

# R A P P O R T

Utvida MOM B-granskning  
ved lokaliteten Kjærrelva  
i Hellandsfjorden i Fitjar 2015



Rådgivende Biologer AS

2208





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Utvila MOM B-gransking ved lokaliteten Kjærelva i Hellandsfjorden i Fitjar 2015
---

**FORFATTARAR:**

Bjarte Tveranger & Christiane Todt
------------------------------------

**OPPDRAKGJEGVAR:**

Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar v/Svein Nøttveit
--

**OPPDRAGET GITT:****ARBEIDET UTFØRT:****RAPPORT DATO:**

9. september 2015	september 2015	7. mars 2016
-------------------	----------------	--------------

**RAPPORT NR:****ANTAL SIDER:****ISBN NR:**

2208	40	ISBN 978-82-8308-239-5
------	----	------------------------

**EMNEORD:**

- Overløp - Lokalitetstilstand	- Sediment - Botndyr
-----------------------------------	-------------------------

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Prøvetaking	<b>Rådgivende Biologer AS</b> Thomas Tveit Furset	<b>TEST 288</b>
Kjemiske analyser	<b>Eurofins Norsk Miljøanalyse AS *</b>	<b>TEST 003</b>
Sortering bløtbunnsfauna	<b>Rådgivende Biologer AS</b> Elena Gerasimova	Nei
Artsbestemmelse med vurdering og fortolkning av bløtbunnsfauna	<b>Rådgivende Biologer AS, Mask med mera*</b> Arne Nygren. Christiane Todt og Lena Ohnheiser.	Nei
Diskusjon med vurdering og fortolkning av resultat	<b>Rådgivende Biologer AS.</b> Bjarte Tveranger, Christiane Todt, Hilde Eirin Haugsøen	<b>TEST 288</b>

\*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

\*\*Kornfordelingsanalyse ikkje utført akkreditert

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Christiane Todt	02.03.2016	Fagansvarlig Marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen Foretaksnr 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      Telefax: 55 31 62 75

**Forsidefoto:** Flyfoto av settefiskanlegget i 2014 (fra Sjøtroll Havbruk AS v/Svein Nøttveit).

## FØREORD

Rådgivende Biologer på AS har på oppdrag frå Sjøtroll Havbruk AS utført ei oppfølgjande miljøgransking i Hellandsfjorden i Fitjar kommune etter førre gransking i 2010. Ei recipientgransking vart utført sommaren 2009 etter at anlegget fram til mai same året hadde hatt utslepp av overløpsvatn i fjorden like ved anlegget (Tveranger mfl. 2009). Det vart etablert eit nytt reinseanlegg i 2010, og i oppbyggingsperioden av reinseanlegget vart delar av avløpet i perioden frå juni 2009 og fram til 6. april 2010 ført reinsa gjennom eit trommelfilter med 90 µm filterduk ut i eit mellombels avløp i Hellandsfjorden på 8 meters djup, sørvest for anlegget. Den mellombelse avløpsleidningen vart fjerna 6. april 2010, og i perioden fram til ny avløpsslange vart køyrd i gang 21. juli 2010, gjekk det filtrerte avløpsvatnet ut i overflata i Hellandsfjorden ved filterkummen. Etter 21. juli 2010 har alt avløpsvatn gått ut i Kobbavika. Etter krav frå Fylkesmannen i Hordaland gjennomførte Rådgivende Biologer AS ei ny kartlegging av miljøtilhøva i Hellandsfjorden hausten 2010 etter at reinseanlegget vart sett i drift sommaren 2009 (Brekke & Eilertsen 2010). Noverande gransking skal gje eit bilet av miljøtilstanden fem år etter førre gransking.

Denne rapporten presenterer resultata frå ei oppfølgjande MOM B - gransking på fem stasjonar i sjøområdet utanfor det gamle overløpet for å få ei vurdering av miljøtilhøva i sedimentet over seks år etter at overløpsutsleppet opphørde, samt på fem nye stasjonar fem år etter opphør av det mellombelse utsleppet sørvest for anlegget. Det vart teke hydrografi i vassøyla, og samla inn prøver av sediment og botndyr den 17. september 2015. Feltarbeidet vart utført av Thomas Tveit Furset, Joar Tverberg og Hilde Eirin Haugsøen.

Rådgivende Biologer AS takkar Sjøtroll Havbruk AS ved Svein Nøttveit for oppdraget, samt Kvitsøy Sjøtjenester AS for lån av båt og god assistanse i forbindelse med feltarbeidet.

Bergen, 7. mars 2016.

## INNHALD

Føreord.....	2
Innhald .....	2
Samandrag .....	3
Område- og lokalitetsskildring.....	4
Anlegget.....	6
Metode .....	7
Miljøtilstanden 17. september 2015 .....	11
Vurdering av resultat .....	27
Referansar .....	33
Vedleggstabellar.....	35
Om fjordar og pollar.....	37
Om blautbotnfauna og indeksar .....	39

# SAMANDRAG

## TVERANGER, B & C. TODT 2016

*Utvida MOM B-gransking ved lokaliteten Kjærvelva i Hellandsfjorden i Fitjar 2015.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport 2208, 40 sider, ISBN 978-82-8308-239-5*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar utført ei oppfølgjande miljøgransking fem år etter førre gransking i Hellandsfjorden i Fitjar kommune. Den 17. september 2015 vart det teke hydrografi i vassøyla og samla inn prøver av sediment og botnfauna på fem stader like utanfor det gamle overløpet og på fem nye stasjonar utanfor det tidlegare mellombelse utsleppet sørvest for anlegget. Granskinga er i hovudsak utført som ei MOM B-gransking, med artsbestemming av botndyr og enkle kjemiske analysar i tillegg.

Hellandsfjorden er ein relativt grunn terskelfjord med høg primærproduksjon, eit overflateareal i underkant av ein km<sup>2</sup>, og er samanbunde med Hjelmosen gjennom Hellandsstraumen via ein 7 m djup og ca 15 m brei terskel. Det er under 10 m djupt i den nordlege delen kor settefiskanlegget er lokalisert og med djupner for det meste mellom 10 og 20 m djup i den midtre og sørlege delen. Vassutskiftinga er svært god i dei øvste 12 – 15 metrane av vassøyla året rundt, men det kan periodevis vere stagnerande botnvatn på det djupaste i fjorden. Ved granskinga i september 2015 var det ei oksygenmetting på ca 7 % ved botn på 23,5 m djup, tilsvarande tilstandsklasse V = "svært dårlig". Resultata er om lag dei same som i 2010 og reflekterer naturgitte tilhøve.

Settefiskanlegget Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar vart etablert i 1981, og har no ei konsesjonsramme på 20 mill stk settefisk. Anlegget har sitt utslepp i Kobbavika utanfor Hellandsfjorden der det frå 21. juli 2010 vart teke i bruk ein ny leidning, slik at alt utslepp no går ut i Kobbavika. Fram til mai 2009 var det ein overløpsleidning (funksjonelt overløp i form av eit rør/bekk) som munna ut i Hellandsfjorden nordaust for anlegget på 1,5 m djup når pumpene ikkje greidde å få ut alt vatnet. Denne vart i ein overgangsfase (juni 2009 - juli 2010) erstatta med eit filtrert utslepp på 8 m djup sørvest for anlegget. Denne mellombelse avløpsleidningen vart fjerna 6. april 2010, og utsleppet gjekk deretter ut i overflata ved filterkummen fram til 21. juli 2010, og etter det har det ikkje vore utslepp til Hellandsfjorden. Fôrbruken i anlegget har auka om lag 30 % dei siste fire åra, med rundt 580 tonn i 2015, som utgjer om lag 15 % av totalramma i utsleppsløyvet.

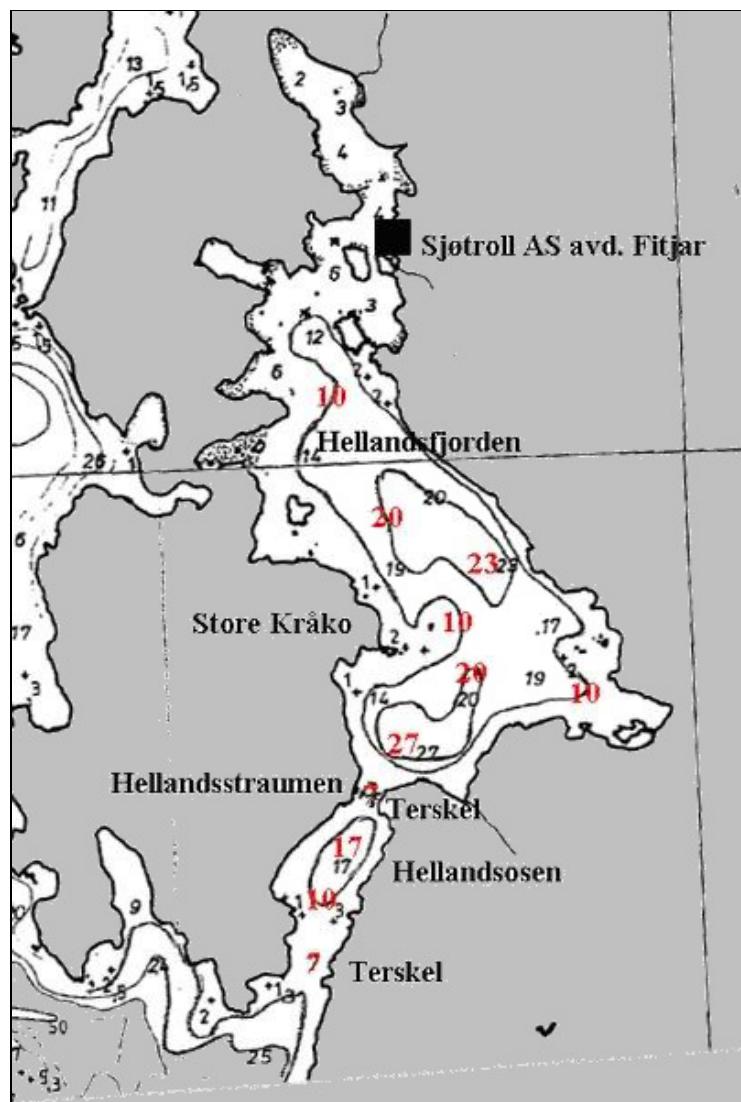
Basert på undersøking av dyr, pH/Eh og sediment er botnen i heile det undersøkte området rundt settefiskanlegget samla sett i nest beste MOM B-tilstandsklasse, dvs tilstand 2 = "god". Fire enkeltpørver næraast det gamle overløpet var i tilstand 3 = "dårlig", ein prøve hadde tilstand 2 = "god", fire prøver litt utanfor det mellombelse utsleppet hadde tilstand 1 = "meget god" og ein prøve tilstand 4 = "meget dårlig". Resultata er om lag dei same som i 2010 og reflekterer naturlege tilhøve.

Tilstanden av blautbotnfauna i det undersøkte området rundt settefiskanlegget i Hellandsfjorden viser tydelege teikn på rehabilitering. Ved det tidligare overløpet, kor det i 2009 ikkje vart funne dyr og i 2010 nesten ingen dyr, er det no store tal fleirbørstemakk som bidreg til å omsetje det organiske materialet som tidlegare har samla seg opp i området. Her vil det kunne ta fleire år til sedimentet er heilt rehabiliterert. Berre 5 m frå overløpet er faunaen imidlertid mykje meir divers, og botndyrsamfunnet svarar til tilnærma naturlege tilhøve. Litt lengre frå overløpet er det nokre områder kor botnfaunaen igjen er litt meir prega av organiske tilførsler, men det kan ha naturlege årsaker. Artsmangfoldet av botnfauna ved det mellombelse utsleppet sør for settefiskeanlegget er relativt høgt, med ein blanding av artar som er moderat forureiningstolerante og artar som er noko sensible mot organiske tilførsler. Unntaket var stasjonen B9 som ligg djupast av alle stasjonar, ned mot sprangsjiktet i fjorden. Her vart det berre eit individ i prøva, noko som trulig kan forklarast med (naturleg) oksygensvikt i djupvatnet og i sedimentet på stasjonen. Heilt generelt var botndyrsamfunnet utanfor det mellombelse utsleppet noko påvirka av tilførsler frå settefiskeanlegget i 2010, men synast stort sett rehabilitert i 2015.

## OMRÅDE- OG LOKALITETSSKILDRING

Sjøtroll Havbruk AS sitt setjefiskanlegg i Fitjar kommune ligg nordaust i Hellandsfjorden på nordvestsida av Stordøya (**figur 1** og framsidebilete).

Hellandsfjorden er ein 3 km lang terskelfjord med eit overflateareal i underkant av 1 km<sup>2</sup> på vestsida av Fitjar på Stordøya. Fjorden har innløp frå Hjelmosen i sør og går hovudsakleg nordover. Det meste av fjorden ligg mellom halvøya Kråko i vest og Storavatnet i aust. Frå Storavatnet renn den vassrike Kjærelve ut i fjorden, som har ei middelvassføring på litt over 300 m<sup>3</sup>/minutt. Dette inneber at Hellandsfjorden er tydeleg ferskvasspåverka sidan settefiskanlegget som middel berre nyttar om lag 10 % av middelvassføringa i smoltproduksjonen. Terskeldjupet inn til Hellandsfjorden var tidlegare 1 m. Seglingsleia vart i 1987 sprengt ned til 4,5 m djup. Våren 2000 vart seglingsleia ytterlegare utvida slik at terskeldjupet i dag er 7 m, og munninga ellers kanalen inn er på det smalaste 14,5 m brei. Inne i Hellandsfjorden er det to djupområde. Det eine ligg like innanfor terskelen og har i følgje kartet eit maksimaldjup på 27 m djup, medan ein målte djupna til 32 m når ein tok ein hydrografisk profil der i 2009. Det andre ligg lenger inne på fjorden si austside med eit maksimaldjup på 23 m. Elles ligg djupna for det meste mellom 5 og 10 m djup i nordre del av fjorden og mellom 10 og 20 m djup i den sørlege delen av fjorden (jf. **figur 1**).

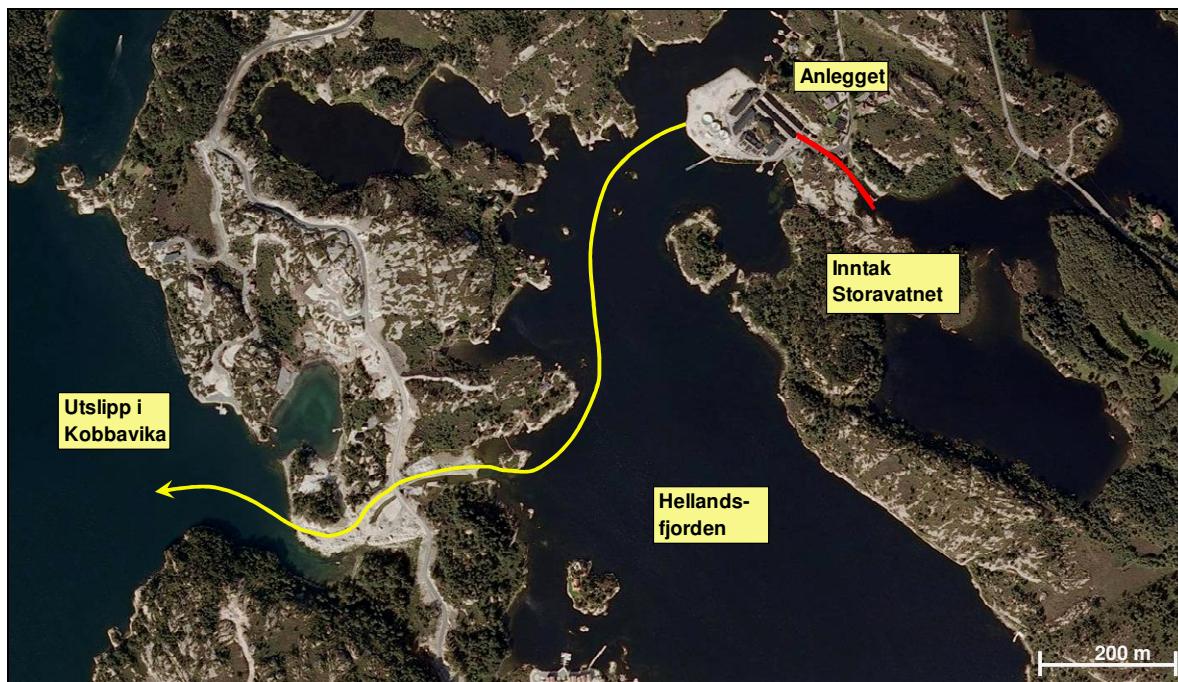


**Figur 1.** Oversiktskart over djupnettilhøva i Hellandsfjorden. Kartet er teikna etter sjøkartverket sine hydrografiske originalar. ([www.kystverket.no](http://www.kystverket.no)).

