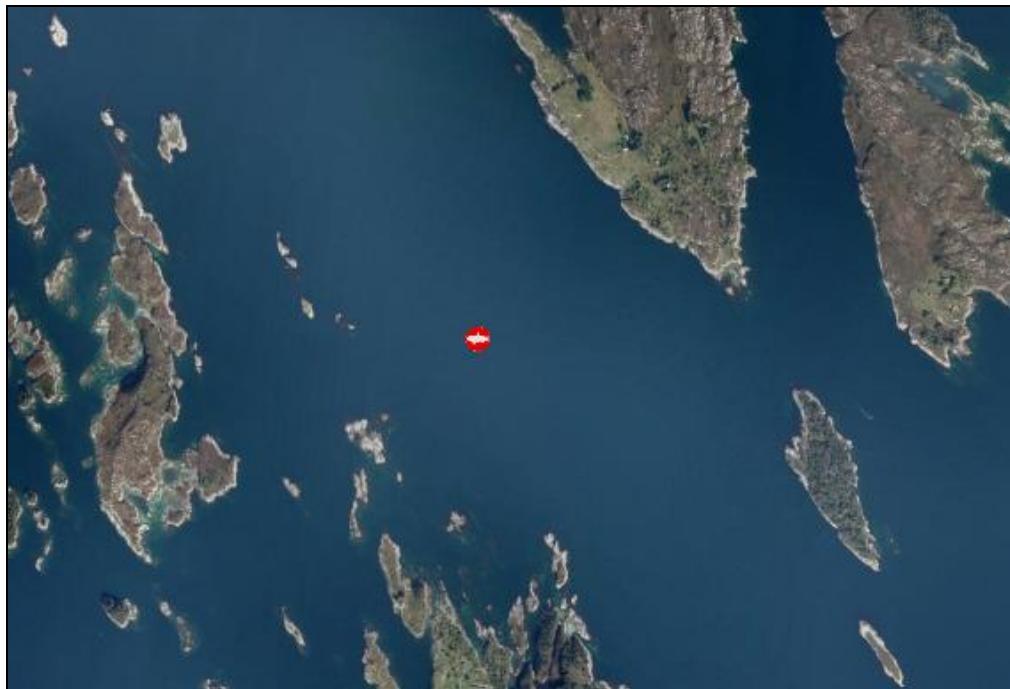
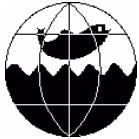


# RAPPOR

## MOM C-gransking ved lokaliteten Øksneset i Austrheim kommune







# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

MOM C - gransking ved lokaliteten Øksneset i Austrheim kommune

**FORFATTARAR:**

Bjarte Tveranger og Mette Eilertsen

**OPPDRAKGJEVER:**

Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS

**OPPDRAGET GITT:**

februar 2011

**ARBEIDET UTFØRT:**

april 2011

**RAPPORT DATO:**

8. september 2011

**RAPPORT NR.:**

1459

**ANTAL SIDER:**

28

**ISBN NR.:**

ISBN 978-82-7658-862-0

**EMNEORD:**

- Resipientgransking
- Austrheim 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

*Framsidebilete: Lokaliteten Øksneset i Børilsdosen.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS utført ei MOM C-gransking på oppdrettslokalitet nr 30559 Øksneset i Austrheim kommune. Lokaliteten er godkjent for ein maksimalt tillaten biomasse (MTB) på 3120 tonn.

Granskinga av resipienten til lokaliteten Øksneset er utført etter ønskje frå oppdragsgjevar for å få kartlagt miljøstatus i resipienten før utsett av fisk på lokaliteten hausten 2012.

Denne rapporten presenterar resultata frå ei MOM C-gransking med innsamling av botnprøvar av sediment og botndyr, samt hydrografiprofilar i resipienten den 4. april 2011.

Rådgivende Biologer AS takkar Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS ved Ingebrigts Land for oppdraget og for lån av båt og assistanse ved feltarbeidet.

Bergen, 8. september 2011

## INNHOLD

Føreord .....	2
Innhald .....	2
Samandrag .....	3
Innleiing .....	4
Områdeskildring .....	7
Metode og datagrunnlag .....	9
Resultat .....	13
Sjiktning og hydrografi .....	13
Sedimentkvalitet .....	14
Blautbotnfauna.....	18
Vurdering av tilstand .....	22
Referansar .....	24
Vedleggstabellar .....	26

## SAMANDRAG

**Tveranger, B. & M. Eilertsen 2011.**

*MOM C – granskning av lokaliteten Øksneset i Austrheim kommune  
Rådgivende Biologer AS, rapport 1459, 28 sider. ISBN 978-82-7658-862-0*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Kobbekvik og Furuholmen Oppdrett AS utført ei MOM C-granskning på oppdrettslokalitet nr 30559 Øksneset i Austrheim kommune. Den 4. april vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på tre stasjonar frå nær lokaliteten og eit stykke ut i Børildosen, samt hydrografiprofiler på to av desse stasjonane.

Børildosen er ein rundt 7 km langt og 0,8 – 1,4 km breitt sjøområde på nordvestsida av Fosnøyna og som strekkjer seg frå Sætre i søraust og ut mot Fensfjorden mot nordvest. Lokaliteten ligg om lag midt i osen sin lengderetning og er bra skjerma for sterk vêrpåverknad frå dei fleste retningar, men ligg ope og noko eksponert til mot Fensfjorden i nordvest. Det er knapt 200 m djupt like nordaust for lokaliteten, og terskelen ut mot Fensfjorden i nordvest ligg på 120 m djup rundt 2,8 km nordvest for lokaliteten. Den kystnære og til dels eksponerte plasseringa av lokaliteten tilseier gode resipienttilhøve.

Granskninga den 4. april 2011 viser gode miljøtilhøve i Børildosen med omsyn på oksygentilhøve i djupålen, sedimentkvalitet og blautbotnfauna. Resultata gjenspeglar ein resipient i naturtilstand med god kapasitet.

Det var høgt oksygeninnhald i heile vassøyla på begge stasjonar og med den djupe terskelen ut mot Fensfjorden vil det alltid vere god utskifting og gode oksygentilhøve i Børildosen.

Ein fekk opp dyr på samlede MOM C-stasjonar i Børildosen og blautbotnfaunaen på alle stasjonar framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet, der verdiar for artsmangfold og artsindeks hamnar innanfor tilstandsklasse I = ”meget god”. Blautbotnfaunaen var generelt arts-og individrik med eit høgt innslag av forureiningsømfintlege artar.

Sedimentet på stasjonane i djupålen var variabelt finkorna med frå middels til 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 og kopar, tilsvarande bakgrunnsnivå.

Lokaliteten Øksneset i Børildosen er godkjent for ein maksimal tillaten biomasse på 3120 tonn og med omsyn på dei gode miljøtilhøva er det grunn til å tru at lokaliteten har ein god resipientkapasitet og er godt eigna til oppdrettsverksemد.

## 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 stagnerande, 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. Børildosen er resipient for Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS avd. Øksneset. Børildosen har god djupne, og djupe ”tersklar” ut mot den store og eksponerte Fensfjorden som sikrar god utskifting av bassengvatn i osen.

”Overflatelaget” vil ofte kunne vere prega av ferskvasstilrenning 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 nærmare 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. Børildosen har eit maksimaldjup på knapt 200 m, og med ein djup ”terskel” mot nordvest til den kystnære og eksponerte Fensfjorden på rundt 120 m vil få fornying av bassengvatnet truleg fleire gonger i året, særleg ved uroleg ver og mykje sjø, og ikkje minst om våren eller forsommars då vatnet normalt er tyngst (Gade og Furevik 1994).

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 danna. 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 hydrogenulfid i djupvatnet og i sedimenta.

