) illustrerer endringar i botndyrsamfunnet som ein respons på organiske tilførslar, oksygenmangel og fysiske forstyrningar (frå Pearson & Rosenberg, 1978).

Granskingsar av blautbotsfauna er svært vanleg i miljøgranskingsar. Eit døme på overvaking av blautbotsamfunnet over tid i ein større skala, er frå olje- og gassverksemde i Nordsjøen. Med utbygging og etablering av oljeverksemde har det vore eit krav om både biologiske, fysiske og kjemiske granskingsar. Over tid har det vist seg at oljeindustrien har tilført miljøgifter i sedimenta med merkbare påverknader på dyresamfunnet i blautbotnen. Miljøgranskingsar vart starta i 1997 og har sidan vorte utført tre gonger. I løpet av desse granskingsane har ein registrert store mengder av blant anna oljehydrokarboner, barium, kopar og bly i sedimenta som skaper store forstyrningar i botndyrafaunaen. Ved hjelp av færre og mindre utslepp, og strengare reinse-/utsleppskrav, har ein sett ei merkbar endring i tilstanden hos blautbotnfaunaen (Botnen m.fl. 2007).

## OMRÅDESKILDRING

MOM C-granskinga er utført på lokaliteten Mjåneset i Sævareidfjorden i Fusa kommune (**figur 2**). Sævareidfjorden er ein ca 6 km lang sidefjord til Bjørnafjorden, og går først ca 4 km vestover frå Sævareid, før hovudløpet dreiar sørover ca 2 km og opnar seg ut mot indre del av Bjørnafjorden (**figur 2 og 3**). Lokaliteten ligg bra skjerma for sterk værpåverknad frå dei fleste retningar, men ligg ope og noko eksponert til mot Bjørnafjorden i sørvest. Bjørnafjorden er ein brei og djup fjord med svær resipientkapasitet.

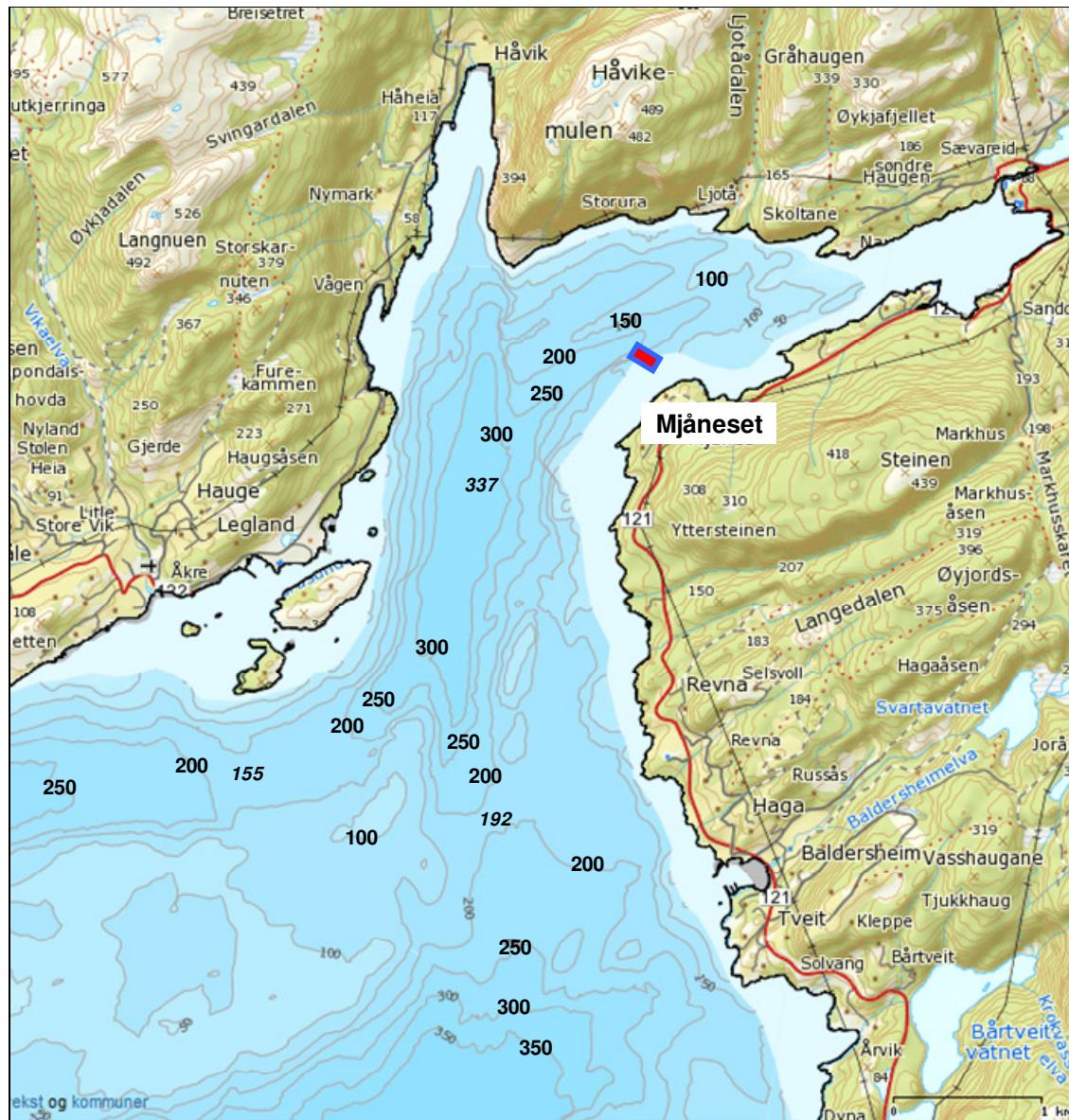


**Figur 2.** Oversikt over indre del av Bjørnafjorden og Fusafjorden, med lokaliteten Mjåneset i Sævareidfjorden avmerka. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

Botnen i lokalitetsområdet skrånar noko bratt nedover mot vest-nordvest frå land ved Mjåneset til ca 175 meters djupne under anlegget ved det ytterste buret, om lag 350 meter frå land (**figur 4 og 5**).

Botnen skrånar bratt vidare før det raskt flatar ut på ca 215 m djup i botnen av eit vestsørvestgåande dalføre, ca 30 m nord for anlegget. Vidare sørvestover går botn i dette dalføret slakt nedover, men flatar noko ut i eit lokalt djupområde med djupner på ca 250 m vel 400 meter frå anlegget.

Frå dette flatare området går botnen vidare slakt nedover, før det går noko brattare ned mot djupområdet i Sævareidfjorden. Om lag 1,4-1,5 km sørvest for anlegget finn ein største djup i dette djupområdet, som er på ca 340 meter (**figur 3**). Frå djupområdet og ut mot Bjørnafjorden er det to djupe ”tersklar”, ein mot vest på vel 150 meter og ein mot sør på knappe 200 meter. Vestover i Bjørnafjorden er djupnene for det meste 4-500 meter, og over 600 meter vidare nordover i Langenuen og ut i Korsfjorden. Det djupe Bjørnafjordsystemet er altså ikkje terskla ut mot Nordsjøen, og dette gjer at det vil vere kontinuerleg god utskifting og gode oksygentilhøve i heile vassøyla i fjordsystemet. Dei djupe ”tersklane” inn mot Sævareidfjorden gjer at det truleg også her vil vere kontinuerleg god utskifting og gode oksygentilhøve ned til botnen i lokalitetsområdet og i djupområdet austanfor. Den lokale resipienten i Sævareidfjorden vil såleis ha god resipientkapasitet.



**Figur 3.** Sævareidfjorden og utsnitt av Bjørnafjorden med djupnekoter og avmerking av lokaliteten Mjåneset. Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.kystverket.no>.

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Det vart utført ei MOM C – resipientgransking den 16. februar 2011 ved lokaliteten Mjåneset til Bolaks AS i Sævareidfjorden i samband med utgriing av miljøpåverknaden i nærsona til anlegget og utover i recipienten. Hovudinnhaldet i granskinga består av ein analyse av hydrografi i vassøyla, sedimentkvalitet (kornfordeling, kjemiske analysar) og botndyrsamfunnet si samansetjing. Både prøvetaking og vurdering vert utført i samsvar med NS 9410:2007, NS-EN ISO 5667-19, NS-EN ISO 16665, samt i samsvar med SFTs klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thelin 1993; Molvær mfl. 1997).

NS 9410:2007 gjev eit oversyn over kva granskingar som vert anbefalt utført i samband med granskinga sitt føremål (**tabell 1**). Denne granskinga tek utgangspunkt i miljøpåverknad ved anlegget (nærsona) og vidare utover i recipienten (overgangssona og fjernsona).

**Tabell 1.** *Oversyn over soneinndelinga i MOM-systemet. Tabellen skildrar påverknadskjelde og potensiell påverknad, samt kva type granskingar som inngår i overvakainga og kva slags miljøstandardtypar som vert brukt (frå NS 9410:2007).*

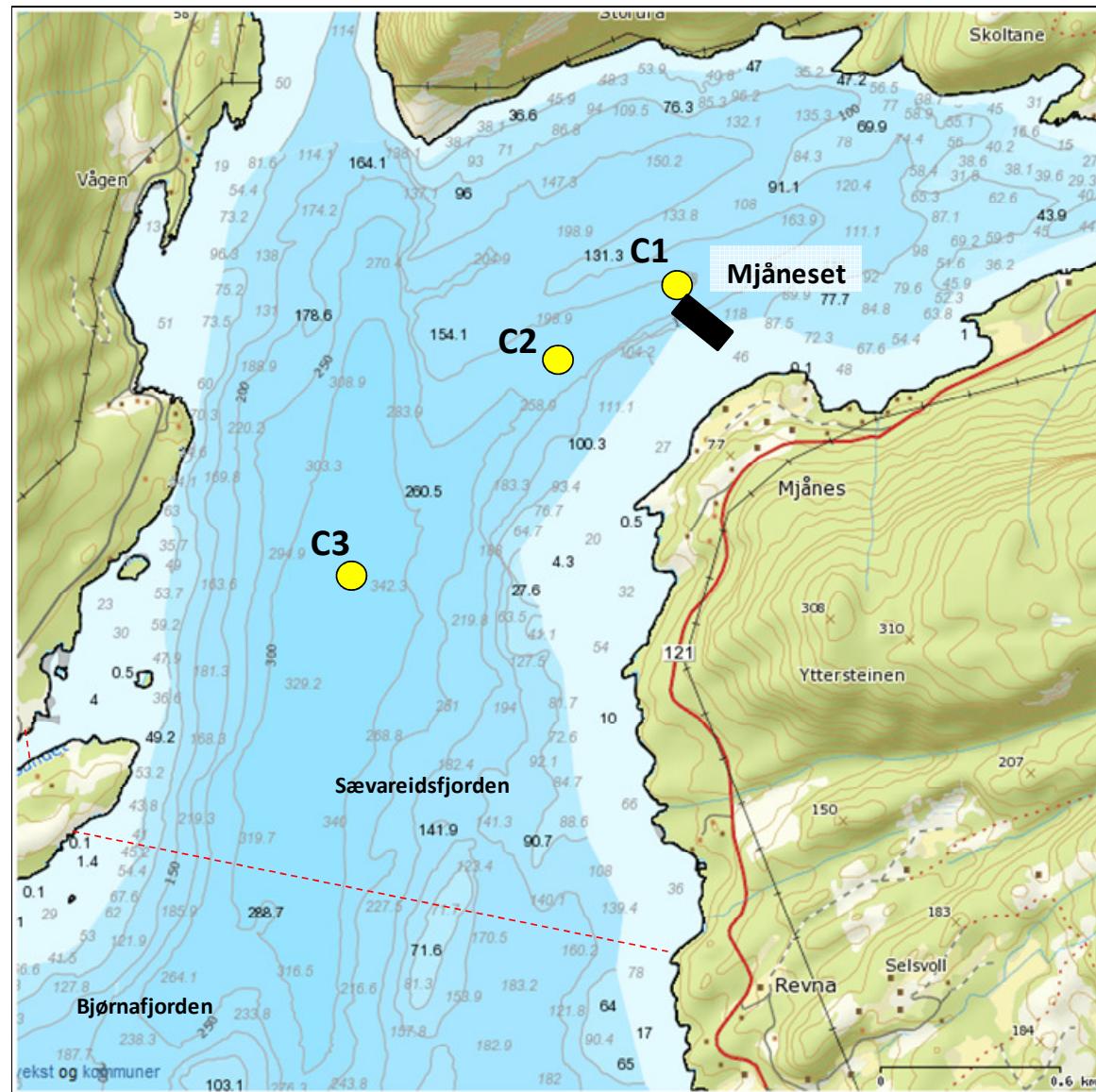
	Nærsona	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Område under og i umiddelbar nærhet til et anlegg der det meste av større partikler vanlegvis sedimenterer.	Område mellom nærsone og fjernsone der mindre partikler sedimenterer. På dype, strømsterke lokaliteter kan også større partikler sedimenteres her.	Område utenfor overgangssonene.
Påvirknings-kilde	Akvakulturanlegget.	Akvakulturanlegget er hovedpåvirker, men andre kilder kan ha betydning.	Akvakulturanlegget er en av flere kilder.
Potensiell påvirkning	Endringer i fysiske, kjemiske og biologiske forhold i bunnen.	Vanlegvis mindre påvirkning enn i nærsonen.	Økt primærproduksjon og oksygenforbruk i dypvannet. Oksygenmangel i resipenter med dårlig vannutskifting.
Undersøkelse	Primært B	Primært C	C
Miljøstandard	Egne grenseverdier gitt i NS 9410:2007	Egne grenseverdier gitt i NS 9410:2007	SFT: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Temperatur, oksygen- og saltinnhald i vassøyla vart målt til botn på stasjon C1 og C3 ved hjelp av ein SAIV SD 204 nedsenkbar sonde som loggar kvart 2. sekund (jf. **figur 4, tabell 2**).