Med neverande terskeldjup på 7 m er opphaldstida for vatn i fjorden over terskeldjup rundt 3,5 døgn. Det tek ca to døgn å fylle opp bassengvatnet med nytt vatn, og den berekna opphaldstida for bassengvatnet er 2,1 månader. Berekna oksygenminimum viser at det ikkje vil oppstå oksygenmangel i djupvatnet, som blir skifta ut fleire gonger i løpet av eit år (Johnsen og Molvær 1995).

Hellandsfjorden kan karakteriserast som ein poll. Pollar er marine- eller brakkvassbasseng med ein innsnevra opning og grunn terskel. Mindre fjordar, som Hellandsfjorden, hamnar ofte innanfor dette omgrepet. Omgrepet poll og fjord vert brukt om ein annan, men pollar har eit betydeleg markert basseng og trong opning mot kystvatnet utanfor. Pollar er ofte produktive og kan ha stor betydning for næringsområde for fuglar. Det er registrert to område i Hellandsfjorden som fungerer som rasteområde til blant anna kvinender vinterstid ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no), naturbase). Pollar er ein prioritert naturtype (I05) jfr. DN-Håndbok 19. 2.utgåve 2007, og viktige utformingar av naturtypen har blant anna høg produksjon av ålegras. Spesielle artar ein finn i slike pollar er til dømes pollris (*Gracilaria gracilis*) og sjørøis (*Ahnfeltia plicata*).

Då Hellandsfjorden er ein terskelfjord/poll der ein naturleg har stor organisk produksjon og belastning og som dermed er ein ueigna recipient, har anlegget i dag utslepp i Kobbavika (**figur 2**).



**Figur 2.** Oversikt over smoltanlegget ved Kjærelva med tilhøyrande inntak av ferskvatn frå Storavatnet samt utslepp i Kobbavika.

## ANLEGGET

Det har vore drive settefiskproduksjon på anlegget ved utløpet av Kjærvelva (lok nr 11493) sidan 1981. Anlegget vart drive av Fitjar Laks AS. Konseksjonen med reg. nr. H/fj 0004 vart etablert med ein storleik på 500 000 stk sjødyktig settefisk. Anlegget har etter det vore gjennom fleire fasar med ombyggingar og utviding av produksjonen. Anlegget vart først utvida til 1 mill stk sjødyktig settefisk (1986), deretter 2,5 mill stk settefisk (2001), 5 mill stk settefisk (2009) og til slutt 20 mill stk settefisk i 2014. Anlegget er eigd og vert drive av Sjøtroll Havbruk AS.

Anlegget hadde fram til 2010 to avløpsleidningar som munna ut i Kobbavika utanfor Hellandsfjorden. Anlegget hadde tidlegare periodevis utslepp via ein overløpsleidning som munna ut i Hellandsfjorden nordaust for anlegget på 1,5 m djup (**figur 3**). Det var eit funksjonelt overløp i form av eit rør/bekk som rann ut i overflata når pumpene ikkje greidde å få ut alt vatnet. Utsleppa opphørde i mai 2009. Sommaren 2009 vart det etablert eit nytt reinseanlegg på vestsida av anlegget. Overløpsvatnet vart rensa gjennom eit Hydrotech trommelfilter med ein lysåpning på 500 µm i ein filterkum på 10x10 m som står vinkelrett i høve til dei store kara. I ein mellombels periode frå juni 2009 fram til 6. april 2010 vart det reinsa avløpsvatnet ført ut gjennom ein vel 100 m lang leidning ( $\varnothing=630$  mm) på 8 m djup. Mellom 6. april og 21. juli 2010 vart det filtrerte utsleppet ført ut i overflata ved filterkummen. Den 21. juli 2010 vart ein ny avløpsleidning sett i drift, der alt avløp no går ut i Kobbavika (**figur 2**).

Fôrforbruk og produsert mengde fisk i perioden 2004 – 2015 har vore som følgjer (**tabell 1**):

**Tabell 1.** Anlegget sin driftshistorikk sidan 2004 og fram tom september 2015.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fôrmengde (tonn)	358	391	417	467	457	457	411	451	420	480	545	584
Bruttoproduksjon (tonn)	317	343	386	403	408	410	375	410	381	463	513	549



**Figur 3.** Skisse over anlegget til Sjøtroll Havbruk AS med tidlegare overløp, og tidlegare mellombels avløpsleidning for rensa overløpsvatn på 8 m djup sørvest for anlegget.

## METODE

Det vart utført ei utvida MOM B-resipientgransking den 17. september 2015 på same stasjonsnett som i 2010, dvs på fem stasjonar i sjøområdet utanfor det gamle overløpet og på fem stasjonar utanfor det tidlegare mellombelse utsleppet sørvest for settefiskanlegget til Sjøtroll Havbruk AS i Hellandsfjorden, i samband med utgreiing av miljøpåverknaden i nærsona og utover i recipienten fem år etter førre gransking (**tabell 2**). Hovudinnhaldet i granskingsa består av ein analyse av hydrografi i vassøyla, sedimentkvalitet (sensoriske vurderingar, pH/Eh, tørrstoff og glødetap) og botndyrsamfunnet si samansetning. Prøvetaking og vurdering vart utført i samsvar med NS 9410:2007 og rettleiar 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.

**Tabell 2.** Oversyn over soneinndelinga i MOM-systemet. Tabellen skildrar påverknadskjelde og potensiell påverknad, samt kva type granskinger som inngår i overvaka og kva slags miljøstandardtypar som bli brukt (frå NS 9410:2007).

	Nærson	Overgangssone	Fjernsone
Definisjon	Omåde under og i umiddelbar nærlek til eit anlegg der det meste av større partiklar vanlegvis sedimenterer.	Omåde mellom nærsone og fjernsone der mindre partikler sedimenterer. På dype, straumsterke lokalitetar kan også større partiklar sedimentere her.	Omåde utanfor overgangssona.
Påverknadskjelde	Akvakulturanlegget.	Akvakulturanlegget er hovudpåverkar, men andre kjelder kan ha betydning.	Akvakulturanlegget er ei av fleire kjelder.
Potensiell påverknad	Endringar i fysiske, kjemiske og biologiske tilhøve i botnen.	Vanlegvis mindre påverknad enn i nærsona.	Auka primærproduksjon og oksygenforbruk i djupvatnet. Oksygenmangel i recipientar med dårlig vassutskifting.
Granskning	Primært B	Primært C	C
Miljøstandard	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	Eigne grenseverdiar gitt i NS 9410:2007	SFT: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

## MOM B-GRANSKINGA

For å få informasjon om miljøtilstanden i sedimentet rundt det gamle overløpet og utover i recipienten blei det teke grabbhogg med ein liten grabb på dei same fem stasjonane (B1 – B5) som ved granskingsa i september 2010 frå overløpet og i aukande avstand utover mot nordvest og mot sørvest i recipienten i Hellandsfjorden (**figur 4**). I tillegg vart det som i 2010 teke prøver på fem stasjonar (B6 – B10) utanfor det tidlegare mellombelse utsleppet sørvest for anlegget for å vurdere miljøtilstanden fem år etter avvikling av det mellombelse utsleppet. Det vart nytta ein 0,028 m<sup>2</sup> stor vanVeen grabb, og prøvane vart i hovudsak granska etter standard MOM B-metodikk (NS 9410:2007).

I ei standard MOM B-gransking vert botnsedimentet granska med omsyn på tre sedimentparametrar, som alle blir tildelt poeng etter kor mykje sedimentet er påverka av tilførslar av organisk stoff. **Fauna-granskingsa (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stades i sedimentet eller ikkje. Ved denne granskingsa vart dyra i tillegg tatt med og artsbestemt i laboratoriet. **Kjemisk granskingsa (gruppe II)** av surlek (pH) og redokspotensial (Eh) i overflata av sedimentet vert gjeve poeng etter ein samla vurdering av pH og Eh etter spesifisert bruksretting i NS 9410:2007. Måling av pH i sedimentprøvene vart utført med ein WTW Multi 3420 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900 platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av redokspotensial (Eh). pH-elektroden vert kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt. Eh-referanseelektroden gir eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Ved feltarbeid vert 215 mV lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (**tabell 11**).

Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskningar på  $\pm 25$  mV, som oppgjeve i NS 9410:2007. **Sensorisk gransking (gruppe III)** omfattar førekomst av gassbobler og lukt i sedimentet, og skildring av sedimentet sin konsistens og farge, samt grabbvolum og tjukkleik av deponert slam. Her blir det gjeve opp til 4 poeng for kvar av eigenskapane. **Vurdering** av lokaliteten sin tilstand vert fastsett ved ei samla vurdering av gruppe I – III parametrar etter NS 9410:2007.

Det vart i tillegg på kvar stasjon tatt ut ein prøve med ein  $0,028 \text{ m}^2$  stor vanVeen grabb for uttak av sediment for vurdering av sedimentkvalitet. Sedimentprøve til kornfordelingsanalyser og glødetap vart tatt frå dei øvste fire til fem centimeter frå sedimentoverflata, mens prøve for kjemiske analyser vart tatt frå den øvste centimeteren. Kornfordelingsanalysen måler den relative delen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og vert utført gravimetrisk. Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff og total organisk karbon (TOC) og er utført i samsvar med NS-EN ISO 16665.

Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert etter EN 13137, men for å kunne nytte klassifiseringa i Miljødirektoratet sin rettleiar (Molvær m. fl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter nedanforståande formel, der F = del av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

I samsvar med vassdirektivet sin rettleiar 02:2013 skal TOC berre nyttast som ein støtteparameter til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om grad av organisk belastning. Tidlegare vart TOC nytta som eit kvalitetselement i stadfesting av økologisk tilstand i ein vassførekomst. Klassifisering av TOC ut frå gjeldande klassegrenser kan gi eit uriktig bilde av miljøbelastninga, men inntil betre metodikk er utarbeida skal klassifiseringa etter rettleiar 02:13 (SFT 1997) inkluderast, men ikkje vektleggjast. Alle kjemiske analyser samt kornfordelingsanalyse er utført av Eurofins Norge AS avd. Bergen.



I motsetning til standard MOM B-metodikk, vart botnfaunaen ikkje vurdert i felt, men fiksert og tatt med til lab for vidare analyse. Sedimentet frå kvar stasjon vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart fiksert med sprit (96 % etanol) og tatt med til lab for sortering og analyse av fauna. Botndyrprøvene er sortert av Elena Gerasimova (Rådgivende Biologer AS). Mask med Mera (Göteborg, Sverige) ved Arne Nygren har artsbestemt fleirbørstemakk (Polychaeta), og Lena Ohnheiser og Christiane Todt (Rådgivende Biologer AS) har artsbestemt dei andre dyra.

## ØKOLOGISK TILSTAND FOR BLAUTBOTNFAUNA

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ undersøking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt prøve pr stasjon. Dette for å kunne stadfeste ein heilsakeleg miljøtilstand. Vurderinga av tilstand vert gjort ut frå eit klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer gransking av diversitet og tettleik (tal artar og individ) samt førekomst av sensitive og forureiningstolerante artar (sjå **tabell 3**).

**Tabell 3.** Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013). Inkludert er berre indeksar som er (til en viss grad) uavhengig av prøvestorleik.

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
		Kvalitetsklasser →	svært god	god	moderat	dårlig
$H'$	artsmangfold	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
$ES_{100}$	artsmangfold	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
$ISI_{2012}$	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0

Det vert nytta tre ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr. I tillegg vert det berekna jamhetsindeksen etter Pielou ( $J'$ ) og den maksimale verdien for diversitetsindeksen etter Shannon ( $H'_{max}$ ).

## MOM C-indeks for botndyr

Frå heilt opp til eit utslepp og eit stykke utover i resipienten 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. Etter NS 9410:2007 vert botnfauna i nærsoma og overgangsoma til lokaliteten klassifisert på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter grenseverdiar gjeve i denne standarden (**tabell 4**).

**Tabell 4.** Grenseverdiar nytta i nærsoma og overgangsoma 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>

Temperatur, oksygen- og saltinnhald i vassøyla vart målt på to ulike stasjonar ved hjelp av ein SAIV SD 204 nedsøkkbar sonde som logga kvart 2. sekund. Ein hydrografisk profil vart teken på vel 5 m djup på stasjon B3 (jf. **figur 5**) utanfor det gamle overløpet, medan ein profil vart teken i den djupaste delen av Hellandsfjorden på 24 m djup på same stad som MOM C - stasjon C3 ved granskings i mai 2009 i posisjon N 59° 53,543', Ø 5° 17,922' (Tveranger m. fl. 2009).

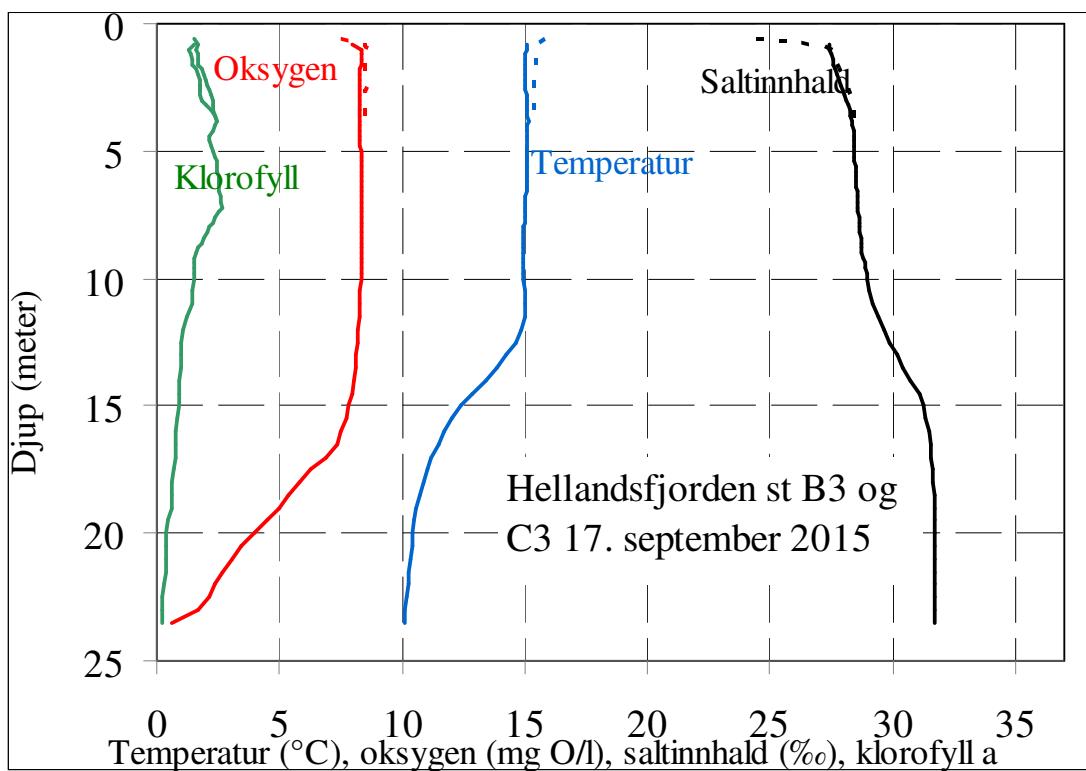
Ved førre granskning i 2010 vart vurdering av prøvane også gjort på grunnlag av antalet artar og samansetnaden av artar etter nærmere skildring i NS 9410:2007, for dei prøvane som vart teke i nærsoma til det mellombelte utsleppet. Heilt opp til eit utslepp vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. Ved denne granskninga har det ikkje vore utslepp på fem år, og ein vurderer då dyresamfunnet ut frå forventa naturtilstand og med bruk av indeksar ihht **tabell 3**.

## MILJØTILSTANDEN 17. SEPTEMBER 2015

### SJIKTNING OG OKSYGENFORHOLD

Den 17. september 2015 vart det målt temperatur, saltinnhold og oksygeninnhold i vassøyla på to ulike stader i Hellandsfjorden, på vel 4 m djup på stasjon B3 utanfor det gamle overløpet (jf. **figur 4**) og i den djupaste delen sør aust i Hellandsfjorden på 23,5 m djup.

Profilane for saltinnhold viser at stasjon B3 ved anlegget var noko ferskvasspåverka i overflata, men brakkvasslaget var mindre enn 1 meter djupt (**figur 5**). Det var relativt lågt saltinnhold vidare nedover i vassøyla, og ved botnen på 5,7 m djup var saltinnhaldet 28,5 %. Dette tilsvrar om lag det som vart målt på tilsvarende djupne på stasjon C3 sør aust i Hellandsfjorden, bortsett frå at det her ikkje var eit markert brakkvasslag i overflata. Derimot var det eit moderat sprangsjikt mellom ca 10 og 15 m djup, der saltinnhaldet auka noko frå rundt 29 til 31,3 %. Ved botnen var saltinnhaldet 31,7 %.



**Figur 5.** Temperatur-, saltinnhold- og oksygenprofilar på stasjon B3 (stipla line) og C3 (heiltrekt line) i Hellandsfjorden den 17. september 2015.