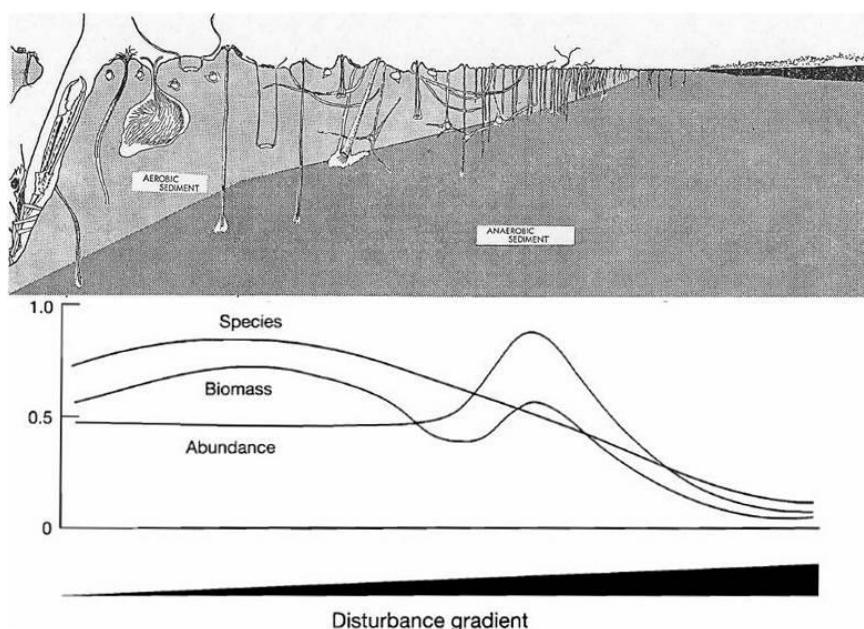
Glødetap er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet, og ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførslar av organisk stoff at den biologiske nedbrytinga 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 granskningar i resipientar (MOM-gransking). MOM (Matfiskanlegg, Overvåking og Modellering) består av eit overvakningsprogram (B- og C-granskningar) og ein modell for berekning av lokaliteten sin bereevne og fastsetting av lokaliteten sin produksjonskapasitet. For nærmare 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 oppleget for ei MOM C-gransking, som er ei gransking av botnilstanden frå eit anlegg (nærsona) og utover i resipienten (fjernsona).

## BLAUTBOTNFAUNA

Blautbotsfauna er dominert av fleirbørstemakkar, 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 *Malacoboceros fuliginosus*, ofte med svært høge individantal. Ei "overgjødsling" vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.



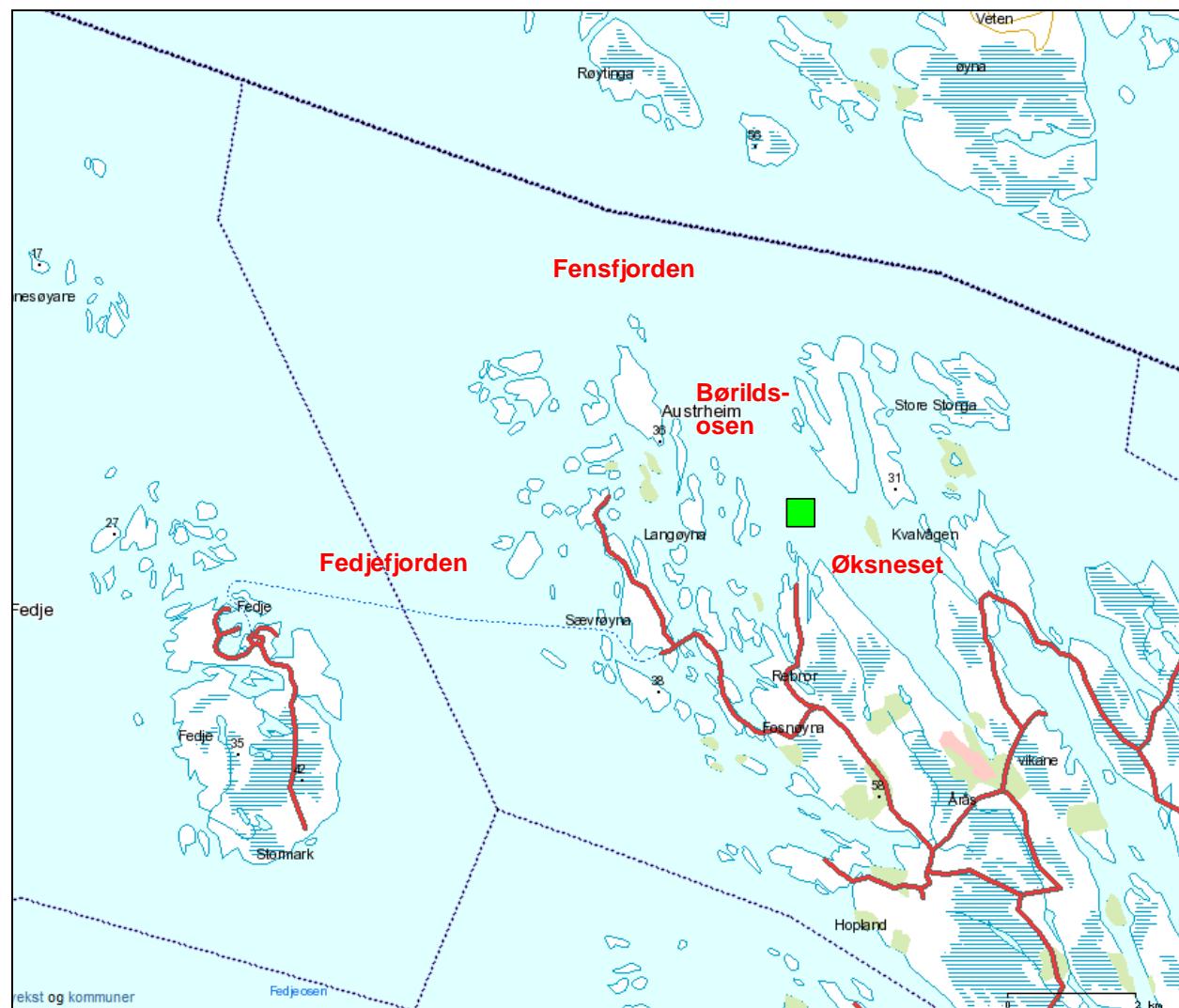
**Figur 1.** Biletet (over) og modell (under) illustrerer endringar i botndyrsamfunnet som ein respons på organiske tilførslar, oksygenmangel og fysiske forstyrningar (frå Pearson & Rosenberg, 1978).

Granskingar av blautbotsfauna er svært vanleg i miljøgranskingar. Eit døme på overvaking av blautbotsamfunnet over tid i ein større skala, er frå olje- og gassverksemene i Nordsjøen. Med utbygging og etablering av oljeverksemid har det vore eit krav om både biologiske, fysiske og kjemiske granskingar. Over tid har det vist seg at oljeindustrien har tilført miljøgifter i sedimenta med merkbare påverknader på dyresamfunnet i blautbotnen. Miljøgranskingar vart starta i 1997 og har sidan vorte utført tre gonger. I løpet av desse granskingane har ein registrert store mengder av blant anna oljehydrokarboner, barium, kopar og bly i sedimenta som skaper store forstyrningar i botndyrfunaen. 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 ved lokaliteten Øksneset i Børildosen i Austrheim kommune (**figur 2**).

Børildosen er eit rundt 7 km langt og 0,8 – 1,4 km breitt sjøområde på nordaustsida av Fosnøyna og som strekkjer seg frå Sætre i søraust og ut mot Fensfjorden i nordvest. Lokaliteten ligg om lag midt i osen sin lengderetning og er bra skjerma for sterk værpåverknad frå dei fleste retningar, men ligg ope og noko eksponert til mot Fensfjorden i nordvest. Det er vel 200 m djupt like nordaust for lokaliteten, og terskelen ut mot Fensfjorden i nordvest ligg på rundt 120 m djup rundt 2,8 km nordvest for lokaliteten (**figur 2 og 3**). Den kystnære og til dels eksponerte plasseringa av lokaliteten tilseier gode resipienttilhøve.



**Figur 2.** Oversikt over ytre delar av Fensfjorden og Fedjefjorden, med lokaliteten Øksneset i Børildosen avmerka. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.