Ved MOM C-granskinga vart sedimentet granska på tre ulike stader. Stasjon C1 vart tatt i nærsona til anlegget høvesvis ca 30 m nordvest for den ytterste ringmerden, stasjon C2 vart tatt utover i Sævareidsfjorden, ca 405 m vestørvest for anlegget. Stasjon C3 vart tatt på det djupaste i recipienten i Sævareidfjorden, ca 1,4 km sørvest for anlegget (**figur 4 og 5, tabell 2**). Ved plassering av stasjon C1 vart det lagt vekt på å ikkje leggje stasjonen på bratt fjellbotn, slik det er under anlegget. Stasjonen vart plassert ved foten av skråninga, så nær anlegget som det var praktisk mogeleg å komme, og slik at ein ikkje kom i konflikt med fortøyningane til anlegget. Stasjon C2 vart teken i same posisjon som stasjon 2 ved granskinga i 2003 (Anon. 2004). Stasjon C3 vart flytta noko lenger sør og på djupare vatn i høve til tidlegare granskingar i 2003 (Anon. 2004) og 1993 (Botnen mfl. 1994). Årsaka til dette var at ei fortøyning til anlegget ved Håvikvågen vart plassert få meter frå posisjonen etter granskinga i 2003, og for å unngå konflikt med fortøyningane vart stasjonen flytta i god avstand sør for fortøyningsområdet.

**Tabell 2.** Posisjonar (WGS 84) for stasjonane ved MOM C-resipientgranskingsa ved lokaliteten Mjåneset og i Sævareidfjorden i Fusa kommune, 16. februar 2011.

Stasjon:	C1	C2	C3
Posisjon nord	60° 10,632'	60° 10,482'	60° 10,041'
Posisjon aust	5° 43,289'	5° 42,887'	5° 42,263'
Djupne (m)	213-215	245	337



**Figur 4.** Stasjonane C1 – C3 i MOM C-resipientgranskingsa av sjøområdet ved og utanfor lokaliteten Mjåneset i Sævareidfjorden 16. februar 2011. Stipla linje viser avgrensinga mellom Bjørnafjorden og Sævareidfjorden i høve til Fjordkatalogen.



**Figur 5.** Nærbilete av stasjonen C1, tatt i nærsona ved anlegget til Bolaks AS i Sævareidfjorden 16. februar 2011.

To parallelle sedimentprøver vart tekne med ein  $0,1 \text{ m}^2$  stor vanVeen-grabb på kvar av dei tre undersøkte stadane for vurdering av botnfauna. Sedimentet for kvar av dei to parallelle prøvene vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart fiksert på kvar sin boks med formalin tilsett bengalrosa og teke med til lab for sortering og analyse av fauna.

Til analyse av høvesvis kornfordeling og kjemiske parametrar vart det teke to parallelle prøver med ein  $0,028 \text{ m}^2$  stor vanVeen-grabb i same posisjon som for den store grabben. Det vart teke ut prøve frå dei øvste 2-5 cm av sedimentet, og sedimentet frå dei to parallellelane på kvar stasjon vart slegne saman til ein blandeprøve før analysering. Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og vart utført etter standard metodar (NS-EN ISO 16665). Bearbeiding av dei resterande kjemiske analysane (tørrstoff, glødetap, total nitrogen (totN) og total fosfor (totP), sink, kopar og kadmium) vart også utført i samsvar med NS-EN ISO 16665. Vurdering av resultatene er i høve til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (Molvær m. fl. 1997, Bakke m. fl 2007), samt Rygg (2002).

Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte etter AJ 31, men for å kunne nytte klassifiseringa i SFT (1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter nedanforstående formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven.:

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

## BOTNFAUNA

Botndyrprøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen og artsbestemt ved Marine Bunndyr AS av Øystein Stokland.

Det er utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) på kvar enkelt parallel og for kvar stasjon samla. Vurderinga av botndyrsamsetnaden 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.

Jamleiken av prøven på stasjonane er også kalkulert, ved Pielous jamleksindeks (J):

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

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

Dersom talet på artar er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, vert verdien på diversitetsindeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneheld få artar vert verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individua 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 eit dårleg mål på miljøtilstand i prøver med mange artar, men der svært mange av individua tilhøyrer ein art. Diversiteten vert låg som følgje av skeiv fordeling av individua (låg jamleik), mens mange artar viser at det er gode miljøtilhøve. Ved vurdering av miljøtilhøva vil ein i slike tilfelle legge større vekt på talet på artar og kva for artar som er til stades enn på diversitet.

Det er dessutan etablert eit klassifiseringssystem basert på førekommstar av sensitive og forureiningstolerante artar (Rygg 2002) (tabell 3). Ein indikatorartsindeks (ISI = Indicator species index) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artar sin reaksjon på ugunstige miljøtilhøve. Artar som er sensitive for miljøpåverknadar har høge sensitivitetsverdiar, medan artar med høg toleranse har låge verdiar. Indikatorindeksen er eit gjennomsnitt av sensitivitetsverdiane til alle artane som er til stades i prøven. Den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Capitella capitata* har til dømes ein sensitivitetsverdi på 2,46, medan fleirbørstemarken *Terebellides stroemi*, som ein vanlegvis finn i upåverka miljø, har ein sensitivitetsverdi på 9,5.

**Tabell 3.** Klassifikasjonssystem for blautbotnfauna basert på diversitet ( $H'$ ) (Molvær mfl. 1997) og ein forsøksvis klassifisering ved bruk av indikatorartsindeks (ISI) (Rygg 2002).

		Klassar				
	Parameter	I Svært god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Diversitet til indikator artar av blautbotnsfauna</b>	Shannon-Wiener index ( $H'$ , $\log_2$ )	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Indicator species index (ISI)	>8,75	8,75-7,5	7,5-6	6-4	4-0

Heilt opp til eit utslepp vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. I nærscona til anlegget blir vurderinga difor og gjort på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter nærmere skildring i NS 9410:2007 (**tabell 4**).

**Tabell 4.** Grenseverdiar nytta i nærscona til eit utslepp for vurdering av prøvestasjonen sin miljøtilstand (frå NS 9410:2007).

Miljøtilstand 1	-Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 65% av det totale individantalet.
Miljøtilstand 2	-5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Meir enn 20 individ utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; -Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individantalet.
Miljøtilstand 3	-1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

## GEOMETRISKE KLASSAR

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv (**tabell 5**). For ytterlegare informasjon kan ein visa til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x- aksen og antal artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominérande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

**Tabell 5.** Døme på inndeling i geometriske klassar.

Geometrisk klasse	Tal individ/art	Tal artar
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0
X	512-1032	1

## RESULTAT

### SJIKTNING OG HYDROGRAFI

Målingar av temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla vart gjort i ein vintersituasjon den 16. februar 2011 på stasjon C1 ved anlegget og stasjon C3 på det djupaste i Sævareidfjorden (**figur 6**).

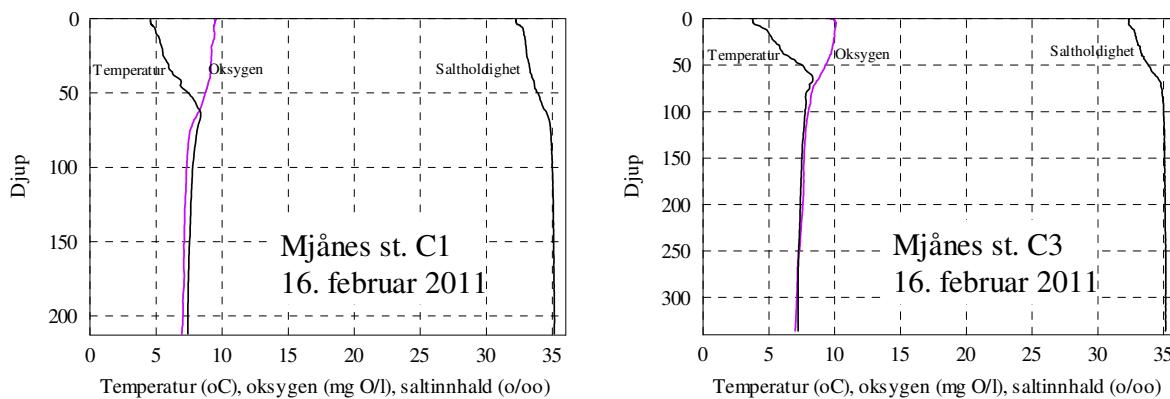
Profilane for dei to stasjonane i Sævareidfjorden var i stor grad samanfallande nedover i djupna, og det er difor for det meste teke utgangspunkt i den djupaste stasjonen C3 ved gjennomgang av resultata.

Profilen ved stasjon C3 i Sævareidfjorden viser at overflatelaget var lite ferskvasspåverka. Dei øvste 5 metrane var temperaturen og saltinnhaldet stabilt. Frå 5 m djup og ned til om lag 70 m djup var det aukande saltinnhald og temperatur, før både temperaturen og saltinnhaldet stabiliserte seg vidare nedover i djupvasslaget til botnen.

Temperaturen i overflata på begge stader var normalt låg frå 3,8-4,8°C ned til 5 m djup. Vidare nedover i vassøyla auka temperaturen jamt til rundt 8,3 °C på om lag 60-70 meters djupne. Frå 70 meter og til botn sokk temperaturen ned til 7,4 °C (**figur 6**).

Saltinnhaldet var begge stader høgt i overflata med 32,2-32,4 %. Saltinnhaldet auka jamt frå overflata og ned til 70 m djup der det vart målt til 34,8 %. Vidare ned i vassøyla mot botnen var saltinnhaldet stabilt på om lag 35,1 %.