Temperaturen var ganske jamn rundt 15 °C dei øvste 12 metrane av vassøyla, bortsett frå litt varmare overflatevatn i brakkvasslaget på stasjon B3 ved anlegget. Nedover i djupna på stasjon C3 sokk temperaturen markert i sprangsjiktet mellom ca 10 og 15 m djup til 12,5 °C, og vidare nedover til 10,1 °C ned mot botn på 23,5 m djup (**figur 5**).

Oksygeninnhaldet vart målt til 8,6 mg O/l i overflata på stasjon B3, tilsvarande ei oksygenmetting på vel 100 %. Nedover i vassøyla sokk oksygeninnhaldet lite og vart målt til 8,5 mg O/l ved botnen på 4 m djup, tilsvarande ei oksygenmetting på ca 103 %. Dette tilsvrar tilstandsklasse I = "svært god" (rettleiar 02:2013).

På stasjon C3 var oksygeninnhaldet i overflata 8,0 mg O<sub>2</sub>/l, tilsvarende ei oksygenmetting på 96 %. Oksygeninnhaldet mellom 1 og 11 meters djup låg rundt 8,3 mg O<sub>2</sub>/l (vel 100 %) før det sokk gradvis nedover i vassøyla til 7,5 mg O<sub>2</sub>/l på 16 m djup (86 %). Vidare nedover i vassøyla sokk oksygeninnhaldet noko raskare, og vart målt til 0,65 mg O<sub>2</sub>/l ved botn på 23,5 m djup, tilsvarende ei oksygenmetting på vel 7 %. Dette tilsvrar tilstandsklasse V = "Svært dårlig".

Den hydrografiske profilen som vart teken på stasjon C3 i Hellandsfjorden viste därlege oksygentilhøve ved botn. Det at kurva for oksygeninnhald er lineært avtakande frå ca 16 m djup og nedover til botnen på stasjon C3, indikerer stagnante dypvatn i Hellandsfjorden frå ca 8 – 9 meter under terskeldjup. Årsaka til dette er at nedbrytingsprosessane i sedimentet forbrukar oksygen, slik at "oksygentanken" vert gradvis tappa. Spesielt er dette tydeleg utover hausten med stor nedbryting av døde algar mm. Vassutskiftinga nedover i vassøyla til om lag 15 m djup er god.

Mengden av klorofyll a i sjøvatnet 17. september målt med sonde var relativt låg på stasjonen C3 og vart målt til 2,33 µg/l og tilsvarte på 5 meters djup tilstandsklasse I= "svært god" (**figur 5**) der klassegrenser tilsvrar økoregion N (Nordsjøen S) og vasstype "Beskyttet".

## UTVIDA MOM B-GRANSKING

Det vart utført ei utvida MOM B-resipientgransking den 8. september 2010 på til saman 10 stasjonar, der fem stasjonar (stasjon 1 – 5) ligg i aukande avstand utanfor det gamle overløpet og fem stasjonar (stasjon 6 – 10) ligg utanfor det mellombelte utsleppet som vart avvikla 21. juli 2010. Stasjon 1 – 5 har tidlegare vore granska i 2009 og 2010, medan stasjon 6 – 10 også vart granska i 2010, jf. Tveranger mfl. 2009 og Brekke og Eilertsen 2010. Stasjon B6 tilsvrar stasjon C5 frå granskings i 2009. Stasjon B10 vart plassert litt på sida av rekkja for å vurdere om elveutløpet eventuelt kan ha ført til sprenging av organisk materiale meir i nordleg retning.

Hovudinnhaldet i MOM B-granskings består først av ei skildring av prøvene og prøvestadane. Deretter kjem tre element som gjev poeng i MOM-B skjemaet: Først granskning av fauna (gruppe I), som i denne granskings er utvida med full artsbestemming av alle botngravande dyr. Deretter kjemisk analyse (gruppe II), som her er utvida med analyse av tørrstoff og glødetap, og til slutt sensorisk analyse (gruppe III). Desse tre elementa vert til slutt oppsummert i ein lokalitetstilstand.

Sidan granskings omfattar to ulike utslepp vert desse i nokon grad behandla kvar for seg i det vidare.

### Skildring av prøvene ved det gamle overløpet

Prøvene frå fire av stasjonane inneheldt overvegande organisk materiale (mudder) (stasjon B1, B2, B3 og B5). Det var også høgt innhald av mudder på stasjon B5, medan ca ein tredjedel av innhaldet bestod av sand.

**Stasjon B1** ligg berre få meter frå overløpet frå anlegget, med 1,5 meters djup for grabbhogget (**figur 4 & tabell 4**). Ein fekk opp litt under ¾ grabb med mjukt, noko luktande og svart prøve frå blautbotn med tettveksande ålegras (**figur 6**). Prøveinnhaldet bestod av 80 % mudder og 20 % silt. Det var ikkje gassbobling i prøven og heller ikkje ferskare slamlag.

**Stasjon B2** ligg ca 15 m frå overløpet, med 2,5 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp nesten full grabb med mjukt, noko luktande og svart mudder (**figur 6**). Prøveinnhaldet bestod av 80 % mudder og 20 % silt.

**Stasjon B3** ligg om lag 40 meter utanfor overløpet, med 5 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp nesten 4/5 grabb med mjuk, noko luktande og svart prøve. Prøveinnhaldet bestod av 70 % mudder og 30 % silt.

**Stasjon B4** ligg sørvest for stasjon 3 og om lag 70 meter frå overløpet, med 5 meters djup for grabbhogget. Her fekk ein opp ca ½ grabb med mjuk, noko luktande og svart prøve som bestod av

mudder (40 %), sand (30 %) og silt (20 %) (figur 6).

**Stasjon B5** ligg ca 130 meter sørvest for overløpet på 7 meters djup i Hellandsfjorden. Ein fekk opp nesten full grabb med mjukt, luktfrí og svart prøve (**figur 6**), beståande av ca 20 % silt og 80 % mudder.



B1



B2



B3



B4



B5

**Figur 6.** Bilete tekne av prøver frå sjøområdet utanfor det gamle overløpet til settefiskanlegget den 17. september 2015(stasjonar B1 – B5). Samlede stasjonar syner sediment bestående av overvegande svart mudder.

Oppgjeven prosentandel av dei ulike fraksjonane i prøvene på stasjon B4 og B5 er basert på rein visuell observasjon og ikkje absolutte, målte verdiar. Dei prosentvise anslaga er meir ein indikasjon på kva for type sediment ein fann i prøvene.

**Tabell 5.** Skildring av prøvene tatt ved MOM B-granskinga på fem stasjonar utanfor det gamle overløpet frå Sjøtroll Havbruk AS, avd. Fitjar i Hellandsfjorden 17. september 2015.

Prøvetakingsstad:	Stasjon B1	Stasjon B2	Stasjon B3	Stasjon B4	Stasjon B5
Posisjon nord	59° 54,006'	59° 54,012'	59° 54,018'	59° 54,013'	59° 53,984'
Posisjon aust	5° 17,635'	5° 17,624'	5° 17,603'	5° 17,561'	5° 17,498'
Avstand frå avløp (overløp)	ca 2-5meter	ca 15 meter	Ca 40 meter	Ca 70 meter	Ca 130 meter
Djup (meter)	1,5	2,5	5	5	7
Antal grabbhogg	1	1	3	3	2
Spontan bobling	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling ved prøvetaking	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
H <sub>2</sub> S-Lukt	noko	noko	noko	noko	ingen
Primær sediment	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder Fjellbotn Steinbotn			30 %	20 %
Fôr/fekalier	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Beggiatoa	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Fauna	Til analyse	Til analyse	Til analyse	Til analyse	Til analyse
Grabbvolum	<¾	Nesten full	4/5	½	Nesten full

### Skildring av prøvene ved det tidlegare mellombelse utsleppet

Prøvene frå stasjonane bestod av ei blanding sand, silt og mudder og med innslag av grus i tre av prøvene. Ein prøve (B9) inneholdt overvegande svart mudder utan dyr.

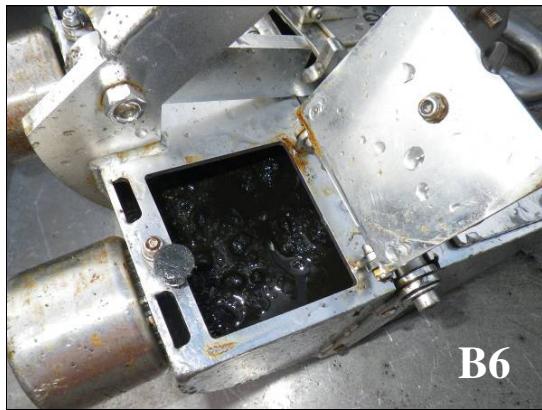
**Stasjon B6** ligg om lag der det mellombelse utsleppet gjekk ut, med 8 meters djup for grabbhogget (**figur 4 & tabell 7**). Ein fekk opp ca ¾ grabb med mjuk, svart og luktfri prøve bestående av ca 30 % sand, 20 % silt, 50 % mudder og litt grus og skjelsand (**figur 7**).

**Stasjon B7** ligg ca 20 m frå utsleppet, med 8 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp ca ½ grabb med mjuk, svart og luktfri prøve bestående av ca 10 % grus, 20 % sand, 30 % silt og 40 % mudder.

**Stasjon B8** ligg ca 60 m frå utsleppet, med 8 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp ca ¼ grabb med mjuk, svart og luktfri prøve bestående av ca 70 % sand, 20 % silt og 10 % mudder samt nokre skjelbitar.

**Stasjon B9** ligg ca 140 m frå utsleppet, med 12 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp ¾ grabb med mjukt, svart og noko luktande prøve. Prøveinnhaldet bestod av 20 % silt og 80 % mudder. Grabben lukka seg ikkje på dei fem første forsøka, var tom på sjette forsøket, men på det sjuande forsøket fekk ein høveleg med sediment i grabben.

**Stasjon B10** ligg ca 60 m frå utsleppet, med 7 meters djup for grabbhogget. Ein fekk opp ca ½ grabb med svart, mjuk og luktfri prøve bestående av ca 20 % grus, 20 % silt og 60 % mudder (**figur 7**).



B6



B7



B8



B9



B10

**Figur 7.** Bilete tekne av prøver frå sjøområdet utanfor det mellombelse utsleppet til settefiskanlegget den 17. september 2015 (stasjonar B6 – B10). Stasjonane hadde ein høgare andel grovare substrat enn stasjonane B1 – B5, medan det på stasjon B9 var svart, finkorna mudder.

**Tabell 6.** Skildring av prøvene tatt ved MOM B-granskinga på fem stasjonar utanfor det mellombelse utsleppet frå Sjøtroll Havbruk AS, avd. Fitjar i Hellandsfjorden 17. september 2015.

Prøvetakingsstad:	Stasjon B6	Stasjon B7	Stasjon B8	Stasjon B9	Stasjon B10
Posisjon nord	59° 53,926'	59° 53,919'	59° 53,900'	59° 53,857'	59° 53,912'
Posisjon aust	5° 17,497'	5° 17,489'	5° 17,461'	5° 17,444'	5° 17,440'
Avstand frå avløp	ca 2-5 meter	ca 20 meter	Ca 60 meter	Ca 140 meter	Ca 60 meter
Djup (meter)	8	8	8	12	7
Antal grabbhogg	1	1	1	7	1
Spontan bobling	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling ved prøvetaking	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Bobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
H <sub>2</sub> S-Lukt	ingen	ingen	ingen	noko	ingen
Primær sediment	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder Fjellbotn Steinbotn	Litt Litt 30 % 20 % 50 %	10 % 20 % 70 % 20 % 40 %	20 % 20 % 80 %	20 % 20 % 60 %
Fôr/fekalier		Nei	Nei	Nei	Nei
Beggiatoa		Nei	Nei	Nei	Nei
Fauna		Til analyse	Til analyse	Til analyse	Til analyse
Grabbvolum		¾	½	¼	¾
					½

## Gruppe I: GRANSKING AV FAUNA

Ein fann representative sedimentgravande dyr på alle stasjonene. Det vart funne dyr tilhøyrande hovudgruppene **børstemakk, krepsdyr, pigghuder og blautdyr**.

Indeksen for gruppe I er 0,0 for dei fem stasjonane utanfor det gamle avløpet og fem stasjonar utanfor det mellombelse utsleppet. Lokaliteten sin miljøtilstand er A, dvs. akseptabel, for kvar av dei to prøvestadane og samla, jf. prøveskjema (**tabell 11**).

### ANALYSE AV BOTNFAUNAEN

Frå samlede stasjonar vart det teke med prøver av botnfauna for nærmere analyse. Dette for å få eit oversyn over den faktiske faunasamansetninga i prøvene. Prøvetakinga dekkjer eit areal på 0,028 m<sup>2</sup> på alle stasjonane. Arealet er dermed mindre enn det som er kravet for ei vurdering etter rettleier 02:2013, kor botndyr frå 0,2 m<sup>2</sup> skal analyserast. Vurderinga er konservativ fordi det kan forventast fleire dyr og trulig fleire artar ved bruk av eit større areal. Resultata er oppsummert i **tabell 7**. Enkeltresultata er presentert i **vedleggstabell 1**.

**Tabell 7.** Antal artar og individ av botndyr på dei ti stasjonane tatt ved MOM B-granskingsa utanfor dei to avløpa til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar 17. september 2015. Grabbarealet er 0,028 m<sup>2</sup>, og ei berekning av jamleksindeks (J'), maksimalverdien for Shannon-indeks (H'max), mangfaldsindeksane etter Shannon (H') og Hurlbert (ES<sub>100</sub>), ISI<sub>2012</sub> indeks, samt vegleiande SFT-vurdering (NS 9410:2007) av denne er gjort på dette grunnlag. For å berekna ES<sub>100</sub> må tal individ vere høgare enn 100; i.d.=«ingen data».

Hellandsfjorden	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
S	5	15	10	7	6	21	19	25	1	24
N	306	66	14	61	13	116	155	80	1	95
J'	0,3	0,77	0,97	0,57	0,91	0,9	0,74	0,79	0	0,86
H'max	2,32	3,90	3,32	2,81	2,58	4,39	4,25	4,64	0	4,58
H'	0,71 (V)	3,00 (II)	3,24 (II)	1,59 (IV)	2,35 (III)	3,93 (II)	3,13 (II)	3,65 (II)	0 (IV)	3,95 (II)
ES <sub>100</sub>	4,24 (V)	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.	20,27 (II)	17,20 (II)	i.d.	i.d.	i.d.
ISI <sub>2012</sub>	7,64 (II)	7,45 (III)	8,20 (II)	8,23 (II)	6,51 (III)	8,23 (II)	9,00 (II)	6,76 (III)	6,65 (III)	7,69 (II)
MOM C - vurdering dyr (modifisert SFT)	2 «god» god»	1 «meget god»	2* «god»	2 «god»	2* «god»	1 «meget god»	2 «god»	1 «meget god»	3 «dårlig» god»	1 «meget god»

\*tilstandsklasse justert fordi individantallet på 0,2 m<sup>2</sup> areal er trulig meir enn 20 individ.

På stasjon B1 ved det tidlegare overløpet vart det registrert 5 artar og 306 individ, derav 270 individ av den svært forureiningstolerante børstemakkarten *Capitella capitata*. Arten utgjorde ca. 88 % av den totale faunaen på stasjonen (**tabell 7**). Jamleksindeksen er difor svært låg på stasjonen. I tillegg var det fleire individ av den likedan svært forureiningstolerante børstemakkarten *Malacoceros fulginosus*, samt nokre få individ av tre typiske gruntvassartar som er noko sensitive mot forureining. Spesielt tanglusa *Jæra albifrons* har ein høg sensitivitetsverdi. Diversitetsindeksane etter Shannon og Hurlbert var derfor låge og innanfor tilstand V= «svært dårlig», medan ISI<sub>2012</sub>-indeksen, som ikkje tar med tal individ, låg innanfor tilstand II= «god». SFT-tilstand var innanfor klasse 2= «god».

På stasjon B2, ca. 10 m frå B1, vart det registrert 15 artar og 66 individ i prøva. Den vanlegaste arten var tangloppa *Microdeutopus anomalus*, ein art som lever blant algar og på sjøbotn på grunt vatn. I prøva var det i tillegg fleire hundre individ av små snegl (*Pusillina sarsii* og *Rissoa membranacea*) som typisk lever på makroalgar (sjå **vedleggstabell 1**). Desse er ikkje med i indeksberekinga fordi dei ikkje er blautbotnfauna og trulig kom frå algane som vaks på prøvestasjonen. Tangloppene er med

fordi dei kan og lever på botnen. Diversiteten på stasjonen er innanfor tilstand II= «god» ved bruk av Shannon-indeks men III= «moderat» ved bruk av ISI<sub>2012</sub>-indeks.