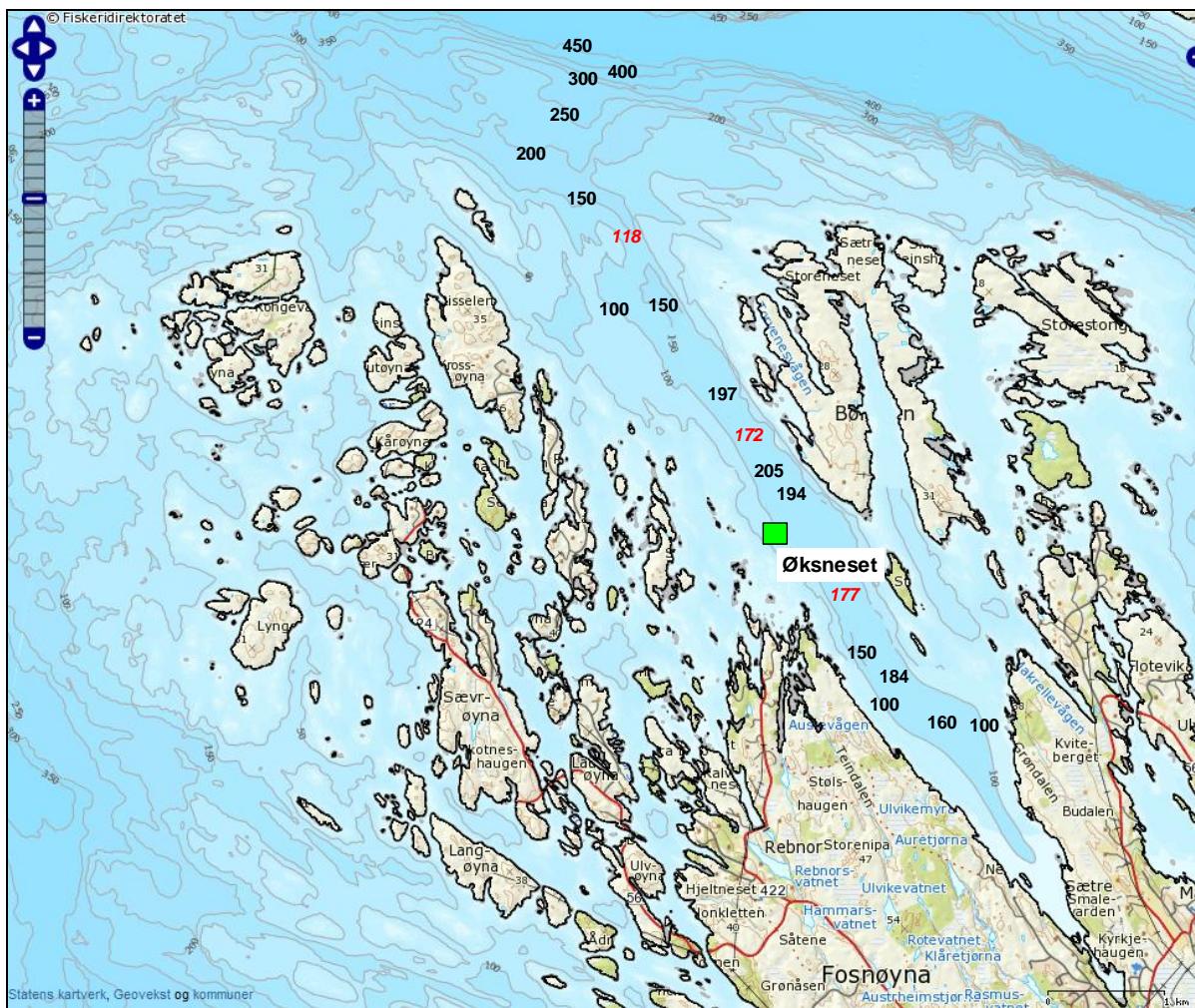
Botnen i lokalitetsområdet skrånar bratt nedover mot øst – nordøst om lag vinkelrett ut frå lokaliteten til over 190 meters djupne om lag 200 meter frå lokaliteten (**figur 4**).

I Børildosen ligg det eit søraust – nordvestgåande dalføre med form som eit trau som naturleg nok er grunnest i søraust, og med djupner på over 150 meter i om lag 5 km lengde. I om lag 3 km lengde ligg djupna mellom 175 – 200 meter, og det ser ut som om botnen veksler mellom litt djupare parti ned mot 195 – 205 m djup og lokale djuptersklar på opp mot 172 meter.

Terskelen ut mot Fensfjorden er på 118 m djup om lag 2,8 km nordvest for lokaliteten, og herifrå djupnest det bratt mot nord til over 450 m djup i Fensfjorden.

I samband med resipientgranskinga vart det utført opplodding av sjøbotnen under lokaliteten og utover i Børildosen (**figur 4**). Denne opploddinga synte at det er ein skrivefeil i sjøkartet som syner 105 meters djup der som det i samsvar med opploddinga er 205 meter djupt rundt 550 meter nord for lokaliteten.

Dei djupe ”tersklane” inn mot Børildosen gjer at det truleg også her vil vere kontinuerleg god utskifting og gode oksygentilhøve ned til botnen i lokalitetsområdet og i nærliggande djupområde. Den lokale resipienten i Børildosen vil såleis ha god resipientkapasitet.



**Figur 3.** Børildosen og utsnitt av Fensfjorden med djupnekoter (raude tal markerar lokale djuptersklar) og avmerking av lokaliteten Øksneset. Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.fiskeridir.no>.

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Det vart utført ei MOM C – resipientgransking den 4. april 2011 ved lokaliteten Øksneset til Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS i Børildosen i samband med utgriing av miljøtilstanden i nærsone til lokaliteten og utover i resipienten. Det var ikkje noko anlegg på staden ved prøvetakingstidspunktet. 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 (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 miljøtilstand ved lokaliteten (nærsona) og vidare utover i resipienten (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).

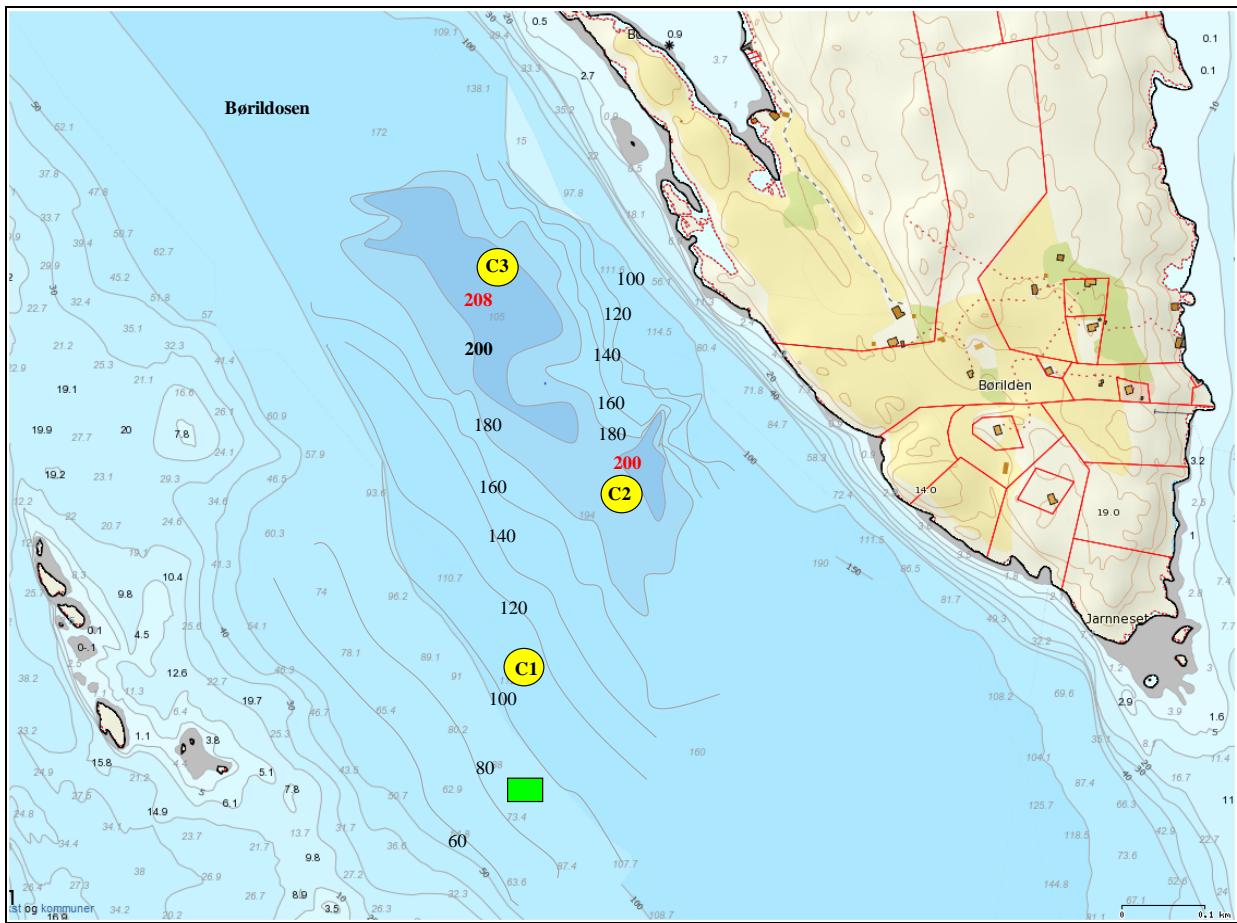
	Nærsona	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Område under og i umiddelbar nærhet til et anlegg der det meste av større partikler vanlegvis sedimenterer.	Område mellom nærsone og fjernsone der mindre partikler sedimenterer. På dype, strømsterke lokaliteter kan også større partikler sedimenteres her.	Område utenfor overgangssonan.
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 resipienter 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 nærleiken til lokaliteten, høvesvis ca 173 m mot nordnordvest (**figur 4, tabell 2**) og stasjon C2 vart tatt noko utover i Børildosen, ca 400 m nordnordaust for lokaliteten. Stasjon C3 vart tatt på det djupaste i resipienten i Børildosen, ca 690 m nord for lokaliteten.