Oksygeninnhaldet var høgt i heile vassøyla ned til botnen på stasjon C3, med 9,9 mg/l i overflata, 8 mg/l på 100 m og 7 mg/l på botnen, noko som tilsvarar ei oksygenmetning på 96 % i overflata og 75 % på botnen. Dette tilsvarer SFTs tilstandsklasse I = "meget god".



**Figur 6.** Temperatur ( °C) i vassøyla på stasjon C1 og C3 i Sævareidfjorden vinteren 2011.

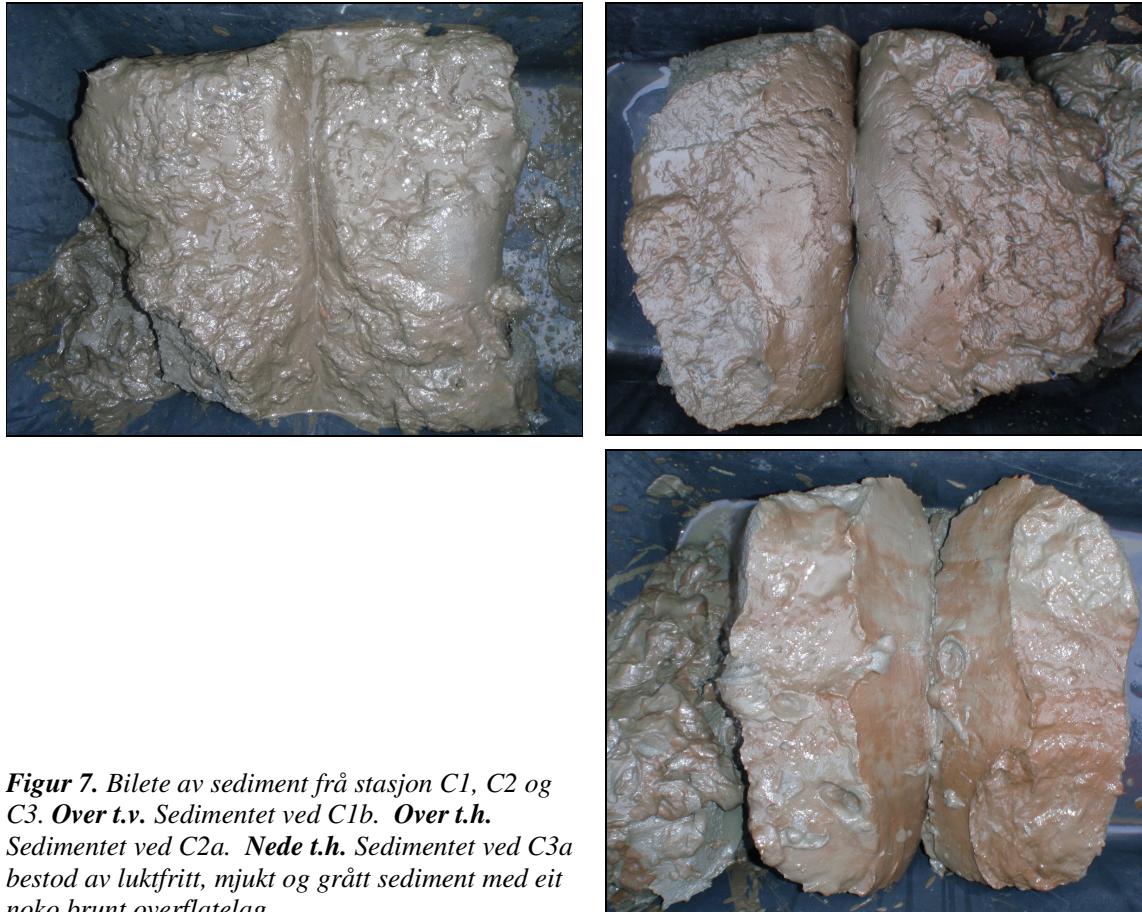
## SEDIMENTKVALITET

### SKILDRING AV PRØVENE

**Stasjon C1** ligg ca 30 m nordvest for den ytste ringen til anlegget ved Mjånes og vart teke på 213-215 meters djup (jf. **tabell 2**). Dei to replikatane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var mjukt, grått og luktfritt (**figur 7, tabell 6**). Prøvene bestod hovudsakleg av pelitt (silt og leire) og sand, men med eit tynt lag med grus ca 10 cm ned i sedimentet. Samla sedimentakarkteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).

**Stasjon C2** ligg ca 405 m vestsørvest for det ytre buret til anlegget ved Mjånes og vart teke på 245 meters djup. Dei to replikatane var like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var grått, mjukt og luktfritt. Prøvene bestod hovudsakleg av silt og leire, samt ein liten andel sand. Samla sedimentakarkteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).

**Stasjon C3** ligg på 337 meters djup i det djupaste av Sævareidfjorden, ca 1,4 km sørvest for anlegget. Dei to replikatane var like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var mjukt, luktfritt og grått, med eit ca 1 cm brunt lag på overflata (**figur 7**). Pøvne bestod hovudsakleg av silt og leire. Samla sedimentakarkteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).



**Figur 7.** Bilete av sediment frå stasjon C1, C2 og C3. **Over t.v.** Sedimentet ved C1b. **Over t.h.** Sedimentet ved C2a. **Nede t.h.** Sedimentet ved C3a bestod av luktfritt, mjukt og grått sediment med eit noko brunt overflatelag.

**Tabell 6.** Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn i Sævareidfjorden 16. februar 2011.

Stasjon	C1 a-b	C2 a-b	C3 a-b
Grabbvolum (liter)	12	12	12
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei
H <sub>2</sub> S lukt	Nei	Nei	Nei
Skjelsand	-	-	-
Primær- sediment:	Grus	20 %	-
	Sand	30 %	5 %
	Silt	30 %	45 %
	Leire	20 %	50 %
Mudder	-	-	-
Feltskildring av prøvene	Full grabb med grått, mjuk og luktfritt materiale beståande av sand, silt, leire og grus (eit lag med grus ca 10 cm ned i sedimentet). Begge parallellar var av same type.	Full grabb med mjukt, grått og luktfritt materiale beståande av noko sand, men hovudsakleg silt og leire. Begge parallellar var av same type.	Full grabb med mjukt, luktfritt og grått materiale med eit ca 1 cm brunt lag oppå overflata. Sedimentet bestod av om lag halvparten silt og leire.

Nedbrytingstilhøva i sedimentet kan beskrivast ved hjelp av både surleik (pH) og elektrodepotensial (Eh). Ved høg grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet verte surt og ha eit negativt elektrodepotensial. Sedimentet på alle stasjonane var lite belasta, med noko låge til middels høge pH-verdiar og noko låge til middels høge Eh-verdiar. Alle stasjonane og parallellar hamna i tilstand 1 (**tabell 7**). Meir detaljert var det høgast pH i sedimentet på den djupaste stasjonen C3, men sedimentet her hadde samstundes dei lågaste Eh-verdiane, noko som ofte kan indikere noko lågare innhold av oksygen i sedimentet. Imidlertid var Eh-verdiane framleis langt frå å vere negative, og det viser gjennomgående eit oksygenrikt sediment. På dei to grunnaste stasjonane C1 og C2 var pH noko lågare, og det var noko større variasjon mellom dei ulike replikatane. Dette kan tyde på at tilførslene av organisk materiale er ein del høgare her, men framleis med gode oksygentilhøve i sedimentet.

Samla vurdering av sedimenkvalitet på kvar av stasjonane (middelverdi av gruppe II+III) var tilstand 1 (**tabell 7**).

**Tabell 7. PRØVESKJEMA** for granskingane i dei ulike replikata frå dei tre stasjonane i Sævareidfjorden 16. februar 2011.

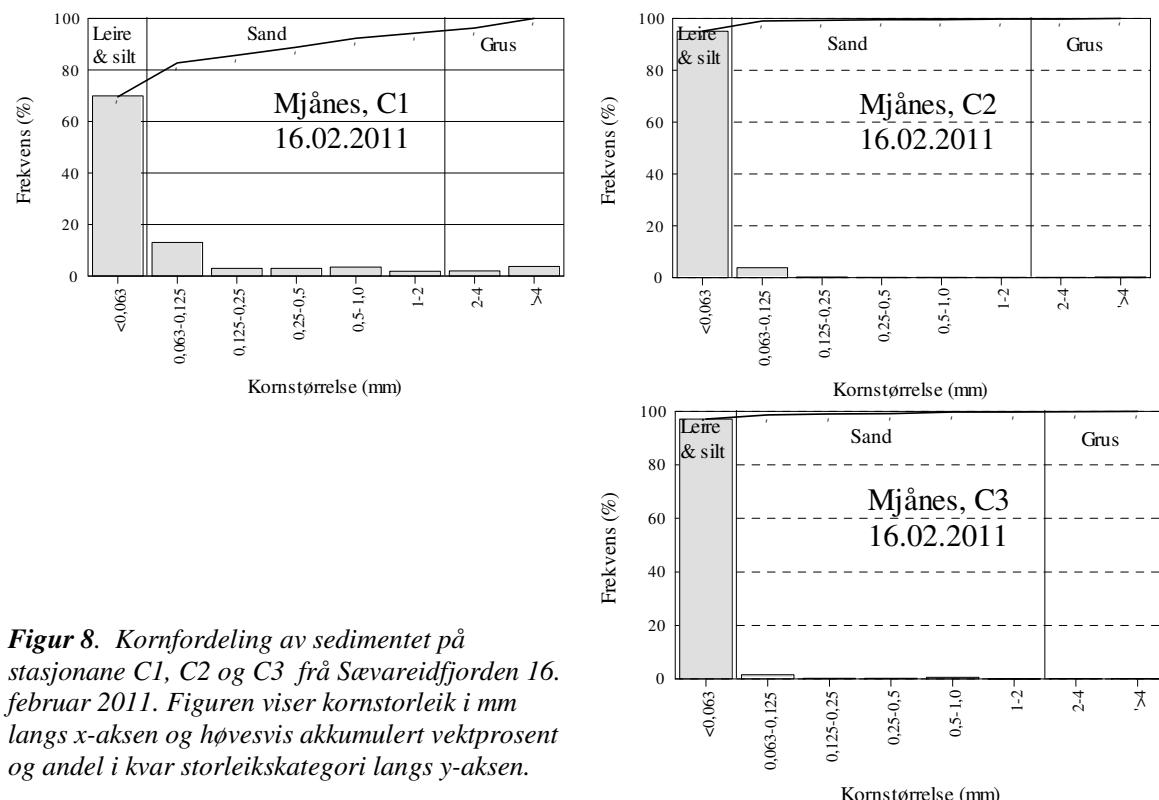
Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks																				
			1A	1B	2A	2B	3A	3B																						
	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0																						
I	Tilstand gruppe I																													
II	pH	verdi	7,26	7,35	7,33	7,52	7,57	7,60																						
	Eh	verdi	159	148	85	130	70	53																						
	pH/Eh	frå figur	0	0	1	0	1	1																						
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1																						
	Tilstand gruppe II																													
			Buffertemp: °C Sjøvass temp: °C Sedimenttemp: ca °C																											
			pH sjø: Eh sjø: Referanseelektrode: +200 mV																											
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0																						
	Farge	Lys/grå=0	0	0	0	0	0	0																						
		Brun/sv=2																												
	Lukt	Ingen=0	0	0	0	0	0	0																						
		Noko=2																												
		Sterk=4																												
	Konsistens	Fast=0																												
		Mjuk=2	2	2	2	2	2	2																						
		Laus=4																												
	Grabb-volum	<1/4 =0																												
		1/4 - 3/4 = 1																												
		> 3/4 = 2	2	2	2	2	2	2																						
	Tjukkelse	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	0																						
		2 - 8 cm = 1																												
		> 8 cm = 2																												
		SUM:	4	4	4	4	4	4																						
		Korrigert sum (*0,22)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88																						
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1																						
		Tilstand gruppe III																												
II +	Middelverdi gruppe II+III	0,44	0,44	0,94	0,44	0,94	0,94	0,94																						
III	Tilstand gruppe II+III																													
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">“Tilstand”</th> <th colspan="2">Lokalitetens tilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II &amp; III</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>				“Tilstand”		Lokalitetens tilstand		Gruppe I	Gruppe II & III			A		1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	4		1, 2, 3	1, 2, 3	4		4	4				
“Tilstand”		Lokalitetens tilstand																												
Gruppe I	Gruppe II & III																													
A		1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																											
4		1, 2, 3	1, 2, 3																											
4		4	4																											
							<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LOKALITETENS TILSTAND :</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>				LOKALITETENS TILSTAND :																			
LOKALITETENS TILSTAND :																														

## KORNFORDELING

Resultatet frå kornfordelingsanalysen viser at det er mest sedimentterande tilhøve på dei to djupaste stasjonane i Sævareidfjorden, med høvesvis 95,1 % finstoff (silt og leire) på stasjon C2 og 97,1 % på stasjon C3 (**tabell 8, figur 8**). Etterkvart som ein kjem grunnare og lenger innover i fjorden blir sedimentet noko grovere, og på stasjon C1 var andelen finstoff knapt 70 %, medan andelen sand var ca 24,6 %. Det var lite grus i prøvene på dei to djupaste stasjonane (0,2 – 0,4 %), medan på stasjon C1 var det nesten 6 % grus.