På stasjonane B3 – B5 utanfor det tidlegare overløpet låg artsantalet mellom 6 og 10, fordelt på 13 – 61 individ. På stasjon B3 var det 14 individ fordelt på 10 artar, og difor er diversiteten ved Shannon-indeks høg, dvs innanfor tilstand II= «god». På stasjon B4 var det relativt sett mange individ (61) fordelt på berre sju artar, og difor er Shannon-indeksen lågast og innanfor tilstand IV= «dårlig». På stasjon B5 var det få artar og få individ, og diversiteten ved Shannon indeks var III= «moderat». SFT-tilstanden på stasjon B3 er innanfor klasse 1= «meget god» og tilstanden på stasjon B4 og B5 er innanfor tilstand 2= «god».

**Tabell 8.** Dei ti mest dominerende artane av botndyr tekne på stasjonane B1 – B6 i Hellandsfjorden 17. september 2015.

Artar st. B1	%	kum %	Artar st. B2	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	88,24	88,24	<i>Microdeutopus anomalus</i>	37,88	37,88
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5,88	94,12	<i>Gammarus lacustra</i>	15,15	53,03
<i>Gammarus lacustra</i>	4,25	98,37	<i>Crassicorniphium bonelli</i>	12,12	65,15
<i>Modiolus modiolus</i>	0,98	99,35	<i>Aora gracilis</i>	7,58	72,73
<i>Jaera albifrons</i>	0,65	100,00	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	4,55	77,27
			<i>Phyllodoce mucosa</i>	4,55	81,82
			<i>Platynereis dumerili</i>	4,55	86,36
			<i>Corbula gibba</i>	3,03	89,39
			Asciidiacea	1,52	90,91
			<i>Capitella capitata</i>	1,52	92,42

Artar st. B3	%	kum %	Artar st. B4	%	kum %
<i>Abra nitida</i>	14,29	14,29	Oligochaeta	45,90	45,90
<i>Jaera albifrons</i>	14,29	28,57	<i>Capitella capitata</i>	44,26	90,16
<i>Microdeutopus anomalus</i>	14,29	42,86	<i>Cirratulus</i> sp.	3,28	93,44
<i>Platynereis dumerili</i>	14,29	57,14	<i>Crassicorniphium bonelli</i>	1,64	95,08
<i>Capitella capitata</i>	7,14	64,29	Gammaridae	1,64	96,72
<i>Gammarus lacustra</i>	7,14	71,43	<i>Corbula gibba</i>	1,64	98,36
<i>Kurtiella bidentata</i>	7,14	78,57	<i>Microdeutopus anomalus</i>	1,64	100,00
<i>Phyllodoce mucosa</i>	7,14	85,71			
<i>Prionospio cirrifera</i>	7,14	92,86			
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,14	100,00			

Artar st. B5	%	kum %	Artar st. B6	%	kum %
<i>Corbula gibba</i>	38,46	38,46	Nemertea	17,24	17,24
<i>Capitella capitata</i>	15,38	53,85	Edwardsiidae	8,62	25,86
Nemertea	15,38	69,23	<i>Mediomastus fragilis</i>	8,62	34,48
<i>Pectinaria koreni</i>	15,38	84,62	<i>Prionospio cirrifera</i>	8,62	43,10
<i>Akera bullata</i>	7,69	92,31	<i>Magelona minuta</i>	7,76	50,86
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,69	100,00	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7,76	58,62
			<i>Prionospio fallax</i>	6,90	65,52
			Cirratulidae	5,17	70,69
			<i>Scalibregma inflatum</i>	5,17	75,86
			<i>Tharyx</i> sp.	4,31	80,17

Diversiteten var relativt høgt på stasjonane B6 – B8 og B10, og SFT-tilstanden var 2= «god» eller 1= «meget god». Også Hurlberts indeks viste til god tilstand, kor det var mogeleg å berekna den. Dei mest dominante artane var slike som er noko tolerante mot organiske tilførsler, og ISI<sub>2012</sub>-indeksen låg mellom II= «god» og III= «moderat». På stasjon B9 på det djupaste i resipienten (12 m djup) var det berre eit individ i grabben, og med berre ein art var det såleis ingen utrekna diversitet for denne prøven.

**Tabell 9.** Dei ti mest dominerende artane av botndyr tekne på stasjonane B7 – B10 i Hellandsfjorden 17. september 2015.

<b>Artar st. B7</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>	<b>Artar st. B8</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>
Nemertea	40,65	40,65	<i>Prionospio cirrifera</i>	36,25	36,25
Edwardsiidae	12,90	53,55	<i>Prionospio fallax</i>	8,75	45,00
<i>Mediomastus fragilis</i>	7,74	61,29	<i>Pholoe baltica</i>	6,25	51,25
<i>Prionospio cirrifera</i>	7,10	68,39	Amphiuridae	5,00	56,25
<i>Magelona minuta</i>	5,81	74,19	Nemertea	5,00	61,25
<i>Protodoryvillea kefersteini</i>	3,87	78,06	<i>Polycirrus</i> sp.	5,00	66,25
<i>Prionospio fallax</i>	3,87	81,94	<i>Mediomastus fragilis</i>	3,75	70,00
Cirratulidae	3,23	85,16	<i>Notomastus latericeus</i>	3,75	73,75
<i>Scalibregma inflatum</i>	2,58	87,74	<i>Abra alba</i>	2,50	76,25
<i>Tharyx</i> sp.	1,94	89,68	<i>Corbula gibba</i>	2,50	78,75

<b>Artar st. B9</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>	<b>Artar st. B10</b>	<b>%</b>	<b>kum %</b>
<i>Prionospio cirrifera</i>	100,00	100,00	<i>Prionospio cirrifera</i>	23,46	23,46

## Gruppe II: KJEMISK GRANSKING

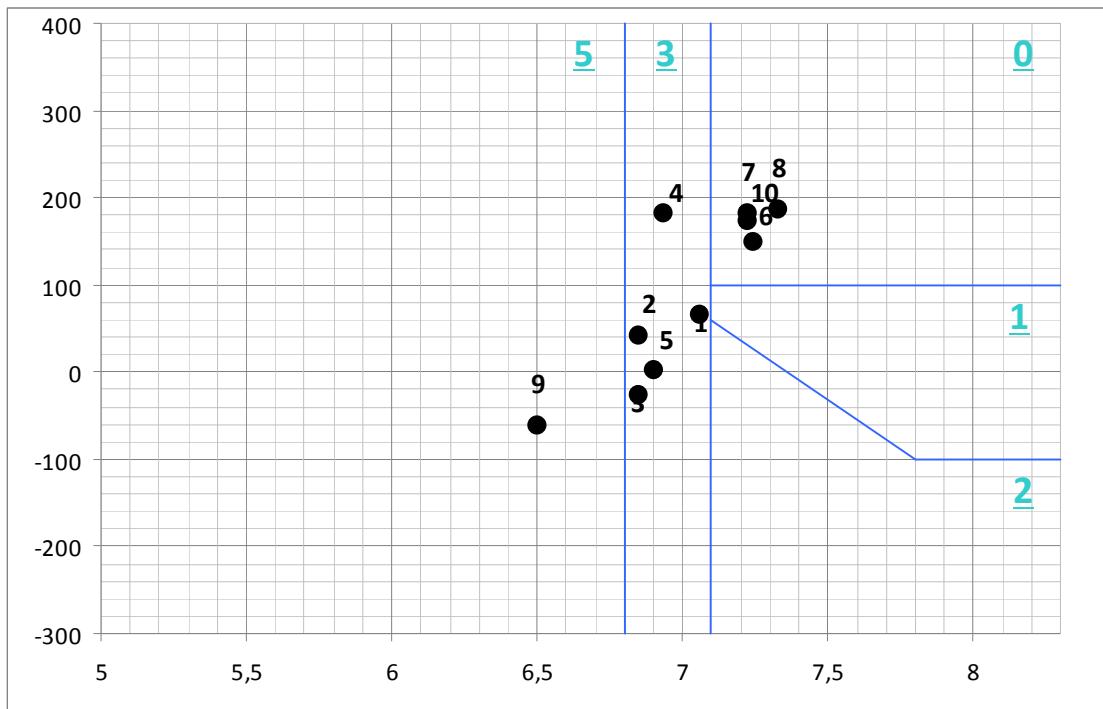
### SURLEIK OG ELEKTRODEPOTENSIAL - pH/Eh

Det vart målt pH/Eh på fem stasjonar (B1 – B5) utanfor det gamle avløpet og på fem stasjonar utanfor det mellombelse utsleppet sørvest for anlegget (B6 – B10).

#### Ved det gamle overløpet

Stasjon B1 – B5 hadde noko låge pH-verdiar med mellom 6,85 og 7,06. Tilhøyrande redokspotensial (Eh) for desse prøvene vart avlest og låg mellom -26 og 183 mV etter tillegg for eit referanseelektrodepotensial på + 200 mV (**tabell 11 & figur 8**). Alle prøvene fekk 3 poeng kvar, og sedimentet var altså kjemisk sett sterkt belasta (tilstand 3 = "dårlig") på samtlege stasjonar.

Samla poengsum for desse fem prøvene var 15, noko som gir ein indeks på 3,00, og måling av pH og Eh for denne lokaliteten tilsvarar tilstand 3, dvs at tilstanden på botnen ved og utanfor det gamle overløpet vurdert under eitt er "dårlig" ut frå ei vurdering av gruppe II parameteren.



**Figur 8.** Forholdet mello 88m redokspotensial (Eh) og surleik (pH) for 10 grabbhogg (nummererte punkt) tekne 17. september 2015 utanfor det gamle overløpet og det tidlegare mellombelse avløpet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar 17. september 2015. Poengkategoriar med støttelinjer for gruppe II-parameteren er markert (NS 9410:2007).

#### Ved det tidlegare mellombelse utsleppet

Stasjon B9 hadde låg pH-verdi (6,50), og redokspotensialet vart avlest til -60. Dei øvrige stasjonane hadde middels høge pH-verdiar med mellom 7,22 og 7,33. Tilhøyrande redokspotensial (Eh) for desse prøvene var høge og låg mellom +149 og +187. Stasjon B9 fekk fem poeng, medan dei øvrige stasjonane fekk 0 poeng (**tabell 11 & figur 8**). Sedimentet var altså kjemisk sett sterkt belasta (tilstand 4 = "meget dårlig") på ein stasjon og lite belasta (tilstand 1 = "meget god") på fire stasjonar.

Samla poengsum for desse fem prøvene var 5, noko som gir ein indeks på 1.00, og måling av pH og Eh for denne lokaliteten tilsvrar tilstand 1, dvs at tilstanden på botnen ved og utanfor det tidlegare mellombelse utsleppet vurdert under eitt er ”meget god” ut frå ei vurdering av gruppe II parameteren.

### **Samla for begge områda**

Samla poengsum for alle dei ti grabbhogga utanfor anlegget til Sjøtroll Havbruk AS den 17. september var 20, noko som gir ein indeks på 2.0, og måling av pH og Eh for heile området tilsvrar tilstand 2 = ”god” ut frå ei vurdering av gruppe II parameteren (**tabell 11**).

## **KJEMISKE ANALYSAR**

Resultata av analyser av kornfordeling av dei øvste 5 cm av sedimentet frå stasjonane B1 – B10 samt analyser av sediment frå dei ti stasjonane er vist i **figur 9** og **10** samt i **tabell 10**. Sedimentprøvene vart analysert med omsyn på tørrstoff, glødetap og TOC.

### **Ved det gamle overløpet**

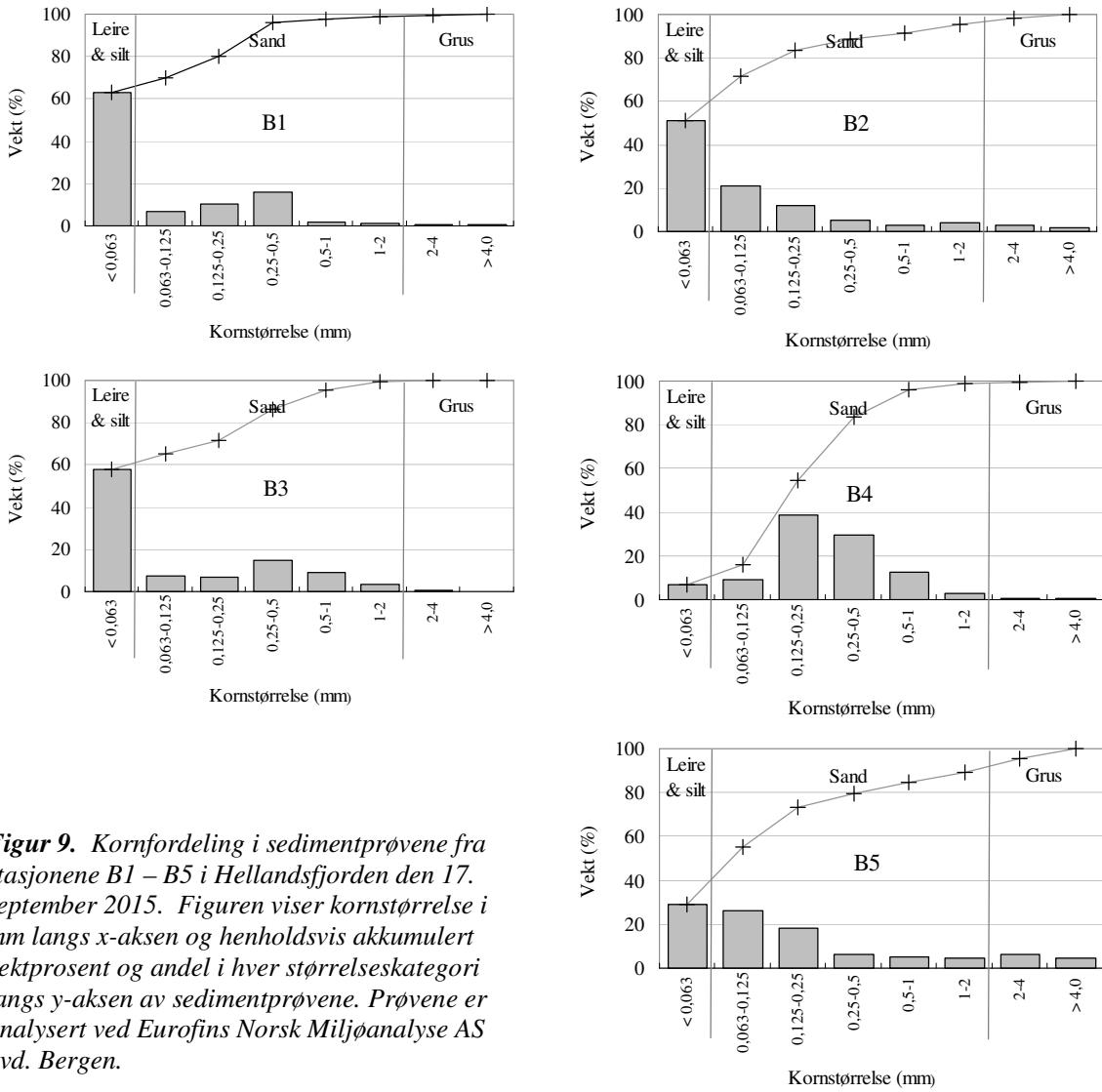
Resultatet viser at det var mest sedimentterande forhold og minst grovkorna sediment på stasjonane B1 – B3 nærmast det gamle overløpet i ein avstand på 2 – 40 meter (mellan 51 og 63 % andel silt og leire), medan det var mindre sedimentterande forhold på stasjonane B4 og B5 høvesvis 70 og 130 meter frå det gamle overløpet. Det resterande sedimentet var stort sett fin sand i alle prøvene. Ulikskapen i kornfordeling mellom prøvene reflekterer nok mest dei naturgjevne tilhøva i stasjonsområdet. Litt avhengig kor ein tek prøvar vil grabben kunne treffe lommer med finsediment og mudder, eller noko meir grovkorna sediment i svakt skrånande terren.

Tørrstoffinhaldet var høgt på ein av dei fem stasjonane (stasjon B4), noko som kan tilskrivast eit høgt innhald av mineralsk materiale i prøven. Glødetapet var tilsvarande svært lågt på denne stasjonen med 2,6 % (**tabell 10**) og stadfestar at det lokalt på denne staden er lite sedimentterande tilhøve og god utskifting og nedbryting av organisk materiale. Tørrstoffinhaldet var lågt på stasjon B1 – B3 og B5, noko som kan tilskrivast eit lågt innhald av mineralsk materiale i prøvane, og høgt innhald av organisk materiale. Glødetapet var tilsvarande svært høgt på desse fire stasjonane (17,1 – 33,8 %).

**Tabell 10.** Sedimentkvalitet i prøvene frå dei ti undersøkte stasjonane utanfor det gamle overløpet og det tidlegare mellombelse utsleppet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar i Hellandsfjorden 17. september 2015.