**Tabell 2.** Posisjonar (WGS 84) for stasjonane ved MOM C-resipientgranskinga ved lokaliteten Øksneset i Børildosen i Austrheim kommune, 4. april 2011.

Stasjon:	C1	C2	C3
Posisjon nord	60° 48,801'	60° 48,924'	60° 49,075'
Posisjon aust	4° 51,812'	4° 51,935'	4° 51,706'
Djupne (m)	112 – 113	199	206 – 208



**Figur 4.** Stasjonane C1 – C3 i MOM C-granskingsa av sjøområdet i nærsoma til lokaliteten Øksneset og utover i resipienten i Børildosen 4. april 2011. Kartgrunnlaget er henta fra kart.kystverket.no og er supplert med 20 m djupnekotar som er tatt ut frå opplodding ved hjelp av eit Olex integrert ekkolodd, GPS og digitalt sjøkartsystem.

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 analyser vart det på kvar stasjon teke ein ekstra prøve med  $0,1 \text{ m}^2$  vanVeen-grabben i same posisjon som dei to første grabbhogga. Det vart teke ut prøve frå dei øvste 2-5 cm av sedimentet for analyse. 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 fosfor (totP), sink og kopar) vart også utført i samsvar med NS-EN ISO 16665. Vurdering av resultata er i høve til SFTs klassifisering av miljøkvalitet (Molvær m. fl. 1997, Bakke m. fl 2007), samt Rygg (2002).

Innhaltet 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 botndyrsamansetnaden 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 jamleiksindeks (J):

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

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

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 inneholder 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).

Parameter	Klassar				
	I Svært god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
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 nærsoma til lokaliteten blir vurderinga og gjort på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter nærmere skildring i NS 9410:2007 (**tabell 4**). Denne vurderinga vil ikkje nyttast på resultat frå denne granskninga då lokaliteten ikkje er i drift per dags dato, dvs. ingen lokal påverknad på resipienten frå oppdrettverksemd.

Alle kjemiske analysar samt kornfordelingsanalyse er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen. Botndyrprøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen, og Marine Bunndyr AS ved Cand. Scient. Øystein Stokland har artsbestemt dyrene.

**Tabell 4.** Grenseverdiar nytta i nærsoma 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 dominante 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 vårsituasjon den 4. april 2011 på stasjon C1 ved lokaliteten og stasjon C3 på det djupaste i Børildosen (**figur 5**).

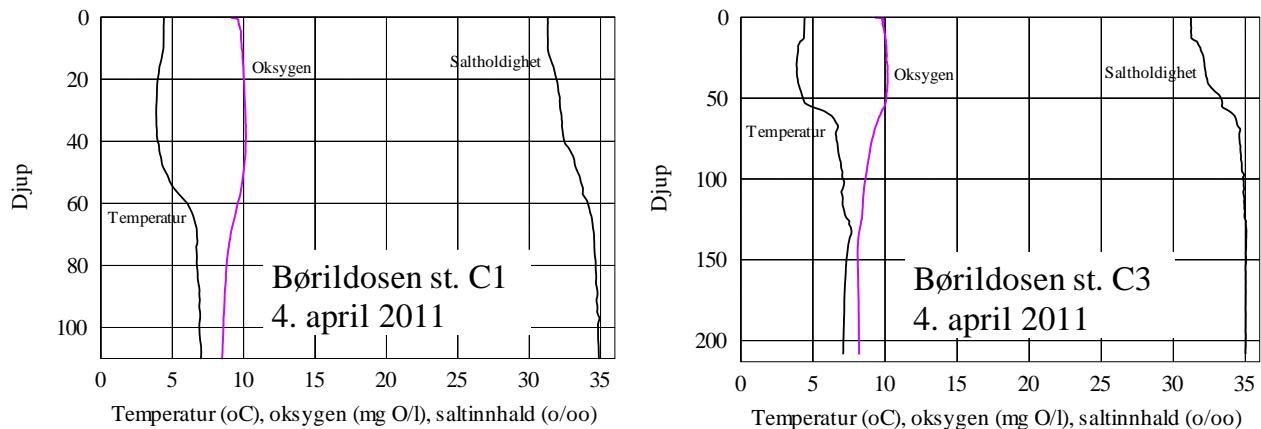
Profilane for dei to stasjonane i Børildosen var i stor grad samanfallande nedover i djupna, og det er difor for det meste teke utgangspunkt i den djupaste stasjonen C3 ved gjennomgang av resultata.

Profilen ved stasjon C3 i Børildosen viser at overflatelaget var lite ferskvasspåverka. Dei øvste 10 metrane var det eit stabilt sjikt med jamm temperatur og saltinnhald. Frå 10 m djup og ned til om lag 30 m djup var det aukande saltinnhald men lågare temperatur, før temperaturen byrja å stige jamt oppover til 130 m djup før eit nytt moderat temperaturfall ned mot botnen på 208 m djup. Saltinnhaldet steig til 130 m djup før det stabiliserte seg vidare nedover i djupvasslaget til botnen.

Temperaturen i overflatelaget på begge stader var låg for årstida, med rundt 4,4 °C ned til 10 m djup. Vidare nedover i vassøyla fall temperaturen til 3,9 °C på 30 m djup begge stader før temperaturen steig til 7 °C ned mot botn på 110 m djup på stasjon C1 og til 7,6 °C på 130 m djup på stasjon C3. Herifrå og ned mot botn på 208 m djup på stasjon C3 sokk temperaturen til 7,1 °C (**figur 5**).

Saltinnhaldet var begge stader relativt høgt og jamt stabilt i overflatelaget og ned til 10 m djup med 31,2 – 31,3 %. Saltinnhaldet auka jamt frå 10 m djup og ned til 130 m djup der det vart målt til 35,1 %. Vidare ned i vassøyla mot botnen var saltinnhaldet stabilt på om lag 35,0 %.

Oksygeninnhaldet var høgt i heile vassøyla ned til botnen på stasjon C3, med 9,0 mg/l i overflata, 8 mg/l på 125 m og 7,9 mg/l på botnen, noko som tilsvarar ei oksygenmetning på 87 % i overflata og 84 % på botnen. Dette tilsvarar SFT sin tilstandsklasse I = "meget god".