**Tabell 8.** Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av nitrogen, fosfor, kopar, sink og kadmium i sedimentet frå tre stasjonar i Sævareidfjorden 16. februar 2011. SFT-tilstand er markert med tal og farge, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter SFT (1997 og 2007)

Stasjon	Eining	C1	C2	C3
Leire & silt	%	69,6	95,1	97,1
Sand	%	24,6	4,5	2,7
Grus	%	5,8	0,4	0,2
Tørrstoff	%	46	39	35
Glødetap	%	5,8	6,0	7,7
TOC	mg/g	25,0	22,0	23,0
<b>Normalisert TOC</b>	<b>mg/g</b>	<b>30,5 (III)</b>	<b>22,9 (II)</b>	<b>23,5 (II)</b>
Kjeldahl Nitrogen	mg/g	2,6	2,6	2,9
Total Fosfor	mg/g	1,6	0,8	0,8
Kopar (Cu)	mg/kg	22 (I)	18 (I)	21 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	93 (I)	91 (I)	110 (I)
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,22 (I)	0,071 (I)	0,074 (I)



**Figur 8.** Kornfordeling av sedimentet på stasjonane C1, C2 og C3 frå Sævareidfjorden 16. februar 2011. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen.

Dette er ikke overraskende, då tyngre partiklar vil søkkje fortare og sedimentere i indre delar av fjorden, medan meir finpartikulært materiale fell til botn seinare etterkvart som det blir djupare utover fjorden. Stasjon C1 ligg også ganske nær den bratte bakken der anlegget ligg, og det vil innimellom ramle ned små steinar og grus herifrå.

Tørrstoffinnhaldet var relativt lågt på alle stasjonane, med høgaste prosentandel på den grunnaste stasjonen nærmest anlegget, stasjon C1 (**tabell 8**). Dette skuldast at prøvene generelt inneheldt ein del organisk materiale, og relativt sett mindre mineralsk materiale i form av primærsediment. Glødetapet var relativt lågt med verdiar frå 5,8 til 7,7 %, og aukande med djupna.

Innhaldet av normalisert TOC låg mellom 22,9 og 30,5 mg C/g på stasjonane i Sævareidfjorden (**tabell 8**). Dette tilsvarar SFTs tilstandsklasse III = "mindre god" for stasjon C1 (SFT 1997) og tilstandsklasse II = "god" for stasjon C2 og C3, men sjå diskusjon av SFTs klassegrenser for organisk innhald i vurderinga bak.

Innhaldet av nitrogen i sedimentet samsvarar som regel godt med innhaldet av karbon, og var også aukande med djupna. I følgje SFT 1993 (Rygg & Thelin 1993) var innhaldet av nitrogen på C1 og C2 innan tilstandsklasse I = "god" og på stasjon C3 innan klasse II = "mindre god". Innhaldet av fosfor var dobbelt så høgt på stasjon C1 enn dei andre to stasjonane.

Av dei tre metalla som vart analysert for, hamna alle innan tilstandsklasse I = "bakgrunn" (**tabell 8**). Det tyder på at det generelt er lite tungmetall i sedimentet i Sævareidfjorden.

## BLAUTBOTNFAUNA

### ST C1

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellane. På stasjon C1 i Sævareidfjorden vart det tilsaman registrert 3627 individ fordelt på 70 artar. Individtalet i dei to grabbhogga var høgt og ganske varierande med 1544 i grabb A og 2083 i grabb B, medan artsantalet var høgt og relativt stabilt med 58 og 62 artar i høvesvis grabb A og B. (**tabell 9**).

Hyppigast førekommande artar på stasjonen var den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata*, samt *Chaetozone setosa* og slimormar (Nemertini indet), som og er rekna som relativt forureiningstolerante (**tabell 10**). *P. paucibranchiata* utgjorde vel 46 % av samlede individ. Middels høg dominans førar til at verdien for jamleik vart relativt låg, med 0,54. Diversiteten var middels høg, og med ein Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') på 3,01 får denne stasjonen SFT tilstandsklasse II = "god", men er på grensa til tilstandsklasse III = "mindre god".

Indikatorartsindeksen har høg verdi på grunn av høgt innslag av sensitive artar i botndyrssamfunnet. Indikatorartsindeksen tek ikke omsyn til antal individ men til kva artar som er representert. Verdiane for artsindeksen i dei to grabbhogga var relativt jamne, med verdiar nær grensa mellom tilstandsklasse I og II. Samla vart stasjonen klassifisert i beste tilstandsklasse, I = "meget god".

Høge arts- og individualt, diversitet på grensa mellom tilstandsklasse II – "god" og klasse III – "mindre god", artsindeks stort sett i klasse I – "meget god", relativt høg dominans og hyppige artar som indikerer forureiningsbelastning karakteriserar lokaliteten C1 per 16. februar 2010. Ut frå eit noko blanda bilet synast stasjonen best karakterisert med tilstandsklasse II – "god", men med tydelige tegn på forureiningsbelastning, spesielt i form av den tydeleg dominante og forureiningstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata*.

Stasjonen hamna også i beste tilstandsklasse (Miljøtilstand 1) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar (NS 9410:2007).

**Tabell 9.** Tal på artar og individ av botndyr i dei 2 parallellane tekne tre stader i Sævareidfjorden 16. februar 2011, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, maksimal diversitet ( $H'$ -max), jamleik (evenness), indikatorartsindeks (ISI) og SFT-tilstandsklasse (Molvær et al. 1997). For artsindeks er tilstandsklassar gitt i parentes etter verdiane (Rygg 2002). Enkeltresultat er presentert i vedleggstabell I bak i rapporten.

Stasjon	Antal artar	Antal individ	$H'$ -max	Diversitet, $H'$	Jamleik, J	SFT tilstand	ISI indeks
<b>st. C1 samla</b>	<b>70</b>	<b>3627</b>	<b>6,14</b>	<b>3,01</b>	<b>0,49</b>	<b>II/III</b>	<b>8,84 (I)</b>
a	58	1544	5,81	3,14	0,54	II	8,67 (II)
b	62	2083	6,00	2,88	0,48	III	8,83 (I)
<b>st. C2 samla</b>	<b>47</b>	<b>323</b>	<b>5,60</b>	<b>3,92</b>	<b>0,70</b>	<b>II</b>	<b>8,85 (I)</b>
a	42	263	5,39	3,61	0,67	II	8,71 (II/I)
b	26	60	4,67	4,16	0,89	I	8,90 (I)
<b>st. C3 samla</b>	<b>36</b>	<b>196</b>	<b>5,16</b>	<b>4,08</b>	<b>0,79</b>	<b>I</b>	<b>9,57 (I)</b>
a	24	83	4,57	3,75	0,82	II	9,90 (I)
b	28	113	4,82	3,95	0,82	II/I	10,00 (I)

## ST C2

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellane. På stasjon C2 i Sævareidfjorden vart det tilsaman registrert 323 individ fordelt på 47 artar, eit relativt lågt individtal, men relativt høgt artsantal.

Det var store skilnader i artsantalet mellom dei to grabbhogga på stasjonen, med 42 i grabb A og 26 i grabb B. Dette gjeld også for individtalet som var høvesvis 263 og 60 i grabb A og B.

Hyppigst førekommande art på stasjonen var den allerie omtalte forureiningstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata* med ca 36 prosent av individua, særslig ujamt fordelt mellom dei to grabbhogga i og med at grabb A hadde 113 av totalt 117 individer. Nest hyppigst førekommande art på stasjonen var den forureiningsømfintlege pølseormen *Onchnesoma steenstrupi* med omtrent 11 prosent av individtalet. Muslingane *Kelliella miliaris* og *Thyasira equalis* hadde kvar omtrent fem prosent av individtalet. Førstnevnte er vanlegvis assosiert med upåvirka tilhøve, medan den andre og kan finnast på svakt påvirka lokalitetar. Relativt låg dominans fører til at verdien for jamleik vert forholdsvis høg, med 0,70.

Diversiteten var og forholdsvis høg, og med ein Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,92 får denne stasjonen SFT tilstandsklasse II = "god", men svært nær beste tilstandsklasse I = "meget god". Verdiane for artsindeksen låg akkurat innanfor tilstandsklasse II = "god" og nær klasse I for grabb A, mens den for grabb B låg innanfor klasse I = "meget god". Samla låg stasjonen innanfor tilstandsklasse I = "meget god" (tabell 9).

Dei to grabbhogga frå stasjon C2 samla den 16. februar 2011 hadde uvanleg stor skilnad i fauna til å vere samla på same stasjonstidspunkt. Likevel synast samla diversitet i tilstandsklasse II – "god" og samla artsindeks i tilstandsklasse I – "meget god" saman å gje eit godt bilde av situasjonen på innsamlingstidspunktet. Dominans av den forureiningstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata*, spesielt i det eine grabbhogget, er eit tydeleg teikn på forureiningspåverknad. Stasjonen synest best karakterisert som liggende i grenseområdet mellom tilstandsklasse I og II med svake forureiningseffektar.