Stasjon	Leire & silt	Sand	Grus	Tørrstoff	Glødetap	TOC	Normalisert TOC
<b>B1</b>	62,9 %	35,8 %	1,3 %	31,5 %	17,1 %	68,0 mg/g	74,7 mg/g
<b>B2</b>	51,0 %	44,5 %	4,5 %	18,4 %	23,8 %	120,0 mg/g	128,8 mg/g
<b>B3</b>	58,1 %	41,1 %	0,8 %	12,9 %	33,3 %	130,0 mg/g	137,5 mg/g
<b>B4</b>	6,6 %	92,5 %	0,9 %	64,4 %	2,6 %	14,0 mg/g	30,8 mg/g
<b>B5</b>	29,3 %	59,9 %	10,9 %	20,4 %	17,7 %	94,0 mg/g	106,7 mg/g
<b>B6</b>	15,8 %	52,4 %	31,8 %	50,2 %	5,8 %	49,0 mg/g	64,2 mg/g
<b>B7</b>	10,3 %	53,6 %	36,2 %	58,5 %	4,3 %	43,0 mg/g	59,2 mg/g
<b>B8</b>	5,1 %	84,2 %	10,7 %	64,5 %	2,3 %	12,0 mg/g	29,1 mg/g
<b>B9</b>	83,2 %	16,8 %	0,0 %	10,6 %	36,5 %	140,0 mg/g	143 mg/g
<b>B10</b>	7,8 %	71,4 %	20,8 %	53,3 %	4,3 %	22,0 mg/g	38,6 mg/g

Innhaldet av normalisert TOC (som er TOC korrigert for andel finstoff i sedimentet) var noko høgt på stasjon B4 (30,8 mg C/g), og svært høgt på dei andre stasjonane (74,7 – 137,5 mg C/kg). Dette tilsvrar tilstandsklasse I = ”moderat” på stasjon 4, og tilstandsklasse V = ”Svært dårlig” på dei øvrige stasjonane med omsyn på innhaldet av organisk karbon (vegleiar 02:2013).



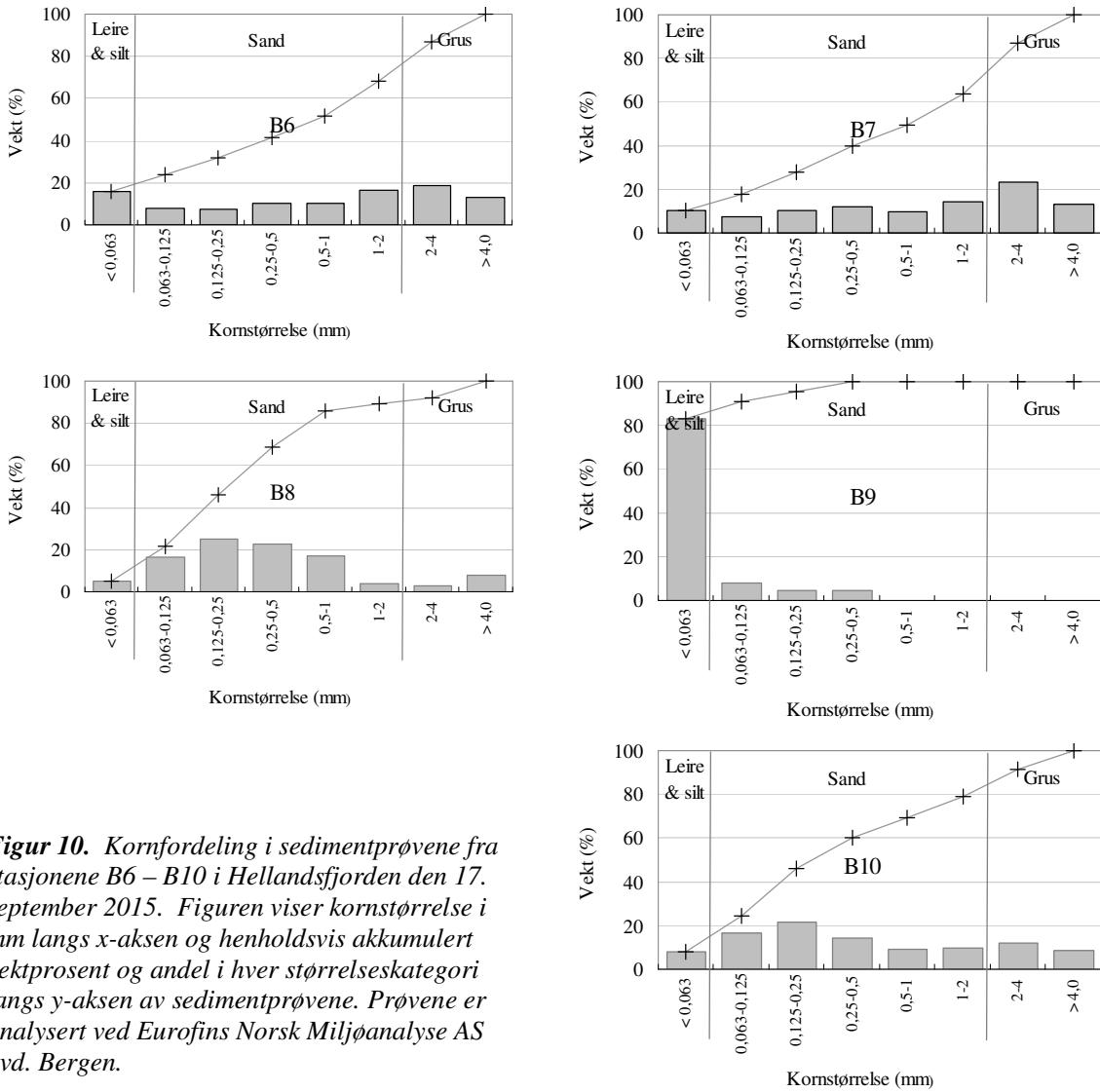
**Figur 9.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjonene B1 – B5 i Hellandsfjorden den 17. september 2015. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen av sedimentprøvene. Prøvene er analysert ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen.

#### Ved det mellombelse utsleppet

Resultatet viser at det var lite sedimenterande forhold og mest grovkorna sediment på stasjonane B6 – B8 og B10 nærmast det mellombelse utsleppet i ein avstand på 2 – 60 meter (mellan 5,1 og 15,8 % andel silt og leire), medan det var mest sedimenterande forhold på stasjon B9 rundt 140 meter frå det mellombelse utsleppet (**figur 10**). Det resterande sedimentet var stort sett sand og grus i alle prøvene bortsett i frå stasjon B9 kor det var berre fin sand. Ulikskapen i kornfordeling mellom prøvene reflekterer nok mest at stasjonane B6 – B8 og B10 ligg i influensområdet til elveosen frå Kjærrelva kor det nok tidvis kan vere ein betydeleg estuarin straumeffekt ved stor vassføring i elva, medan stasjonen B9 ligg noko lenger sør og ikkje vert påverka av dei same straumforholda (jf. **figur 4**).

Tørrstoffinhaldet var jamt over høgt på stasjon B6 – B8 og B10, medan det var svært lågt på stasjon B9. Glødetapet var tilsvarande svært høgt på denne stasjonen med 36,5 % (**tabell 10**) og stadfestar at det lokalt på denne staden er sedimenterande tilhøve. På dei fire resterande stasjonane i dette området var glødetapet lågt, noko som tyder på god utskifting og nedbryting av organisk materiale.

Innhaldet av normalisert TOC var lågast på stasjonane B8 og B10 tilsvarande tilstandsklasse høvesvis III= "moderat" og IV= "dårlig", medan innhaldet av ikkje normalisert TOC var svært høgt på dei andre stasjonane (59,2 – 143 mg C/kg), noko som tilsvarar tilstandsklasse V = "Svært dårlig".



**Figur 10.** Kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjonene B6 – B10 i Hellandsfjorden den 17. september 2015. Figuren viser kornstørrelse i mm langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen av sedimentprøvene. Prøvene er analysert ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen.

### Gruppe III: SENSORISK GRANSKING

#### Ved det gamle overløpet

Med omsyn til sedimenttilstand fekk ein prøve 5 poeng, to prøver fekk 6 poeng, og to prøver 7 poeng. Alle prøvene var middels belasta (tilstand 2, **tabell 11**). Ei oppsummering av sedimenttilstanden tilseier at botnen i ein avstand på ca 2 – 130 m frå overløpet var middels påverka.

Samla poengsum for dei fem prøvene var 31, og korrigert sum er 6,82. Dette gjev ein indeks på 1,36 når ein deler på fem prøver, og sedimenttilstanden for botnen ved og utanfor det gamle overløpet tilsvrar tilstand 2, dvs at botnen her var middels belasta ut frå ei vurdering av gruppe III parameteren, jf. **tabell 11**.

## Ved det tidlegare mellombelse utsleppet

Med omsyn til sedimenttilstand fekk ein prøve 4 poeng og var lite belasta (tilstand 1). Dei resterande prøvene fekk 5 – 7 poeng og var middels belasta (**tabell 11**). Ei oppsummering av sedimenttilstanden tilseier at botnen i ein avstand på ca 0 – 140 m frå det mellombelse utsleppet var middels påverka.

Samla poengsum for dei fem prøvene var 27, og korrigert sum er 5,94. Dette gjev ein indeks på 1,19 når ein deler på fem prøver, og sedimenttilstanden for botnen ved og utanfor det mellombelse utsleppet tilsvarar tilstand 2, dvs at botnen her var middels belasta ut frå ei vurdering av gruppe III parameteren, jf. **tabell 11**.

## Gruppe II & III: BOTNEN SIN TILSTAND

### Botnen sin tilstand ved det gamle overløpet

Samla poengsum for middelverdien av dei fem prøvene ved det gamle overløpet (B1 – B5) var 10,91. Dette gjev ein indeks på 2,18, og tilstand for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under eitt blir dermed tilstand 3, dvs sterkt belasta, jf. «prøveskjema» (**figur 11, tabell 11**).

### Botnen sin tilstand ved det tidlegare mellombelse utsleppet

Samla poengsum for middelverdien av dei fem prøvene ved det tidlegare mellombelse utsleppet (B6 – B10) var 5,47. Dette gjev ein indeks på 1,09, og tilstand for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under eitt blir dermed 1, dvs lite belasta, jf. «prøveskjema» (**figur 11, tabell 9**).

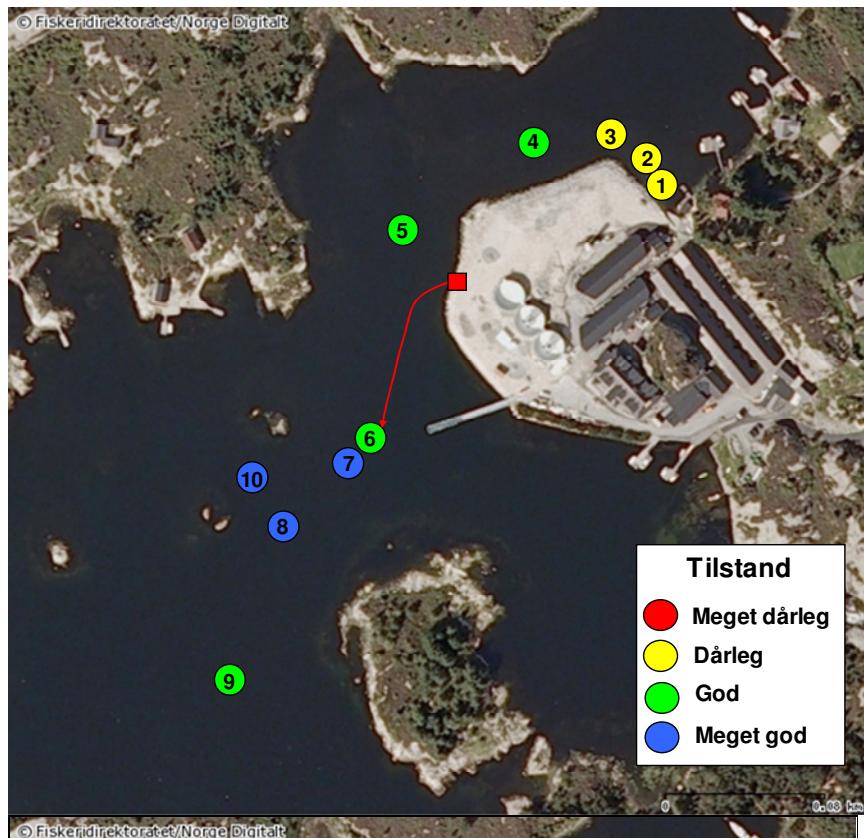
### Samla tilstand på botnen

Samla poengsum for middelverdien av alle ti prøvene var 16,38. Dette gjev ein indeks på 1,64, og tilstand for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under eitt blir dermed 2, dvs middels belasta, jf. «prøveskjema» (**figur 11, tabell 11**).

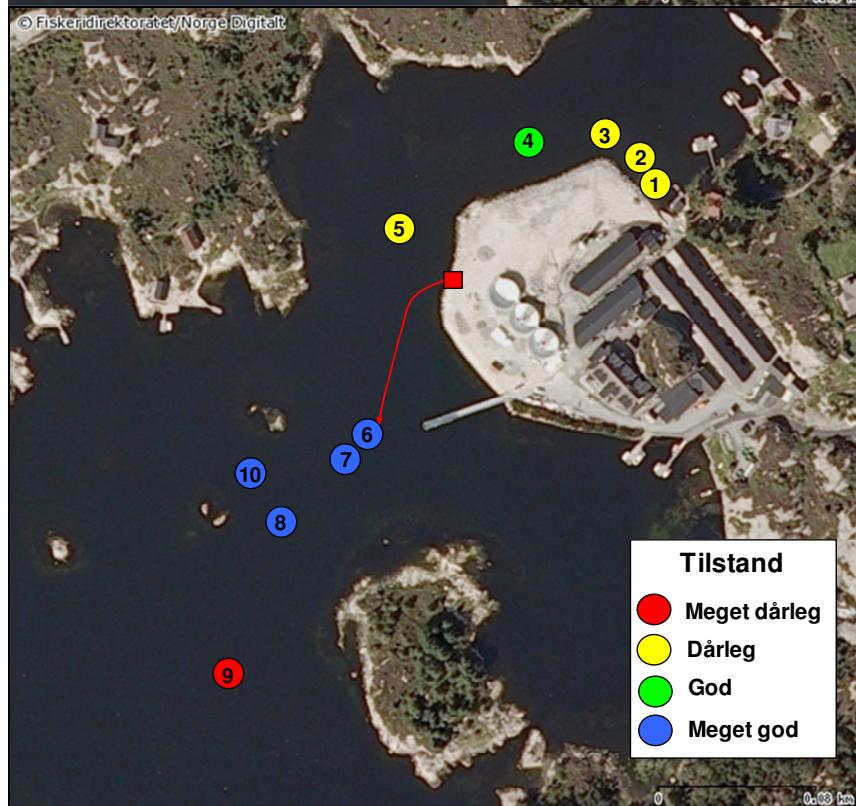
Basert på undersøking av dyr, pH/Eh og sediment er botnen i heile det undersøkte området rundt setjefiskanlegget samla sett i nest beste tilstandsklasse, dvs tilstand 2 = "god".

**Tabell 11. Prøveskjema for MOM B-granskinga utanfor overløpet fra Sjøtroll Havbruk AS, avd. Fitjar i Hellandsfjorden 17. september 2015.**

Gr	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>			
I	Tilstand gruppe		<b>1</b>													
II	pH	verdi	7,06	6,85	6,85	6,93	6,90	7,24	7,22	7,33	6,50	7,22				
	Eh	verdi	66	42	-26	183	3	149	182	187	-60	173				
	pH/Eh	frå figur	3	3	3	3	3	0	0	0	5	0	<b>2,00</b>			
	Tilstand prøve		3	3	3	3	3	1	1	1	4	1				
	Tilstand gruppe II		<b>2</b>		Buffertemp: °C Sjøvassstemp: °C Sedimenttemp: 26,3 °C pH sjø: 7,78 Eh sjø: 198,7 mV Referanseelektrode: 207 mV											
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Farge	Lys/grå=0														
	Brun/sv=2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	Ingen=0															
	Lukt	Noko=2	1	1	1	0	0	0	0	0		1	0			
	Sterk=4															
	Konsistens	Fast=0														
	Mjuk=2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	Laus=4															
	<1/4 =0									0						
	Grabb-volum	1/4 - 3/4 = 1	1			1			1			1				
	> 3/4 = 2			2	2		2	2			2					
	Tjukkelse	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	på slamlag	2 - 8 cm = 1														
	> 8 cm = 2															
	SUM:		6	7	7	5	6	6	5	4	7	5				
	Korrigert sum (*0,22)		1,32	1,54	1,54	1,1	1,32	1,32	1,1	0,88	1,54	1,1	<b>1,28</b>			
	Tilstand prøve		2	2	2	2	2	2	2	1	2	2				
	Tilstand gruppe II		<b>2</b>													
II +	Middelverdi gruppe II+III		2,16	2,27	2,27	2,05	2,16	0,66	0,55	0,44	3,27	0,55	<b>1,64</b>			
III	Tilstand gruppe II+III		3	3	3	2	3	1	1	1	4	1				
	“pH/Eh”				“Tilstand”											
	“Korr.sum”				Gruppe I	Gruppe II & III	Lokalitetens tilstand									
	“Indeks”	Tilstand			A		1, 2, 3, 4				1, 2, 3, 4					
	< 1,1	1			4		1, 2, 3				1, 2, 3					
	1,1 - 2,1	2			4		4				4					
	2,1 - 3,1	3														
	> 3,1	4														
					LOKALITETENS TILSTAND :										<b>2</b>	



**Figur 11.** Oversyn over MOM B-tilstand (middelverdien av gruppe II og III parametrar) for dei 10 grabbhogga som vart tekne utanfor det gamle overløpet (1 – 5) og utanfor den mellombelsje utsleppsleidningen (6 – 10) til settefiskanlegget til Sjøtroll Havbruk AS, avd. Fitjar i Hellandsfjorden 8. september 2010 (Brekke og Eilertsen 2010; øvst) og ved granskninga 17. september 2015 (jf. tabell 11).