**Figur 5.** Temperatur ( °C ) i vassøyla på stasjon C1 og C3 i Børildosen våren 2011.

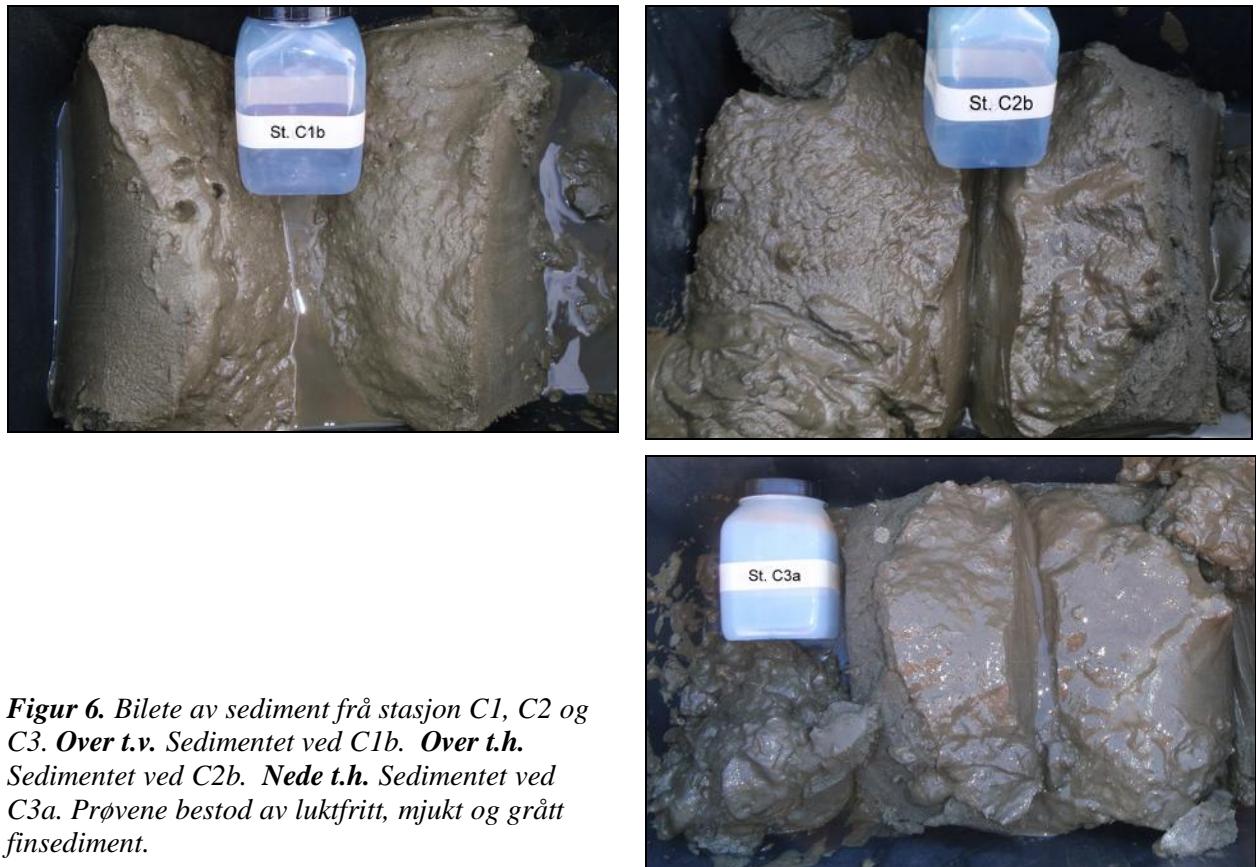
# SEDIMENTKVALITET

## SKILDRING AV PRØVENE

**Stasjon C1** ligg ca 173 m nordnordnordvest for lokaliteten og vart teke på 112 – 113 meters djup (jf. **tabell 2**). Dei to parallellelane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 10 liter sediment (>  $\frac{3}{4}$  full grabb) som var mjukt-fast, grått og luktfritt (**figur 6, tabell 6**). Prøvene bestod hovudsakleg av sand og silt iblanda noko skjelsand og litt grus. Samla sedimentkarakteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).

**Stasjon C2** ligg ca 400 m nordnordaust for lokaliteten og vart teke på 199 meters djup. Dei to parallellelane 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 og litt skjelsand. Samla sedimentkarakteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).

**Stasjon C3** ligg ca 690 m nordfor lokaliteten og vart teke på 206 – 208 meters djup i det djupaste av Børildosen,. Dei to parallellelane var like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var mjukt, luktfritt og grått (**figur 6**). Pøvne bestod hovudsakleg av silt og leire, litt sand og restar av skjelsand. Samla sedimentkarakteristikk (naturtilstand) for stasjonen var tilstand 1 (**tabell 7**).



**Figur 6.** Bilete av sediment frå stasjon C1, C2 og C3. Over t.v. Sedimentet ved C1b. Over t.h. Sedimentet ved C2b. Nede t.h. Sedimentet ved C3a. Prøvene bestod av luktfritt, mjukt og grått finsediment.

**Tabell 6.** Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn i Børildosen 4. april 2011.

Stasjon	C1 a-b	C2 a-b	C3 a-b	
Grabbvolum (liter)	10	12	12	
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei	
H <sub>2</sub> S lukt	Nei	Nei	Nei	
Primær- sediment:	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder	10 % 2 % 50 % 35 % 5 % -	- 2 – 3 % 7 – 8 % 70 % 20 % -	- 2 – 3 % 7 – 8 % 70 % 20 % -
Feltskildring av prøvene	Nesten full grabb med grått, mjukt-fast og luktfritt materiale beståande av sand, silt, skjelsand, litt leire og grus. Begge parallellear var av same type.	Full grabb med mjukt, grått og luktfritt materiale bestående av hovudsakleg silt og leire iblanda litt sand og grus. Begge parallellear var av same type.	Full grabb med mjukt, luktfritt og grått materiale bestående av hovudsakleg silt og leire iblanda litt sand og grus. Begge parallellear var av same type.	

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 middels høge til høge pH-verdiar og høge Eh-verdiar. Alle stasjonane og parallellear hamna i tilstand 1 (**tabell 7**). Meir detaljert var det høgast pH og Eh-verdiar i sedimentet på den grunnaste stasjonen C1, medan stasjonane C2 og C3 hadde berre litt lågare pH, og noko lågare Eh-verdiar. Forskjellane kan indikere moderat lågare innhald av oksygen i sedimentet på dei to djupaste stasjonane. Imidlertid var Eh-verdiane framleis høge, og prøvane viser gjennomgåande eit oksygenrikt sediment.

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

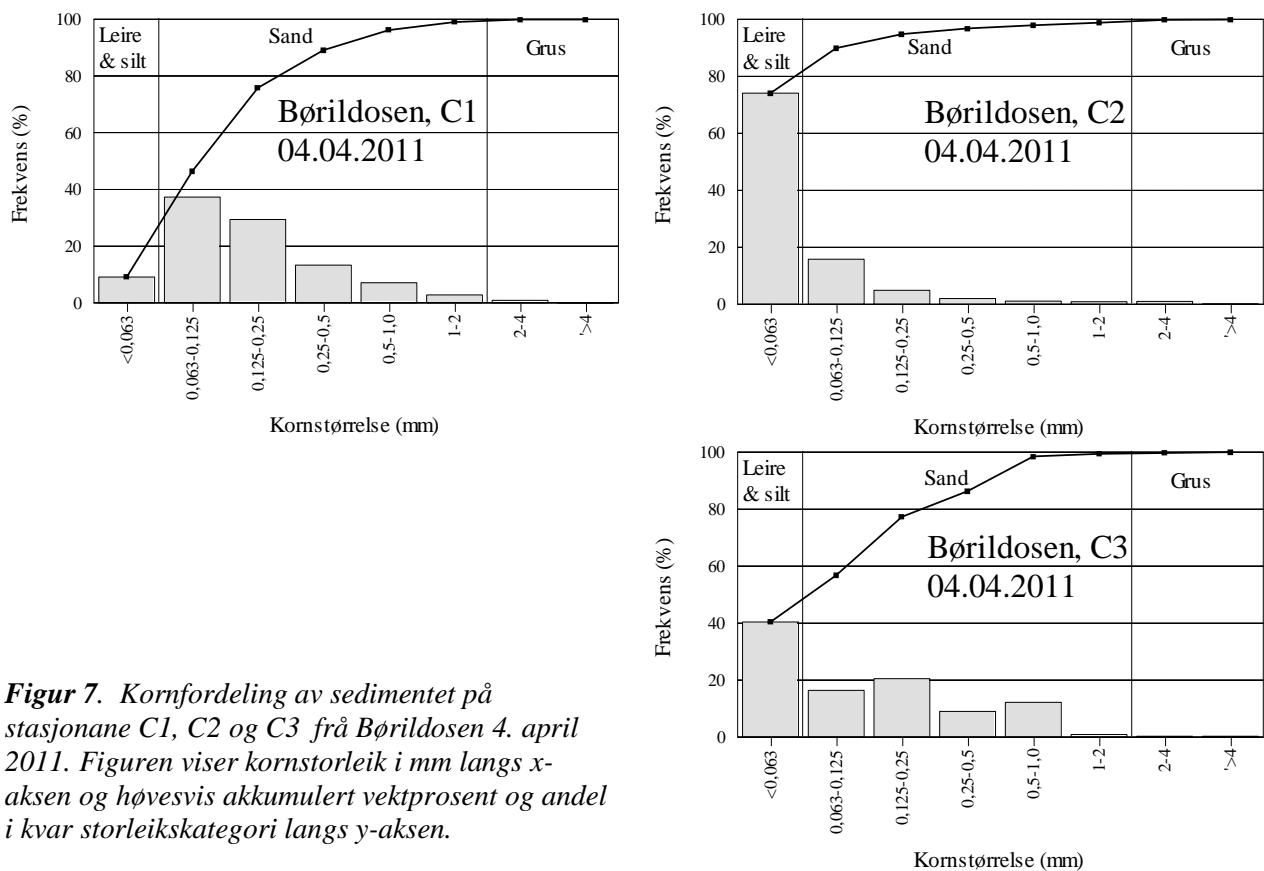
**Tabell 7.** PRØVESKJEMA for granskingane i dei ulike parallellane frå dei tre stasjonane i Børildosen 4. april 2011.

## KORNFORDELING

Resultatet frå kornfordelingsanalysen viser at det er mest sedimentterande tilhøve på stasjon C2 ved det djupaste i Børildosen, med 74,1 % pellitt (silt og leire). Andelen finstoff var overraskande nok ein del lågare ved det djupaste punktet i Børildosen på stasjon C3, med 74,1 % pellitt (silt og leire). (**tabell 8, figur 7**). Etter kvart som ein kjem grunnare og lenger oppover i bakken i Børildosen blir sedimentet vesentleg grovare, og på stasjon C1 var andelen finstoff knapt 10 %, medan andelen sand var 90 %. Andelen sand på stasjon C2 of C3 var høvesvis knappe 25 % og ca 60 %. Det var lite grus i prøvene på samlede stasjonar (mellan 0,6 og 1,1 %).