**Tabell 10.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1, C2, og C3 i Sævareidfjorden 16. februar 2011.

st. C1			st. C2		
Taxa	%	Kum %	Taxa	%	Kum %
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	46,76	89,91	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	36,22	76,16
<i>Chaetozone setosa</i>	13,68	43,15	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	11,46	39,94
Nemertini indet	10,53	29,47	<i>Kelliella miliaris</i>	5,26	28,48
<i>Thyasira sarsi</i>	8,74	18,94	<i>Thyasira equalis</i>	4,64	23,22
<i>Aphelochaeta</i> sp	2,78	10,20	<i>Heteromastus filiformis</i>	4,02	18,58
<i>Abra nitida</i>	2,45	7,42	<i>Paramphinome jeffreysi</i>	4,02	14,55
<i>Lumbrineris</i> sp	1,99	4,96	<i>Mendicula ferruginea</i>	3,41	10,53
<i>Paramphinome jeffreysi</i>	1,05	2,98	Nemertini indet	3,41	7,12
<i>Pista cristata</i>	0,99	1,93	<i>Amphilepis norvegica</i>	1,86	3,72
<i>Thyasira equalis</i>	0,94	0,94	<i>Abra nitida</i>	1,86	1,86

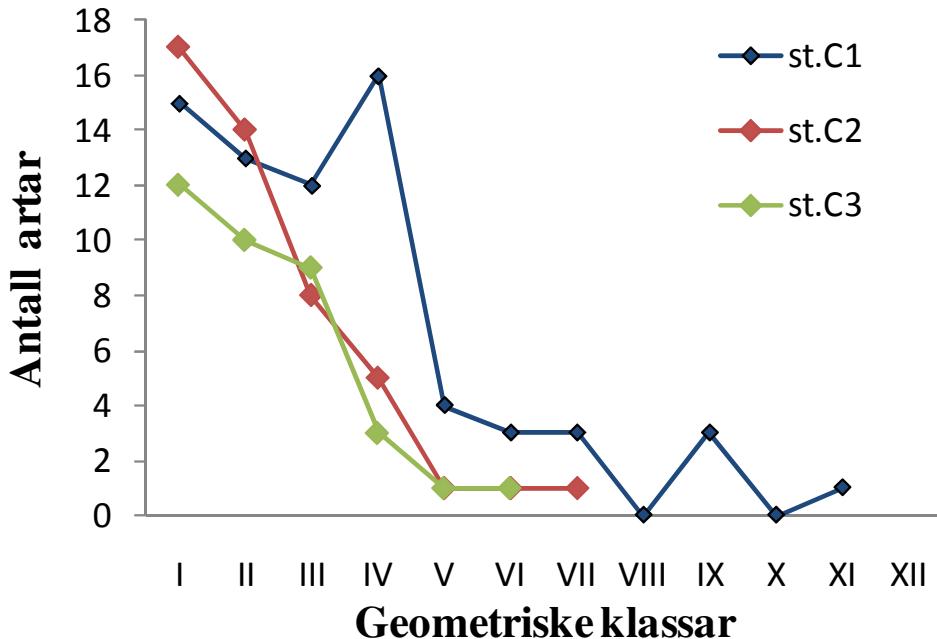
st. C3		
Taxa	%	Kum %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	25,00	73,47
<i>Prionospio dubia</i>	15,31	48,47
<i>Thyasira equalis</i>	7,65	33,16
<i>Amphilepis norvegica</i>	7,14	25,51
<i>Golfingia</i> sp	5,10	18,37
<i>Nucula tumidula</i>	3,06	13,27
Caudofoveata indet	3,06	10,20
<i>Mendicula pygmaea</i>	2,55	7,14
<i>Kelliella miliaris</i>	2,55	4,59
<i>Terebellides stroemi</i>	2,04	2,04

### ST C3

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallelle lane. På stasjon C3 i Sævareidfjorden vart det til saman registrert 196 individ fordelt på 36 artar, som tilseier eit noko arts- og individfattig botndyrsamfunn (**tabell 9**). Verdiane for diversitet for grabb A låg innanfor tilstandsklasse II = "god". Verdien for B låg og innanfor denne klassen, svært nær tilstandsklasse I – "meget god". Verdien for stasjonen samla låg innanfor tilstandsklasse I, men relativt nær klasse II. Jamnheitsindeks og H'max hadde verdiar som er retta mot liten grad av dominans. Artsindeksen både for enkelt grabbhogg og samla, hadde høge verdiar i tilstandsklasse I – "meget god".

Hyppigst førekommande art på stasjonen var den forureiningsomfintlege pølseormen *O. steenstrupi* med omrent 25 prosent av individtalet. Fleirbørstemakken *Prionospio dubia* var nest hyppigst med omrent 15 prosent, medan muslingen *T. equalis* og slangestjerna *Amphilepis norvegica* hadde høvesvis åtte og sju prosent (**tabell 10**). Sistnevnte er utprega forureiningstolerant, medan muslingen kan finnast både i upåvirka og svakt belasta område.

Kombinasjonen relativt lågt artstal, middels individtal, diversitet i grenseområdet mellom tilstandsklasse I - "meget god" og II - "god", låg dominans, verdiar for artsindeksen innanfor tilstandsklasse I, samt stort sett forureiningsømfintlege artar som dei hyppigaste, karakteriserar stasjon C2 per 16. februar 2011. Lokaliteten synast best karakterisert ved tilstandsklasse I - "meget god", samstundes som den må seiast å ligge nær II - "god" ut frå verdiane for diversitet.



**Figur 9.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonene C1, C2 og C3 tatt 16. februar 2011 i Sævareidfjorden. Antal artar langs y-aksen og geometriske klassar langs x-aksen.

Kurva til dei geometriske klassane synar og at det på stasjon C1 er eit påvirka botndyrsamfunn, der enkeltartar opptrer med høge individtal og dominerer artssamsetjinga (**figur 9**). Slike tilhøve finn ein ofte ved tilførslar av organisk materiale til sedimentet. Stasjon C2 og C3 er høvesvis lite påverka og relativt upåvirka med eit relativt jamt fallande kurveforløp.

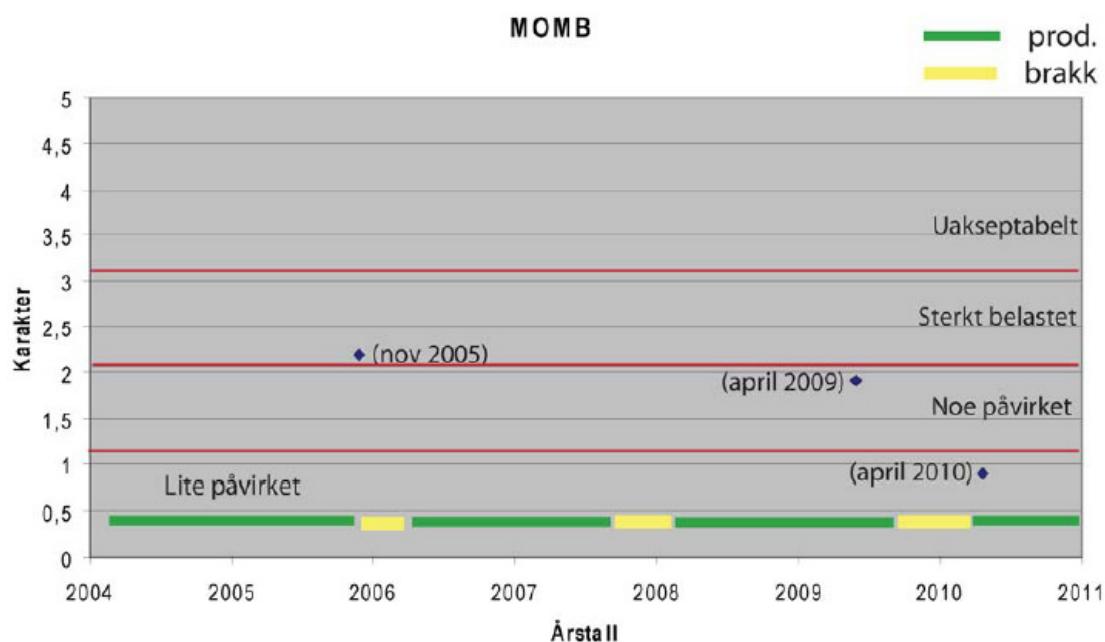
## VURDERING AV TILSTAND

### Tilstanden ved anlegget

Lokaliteten Mjåneset (lok. Nr. 12047) til Bolaks AS i Sævareidsfjorden er eit matfiskanlegg som i dag har ein maksimalt tillaten biomasse på 2340 tonn. Slik anlegget er plassert i dag har det vore produsert fisk sidan 1996.

Det har sidan oppstart vorte utført tre MOM-B granskings (Olsen 2005, Børshheim 2009 & 2010), ei MOM-C resipientgransking i 2003 (Anon. 2004), samt vår gransking 16. februar 2011. Sist MOM-B gransking vart utført i april 2010, om lag to veker etter utsetjing av ca 430.000 smolt i anlegget. Før dette var lokaliteten brakklag i 7-8 månader, sidan august 2009. MOM B tilstanden var då tilsvarende tilstand 1 = "meget god".

MOM B-tilstanden på anlegget har variert noko, frå så vidt innanfor tilstand 3 ved full produksjon til tilstand 1 etter brakklegging (**figur 10**). Det kan nemnast at MOM B-tilstanden i april 2009 eigentleg var 2,14, og ikkje 2,0 og soleis like innanfor MOM B-tilstanden 3 (= "dårleg"), noko som skuldast ein reknefeil. Dette tyder på at botnen under anlegget vert ein del belasta ved maksimal produksjon, men at det er gode rehabiliteringstilhøve, og at lokaliteten rimeleg raskt tek seg inn att etter brakklegging. Det som er av belastning på lokaliteten synest å vere lokalt under anlegget, og ikkje vidare utover i resipienten, noko denne MOM C-granskings viser.



**Figur 10.** Oversikt over produksjons- og brakkleggingsperiodar for lokaliteten Mjåneset, samt indeks og tilstand for ulike MOM B-granskings. Figuren er henta frå Børshheim (2010). Raud strek indikerar grenser mellom dei ulike tilstandsklassane.

## **Stasjonsnett i høve til tidlegare granskingar**

Stasjon C1 er teken om lag 170 m sørvest frå stasjon 1 ved granskinga i 2003 (Anon. 2004), og prøvepunktet no i 2011 ligg vesentleg djupare og nærmere anlegget enn ved granskinga i 2003. Punktet var lagt der for å representere nærsona til anlegget (NS 9410:2007). Desse punkta kan difor ikkje samanliknast vidare på grunn av den store avstanden mellom dei, samt at det vil vere stor skilnad i påverknad frå anlegget ved desse stasjonane. Resultata frå stasjon 1 i 2003 og stasjon C1 i 2011 er likevel samanstilt i tabell **11 og 12** nedanfor og vil bli diskutert for å vise til dei ulike tilhøva på stasjonane i ein avstand på høvesvis 200 og 30 meter frå anlegget.

Stasjon C2 er tatt i same posisjon som stasjon 2 ved granskinga i 2003 (overgangssona). Stasjon C3 ligg knapt 340 meter sørvest for stasjon 5 ved granskinga i 2003 og stasjon Fu 6 ved granskingane i 1985 og 1993. Som nevnt tidlegare er årsaka til dette ei fortøyning til anlegget ved Håvikvågen som vart plassert få meter frå posisjonen etter granskinga i 2003, og for å unngå konflikt med fortøyningane vart stasjonen flytta i god avstand sør for fortøyningsområdet. Resultata kan ikkje direkte samanliknast, men stasjon C3 representerar likevel tilhøva i det same djupområdet i Sævareidsfjorden og med liknande avstand frå anlegget (fjernsona).

## **SJIKTNINGSTILHØVE OG OKSYGENINNHOLD**

Det vart tatt hydrografiske profilar på stasjon C1 rett ved anlegget og på stasjon C3, det djupaste i Sævareidsfjorden. Profilane var samanfallande på begge stasjonar med omsyn på temperatur, saltinnhold og oksygentilhøve, og synar god utskifting og fornying av bassengvatnet i fjorden. På dei aktuelle djupna grabbhogga er tekne, vil det alltid vere god utskifting og gode oksygentilhøve i Sævareidsfjorden då to djupe ”tersklar” ut mot Bjørnafjorden, som elles er terskelfri ut mot Nordsjøen, truleg sørger for god utskifting gjennom heile vassøyla.

Ved tidlegare granskingar i 1985, 1993 og 2003 har det og vore målt høgt oksygeninhald i heile vassøyla ned til botnen på det djupaste i Sævareidsfjorden og bekreftar at det høgst truleg er gode utskiftingstilhøve og resipientkapasitet i Sævareidsfjorden.