## VURDERING AV RESULTAT

### VASSKVALITET OG UTSKIFTING

Settefiskanlegget til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar er lokalisert ved Kjærvelva i Hellandsfjorden, som er ein terskla fjord/poll der terskeldjupna ut mot Hellandsstraumen/Hjelmosen er 7 m, og munningen eller kanalen inn er 14,5 m breid på det smalaste. Vanlegvis vil vassutskiftinga i terskla område vere god ned til 5-10 meter under terskeldjup på grunn av farten tidevatnet får over sjølve terskelen. Kor djupt under terskelnivå utskiftinga i praksis skjer er avhengig av ulike faktorar som breidd, lengde og djupne av kanalen inn til området, salinitet og temperatur av vassmassane innanfor og utanfor terskelen, storleik av bassenget m.m. For Hellandsfjorden vil det truleg vere god utskifting ned til ca 12 – 15 m djup. Profilen teken i september 2015 viste eit sprangsjikt rundt 13 – 15 meters djup.

Under sprangsjiktet vil det i periodar oppstå stagnerande botnvatn i Hellandsfjorden, men teoretisk berekna vil det ikkje oppstå oksygenfrie tilhøve i djupvatnet, som blir skifta ut fleire gonger i løpet av eit år (Johnsen og Molvær 1995). Sidan store delar av Hellandsfjorden er grunn med djuper under 10 m, spesielt i den nordlege delen kor anlegget er lokalisert, og hovedsakleg mellom 10 og 15 m djup elles, kan ein forvente ein naturleg høg primærproduksjon i fjorden i den produktive årstida (Tveranger m.fl. 2009). Dette vil føre til eit høgt naturleg oksygenforbruk i vassmassane utover hausten med stor nedbryting av døde algar mm. Då vil nedbrytingsprosessane i sedimentet forbruke oksygen, slik at ”oksygentanken” vert gradvis tappa. Dette såg ein i september 2015, då oksygeninnhaldet i djupvatnet ved botn på 23,5 m djup var lågt, med berre 0,65 mg O<sub>2</sub>/l, tilsvarande ei oksygenmetting på vel 7 % (tilstandsklasse V = ”svært dårlig”). Dette tilsvasar om lag dei same tilhøva som vart funne i september 2010 med eit oksygeninnhald ved botnen på 1,37 mg O<sub>2</sub>/l (Brekke og Eilertsen 2010). Ut frå målingane kan ein ikkje utelukke at oksygeninnhaldet i djupvatnet vil kunne gå ned mot oksygenfritt dersom ein ikkje får ein episode med omrøring og utskifting litt ut på hausten.

Kjærvelva har ei middelvassføring på litt over 300 m<sup>3</sup>/min, og då anlegget berre nyttar om lag 13 % av middelvassføringa, får fjorden tilført betydelege mengder ferskvatn. Forutan betydelege tilførslar av næringssalt frå omlandet rundt, primært nitrogen, skapar Kjærvelva ein estuarin effekt i sjøområdet rundt elveosen, og dette skapar tilhøve for ein naturleg høg primærproduksjon. Ein finn naturtypen ålegraseng i sjøområdet utanfor Kjærvelva, og sjøgrasområder representerer på verdsbasis viktige marine økosystem då dei er svært produktive, i storleiksordenen 500 – 1000 g karbon m<sup>-2</sup> år<sup>-2</sup> (Fredriksen & Christie 2003) eller opp mot 8 g karbon m<sup>-2</sup> d<sup>-2</sup> (Ziemann & Wetzel 1990). Dei store mengdene algar littoral og sublitoral som vart funne på lokaliteten Drageidpollen og Kjærvelva er også naturlege forekomstar ut frå naturgevne tilhøve her, og det er såleis naturleg å finne ”dårlige” miljøtilhøve der mudderbotn er dominerande substrat i Hellandsfjorden. Vassutskiftinga i Hellandsfjorden ned til ca 12 meters djup er imidlertid stor grunna dei betydelege ferskvaststilførslane frå Kjærvelva samt det daglege to gonger inn- og utstrøymande tidevatnet over terskelen.

Ved botnen på 23,5 m djup var saltinhaldet 31,7 % i september 2015. Dette er vesentleg lågare enn i september 2010 då saltinhaldet vart målt til 34,1 % (Brekke og Eilertsen 2010), men på nivå med resultatet i frå 2009 (30,9 %, Tveranger mfl. 2009). I 2010 skjedde det truleg ei meir eller mindre fullstendig utskifting av botnvatnet inne i Hellandsfjorden i løpet av vinteren/våren 2010, noko som også vart observert i fleire andre fjordsystem i denne perioden. Ein rekna med at det høge saltinhaldet i botnvatnet i 2010 kunne medføre at det tok lengre tid å få skifta ut botnvatnet pga høgare salinitet og tettleik i djupvatnet. At saltinhaldet no er lågare tyder på ei utskifting av botnvatnet etter 2010, men det er vanskeleg å seie når det skjedde.

## SEDIMENTKVALITET

### Det gamle overløpet

Prøvene frå tre av stasjonane ved det gamle overløpet inneholdt overvegande organisk materiale (mudder) (stasjon B1 – B3). Det var også høgt innhald av mudder på stasjon B5, medan det på stasjon B4 var mest fin sand. Ved det mellombelte tidlegare utsleppet sørvest for anlegget inneholdt prøvene frå fire av stasjonane (B6 – B8 og B10) overvegande ei blanding av grus, sand, silt og litt mudder, medan ein prøve (B9) inneholdt overvegande svart mudder.

Glødetapet, som er eit mål for det organiske innhaldet i sedimentet, vart målt i alle prøvene. Ein reknar med at glødetapet 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 greier å halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av for eksempel oksygenfattige forhold. I dei djupaste delane av Hellandsfjorden kan det i ein skilde periodar vere lite oksygen, med lågare nedbryting som resultat. Over sprangsjiktet på ca 12 meter vil det imidlertid alltid vere gode oksygentilhøve, og eventuelle høge verdiar av glødetap her vil skuldast høge tilførslar av organisk materiale.

Utanfor det gamle overløpet til setjefiskanlegget var det hovudsakleg mudder med høgt organisk innhald på fire av fem stasjonar i ein avstand frå ca 0 – 140 m frå overløpet. Glødetapet var høgast på stasjon B1 – B3 nærmast utsleppet med mellom 17,1 og 33,3 %, medan det var berre vel 2,5 % på stasjon B4 og 17,7 % på stasjon B5, ca 140 m frå utsleppet. I 2010 meinte ein at det var sannsynleg at stasjon B1 – B3 tidlegare hadde vore påverka av overløpet, medan det var lite sannsynleg at dette og gjaldt stasjon B5, sidan glødetapet var så lågt på stasjon B4, som ligg i ein relativt smal passasje midt mellom stasjon B3 og B5. Det høge organiske innhaldet på stasjon B5 var meir truleg eit resultat av den naturleg høge produksjonen i dei grunne områda av Hellandsfjorden, med mykje både fastsitjande og planktoniske algar. Desse algane vil etter kvart som dei dør søkkje til botn og samle seg i lokale djupområde i fjorden, der det vil hope seg opp fortare enn nedbrytinga klarar å halde følgje. I perioden april – juli 2010 var det eit reinsa utslepp til fjorden ved filterkummen, ikkje så langt frå stasjon B5. Ein nedgang i glødetapet frå 25 til 20 % frå 2009 til 2010 tydde imidlertid ikkje på at dette hadde ført til akkumulering av ekstra organisk materiale på denne stasjonen. Ved granskninga i 2009 var glødetapet på dei djupe stasjonane 31 - 35 %, og 36,6 % på stasjon C6, ca 50 meter frå overløpet (Tveranger m.fl. 2009). Det viser at det naturlege innhaldet av organisk karbon i sedimentet er høgt i store delar av Hellandsfjorden.

Sidan 2010 har glødetapet vorte redusert på stasjonen B1 nærmast det gamle overløpet med over 9 %, medan tilhøva var om lag uendra på stasjon B2, men med ein rundt 6 % auke på stasjon B3 (**tabell 12**). Tilsvarande har innhaldet av tørrstoff auka noko i dei same prøvene frå stasjonane B1 og B5 medan stasjon B3 er litt ned. Glødetapet og tørrstoffet var om lag det same på stasjon B4, og med ein ca 3 % nedgang på stasjonen B5, og tørrstoffsinnhaldet opp eit par prosentpoeng.

Hovudtrekket er at stasjonane B1 nærmast det gamle overløpet og stasjon B5 nærmast det reinsa mellombelte utsleppet (perioden april – juli 2010) syner ein nedgang i organisk påverknad (auka tørrstoff og redusert glødetap) ved alle dei tre granskingane, medan situasjonen er tilnærma uendra for stasjon B2 og B4 og noko dårlegare for stasjonen B3. Det har ikkje vore utslepp i dette området dei siste fem åra, så resultata indikerer ei betring for stasjonane B1 og B5 nærmast dei to tidlegare påverknadskjeldene ved alle tre granskingane. Stasjon 2 og 3 synte god rehabilitering frå 2009 til 2010, medan situasjonen var om lag den same for stasjon B2 i 2015, noko som kan tyde på at stasjon B2 allereie i 2010 var godt rehabilert. Resultata for stasjon B3 var om lag den same ved granskingane i 2009 og 2015 og noko betre i 2010, noko som kan indikere at denne stasjonen om lag 40 meter frå det gamle overløpet kanskje ikkje var noko særlig påverka av det gamle overløpsutsleppet, men at resultata naturleg kan svinge noko alt etter prøvetaking og handtering av prøvene.

Vurdert ut frå MOM B-karakteristikk ser ein at stasjonane B1 – B5 kjem om lag likt ut ved dei to granskingane i 2010 og 2015 (jf. **figur 11**). Ved denne granskninga vart det målt litt lågare pH i

prøvane, medan ledningsevna i sedimentet hadde høgare verdiar, noko som indikerer mindre belastande tilhøve i sedimentet. Ein reduksjon i pH bidrog til at stasjonen B5 gjekk frå tilstand 2 (god) til 3 (dårleg) i 2015 sjølv om både tørrstoff og glødetap tilsa noko betre tilhøve her i 2015. Ein kan nok i slike naturlege sedimenteringsområde ha små svingingar i belastande tilhøve ut frå kva som til ei kvar tid vert tilført sedimenta i form av døyande planktoniske og fastsitjande algar samt terrestrisk materiale.

**Tabell 12.** Sedimentkvalitet i prøvene frå dei fem undersøkte stasjonane utanfor det gamle overløpet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar i Hellandsfjorden 5. mai 2009, 8. september 2010 og 15. september 2015.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Tørrstoff 2009	%	18,3	15,8	12,5	70,2	15,6
Tørrstoff 2010	%	19,3	19,3	14,9	64,7	18,7
Tørrstoff 2015	%	31,5	18,4	12,9	64,4	20,4
Glødetap 2009	%	27,2	30,5	36,4	1,81	25,2
Glødetap 2010	%	26,6	22,2	26,7	2,34	20,4
Glødetap 2015	%	17,1	23,8	33,3	2,6	17,7

### Det tidlegare mellombelse utsleppet

Ved det tidlegare mellombelse utsleppet sørvest for anlegget vart det også målt glødetap på dei same fem stasjonane som i 2010. Berre stasjon B6 om lag 2 meter frå det tidlegare mellombelse utsleppet hadde vore undersøkt før det og tilsvarte stasjon C5 i Tveranger m.fl. (2009). Stasjon C5 hadde i mai 2009 eit tørrstoffinnhald på 66,3 % og eit glødetap på 3,63 %. Det samsvarar bra med granskings i 2010, som gav eit tørrstoffinnhald på 61,6 % og eit glødetap på 3,79 %, medan tørrstoffinnhaldet gjekk noko ned i 2015 til 50 %, og med ein moderat auke i glødetap til 5,8 % (**tabell 13**). Tre andre stasjonar som låg innanfor ca 60 meters avstand frå utsleppet hadde i 2010 om lag same verdiar, med eit tørrstoffinnhald mellom 62 og 70 %, og eit glødetap mellom 2,42 og 3,50 %. Ved granskings i 2015 gjekk tørrstoffinnhaldet markant ned med 17 % på stasjon B10 til 53 %. På dei to andre stasjonane var situasjonen om lag uendra. Glødetapet var moderat høgare på stasjonane B7 og B10 og noko lågare på stasjon B8. I 2010 var det lite eller ingenting med dei kjemiske analysane på stasjonane B6 – B10 som indikerte påverknad frå det mellombelse utsleppet på botnen i området, og situasjonen er naturleg nok den same i 2015.

Stasjon B9 skilde seg klart ut frå dei andre stasjonane i dette området både i 2010 og 2015, med eit tørrstoffinnhald på berre rundt 10 % og eit glødetap på rundt 34 – 37 %. Dette er imidlertid den stasjonen som låg lengst vekk frå det mellombelse utsleppet, med ca 140 meter. Skilnaden på denne stasjonen og dei andre fire stasjonane i området er at denne vart teken noko djupare, på 12 meters djup i overgangen ut mot djupområdet i Hellandsfjorden. Truleg er det her meir sedimenterande tilhøve, og sedimentet består hovudsakleg av mudder, som størstedelen av Hellandsfjorden for øvrig.

**Tabell 13.** Sedimentkvalitet i prøvene frå dei fem undersøkte stasjonane utanfor det tidlegare mellombelse utsleppet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar i Hellandsfjorden 8. september 2010 og 15. september 2015.

FORHOLD	Enhet	Stasjon 6	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 9	Stasjon 10
Tørrstoff 2010	%	61,6	62,2	62,8	9,99	70,1
Tørrstoff 2015	%	50,2	58,5	64,5	10,6	53,3
Glødetap 2010	%	3,79	3,50	3,21	33,7	2,42
Glødetap 2015	%	5,8	4,3	2,3	36,5	4,3

Området ved stasjon B6 – B8 og B10 er prega av eit botnsediment som inneheld mest grus, sand og

silt, i motsetning til resten av Hellandsfjorden som inneholdt mest mudder. Dette tyder på gode straum- og nedbrytingstilhøve på botnen i dette området. Årsaka til dette er mest truleg påverknad frå Kjærvelva, som har sitt utløp litt lenger sør i same området. Ved flaum i elva vil store vassmengder skape ein del straum eit stykke utover i Hellandsfjorden, anten som direkte utoverretta straum eller som ein innoverretta kompensasjonsstraum langs botn (estuarin sirkulasjon). Elva vil også ved flaumar kunne føre med seg ein del grovt materiale som grus og sand, som vil bli avsett i sjøen eit stykke utover frå elvemunningen. Ein kan heller ikkje utelukke at propellvatn frå større båtar kan kvervle opp organisk materiale så djupt som ned mot 8 meters djup ved trafikk inn og ut av dette området.

Vurdert ut frå MOM B-karakteristikk ser ein at stasjonane B7 – B9 kjem om lag likt ut ved dei to granskingane i 2010 og 2015. Stasjon B6 rykkjer opp ein tilstandsklasse frå 2= "god" til 1= meget god, medan stasjon B9 rykkjer ned to tilstandsklassar frå 2= "god" til 4= "meget dårlig" (jf. **figur 11**). Ved denne granskinga vart det målt høgare pH i prøven på stasjon B6 i høve til 2010, medan pH i prøven på stasjon B4 var låg i høve til i 2010. Også her vil ein kunne få svingingar i belastande tilhøve ut frå kva som til ei kvar tid vert tilført sedimenta i form av døyande planktoniske og fastsittende algar samt terrestrisk materiale. I høve til stasjonane B6 – B8 og B10 vil og variasjon i vassføring i Kjærvelva i løpet av året kunne bidra til i kor stor grad naturlege tilførslar blir transportert vekk i sedimenteringsområdet utanfor elveosen.