**Tabell 8.** Tørrstoff, organisk innhold, kornfordeling og innhold av fosfor, kopar og sink i sedimentet frå tre stasjonar i Børildosen 4. april 2011. SFT-tilstand er markert med tal og farge, som tilsvarar tilstandsklassefiseringa etter SFT (1997 og 2007)

Stasjon	Eining	C1	C2	C3
Leire & silt	%	9,1	74,1	40,4
Sand	%	90,0	24,8	59,0
Grus	%	0,9	1,1	0,6
Tørrstoff	%	52	35	39
Glødetap	%	3,5	11,0	10,0
TOC	mg/g	6,5	30,0	21,0
<b>Normalisert TOC</b>	<b>mg/g</b>	<b>22,9 (II)</b>	<b>34,6 (III)</b>	<b>34,2 (III)</b>
Total Fosfor	mg/g	0,55	0,78	0,63
Kopar (Cu)	mg/kg	4,2 (I)	14 (I)	12 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	20 (I)	57 (I)	50 (I)



**Figur 7.** Kornfordeling av sedimentet på stasjonane C1, C2 og C3 frå Børildosen 4. april 2011. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen.

Dette er ikkje overraskande, då ein kan forvente sterkare straumtilhøve over grunnare parti i Børildosen, i høve til i djupare områder under terskeldjup, der det finaste materiale lettare vil sedimentere. Stasjon C1 ligg også i den skrånande bakken der anlegget vil ligge, og det vil innimellom kunne ramle ned små steinar, sand og grus herifrå ved sterke strømtihøve.

Tørrstoffinnhaldet var relativt lågt på alle stasjonane, med høgaste prosentandel på den grunnaste stasjonen nærmest lokaliteten, 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 frå lågt til moderat høgt med verdiar frå 3,5 til 11,0 %, og naturleg nok høgst på dei to stasjonane i djupålen i Børildosen.

Innhaldet av normalisert TOC låg mellom 22,9 og 34,6 mg C/g på stasjonane i Børildosen (**tabell 8**). Dette tilsvrar SFTs tilstandsklasse III = "mindre god" for stasjon C2 og C3 (SFT 1997) og tilstandsklasse II = "god" for stasjon C1, men sjå diskusjon av SFTs klassegrenser for organisk innhald i vurderinga bak.

Innhaldet av fosfor var nokså lågt og innafor normale verdiar i lite påverka resipientar med gode nedbrytingstilhøve.

Nivået av kopar og sink på samlede stasjonar hamna alle innan tilstandsklasse I = "bakgrunn" (**tabell 8**). Det tyder på at det generelt er lite tungmetall i sedimentet i Børildosen.

## BLAUTBOTNFAUNA

### ST C1

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellelane. På stasjon C1 i Børildosen vart det registrert 601 individ fordelt på 66 artar. Individtalet i dei to grabbhoggene var middels høgt med høvesvis 328 i grabb A og 273 i grabb B. Artsantalet var høgt og relativt stabilt med 53 og 50 artar i høvesvis grabb A og B (**tabell 9**).

Hyppigast førekommande art på stasjonen var fleirbørstemakken *Praxiella affinis*, og arten er ikkje rekna for å vere forureiningstolerant og utgjorde om lag 8 % av individua. Om lag like hyppig var den forureiningsomfintlege fleirbørstemakken *Notomastus latericeus*. Muslingen *Thyasira equalis* og fleirbørstemakken *Paramphipnoma jeffreysi*, som begge kan vere hyppige på både upåverka og moderat organisk belasta lokalitetar, var representert med opp mot sju prosent av individua (**tabell 10**).

Låg dominans blant artane førar til at verdien for jamleik vart høg, med 0,86. Diversiteten var høg, og med ein verdi av Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) på 5,19, samt Hurlbertsindeks på 36,9, hamnar stasjonen i SFT tilstandsklasse I = "meget god".

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

Relativt høgt arts- og individualtal, artsmangfold innanfor tilstandsklasse I = "meget god", ISI-indeks i denne eller klasse II = "god", låg dominans og hyppigste artar assosiert med upåverka tilhøve karakteriserar stasjon C1 per 4. april 2011. Stasjonen synast best karakterisert ved tilstandsklasse I = "meget god" og framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet.

**Tabell 9.** Tal på artar og individ av botndyr i dei 2 parallelle tekne tre stader i Børildosen 4. april 2011, samt Shannon-Wieners diversitetsindeks, Hurlberts indeks, maksimal diversitet ( $H'$ -max), jamleik (evenness) og indikatorartsindeks (ISI). For artsindeks og artsmangfold (diversitetsindeks og Hurlbertsindeks) er tilstandsklassar gitt i parentes etter verdiane (Molvær et al. 1997 og Rygg 2002). Enkeltresultat er presentert i vedleggstabell 1 bak i rapporten.

Stasjon	Antal artar	Antal individ	Jamleik, J	$H'$ -max	Diversitet, $H'$	Hurlberts indeks	ISI indeks
<b>St. C1 samla</b>	<b>66</b>	<b>601</b>	<b>0,86</b>	<b>6,03</b>	<b>5,19 (I)</b>	<b>36,9 (I)</b>	<b>8,86 (I)</b>
A	53	328	0,89	5,74	5,11 (I)	36,5 (I)	8,38 (II)
B	50	273	0,87	5,66	4,92 (I)	34,5 (I)	8,67 (II)
<b>St. C2 samla</b>	<b>44</b>	<b>420</b>	<b>0,76</b>	<b>5,47</b>	<b>4,16 (I)</b>	<b>27,0 (I)</b>	<b>9,35 (I)</b>
A	39	211	0,80	5,29	4,23 (I)	29,0 (I)	9,07 (I)
B	31	209	0,78	4,99	3,89 (II)	24,6 (II)	0,98 (I)
<b>St. C3 samla</b>	<b>49</b>	<b>394</b>	<b>0,78</b>	<b>5,64</b>	<b>4,40 (I)</b>	<b>29,5 (I)</b>	<b>8,92 (I)</b>
A	39	206	0,82	5,32	4,36 (I)	30,4 (I)	8,68 (II)
B	36	188	0,82	5,15	4,22 (I)	28,0 (I)	8,37 (II)

## ST C2

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallelle lane. På stasjon C2 i Børildosen vart det registrert 420 individ fordelt på 44 artar, eit middels høgt arts- og individtal. Artsantalet var jamt mellom dei to grabbhogga på stasjonen, med 39 i grabb A og 31 i grabb B. Dette gjeld også for individtalet som var høvesvis 211 og 209 i grabb A og B.

Hyppigst førekommande art på stasjonen var fleirbørstemakken *Heteromastus filiformis* med ca 22 prosent av individua. Arten kan finnast hyppig både i upåverka og organisk belasta område, og er ofte talrik i kyst- og fjordområder med noko naturlig tilført organisk materiale frå land og grunt vatn. Nest hyppigst førekommande art på stasjonen var fleirbørstemarken *Paramphipnoma jeffreysi* med om lag 17 prosent av individua. Arten kan vere hyppig førekommende både i upåverka og moderat påvirka område.

Relativt låg dominans fører til at verdien for jamleik vart forholdsvis høg, med 0,76. Diversiteten var høg, og med ein verdi av Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) på 4,16, samt Hurlbertsindeks på 27,0, hamnar denne stasjonen i SFT tilstandsklasse I = "meget god" (tabell 9). Verdiane for artsindeksen låg innanfor tilstandsklasse I = "meget god" for begge enkeltgrabbar og for stasjonen samla.

Relativt høgt artsantal, middels individantal, artsmangfold stort sett i tilstandsklasse I = "meget god", relativt lite dominans og ISI-indeks i tilstandsklasse I kjennteiknar stasjon C2 ved Øksneset per 4. april 2011. Stasjonen synast best karakterisert ved tilstandsklasse I = "meget god" og framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet.