## **SEDIMENTKVALITET**

Kornfordelingsanalysar viste at sedimentet hovudsakleg vart meir finkorna til lengre og djupare ut i fjorden ein kom. Dette er vanleg, sidan straumhastigheta avtek nedover i djupet og det blir meir sedimenterande tilhøve med ein større andel finpartikulært materiale som fell til botnen. Tyngre partiklar vil søkkje raskare og sedimentere i indre delar av fjorden, samtidig som dei finare partiklane lettare blir vaska ut og flytta ut på djupare vatn.

Glødetapet (organisk innhald) var aukande med djupna, og var lågt til moderat høgt med verdiar frå 5,8 % på stasjon C1 til 7,7 % på stasjon C3. Glødetapet er mengda organisk stoff som forsvinn ut som CO<sub>2</sub> når sedimentprøven blir gløda, og er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet. 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 anten er så store tilførslar av organisk stoff at nedbrytinga ikkje klarar å halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige tilhøve.

Når det gjeld samanlikning av sedimentkvalitet frå tidlegare granskingar er det kun glødetap som går igjen i kvar gransking og derfor er det lagt mest vekt på dette i vurderinga i høve til tidlegare granskingar (**tabell 11**).

Glødetapet på stasjon 1 frå 2003 var lågt med 5,1 % og er tilsvarande glødetapet som vart registrert på stasjon C1 i 2011, om lag 170 meter lengre sørvest mot anlegget. Det vil seie at det organiske innhaldet i sedimentet er like lågt kun 30 meter frå anlegget i 2011, som det var om lag 200 meter frå

anlegget i 2003, noko som indikerer gode omsetningstilhøve i sedimenta for tilført organisk materiale i relativ kort avstand frå anlegget. Om ein samanliknar glødetapet på stasjon C2 med stasjon 2, var glødetapet noko høgare i 2003 med 8,8 %. Glødetapet på stasjon 3 var lågt i 1994 med 7,2 % og moderat høgt i 2003 med 12,2 %. Variasjonar i glødetap mellom granskingane på denne stasjonen i resipienten skuldast nok mest tilfeldigheiter ved prøvetaking og analyser, og i mindre grad endringar over tid (**tabell 11**).

Det normaliserte innhaldet av organisk karbon er målt (2011) eller berekna som  $0,4 \times$  glødetapet (1993), og justert for innhaldet av finstoff (silt + leire) i sedimentet (**tabell 11**). Innhaldet av normalisert TOC tilsvarte SFT tilstandsklasse II = "god" på stasjon C2 og C3 og III = "mindre god" på stasjon C1. Formelen som vert nytta til denne berekninga er imidlertid ikkje tilpassa lokalitetar som ligg inne i fjordar, slik som her (Aure mfl. 1993). Dette skuldast at fjordane normalt mottek ein god del organisk materiale av terrestrisk opphav frå land via avrenning, noko som gir eit høgare naturleg glødetap i sedimenta enn ute ved kysten.

Innhaldet av nitrogen i sedimentet samsvarar som regel godt med glødetapet, og var også aukande med djupna. Innhaldet av fosfor var noko høgare på stasjon C1 enn dei andre to stasjonane, noko som kan kome av påverknad frå oppdrettsanlegget. Det var lite tungmetall i sedimentet i Sævareidsfjorden og det tyder på at oppdrettsanlegget ikkje har tilført noko av betydning til fjorden av kopar og sink.

**Tabell 11.** Samanstilling av sedimentkvalitet på stasjon C1-C3 tatt 16. februar 2011 med andre samanliknbare eller delvis samanliknbare granskingar frå 1993 og 2003. Stasjonane er ordna etter avstand frå anlegget. Det er kun analysar av glødetap (organisk innhald) som kan samanliknast frå samlede granskingar. Fargekodar tilsvavarar tilstandsklassifiseringa etter SFT (1997).

Prøvetakingstad	St. C1	St. 1	St. 2	St. C2	Fu 6	St. 5	St. C3
Prøvetakingstidspunkt	2011	2003	2003	2011	1993	2003	2011
Avstand til anlegget (m/km)	30	200	405	405	1,1	1,1	1,4
Leire & silt (%)	69,6	-	-	95,1	98	-	97,1
Sand (%)	24,6	-	-	4,5	2	-	2,7
Grus (%)	5,8	-	-	0,4	-	-	0,2
Glødetap (%)	5,8	5,1	8,8	6,0	7,2	12,2	7,7
TOC (mg/g)	25,0	-	-	22,0	28,8	-	23,0
Normalisert TOC (mg/g)	30,5	-	-	22,9	29,2	-	23,5
SFT tilstand	III	-	-	II	III	-	II

## BLAUTBOTNSFAUNA

Ein fekk opp dyr på samlede MOM C-stasjonar i Sævareidsfjorden. **På stasjon C1** nær opp til anlegget var botnfaunaen tydeleg påverka av organiske tilførslar med noko låg diversitet, dominans av enkeltartar og høg individtettleik, noko som er ventande så nær eit oppdrettsanlegg. Det var likevel overraskande gode tilhøve for dyr med eit særskilt høgt artsantal på 70 artar og høgt innslag av forureiningsomfintlege artar. Den forureiningsstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata* dominerte med nesten halvparten av individtalet og førte til at jamleiken vart låg.

Meir enn 3.000 individ vart registrert på  $0,2 \text{ m}^2$  i nærsoma til anlegget, noko som tilseier rundt 18.000 individ per kvadratmeter og indikerar at det det er svært høg nedbrytingsaktivitet av organisk materiale i sedimenta, og at tilførslane ikkje er høgare enn at dei dyra som er til stades på ein god og effektiv måte handterer desse. Den gode vassutskiftinga og oksygentilhøva i Sævareidsfjorden er eit viktig bidrag til at ein slik botnfauna kan opptre under slike tilhøve, då tilførslar av store mengder organisk materiale kan redusere oksygeninnhaldet på botnen ("overgjødsling").

I nærlona til anlegget er følsame diversitetsindeksar i utgangspunktet lite eigna til å ange miljøtilstand på grunn av den store lokale påverknaden av organiske tilførslar og vurderinga av botndyrafaunaen skal egentlig gjerast på grunnlag av talet på artar og samansetnaden på artar etter nærlare skildring i NS 9410:2007. I høve til nevnte standard må det vere minst 20 artar og ingen av artane må utgjere meir enn 65 % av individtalet for å tilfredsstille kravet til beste miljøtilstand (tilstand 1), og stasjon C1 har langt betre tilhøve med god margin.

**Tabell 12.** Samanstilling av botndyrgranskingsane på stasjon C1-C3 tatt 16. februar 2011 med andre samanliknbare eller delvis samanliknbare granskingsar frå 1985, 1993 og 2003. Stasjonane er ordna etter avstand frå anlegget. Ved samlegranskingsane vart det nytta ein 0,2 m<sup>2</sup> grabb, unntatt i 2011 kor det vart nytta ein 0,1 m<sup>2</sup> grabb. Det vart teke 4 parallellear i 1985 og 2003 (tilsvarende eit prøveareal på 0,8 m<sup>2</sup>), 3 parallellear i 1993 (tilsvarende eit prøveareal på 0,6 m<sup>2</sup>), og 2 parallellear i 2011 (tilsvarende eit prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>). Fargekodar tilstansklassifiseringa etter SFT (1997).

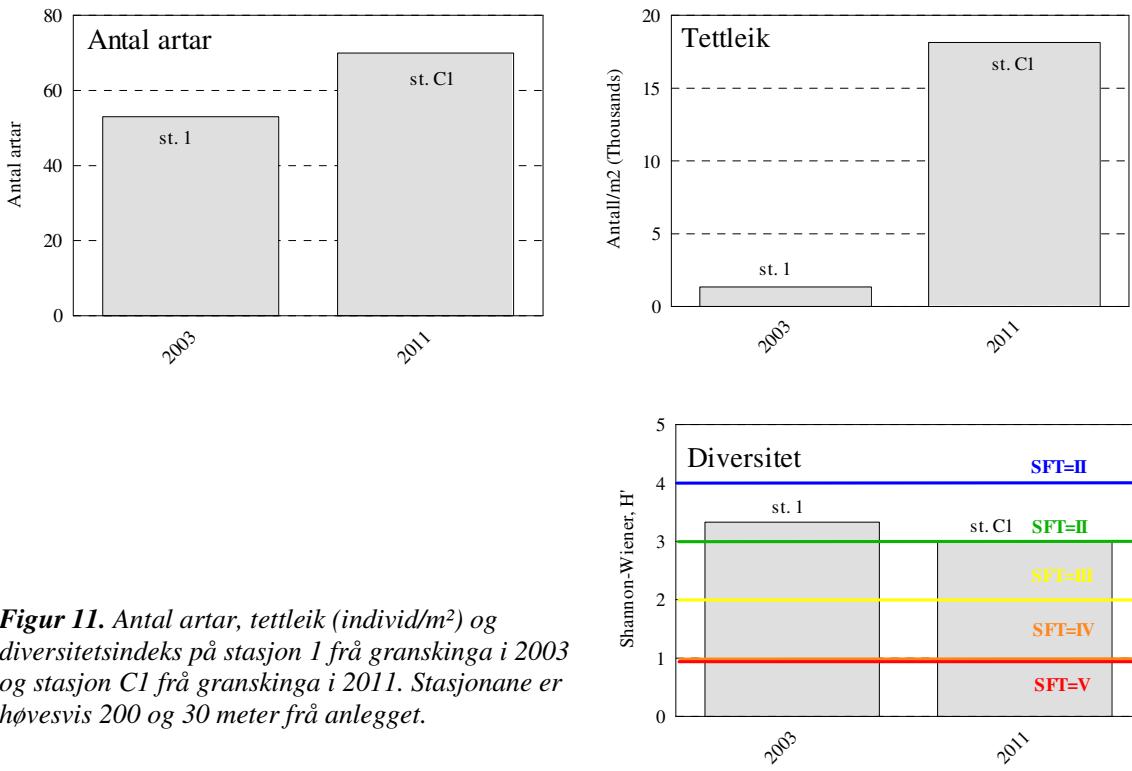
Prøvetakingstad	St. C1	St. 1	St. 2	St. C2	Fu 6	St. 5	St. C3
Prøvetakingstidspunkt	2011	2003	2003	2011	1985	1993	2003
Avstand til anlegget (m/km)	30	200	405	405	1,1	1,1	1,1
Antal individ	3627	1065	660	323	1158	429	346
Individtettleik pr m <sup>2</sup>	18135	1331	825	1615	1447	715	432
Antal artar	70	53	46	47	62	48	41
<b>Shannon-Wiener, H'</b>	3,01	3,33	3,77	3,92	3,83	4,26	4,19
Jamleik, J	0,49	0,58	0,68	0,70	0,64	0,76	0,78
H'-max	6,14	-	-	5,60	5,95	5,58	-
<b>SFT-tilstansklasse</b>	II	II	II	II	II	I	I

**Tabell 13.** Dei tre mest dominante artane på stasjonane C1, C2 og C3 i Sævareidsfjorden ved granskingsane i 1985, 1993, 2003, 2003 og 2011. Stasjonar som ikkje er direkte samanliknbare er uteheva.