## KVALITETEN PÅ DYRESAMFUNNET

### Det gamle overløpet

MOM B-granskinga utanfor det gamle overløpet til anlegget viste framleis synlege påverknader av høg organisk belastning i sedimentet på den nærmeste stasjonen frå overløpet (B1), med høg dominans av ein svært forureiningstolerant art. At artar som fleirbørstemakken *Capitella capitata* trives i sedimentet betyr imidlertid at organisk materiale vert effektivt omsett og på lang sikt heilt nedbrote. På dei andre stasjonane var artssamsetjinga noko prega av organisk belasting, men artsmangfaldet var mykje høgare enn på stasjon B1. At mangfaldet på stasjon B2 var høgast har trulig dels å gjere med nærleik av makroalgebestand i øvre sjøsona, noko som bidreg til generelt høgare mangfald sjølv om ein har tatt ut typiske alge-levande dyr frå lista. Prøven frå stasjon B4 var, etter stasjon B1, nest mest prega av organisk belasting. Samstundes vil det på grunt vatn alltid vere relativt store svingingar lokalt i høve til kor tett med dyr det er, ogdyra vil ofte vere flekkvis fordelt. Det betyr at tilfeldigheiter ved prøvetaking kan få ein del utslag.

Vurdering av tilstanden ved bruk av Shannon-indeks (modifisert etter SFT 97:03) plasserer stasjon B1 innanfor tilstandsklasse V= «svært dårlig», stasjon B2 og B3 innanfor klasse II= «god», og stasjon B4 innanfor klasse IV= «dårlig» og B5 innanfor klasse III= «moderat». Det må her gjerast merksam på at SFT føreset bruk av grabb med areal på 0,1 m<sup>2</sup>, og helst med 4 parallelle prøver, medan det her er nytta ein liten grabb med berre ca ¼ av arealet og berre eitt grabbhogg. Eit større areal betyr fleire individ og ofte fleire artar. Alle vurderingar av SFT tilstand i høve til diversiteten av botnfauna må difor tolkast med varsemd.

Følsame diversitetsindeksar er oftast lite eigna til å fastsetje miljøtilstand i umiddelbar nærleik frå avløp frå settefiskanlegg på grunn av den lokale påverknaden frå anlegget. I **tabell 14** har ein difor også gjort ei vurdering av miljøtilstand på grunnlag av tal artar og artssamsetjinga i høve til NS 9410:2007. Her hamna alle stasjonar innanfor tilstand 2= «god». Også her er prøvearealet brukt under granskinga mindre enn standardkravet på 0,2 m<sup>2</sup> (NS 9410:2007). Minstekrav for beste tilstand er 15 artar på stasjonen og med større prøvearealet vil trulig stasjon B2 og kanskje B3 oppnår meir enn 15 artar og dermed beste miljøtilstand.

Når ein samanliknar resultata frå 2015 med granskingane frå 2009 og 2010 (Tveranger m.fl. 2009, Brekke & Eilertsen 2010) så er det ein tydeleg trend mot forbetring av tilstanden. På stasjon B1 var det ikkje funnet dyr i 2009 og kun 27 individ av den hardføre arten *C. capitata* i 2010. Sidan har antal *C. capitata* auka kraftig og det høge talet børstemakk som eter organisk materiale i 2015 er eit tydelig

teikn på pågående rehabilitering av sedimentet på stasjonen. Forskjellen er endå større på stasjon B2, kor det ikkje var funna dyr i 2009 og 2010, men kor diversiteten i 2015 var god. Også på stasjon B3 var diversiteten mykje høgare i 2015 enn ved dei tidligare granskingsane. På stasjon B4 var artsdiversiteten og SFT-tilstanden best i 2009 og verst i 2010. Resultata frå 2015 viser at tal artar har tatt seg opp att etter 2010, men tal individ av forureiningstolerante artar har og auka markant i perioden. Trulig er det ein lokal ansamling av organisk materiale på stasjonen. På stasjon B5 vart det ikkje funne dyr i 2010, men i 2015 var diversiteten og tilstanden mykje betre, og noko betre enn i 2009.

**Tabell 14.** Tal artar og individ av botndyr, samt diversitetsindeks etter Shannon ( $H'$ ) og MOM Cvurdering av miljøtilstand på fem stasjonar tekne utanfor det gamle overløpet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar i Hellandsfjorden 5. mai 2009, 8. september 2010, og 17. september 2015. Arealet på kvar stasjon utgjer 0,028 m<sup>2</sup>, som er vesentleg mindre enn standardkravet på 0,2 m<sup>2</sup> (NS 9410:2007).

FORHOLD	Stasjon B1	Stasjon B2	Stasjon B3	Stasjon B4	Stasjon B5
Tal individ	2009	0	0	14	49
	2010	27	0	2	17
	2015	306	66	14	61
Tal artar	2009	0	0	4	9
	2010	1	0	2	4
	2015	5	15	10	7
$H'$	2009	-	-	1,09 (IV)	2,47 (III)
	2010	-	-	1,00 (IV)	1,52 (IV)
	2015	0,71 (V)	3,00 (II)	3,24 (II)	1,59 (IV)
Miljøtilstand (NS 9410)	2009	Tilstand 4	Tilstand 4	Tilstand 3	Tilstand 2
	2010	Tilstand 3	Tilstand 4	Tilstand 3	Tilstand 3
	2015	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 2

### Det mellombelse utsleppet

Utanfor det mellombelse utsleppet var det ein individ- og artsrik botnfauna, forutan på stasjon B9 der ein berre fann eit individ av botnfauna i prøva. Stasjonane B6 – B8 og B10 hamna i tilstandsklasse II= «god». Mange av artane som vart funne førekjem i område med moderat høgt innhald av organisk materiale i sedimentet. ISI-sensitivitetsindeksen tek omsyn til kor sensitive dei enkelte artane på ein stasjon er mot forureining, uavhengig av antal individ av artane. Resultatet frå 2015 viser at det var mange relativt sensitive artar ved det tidligare utsleppet medan det var litt meir tolerante artar på stasjon 8. Ved tilstandsklassifisering i høve til NS 9410:2007 låg stasjon B2 innanfor tilstand II= «god» medan dei andre stasjonane låg innanfor beste tilstandsklasse. Trulig ville ein med større prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>, som er standarkravet for tilstandsklassifiseringa, funne fleire enn 20 artar og på stasjon B7, og då ville stasjonen og hamna i beste tilstandsklasse.

På stasjon B9 vart det påvist berre eit dyr i 2015. Denne stasjonen ligg djupast av alle stasjonar, ned mot sprangsjiktet i fjorden. Dei sedimentterande tilhøva og naturleg store tilførslar av organisk materiale, saman med periodevis låge oksygenkonsentrasjonar i botvatnet og sedimentoverflaten, er truleg årsaka til det sterkt reduserte mangfaldet på stasjon B9, og stasjonen hamna i tilstandsklasse V= «svært dårlig» i høve til vegleiar 02:2013 og i tilstandsklasse 4= «dårlig» i høve til NS 9410:2007.

Med bakgrunn i at Hellandsfjorden er ein terskla fjord/poll og naturleg har store tilførslar av organisk materiale, så avspeglar desse resultata gode tilhøve for botndyra i området sørvest for settefiskanlegget.

Miljøtilstanden vurdert etter rettleiar 02:2013 og NS 9410 er gjennomgåande forbetra sidan førre gransking (Brekke & Eilertsen 2010). I 2010 var det ein trend med største tal individ nærmast utsleppet, men trenden er ikkje like tydeleg i 2015 (**tabell 15**). I tillegg har artssamansetjinga på stasjonane nærmast utsleppet forandra seg: i 2009 (på stasjon C5) og 2010 var det arten *Cirratulus cirratus*, ein noko forureiningstolerant, partikkeletande børstemakk, som vart funna mest hyppig. Dyra som var

mest talrike i 2015 var ein ikkje nærmere bestemt art av slimorm (Nemertea) og gravande sjøanemonar av familien Edwardsiidae. Slimormar er rovdyr, og anemonane filtrerer partikler frå vatnet og er noko sensitive mot forureining. Samansetjinga av dyresamfunnet tyder på at største delen av dei organiske tilførslene i nærområdet av det tidligare mellombelte utsleppet frå settefiskeanlegget no er nedbrote.

**Tabell 15.** *Tal artar og individ av botndyr, samt diversitetsindeks etter Shannon ( $H'$ ) og MOM C-vurdering av miljøtilstand på fem stasjonar tekne utanfor det mellombelte avløpet til Sjøtroll Havbruk AS avd. Fitjar i Hellandsfjorden 8. september 2010, og 17. september 2015. Arealet på kvar stasjon utgjer 0,028 m<sup>2</sup>, som er vesentleg mindre enn standardkravet på 0,2 m<sup>2</sup> (NS 9410:2007).*

FORHOLD		Stasjon B6	Stasjon B7	Stasjon B8	Stasjon B9	Stasjon B10
Tal individ	2010	180	81	85	0	95
	2015	116	155	80	1	95
Tal artar	2010	18	19	18	0	20
	2015	21	19	25	1	24
Shannon-Wiener, H'	2010	2,19 (III)	2,97 (III)	3,10 (II)	0 (V)	3,58 (II)
	2015	3,93 (II)	3,13 (II)	3,65 (II)	0 (V)	3,95 (II)
Miljøtilstand (NS 9410)	2010	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 2	Tilstand 4	Tilstand 1
	2015	Tilstand 1	Tilstand 2	Tilstand 1	Tilstand 3	Tilstand 1

Mangfaldet har også auka på stasjon B8 og B10. Faunaen er prega av artar som trives best med moderate (naturlege) tilførslar av organisk materiale og gode oksygentilhøve i sedimentet, men spesielt på stasjon B10 har dyresamfunnet forandra seg mot eit som er karakteristisk for meir uforstyrra tilhøve. Tall artar av pigghudingar, for eksempel, er auka frå ein art i 2010 til fire i 2015, medan forureiningstolerante artar, som børstemakkane *C. capitata* og *Pectinaria koreni*, og skjellet *Corbula gibba*, var meir vanlege i 2010 men mangla i 2015.

## KONKLUSJON

Fram til våren 2009 var det periodevis utslepp av ureinsa overløpsvatn til Hellandsfjorden via eit tidlegare overløp. Ved ei granskning i mai 2009 vart det påvist ein lokal effekt på botnen i ein avstand på ca 40 meter utover frå overløpet, og botnen 10 – 15 meter frå overløpet var så påverka at det ikkje var dyreliv i sedimentet. Ved granskninga i september 2010 var det nokre individ av den forureningstolerante arten *Capitella capitata* på stasjonen næraast overløpet, men det var ingen dyr 5 m derifrå. Situasjonen er markant forbetra i 2015. Det vart påvist mange individ av *C. capitata* næraast overløpet, noko som viser til effektiv opparbeidning av det organiske materialet i sedimentet, samt individ frå fire andre artar. Dyresamfunnet lengre vekk frå overløpet var relativt artsrikt med innslag av artar som lever på tang og tare og artar som trives med mykje organisk materiale, men som treng gode oksygenforhold i sedimentet. Dette svarar til tilnærma naturlege forhold i ein vassførekomst som Hellandsfjorden. Rehabiliteringa i området er godt i gang, men det gjenstår trulig fleire år til området nærmast overløpet kan seiast å vere heilt rehabilert.

Det er no fem år sidan settefiskanlegget i perioden juni 2009 til april 2010 hadde eit reinsa, mellombels utslepp til Hellandsfjorden med utløp på ca 8 m djup sørvest for anlegget, og i perioden april – juli 2010 til overflata av fjorden rett ved filterkummen. I 2010 vart det funna at tal individ på stasjonen næraast utsleppet hadde auka sidan 2009 medan tal artar var uforandra. Slike forhold tyder på en viss «gjødsling» av området med organiske tilførslar. Ved granskninga i september 2015 vart det ikkje funne vesentleg endring av tørrstoff eller organisk innhald i sedimentet i området ved avløpsleidninga sidan 2010, men tal artar har auka, tal individ minka, og dyresamfunnet har forandra seg mot eit som er karakteristisk for område med moderat store (naturlege) tilførslar av organisk materiale.

## REFERANSAR

### BORJA A, J. FRANCO & V. PEREZ 2000.

A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments.

*Marine Pollution Bulletin 40: 1100-1114*

### 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.*

### BREKKE, E. & M. EILERTSEN 2010.

Utvila MOM B-gransking ved lokaliteten Kjærvelva i Hellandsfjorden i Fitjar 2010.

*Rådgivende Biologer AS, rapport 1386, 34 sider, ISBN 978-82-7658-813-2.*

### DIREKTORATGRUPPA VANNDIREKTIVET 2013.

*Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.*

### DIREKTORATET FOR NATURFORVLTNING 2007.

Kartlegging av marint biologisk mangfold.

*Håndbok 19-2001 revidert 2007, 51 sider.*

### FREDRIKSEN S. & H. CHRISTIE 2003.

*Zostera marina* (Angiospermae) and *Fucus serratus* (Phaeophyceae) as habitat for flora and fauna – seasonal and local variation.

*Proceedings 17th International Seaweed Symposium, Cape Town, South Africa. pp 357-364.*

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

MOM - Konsept og revidert utgave av overvåkningsprogrammet. 1997

*Fisken og Havet nr 5, 55 sider.*

### JOHNSEN, T.M. & J. MOLVÆR 1995

Vurdering av utslippsløsninger for avløpsvann fra Fitjar Laks A/S til Kobbavika og Hellandsfjorden

*NIVA-rapport nr 3379-95, 36 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, 36 sider. ISBN 82-7655-367-2.*

### NORSK STANDARD NS 9410:2007

Miljøovervåking av bunn påvirking fra marine akvakulturanlegg.

*Standard Norge, 23 sider.*

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

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna

*Standard Norge, 21 sider*

**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.*

**TVERANGER, B., A.H. STAVELAND, M. EILERTSEN & E. BREKKE 2009.**

Miljøgranskning i Hellandsfjorden i Fitjar kommune 2009.  
*Rådgivende Biologer AS, rapport 1248, 54 sider. ISBN 978-82-7658-705-0*

**ZIEMAN, J.C. & R.G. WETSEL 1990.**

Productivity in seagrasses: Methods and rates.  
*In R. C. Phillips and C. P. MacRoy (eds). *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*, Garland STPM Press, New York, pp. 87 – 116*

INTERNETTKJELDER:

[www.dirnat.no](http://www.dirnat.no) – naturbase og vanndata

## VEDLEGGSTABELLAR

**Vedleggstabell 1.** Oversyn over botndyr funne i dei sju av dei ti MOM B-sedimentprøvane tatt utanfor settefiskanlegget i Hellandsfjorden 17. september 2015. Prøvene er henta ved hjelp av ei  $0,028\text{ m}^2$  stor vanVeen-grabb i ulik avstand frå det gamle overløpet (B1-B4) og det mellombelte utsleppet (B6-B8 og B10). Tabell fortsett på neste side.