**Tabell 10.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1, C2, og C3 i Børildosen 4. april 2011.

St. C1			St. C2		
Taxa	%	Kum %	Taxa	%	Kum %
<i>Praxillella affinis</i>	8,15	50,08	<i>Heteromastus filiformis</i>	22,38	74,52
<i>Notomastus latericeus</i>	7,99	41,93	<i>Paramphинome jeffreysi</i>	17,14	52,14
<i>Thyasira equalis</i>	6,99	33,94	<i>Lumbrineris sp</i>	7,62	35,00
<i>Paramphинome jeffreysi</i>	6,66	26,96	Nemertini indet	6,67	27,38
Nemertini indet	4,33	20,30	<i>Thyasira sarsi</i>	5,48	20,71
<i>Lumbrineris sp</i>	3,49	15,97	<i>Praxillella affinis</i>	3,81	15,24
<i>Thyasira sarsi</i>	3,33	12,48	<i>Mendicula pygmaea</i>	3,81	11,43
<i>Diplocirrus glaucus</i>	3,16	9,15	<i>Amphiura chiajei</i>	3,10	7,62
<i>Chaetozone setosa</i>	3,00	5,99	<i>Abra nitida</i>	2,38	4,52
<i>Prionospio fallax</i>	3,00	3,00	<i>Myriochele oculata</i>	2,14	2,14

St. C3		
Taxa	%	Kum %
<i>Paramphинome jeffreysi</i>	22,59	69,04
<i>Heteromastus filiformis</i>	11,68	46,45
<i>Lumbrineris sp</i>	7,87	34,77
Nemertini indet	6,60	26,90
<i>Praxillella affinis</i>	4,31	20,30
<i>Thyasira equalis</i>	4,06	15,99
<i>Amphiura chiajei</i>	3,55	11,93
<i>Pholoe pallida</i>	3,05	8,38
<i>Ceratocephale loveni</i>	2,79	5,33
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2,54	2,54

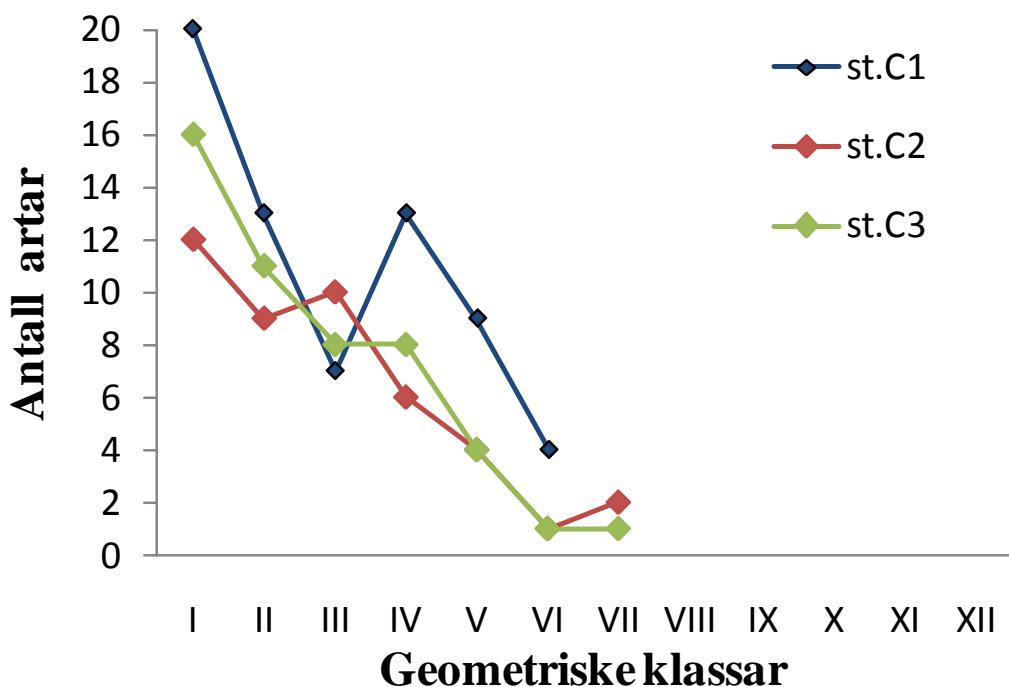
### ST C3

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. fulle grabbhogg i dei to parallellane. På stasjon C3 i Børildosen vart det registrert 394 individ fordelt på 49 artar (tabell 9). Individtalet i dei to grabbhoggene var middels høgt med høvesvis 206 i grabb A og 188 i grabb B. Artsantalet var middels høgt og stabilt med 39 og 36 artar i høvesvis grabb A og B.

Hippigst førekommande art på stasjonen var fleirbørstemakken *Paramphинome jeffreysi* med vel 22 prosent av individua. Arten kan vere hyppig førekommande både i upåverka og moderat påvirka område. *Heteromastus filiformis* frå same gruppe var nest hyppigst med vel 11 prosent.

Verdianr for diversitet låg innanfor tilstandsklasse I = "meget god" for begge grabbar og samla for begge indeksar. Jammleiksindeks og H'max hadde verdiar som er retta mot liten grad av dominans. Artsindeksen for enkelt grabbhogg låg innanfor tilstandsklasse II = "god" og tilstandsklasse I = "meget god" for stasjonen samla.

Kombinasjonen middels høgt artsantall, middels individantal, artsmangfold innanfor tilstandsklasse I = "meget god", låg dominans, verdiar for ISI-indeksen innanfor tilstandsklasse I eller II, samt dominerande artar som ikkje tydar på forureiningsbelastning karakteriserar stasjon C3 per 4. april 2011. Lokaliteten synast best karakterisert ved tilstandsklasse I = "meget god", og framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet.



**Figur 8.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonene C1, C2 og C3 tatt 4. april 2011 i Børildosen. Antal artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x- aksen.

Kurva til dei geometriske klassane har eit generelt jamt fallande kurveforløp og synar at det på samtlige stasjonar er få artar som opptrer med høge individtal, noko som tyder på eit tilsynelatande upåverka botndyrsamfunn (**figur 8**).

# VURDERING AV TILSTAND

## Tilstanden ved lokaliteten

Lokaliteten Øksneset (lok. Nr. 30559) i Børildosen er ein samdriftslokalitet for laks og aure mellom Rongevær Fiskeoppdrett AS, Kobbevik og Furuholmen Oppdrett AS og Gissøy Fisk AS som i dag har ein maksimalt tillaten biomasse på 3120 tonn. Det har ikkje vore fisk på lokaliteten tidlegare og første utsett er planlagt til hausten 2012. Det var ikkje anlegg på staden ved prøvetakingstidspunktet.

## SJIKTNINGSTILHØVE OG OKSYGENINNHOLD

Det vart tatt hydrografiske profilar på stasjon C1 rett ved lokaliteten og på stasjon C3, det djupaste i Børildosen. Profilane var samanfallande på begge stasjonar med omsyn på temperatur, saltinhald og oksygentilhøve, og synar god utskifting og fornying av bassengvatnet i den kystnære osen. På dei aktuelle djupna grabbhogga er tekne, vil det alltid vere god utskifting og gode oksygentilhøve i Børildosen på grunn av den djupe 120 meters terskelen ut mot Fensfjorden, som elles er terskelfri ut mot Nordsjøen, noko som sørger for god utskifting gjennom heile vassøyla, truleg fleire gonger i året.

Oksygeninnhaldet var høgt i heile vassøyla, med 7,9 mg/l (= 5,6 ml/l) ned til botnen på stasjon C3 på 208 m djup, noko som tilsvrar SFTs tilstandsklasse I = "meget god".

## SEDIMENTKVALITET

Kornfordelingsanalysar viste at sedimentet hovudsakleg vart meir finkorna til djupare ned i osen ein kom, men sedimentet på stasjon C3 ved det djupaste punktet i djupålen var mindre finkorna enn stasjon C2 i saman djupål. Sedimentkarateristikkene var imidlertid nokså lik på desse to stasjonane ("hovudsakleg silt og leire", jf. **figur 7**), så det kan bero på litt tilfeldigheiter ved uttak av prøve til analyse at den eine prøven på stasjon C3 hadde ein litt høgare andel av den fine sanden. Det er ikkje uventa med sedimentterande tilhøve i djupbasseng, sidan straumhastigheta avtek nedover i djupet og det blir meir sedimentterande tilhøve med ein større andel finpartikulært materiale som fell til botnen. I kystnære strok med gode straumtilhøve vil de finare partiklane lettare blir vaska ut og flytta ut på djupare vatn til meir straumstille område.

Glødetapet (organisk innhold) var frå lågt til moderat høgt med verdiar frå 3,5 til 11,0 %, og naturleg nok høgast på dei to stasjonane i djupålen i Børildosen. 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 det 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.

Innhaldet av normalisert TOC låg mellom 22,9 og 34,6 mg C/g på stasjonane i Børildosen. Dette tilsvrar SFTs tilstandsklasse III = "mindre god" for stasjon C2 og C3 (SFT 1997) og tilstandsklasse II = "god" for stasjon C1.

SFT si tilstandsklassifisering for organisk innhold i sedimenta er imidlertid ikkje utan vidare eigna til formålet. Det er vanskeleg å forklare at sedimentkvaliteten skal vere mindre god når dei fleste andre undersøkte parametrane for sedimentkvalitet og dyr også er gode. Basseng og fjordar med lokalt vern på Vestlandet har ofte eit høgt organiske innhold (Moy m. fl. 1996). Sedimenta vert karakterisert som dårlagare enn det dei eigentleg er. I granskningar frå andre område har det gjentatte gonger vorte funne at karakteristikkene for sedimenta er dårlagare enn for fauna (Kroglund m. fl. 1998). Dette samsvarar og med mange av våre resipientgranskningar. Kvalitetskriteria med omsyn på TOC er eit uttrykk for mengda av organiske komponentar i miljøet, enn ein generell miljøtilstand.