st. C1			
<b>2003</b>	<i>Polydora ciliata</i> (45,3 %)	<i>Onchnesoma steenstrupi</i> (7,7 %)	Nemertini indet (7,3 %)
<b>2011</b>	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (46,76 %)	<i>Chaetozone setosa</i> (13,68 %)	<b>Nemertini indet (10,53 %)</b>
st. C2			
<b>2003</b>	<i>Polydora ciliata</i> (33,5 %)	<i>Kelliella miliaris</i> (14,1 %)	<i>O. steenstrupi</i> (10,8 %)
<b>2011</b>	<i>P. paucibranchiata</i> (36,22 %)	<i>O. steenstrupi</i> (11,46 %)	<i>Kelliella miliaris</i> (5,26 %)
st. C3			
<b>1985</b>	<i>Spiochatopterus typicus</i> (16,08 %)	<i>O. steenstrupi</i> (13,9 %)	<i>Thyasira equalis</i> (11,2 %)
<b>2003</b>	<i>S. typicus</i> (25,7 %)	<i>Prionospio cirrifera</i> (15,2 %)	<i>Lumbrineris sp.</i> (8,9 %)
<b>2003</b>	<i>O. steenstrupi</i> (16,2 %)	<i>Thyasira euymaria</i> (14,7 %)	<i>Chaetozone setosa</i> (9,2 %)
<b>2011</b>	<i>O. steenstrupi</i> (25 %)	<i>Prionospio dubia</i> (15,31 %)	<i>Thyasira equalis</i> (7,65 %)

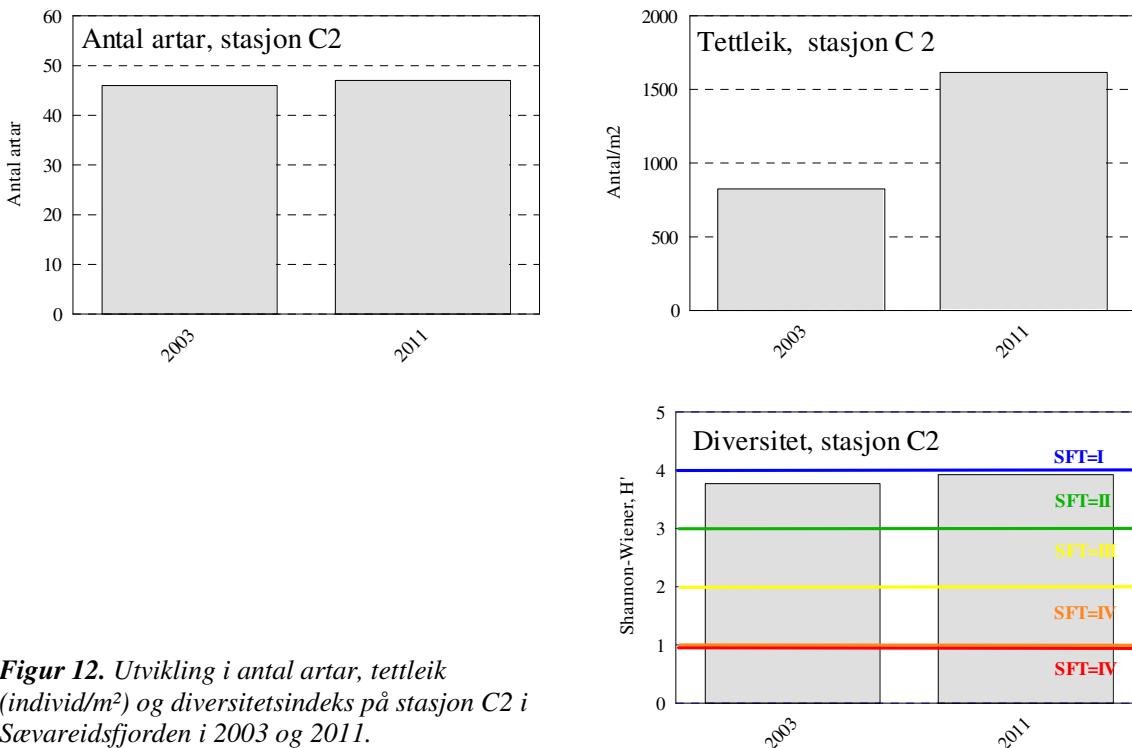
Om ein ser på tilhøva på stasjon 1 frå granskingsa i 2003, var botndyrafaunaen mindre påverka med noko høgare diversitet, jamleik og lågare individtettleik. Det var imidlertid høg dominans av fleirbørstemakken *Polydora ciliata* som utgjorde vel 45 % av individtalet og er ein forureiningstolerant art som indikerar forureiningspåverknad (tabell 13). I og med at denne stasjonen er plassert eit godt stykke (200 m) frå anlegget er det ikkje uventa at det vart funne betre tilhøve for botndyrafauna der. Det interessante er at det i 2011 vart registrert 17 fleire artar rett ved oppdrettsanlegget i høve til stasjon 1 i 2003 og nesten 14 gonger så høg individtettleik med prøvetaking som kun dekkja eit areal på 0,2 m<sup>2</sup> i høve til eit areal på 0,6 m<sup>2</sup> i 2003 (figur 11). Arts- og individantalet vil normalt sett vere høgare jo fleire grabbhogg ein tek, og vanlegvis tilseier høge tilførslar av organisk materiale at artsantalet blir redusert når individtalet aukar. Ved dette høvet ser det imidlertid ut til at dei organiske

tilførslane stimulerer dyrelivet meir positivt med omsyn på arts- og individantall i ein avstand på 30 meter frå anlegget enn på stasjonen 200 meter frå anlegget i 2003.



**Figur 11.** Antal artar, tettleik (*individ/m<sup>2</sup>*) og diversitetsindeks på stasjon 1 frå granskings i 2003 og stasjon C1 frå granskings i 2011. Stasjonane er høvesvis 200 og 30 meter frå anlegget.

På stasjon C2 med ein avstand på 405 meter frå anlegget vart det registrert ein arts- og individrik botnfauna med ein diversitetsindeks nær opp til beste tilstandsklasse og artsindeks innanfor beste tilstandsklasse.



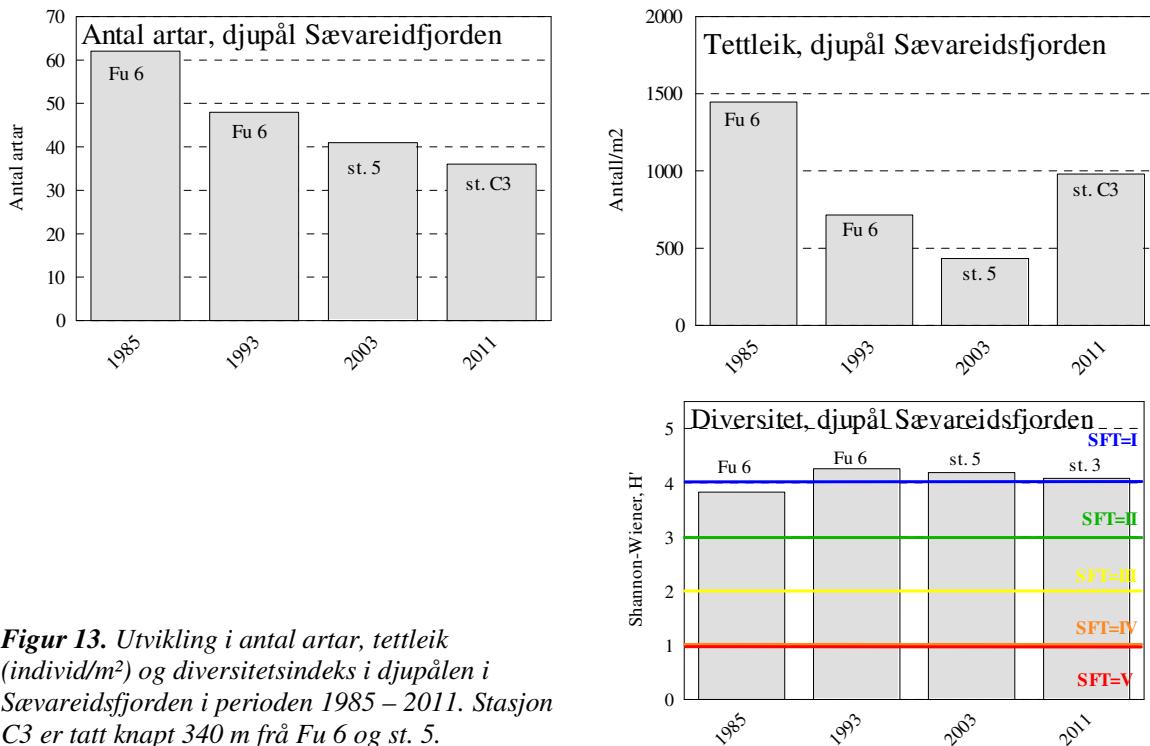
**Figur 12.** Utvikling i antal artar, tettleik (*individ/m<sup>2</sup>*) og diversitetsindeks på stasjon C2 i Sævareidsfjorden i 2003 og 2011.

Høgt innslag av forureiningsømfintlege artar tilseier nærmast upåverka tilhøve, men med eit noko høgt innslag av den forureiningstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata* gjev det eit inntrykk av ein svak påverknad frå organiske tilførslar.

Når ein samanliknar med stasjon 2 frå granskninga i 2003 er den største skilnaden ein auke i individtettleik per kvadratmeter som var dobbelt så høg i 2011 med vel 1600 individ. Auka i individtettleik kan truleg knyttast til ei stimulering frå organiske tilførslar. Ellers var tilhøva generelt ein smule betre i 2011 med høgare diversitet og høgare jamleik (**figur 12**), men små endringar som dette er som venta i høve til naturlege endringar og variasjonar i sedimentet. Fleirbørstemakken *P. ciliata* var i 2003 den mest hyppige førekommande arten med vel 33 % av individtalet, og frå begge granskningar var artane *Kelliella miliaris* og *O. steenstrupi* dei to nest hyppigaste artane av botnfaunaen og er normalt sett assosiert med upåverka tilhøve.

Tilhøva for botnfauna på **stasjon C3** med ein avstand på 1,4 km frå anlegget var svært gode med ein diversitetsindeks og artsindeks i beste tilstandsklasse. Det var høgt innslag av forureiningsømfintlege artar, relativt lågt artstal og diversitet i grenseområdet mellom tilstandsklasse I & II. Stasjon C3 kan beskrivast som "sunn og frisk" i høve til kva som kan forventast å finne i sedimentet i eit slikt djupområde.

I høve til tidlegare granskningar har talet på artar vorte redusert i djupområdet i Sævareidsfjorden frå høgt til relativt låg artstal (**figur 13**). Stasjon C3 er tatt knapt 340 meter sørsvørest for stasjon Fu 6 og stasjon 3, men representerar likevel djupområdet i Sævareidsfjorden og samanlikna med artsantalet frå granskninga i 2003, er det ingen betydelige endringar med omsyn på artsantall. Det må og presiserast at det i 2011 var eit prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>, medan det i dei tidlegare granskningane har vore eit prøveareal på mellom 0,6-0,8 m<sup>2</sup> (jf. **tabell 12**). Eit større prøveareal i 2011 ville truleg resultert i eit høgare arts- og individtal. Individtettleiken har i perioden 1985 til 2003 vorte halvert, men auka i 2011, med eit individtal dobbelt av det som vart registrert i 2003. Diversitetsindeksen på det djupaste i Sævareidsfjorden har ikkje endra seg i større grad av kva ein ventar er naturleg.



**Figur 13.** Utvikling i antal artar, tettleik (individ/m<sup>2</sup>) og diversitetsindeks i djupålen i Sævareidsfjorden i perioden 1985 – 2011. Stasjon C3 er tatt knapt 340 m frå Fu 6 og st. 5.