Faunaen representerer eit betre mål for miljøtilstand i og med at artane må vere tilpassa miljøet der dei lever. Artsmangfaldet er ein grunnleggjande parameter, men for sikker karakteristikk må og artssamansetning og innslag av karakterartar vurderast.

Sedimenta på alle tre stasjonane hadde normale pH-verdiar med elektrodepotensial tilsvarende friske og oksygenrike tilhøve ved botnen, klassifisert til beste tilstandsklasse 1= "meget god" i samsvar til NS 9410:2007. Dette gjaldt og alle parallellane.

Innhaldet av fosfor var nokså lågt og innafor normale verdiar i lite påverka resipientar med gode nedbrytingstilhøve. Det var lite tungmetall i sedimentet i Børildosen tilsvarende naturtilstand.

## **BLAUTBOTNSFAUNA**

Ein fekk opp dyr på samlege MOM C-stasjonar i Børildosen og blautbotnfaunaen på alle stasjonar framstår som upåverka på prøvetakingstidspunktet, der verdiar for artsmangfald og artsindeks hamnar innanfor tilstandsklasse I = "meget god". Blautbotnfaunaen var generelt arts-og individrik med eit høgt innslag av forureiningsømfintlege artar.

## **KONKLUSJON**

Granskinga den 4. april 2011 viser gode miljøtilhøve i Børildosen med omsyn på oksygentilhøve i djupålen, sedimenkvalitet samt kvaliteten på botndyrfaunaen, der sistnemnde avspeglar tilnærma upåverka tilhøve på samtlige stasjonar. Dette skuldast naturleg nok at det ikkje har vore noko oppdrett av fisk på denne lokaliteten.

Sedimentet på dei djupaste punkta var som venta finkorna, med høg andel pelitt (silt og leire) på ein stasjon. 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 og kopar tilsvarende bakgrunnsnivå.

Lokaliteten Øksneset i Børildosen er godkjent for ein maksimal tillaten biomasse på 3120 tonn og med omsyn på dei gode miljøtilhøva er det grunn til å tru at lokaliteten har ein god resipientkapasitet og er godt eigna til oppdrettsverksemd.

## REFERANSAR

**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., 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.

**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.

**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.

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

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

NIVA-rapport 3908, 58 sider

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

Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.

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

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

Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stadt.

NIVA-rapport 3551, 84 sider

**NORSK STANDARD NS 9410:2007**

Miljøovervåking av bunnpåvirkning 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.**

Macrobenthos 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.*

**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 Børildosen den 4. april 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 Bunndyr AS av Cand. scient. Øystein Stokland.

Taksa	ST. C1			ST. C2			ST. C3		
	A	B	sum	A	B	sum	A	B	sum
<b>CNIDARIA- nesledyr</b>									
Edwardsiidae indet	1		1			0			0
<i>Virgularia mirabilis</i>		0	2			2		1	1
<b>NEMERTINEA - Slimorm</b>									
Nemertini indet	6	20	26	14	14	28	10	16	26
<b>POLYCHAETA - Fleirbørstemakk</b>									
<i>Paramphipnoma jeffreysi</i>	22	18	40	30	42	72	51	38	89
<i>Pholoe baltica</i>	10	4	14			0	3	1	4
<i>Pholoe pallida</i>	3	1	4	3	5	8	7	5	12
<i>Eumidia sp</i>		1	1			0			0
<i>Eteone cf flava</i>	1		1			0			0
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	1		1	1		1		1	1
<i>Exogone hebes</i>		1	1	3	1	4		1	1
<i>Typosyllis cornuta</i>	1		1			0			0
<i>Ceratocephale loveni</i>		0	2	6	8	5	6	11	
<i>Aglaophamus malmgreni</i>		0			0		1	1	
<i>Nephtys kersivalensis</i>		0			0	2	1	3	
<i>Glycera alba</i>		0	2	3	5		2	2	
<i>Goniada maculata</i>		0	2		2				0
<i>Augeneria tentaculata</i>		0			0	1		1	
<i>Lumbrineris sp</i>	9	12	21	10	22	32	14	17	31
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1		1			0			0
<i>Phylo norvegica</i>		0		1	1				0
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	7	5	12			0	1	2	3
<i>Pseudopolydora antennata</i>	5	4	9			0			0
<i>Prionospio cirrifera</i>	10	8	18	2		2			0
<i>Prionospio fallax</i>	5	13	18			0			0
<i>Scolelepis foliosa</i>	8	1	9			0			0
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	8	8	16	2	1	3	3	3	6
<i>Spiophanes wigleyi</i>	9	5	14			0		2	2
<i>Aristobranchus tullbergi</i>	1		1	1		1		5	5
<i>Aricidea catherinae</i>		0	3		3	3		3	
<i>Levinsenia gracilis</i>	12	2	14	1	4	5	3	5	8
<i>Paradoneis lyra</i>	3	6	9			0			0
<i>Aphelochaeta sp</i>	7	4	11	4	3	7	5	4	9
<i>Chaetozone setosa</i>	6	12	18			0	5	4	9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	12	7	19	1	3	4	7	3	10
<i>Brada villosa</i>		0			0	2			2

<i>Scalibregma inflatum</i>		1	1		0			0
<i>Heteromastus filiformis</i>	2	4	6	49	45	94	20	26
<i>Notomastus latericeus</i>	18	30	48			0		0
<i>Praxillella gracilis</i>	3		3			0		0
<i>Praxillella affinis</i>	30	19	49	10	6	16	9	8
<i>Rhodine loveni</i>			0	3		3	4	5
<i>Owenia fusiformis</i>	6	8	14			0		0
<i>Myriochele oculata</i>	7	7	14	6	3	9	1	1
<i>Pectinaria koreni</i>			0	1		1		0
<i>Pectinaria belgica</i>	2		2	1	2	3		0
<i>Ampharete sp fr</i>	1	2	3			0		0
<i>Amphicteis gunneri</i>	3		3			0	1	1
<i>Sosanopsis wireni</i>		1	1			0	2	1
<i>Pista cristata</i>	3	3			1	1	3	3
<i>Streblosoma bairdi</i>			0	4		4		1
<i>Polycirrus medusa</i>			0	1		1		0
<i>Polycirrus norvegicus</i>		1	1			0		0
<i>Trichobranchus roseus</i>	1	2	3		1	1		0
<i>Terebellides stroemi</i>	2	1	3	2	2	4	1	1
Siboglinidae indet	6	1	7			0		0
<b>OLIGOCHAETA - Fåbørstemakk</b>								
<i>Tubificoides</i> sp	1	1	2			0		0
<b>SIPUNCULIDA - Pølseorm</b>								
Golfingidae indet		1	1			0		0
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	7		7			0	1	1
<i>Phascolion strombi</i>			0		1	1		0
<b>CRUSTACEA - Krepsdyr</b>								
<i>Eudorella emarginata</i>			0		1	1	2	2
<i>Eudorella</i> sp	1		1			0	2	2
<i>Eriopisa elongata</i>		1	1			0		0
<b>MOLLUSCA - Blautdyr</b>								
Caudofoveata indet	1	1	2	2	2	4	3	3
<i>Diaphana minuta</i>			0			0	1	1
<i>Cylinchna alba</i>	1	2	3			0	1	1
<i>Nuculoma tenuis</i>		3	3			0		0
<i>Nucula sulcata</i>	2	5	7	4	3	7	1	2
<i>Nucula tumidula</i>			0	1	1	2	1	1
<i>Yoldiella philippiana</i>		2	2			0		0
<i>Myrtea spinifera</i>	2	2	4			0		0
<i>Thyasira polygona</i>		1	1			0		0
<i>Thyasira sarsi</i>	13	7	20	11	12	23	4	2
<i>Thyasira equalis</i>	25	17	42	1	3	4	8	16
<i>Thyasira obsoleta</i>		1	1			0		0
<i>Thyasira succisa</i>	1		1			0		0
<i>Axinulus croulinenesis</i>	2		2	1		1		0
<i>Mendicula ferruginea</i>	9	1	10			0		0
<i>Mendicula pygmaea</i>	7	2	9	12	4	16	5	1

<i>Montacuta feruginosa/tenella</i>	1	1		0			0
<i>Kelliella miliaris</i>		0	1		1		0
<i>Abra nitida</i>	13	13	4	6	10	5	1
<i>Cuspidaria obesa</i>		0	1		1		0
<i>Tropidomya abbreviata</i>		1	1		0		0
<i>Antalis entale</i>		0			0	1	1
<b>ECHINODERMATA - Pigghudar</b>							
<i>Brissopsis lyrifera</i>	1	1			0	1	1
<i>Amphiura chiajei</i>	9	9	18	8	5	13	7
<i>Amphiura filiformis</i>	3	4	7	4	4	8	1
<i>Amphilepis norvegica</i>		0	1	2	3	1	1