## KONKLUSJON

Granskinga den 16. februar 2011 viser at eventuell belastning ved oppdrettslokaliteten Mjåneset er lokal, og at denne i liten grad påverkar recipienten Sævareidsfjorden. Den lokale påverknaden kan hovudsakleg knyttast til botnfaunaen, der individtal og artssamansetning gjev klare teikn på tilførslar av organiske tilførslar, noko som ikkje er uventa kun 30 meter frå anlegget. Tilhøva for botndyra er likevel overraskande gode, då det vart registrert eit svært høgt artsantal, høgt innslag av forureiningømfintlege artar og svært mange individ, som aktivt bryt ned dei organiske tilførslane. Stasjonen hamna i nest beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet og i beste tilstandsklasse med omsyn på indikatorartsindeksen. God vassutskifting er viktig for at eit slikt botndyrsamfunn skal kunne eksistere, då det ofte kan oppstå oksygenmangel ved botnen med store mengder organiske tilførslar, og hydrografimålingar visar at det er gode oksygentilhøve i heile vassøyla ned til botnen. Stasjon C2 hamna i nest beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet og i beste tilstandsklasse med omsyn på indikatorartsindeksen, men med svake forureiningseffektar som kan knyttast til dominans av den forureiningstolerante fleirbørstemakken *P. paucibranchiata*. Stasjon C3 hamna i beste tilstandsklasse med omsyn på diversitet og indikatorartsindeksen syner næraast upåverka tilhøve.

Sedimentet på dei djupaste punkta var som venta finkorna, med høg andel pelitt (silt og leire). Det organiske innhaldet i sedimentet var for det meste lågt til moderat og indikerer at det føregår normal nedbryting av organisk materiale i sedimenta. Det vart påvist låge konsentrasjonar av tungmetalla sink, kopar og kadmium tilsvarande bakgrunnsnivå.

Resultat frå denne granskinga ser generelt ut til å samsvare godt med tidlegare granskingar med omsyn på dei element som kan samanliknast. Det kan ikkje påvisast nokon vesentlege endringar, men det ser ut til å ha vore ein generell auke i individtal hjå botnfaunaen.

## REFERANSAR

### **ANON. 2004**

Resipientundersøkelse. Bolaks A/S lok. Mjaanes. Desember 2003.  
Aqua Management as, 14 sider.

### **OLSEN, S.AA. 2005**

Resipientundersøkelse Mjåneset. November 2005.  
Aqua Management as, 16 sider.

### **AURE, J., E. DAHL, N. GREEN, J. MAGNUSSON, F. MOY, A. PEDERSEN, B. RYGG & M. WALDAY 1993**

Langtidsovervåking av trofutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93.  
*NIVA-rapport 2827, 100 sider*

### **BAKKE, T., G. BREEDVELD, T. KÄLLQVIST, A. OEN, E. EEK, A. RUUS, A. KIBSGAARD, A. HELLAND & K. HYLLAND 2007.**

Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.  
*SFT Veileder. TA-2229/2007. 12 sider.*

### **BOTNEN, H.B., Ø. F. TVEDTEN & P.J. JOHANNESSEN 1994.**

Resipientundersøkelse ved fiskeanleggene på Sævareid, Fusa kommune.  
*IFM-rapport 1-1994, 30 sider.*

### **BOTNEN, H., E. HEGGØY, PJ. JOHANNESSEN, P-O. JOHANSEN, G. VASSENDEN 2007.**

Miljøovervåking av olje og gassfelt i Region II i 2006.  
*UNIFOB- Seksjon for anvendt miljøforskning. Bergen, mars 2007. 72s.*

### **BØRSHEIM, K. 2009**

MOM-B undersøkelse på lokalitet ”Mjåneset” i Fusa kommune april 2009.  
*FOMAS rapport 2009-160, 17 sider.*

### **BØRSHEIM, K. 2010**

MOM-B undersøkelse på lokalitet ”Mjåneset” i Fusa kommune april 2010.  
*FOMAS rapport 2010-183, 19 sider*

### **GADE, H & T. FUREVIK 1994**

Hydrografi og strøm  
*Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen, 34 sider*  
Delrapport i Lie, U. & T. Magnesen (red):  
Riksvegsamband Sveio-Stord-Bømlo: Konsekvenser for det marine miljø.

### **GRAY, J.S., F.B MIRZA 1979.**

A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.*

### **JOHANNESSEN P.J. & V. WENNEVIK 1985.**

Resipientundersøkelse ved Sævareid, Fusa kommune.  
*IFM-rapport 1-1985, 18 sider.*

**KUTTI, T., P.K. HANSEN, A. ERVIK, T. HØISÆTER & P. JOHANNESSEN 2007.**

Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture* 262, 355-366.

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

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

*SFT Veileddning 97:03. TA-1467/1997.*

**NORSK STANDARD NS 9410:2007**

Miljøovervåking av bunn påvirking fra marine akvakulturanlegg.

*Standard Norge, 23 sider.*

**NORSK STANDARD NS-EN ISO 5667-19:2004**

Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder

*Standard Norge, 14 sider*

**NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2005**

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna

*Standard Norge, 21 sider*

**PEARSON, T.H., R. ROSENBERG 1978.**

Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment.

*Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16: 229-311

**PEARSON, T.H. 1980.**

Macrofauna of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., Ser. 4. Mar. Sci. Nato Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.

**PEARSON, T.H., J.S. GRAY, P.J. JOHANNESSEN 1983.**

Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses.

*Marine Ecology Progress Series* 12: 237-255

**RYGG, B. 2002.**

Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway.  
*NIVA-rapport SNO 4548-2002. 32s.*

**RYGG, B. & I. THÉLIN 1993.**

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon.

*SFT Veileddning 93:02. TA-922/1993, 20 sider. ISBN 82-7655-102-5.*

**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.*

## VEDLEGGSTABELLAR

**Vedleggstabell 1.** Oversyn over botndyr funne i sediment frå dei to parallelle lane frå stasjonane C1, C2 og C3 i Sævareidsfjorden den 16. februar 2011. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen Grabb, og prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,2 m<sup>2</sup> på kvar stasjon. Prøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen og artsbestemt ved Marine Bunnnyr AS av Cand. scient. Øystein Stokland.

Taxa	ST. C1			ST. C2			ST. C3		
	A	B	sum	A	.B	sum	A	B	sum
<b>CNIDARIA- nesledyr</b>									
Edwardsiidae indet			0		1	1	1		1
<b>NEMERTINEA - slimorm</b>									
Nemertini indet	152	230	382	7	4	11	1		1
<b>POLYCHAETA - fleirbørstemakk</b>									
<i>Paramphinome jeffreysi</i>	25	13	38	9	4	13			0
<i>Pholoe baltica</i>	1	1	2			0			0
<i>Pholoe pallida</i>	1	2	3	2		2	2	2	4
<i>Sige fusigera</i>	5	3	8			0			0
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	2	2	4	1		1		1	1
<i>Exogone hebes</i>	3	2	5			0			0
<i>Typosyllis cornuta</i>	1	1	2			0			0
<i>Ceratocephale loveni</i>			0	1	1	2			0
<i>Aglaophamus malmgreni</i>	1		1			0			0
<i>Aglaophamus rubella</i>			0	1	2	3	4		4
<i>Nephtys pradoxa</i>			0	2	2	4			0
<i>Glycera alba</i>	5	4	9			0			0
<i>Glycera lapidum</i>	1		1			0			0
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>			0	1	1	2	1		1
<i>Paradiopatra fiordica</i>			0			0	1		1
<i>Lumbrineris</i> sp	37	35	72	3		3			0
<i>Phylo norvegica</i>		1	1			0			0
<i>Laonice sarsi</i>		1	1			0			0
<i>Pseudopolydora</i>									
<i>paucibranchiata</i>	657	1039	1696	113	4	117	1	1	1
<i>Prionospio cirrifera</i>	1	4	5			0			0
<i>Prionospio fallax</i>	4	2	6	1		1			0
<i>Prionospio dubia</i>			0	3	1	4	9	21	30
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	7	5	12	2		2	2		2
<i>Spiophanes wigleyi</i>	3	1	4	1		1			0
<i>Levinsenia gracilis</i>	1	1	2	1	1	2	2	1	3
<i>Aphelochaeta</i> sp	45	56	101			0	1		1
<i>Chaetozone setosa</i>	236	260	496	3	1	4			0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	8	13	21	3		3	2		2
<i>Ophelina</i> sp			0	1		1			0
<i>Scalibregma inflatum</i>	1		1			0			0
<i>Lipobranchus jeffreysi</i>	1	1	2			0			0
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	14	23	11	2	13	3	1	4
<i>Notomastus latericeus</i>	6	4	10	1		1			0
<i>Praxillella affinis</i>	8	5	13			0			0
<i>Euclymene droebachiensis</i>	2	2	4			0			0
<i>Rhodine loveni</i>			0	1		1			0
<i>Myriochele oculata</i>	8	6	14	1		1	4		4
<i>Pectinaria auricoma</i>	7	4	11			0			0
<i>Pectinaria koreni</i>	2	6	8	1		1			0
<i>Pectinaria belgica</i>	2	6	8	2		2	1	1	2
<i>Ampharete baltica</i>		2	2			0			0

<i>Sosanopsis wireni</i>		0	1	1		0	
<i>Pista cristata</i>	18	18	36		0		0
<i>Polycirrus medusa</i>	1		1		0		0
<i>Polycirrus norvegicus</i>	3	6	9	1	1	2	0
<i>Amaena trilobata</i>	1	1	2		0		0
<i>Trichobranchus roseus</i>	4	10	14		1	1	0
<i>Terebellides stroemii</i>	9	10	19	1		1	4
<i>Jasmineira sp</i>	3	3	6	1		1	0
Oligochaeta indet		2	2		0		0
<b>SIPUNCULIDA - pølseorm</b>							
<i>Golfingia sp</i>		1	1		0	4	6
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	11	17	28	23	14	37	25
<b>CRUSTACEA - krepstdyr</b>							
<i>Eudorella emarginata</i>			0		0		1
<i>Eudorella truncatula</i>	1		1		0		0
<i>Diastyloides serrata</i>			0	1	1		0
<i>Nebalia bipes</i>		1	1		0		0
<i>Nebalia typhlops</i>	2		2		0		0
<i>Eriopisa elongata</i>			0	2	3	5	2
<b>MOLLUSCA - blautdyr</b>							
<i>Caudofoveata indet</i>	1	5	6	1	3	4	3
<i>Eulimidae indet</i>			0		0	1	1
<i>Philina scabra</i>		2	2		0		0
<i>Cylichna alba</i>	5	7	12	5		5	
<i>Nucula tumidula</i>	2	6	8	2	1	3	1
<i>Yoldiella philippiana</i>	2	2	4		0		0
Mytilidae indet fr		1	1		0		0
<i>Thyasira sarsi</i>	150	167	317	2		2	
<i>Thyasira equalis</i>	19	15	34	13	2	15	8
<i>Thyasira obsoleta</i>	3	2	5	3		3	3
<i>Axinulus croulinenesis</i>	1	1	2		1	1	
<i>Mendicula ferruginea</i>	2	1	3	7	4	11	2
<i>Mendicula pygmaea</i>	3	2	5	3		3	2
<i>Mysella bidentata</i>		1	1		0		0
<i>Montacuta tenella</i>	1	5	6		0		0
<i>Kelliella miliaris</i>			0	15	2	17	1
<i>Abra nitida</i>	47	42	89	5	1	6	
<i>Abra longicallus</i>			0		0	1	2
<i>Cupidaria obesa</i>			0	1		1	
<i>Antalis entale</i>		1	1		0		1
<i>Antalis occidentale</i>			0		0	1	2
<b>PHORONIDA- hesteskorum</b>							
<i>Phoronis muelleri</i>	1		1		0		0
<b>ECHINODERMATA - pigghudar</b>							
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	1		1		0		0
<i>Labidoplax buski</i>		3	3		0		0
<i>Brissopsis lyrifera</i>		1	1		0		0
Asteroidea indet juv			0		0		1
<i>Ophiura albida</i>	5	8	13	1		1	0
<i>Ophiura affinis</i>			0		0		1
<i>Amphiura chiajei</i>	2	9	11		0		0
<i>Amphilepis norvegica</i>	4	7	11	5	1	6	5
						9	14