<b>Hellandsfjorden 17.9.2015</b>		<b>B 1</b>	<b>B 2</b>	<b>B 3</b>	<b>B 4</b>	<b>B 5</b>	<b>B 6</b>	<b>B 7</b>	<b>B 8</b>	<b>B 9</b>	<b>B 10</b>
Taksa merka med X inngår ikkje i statistikk											
<b>CNIDARIA</b>											
Edwardsiidae							10	3			1
<b>NEMATODA</b>											
Nematoda	X		22								
<b>NEMERTEA</b>											
Nemertea					2	20	6	4			2
<b>POLYCHAETA</b>											
<i>Capitella capitata</i>		270	1	1	27	2					
<i>Chaetozone setosa</i>											2
<i>Chaetozone zetlandica</i>						4	3	1			3
Cirratulidae						6					
<i>Cirratulus</i> sp.					2		12				
<i>Diplocirrus glaucus</i>											1
<i>Eupolymnia nebulosa</i>								1			
<i>Glycera alba</i>								2			1
<i>Glycera lapidum</i>						2					
<i>Magelona minuta</i>						9	2				7
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	18	3						1			
<i>Mediomastus fragilis</i>						10	11	3			6
<i>Notomastus latericeus</i>								3			4
Oligochaeta					28						1
<i>Oxydromus flexuosus</i>						3					
<i>Pectinaria auricoma</i>						2	1	1			
<i>Pectinaria koreni</i>					2						
<i>Pholoe baltica</i>		1				3	2	5			4
<i>Phyllodoce groenlandica</i>							1				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	3	1						1			
<i>Platynereis dumerilii</i>	3	2									
<i>Polycirrus</i> sp.						1		4			1
<i>Prionospio cirrifera</i>			1			10	20	29	1		19
<i>Prionospio fallax</i>						8		7			3
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1	1		1	9	63	1				5
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>								1			
Sabellidae								1			
<i>Scalibregma inflatum</i>						6	2	1			12
<i>Scoloplos armiger</i>							2	2			2
<i>Spio filicornis</i>								1			

<i>Terebellides stroemii</i>					1
<i>Tharyx</i> sp.				5	5
<b>ARTHROPODA</b>					
<b>CRUSTACEA</b>					
<i>Ampelisca diadema</i>					1
<i>Aora gracilis</i>		5			1
<i>Cheirocratus</i> sp.					
<i>Crassicornophium bonelli</i>		8	1		
<i>Gammaridae</i>			1		
<i>Gammarus lacustris</i>	13	10	1	1	
<i>Jaera albifrons</i>	2		2		
<i>Microdeutopus anomalus</i>		25	2	1	
<b>INSECTA</b>					
<i>Chironomidae</i>		44	1		
<b>MOLLUSCA</b>					
<i>Abra alba</i>					2
<i>Abra nitida</i>		2			
<i>Akera bullata</i>			1		
<i>Corbula gibba</i>		2		5	2
<i>Eulimella acicula</i>				4	
<i>Kurtiella bidentata</i>		1			
<i>Macoma balthica</i>		1			
<i>Modiolus modiolus</i>	3				
<i>Modiolus modiolus</i> juv.				1	
<i>Parvicardium exiguum</i>		1		1	
<i>Pusillina sarsi</i>	X	298	3	4	
<i>Rissoa membranacea</i>	X	157	5		
<i>Thyasira flexuosa</i>				1	
<b>ECHINODERMATA</b>					
<i>Amphilepis norvegica</i>					11
<i>Amphipholis squamata</i>				9	
<i>Amphiura chiajei</i>					1
<i>Amphiura chiajei</i> (armdeler)	X			x	
<i>Amphiuridae</i> juv.				1	4
<i>Echinocucumis hispida</i>				4	3
<i>Leptosynapta</i> sp.					1
<i>Ophiura albida</i>				6	
<i>Ophiuroidea</i> (armdeler)	X	x	x	x	
<i>Psammechinus miliaris</i>		1		1	
<b>BRYOZOA</b>					
<i>Bryozoa kolonier</i>	X	14	44	3	1
<b>CHORDATA</b>					
<i>Ascidiaeae</i>		1			

## OM FJORDAR OG POLLAR

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. Kobbavika er recipient for Sjøtroll Havbruk AS, avd. Fitjar, men anlegget hadde for fem år sidan periodevis utslepp av overløpsvatn til Hellandsfjorden. Hellandsfjorden er eit lite og grunt terskla fjordområde, som er samanbunde med Hjelmosen i sør gjennom Hellandsstraumen. Etter utviding i år 2000 har Hellandsfjorden i dag ein terskel som er ca 7 m djup og 14 m brei inn til Hellandsfjorden. Utskiftinga av bassengvatnet i Hellandsfjorden vil vere noko avgrensa, medan vassmassane over terskeldjup vil ha god utskifting på grunn av det daglege inn- og utstrøymane tidevatnet.

“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 utstrøymane 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. I Hellandsfjorden tilseier djupnetilhøva at ein periodevis vil kunne ha eit djupvasslag i den djupaste delen av resipienten der det kan oppstå stagnante tilhøve. Ned mot ca 12-15 m djup vil det alltid vere full utveksling av vassmassar med dei utenforliggjande sjøområda i Hjelmosen.

Ved dei tilhøva ein har stabilt djupvatn innafor ein terskel, er tettleiken i slike sjøbasseng (pollar eller lokalt terskla sjøområde) vanlegvis større enn i det daglege innstrøymane 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 utstrøymane tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstrøymane tidevatnet kunne få ein betydeleg fart, og påverknaden på dei underliggende vassmassane vil kunne bli stor. Når tettleiken i djupvatnet er blitt så låg at den tilsvarar 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. Då Hellandsfjorden er terskla vil ein ha periodar med stagnante botnvatn i fjorden, men utskiftingane oppstår likevel så ofte at det truleg ikkje vil verte oksygenfritt i djupvatnet.

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 tilførlar, slik at oksygenet blir brukta 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 djupvatnet. Dersom oksygenet i djupet er brukt opp, vil sulfatreduserande bakteriar halde fram nedbrytinga, og den giftige gassen hydrogen sulfid ( $H_2S$ ) vert danna. Dyreliv vil ikkje førekome 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 trengst difor ikkje vere eit teikn på “overbelastning” at det førekjem hydrogen sulfid 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. Innhold 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.

Ulike typar tilførsler inneholder også plantenæringsstoff, der dei ulike kjeldene har kvar sin spesifikke samansetning av næringsstoffa, uttrykt ved forholdstalet mellom nitrogen og fosfor. Vanlegvis ventar ein å finne eit forholdstal på 15 - 20 i lite påverka system (vassdrag og overflatelag i fjordar), det vil seie at ein har 15 til 20 gonger så høge konsentrasjonar av nitrogen som fosfor. Dersom ein finn betydelege avvik frå dette, tyder det på at ein har dominans av enkelte tilførselskjelder til denne aktuelle resipienten. Til dømes vil avrenning frå fjell, myr og skog på Vestlandet kunne ha eit N:P-forholdstal på heile 70, mens avløp frå bustader og til dømes gjødsel frå kyr har eit forholdstal på rundt 7. Særleg fosfor-rike utslepp er siloshaft, med eit forholdstal på 1,5 mens tilførsler fra fiskeoppdrett ligg rundt 5. Det samme gjer gjødsel frå gris.

Næringsmengdene vert målt direkte ved å ta vassprøver av overflatelaget, dit det meste av tilførslene kjem, og desse vert analysert for innhald av næringsstoffa fosfor og nitrogen. Desse stoffa utgjer viktige delar av næringsgrunnlaget for algeplanktonet i sjøområda, og skildrar sjøområdet sin “næringsrikheit”. SFT har utarbeida oversiktlege klassifikasjonssystem for vurdering av desse tilhøva også.

Den målbare påverknaden av næringstilførslene vil imidlertid vere svært avhengig av frekvensen på utskiftinga av overflatelaget. Sjølv store tilførsler kan “skolast vekk” dersom vassmassane vert skifta ut nærmast dagleg, og vasskvaliteten vil i større grad vere prega av kystvatnet sin kvalitet enn av dei lokale tilførslene. Motsett vert det dersom vassutskiftinga er ekstremt liten, - då kan sjølv små tilførsler utgjere ein betydeleg påverknad på miljøkvaliteten i sjøområdet. Det finnест og gode modellar for å rekne på vassutskiftinga i slike sjøområde (Stigebrandt 1992).

Det er utvikla ein standardisert prøvetakingsmetodikk for vurdering av belastning frå fiskeoppdrettsanlegg, som og inkluderer 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 resipientgranskinger følgjer i all hovudsak opplegget for ei MOM B-gransking, med gransking frå umiddelbart ved utsleppet og i aukande avstand utover i resipienten for å kartlegge det lokale påverknadsområdet. Ein har i tillegg inkludert element frå ei MOM C-gransking der ein har analysert artssamusetninga av botnfaunaen.

## OM BLAUTBOTNFAUNA OG INDEKSAR

Blaubotnfauna er dominert av fleirbørstemakk, krepsdyr, muslingar og pigghudingar, men det er mange ulike organismegrupper som kan vere representert. Det er vanleg å nytte blautbotnfauna som indikator på miljøtilhøve og for å karakterisere verknader av eventuell forureining. Mange dyr som har sedimentet som habitat er relativt lite mobile og fleirårige, og ut frå dette kan ein difor registrere unaturlege forstyrringar på miljøet. Samfunnet kan skildrast og talfestast. Ved hjelp av slik informasjon kan ein sjå om negative påverknader har ført til ein dominans av forureiningstolerante artar, reduksjon i tal artar og reduksjon i diversitet. Er det gode og upåverka botntilhøve med oksygenrikt sediment vert dette vist av større individ som grev djupt. Her vil det vere mange artar som førekjem i få eksemplar kvar, og fordelinga mellom individua vil vere nokolunde jamn. I område med moderate tilførsler vil botnen få ein ”gjødslingseffekt”, som fører til at ein då vil sjå dyr av mindre storleik, samt ein auke av tolerante artar som førekjem i høge individtal (Kutti m.fl.. 2007b). I svært påverka eller under tilnærma oksygenfrie forhold vil berre forureiningstolerante artar, som til dømes artane *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, førekomme med svært høge individtal. Ein ”overgjødsling” vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.

Granskingar av blautbotnfauna er svært vanleg i miljøundersøkingar. Eit døme på overvakning av blautbotsamfunnet over tid i større skala er frå olje og gassverksemda i Nordsjøen. Med utbygging og etablering av oljeverksemd har det vore eit krav om både biologisk, fysiske og kjemiske granskingar. Over tid har det vist seg at oljeindustrien har tilført miljøgift i sedimenta med merkbare påverknader på dyresamfunnet i blautbotnen. Miljøundersøkingar vart starta i 1997 og har sidan vorte gjennomført tre gonger. I løpet av desse granskingane har ein registrert store mengder av mellom anna oljehydrokarbonar, barium, kopar og bly i sedimenta som skapar store forstyrringar hos botndyra. Ved hjelp av mindre utslepp og strengare reinse-/ustleppskrav har ein sett ein merkbar endring i tilstanden hos blautbotnfaunaen, til mindre forstyrringar (Botnen m.fl. 2007).

### Indeksar for blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013, Klassifisering av miljøtilstand i vann.

#### 1. NQI1 = Norwegian quality index

Den samansette indeksen NQI1 kombinerer granskingar av ømfintlegheit (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja m.fl. 2000), diversitet ( $H'$  og ES 100) direkte med tal artar og tal individ.

$$NQI1 = 0,5*((1-AMBI)/7) + 0,5*((\ln(S)/(\ln(\ln N))/2,7)*(N/(N+5)))$$

kor N er tal individ og S tal artar.

$$AMBI = 0*EGI + 1,5*EGII + 3*EGIII + 4,5*EGIV + 6*EGV$$

kor EGI er parten av individ som tilhører toleransegruppe I etc. Tala angir toleranseverdiane. AMBI vert berekna ved bruk av dataprogrammet ambi\_v5 (2012). Det er 6500 marine botndyrartar med toleranseverdi i dette systemet. Høg AMBI-verdi betyr at det finnест mange artar med høg sensitivitet (låg toleranse mot påverknad og/eller organisk belastning) i prøven.

#### 2. $H'$ = Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949)

Komponentane artsrikdom og jamleik (fordeling av tal individ pr art) er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks:

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

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

Dersom tal artar er høgt, og fordelinga mellom artene er jamn, vert verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøven inneholder få artar vert verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individua blant artane gjev høg diversitet, og ved eit lågt tal artar. Ein slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m.fl. 1997).

### 3. **ES<sub>100</sub> = Hurlberts indeks**

Denne indeksen skildrar forventa tal arter blant 100 vilkårleg valde individ i ein prøve.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^S 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! * 100!)] / [N! / ((N - 100)! * 100!)]$$

kor  $N$  er totalt tal individ i prøven,  $S$  er tal artar og  $N_i$  er tal individ av arten.

### 4. **ISI<sub>2012</sub> = Indicator species index** (sjå NIVA-rapport 4548-2002 (Rygg 2002) og oppdatering 2012 med revidert og utvida artsliste)

Indikatorartsindeksar som ISI<sub>2012</sub> (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artar sin reaksjon på ugunstige miljøforhold. Artar som er sensitive for miljøpåverknader har høge sensitivitetsverdiar, mens artar med høg toleranse har låge verdiar.

$$ISI_{2012} = \sum_i^S (ISI_i / S_{ISI})$$

kor  $ISI_i$  er verdi for arten  $i$ , og  $S_{ISI}$  er tal artar tildelt sensitivitetsverdiar.

Lista med ISI-verdiar omfattar 591 artar (taksa). Indeksen tek berre omsyn til kva slags artar som er i ein prøve og ikkje kor mange individ av arten som finnест.

### 5. **NSI = Norsk sensitivitetsindeks**

NSI liknar på AMBI men er utvikla for norske forhold (norske artar), og indeksen tek omsyn til kor mange individ av kvar art som finnест i ein prøve. Her er det - i samsvar med ISI<sub>2012</sub> - 591 artar som har tilordna sensitivitetsverdi.

$$NSI = \sum_i^S [(N_i * NSI_i) / N_{NSI}]$$

kor  $N_i$  er tal individ og  $NSI_i$  verdi for arten  $i$ , og  $N_{NSI}$  er tal individ med sensitivitetsverdi.

### 6. **DI = Density index**

DI er ein ny indeks for individtettleik (tal dyr per 0,1 m<sup>2</sup>) som tek omsyn til at svært høge og svært låge tal individ kan indikere dårlig miljøtilstand. DI er spesielt eigna for å klassifisere individfattige botndyrsamfunn. Lågt tal individ kan finnast på botn med stabilt dårlige oksygenforhold (t.d. oksygenfattige fjordar) mens ekstremt høgt tal individ av tolerante artar oftast peikar på organisk belasting.

$$DI = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1m^2})]$$

Rådgivende Biologer AS  
Bredsgården Bryggen  
5003 BERGEN  
**Attn: Geir Helge Johnsen**

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42  
Fax:

**AR-15-MX-003555-01**



**EUNOBE-00016143**

Prøvemottak: 18.09.2015  
Temperatur:  
Analyseperiode: 18.09.2015-14.10.2015  
Referanse: Utvidet MOM B,  
Hellandsfjorden 2015

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-018</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ	
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B1	Analysestartdato:	18.09.2015	
<b>Analyse</b>				
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner		Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
* Kornfordeling (>63µm)		Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	31.5 %	0.01	15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	17.1 % TS	0.01	5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6.8 % TS	0.1	20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-019</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ	
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B2	Analysestartdato:	18.09.2015	
<b>Analyse</b>				
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner		Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
* Kornfordeling (>63µm)		Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	18.4 %	0.01	15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	23.8 % TS	0.01	5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12 % TS	0.1	20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-020</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ	
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B3	Analysestartdato:	18.09.2015	
<b>Analyse</b>				
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner		Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
* Kornfordeling (>63µm)		Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	12.9 %	0.01	15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	33.3 % TS	0.01	5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13 % TS	0.1	20%	Internal method

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-021</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B4	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	64.4 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	2.59 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.3 % TS	0.1 20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-022</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B5	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	20.4 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	17.7 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9.4 % TS	0.1 20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-023</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B6	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	50.2 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	5.80 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4.9 % TS	0.1 20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-024</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B7	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	58.5 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	4.26 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4.3 % TS	0.1 20%	Internal method

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-025</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B8	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	64.5 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	2.33 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	1.2 % TS	0.1 20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-026</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B9	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	10.6 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	36.5 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14 % TS	0.1 20%	Internal method

Prøvenr.:	<b>441-2015-0918-027</b>	Prøvetakingsdato:	17.09.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	GHJ
Prøvemerking:	Hellandsfjorden, B10	Analysestartdato:	18.09.2015
<b>Analyse</b>	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
<b>* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner</b>			
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg		Gravimetri
* Total tørrstoff	53.3 %	0.01 15%	NS 4764
* Total tørrstoff glødetap	4.30 % TS	0.01 5%	NS 4764
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2.2 % TS	0.1 20%	Internal method

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Bergen 14.10.2015**

Helene Lillethun Botnevick

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-018

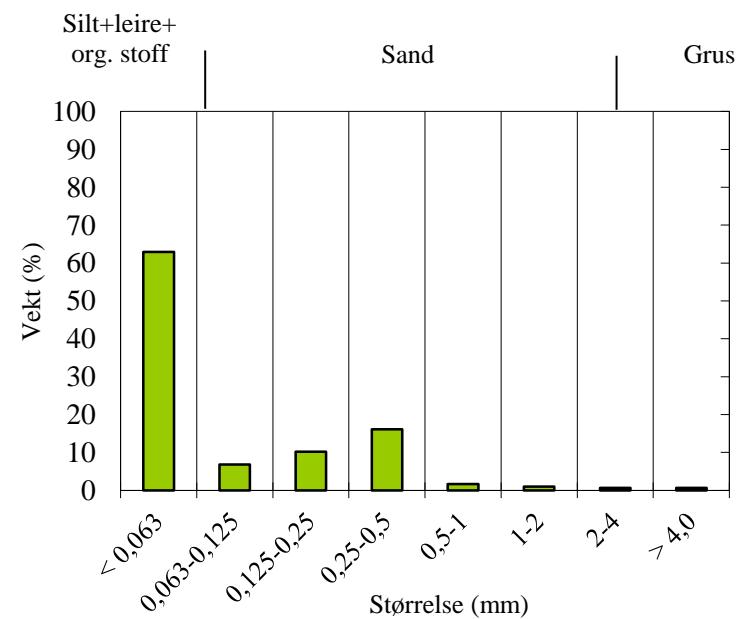
**Prøvemerking** Hellandsfjorden

**Prøveinnsamling**

**Analysedato:** 04.10.2015

## Partikkelførrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,21	0,6	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,20	0,6	99,4
1-2	0 - $\div 1$	0,33	1,0	98,7
0,5-1	1-0	0,55	1,7	97,7
0,25-0,5	2-1	5,26	16,1	96,1
0,125-0,25	3-2	3,34	10,2	79,9
0,063-0,125	4-3	2,22	6,8	69,7
< 0,063	< 4	20,55	62,9	62,9
Siktet prøve etter tørking		32,66		

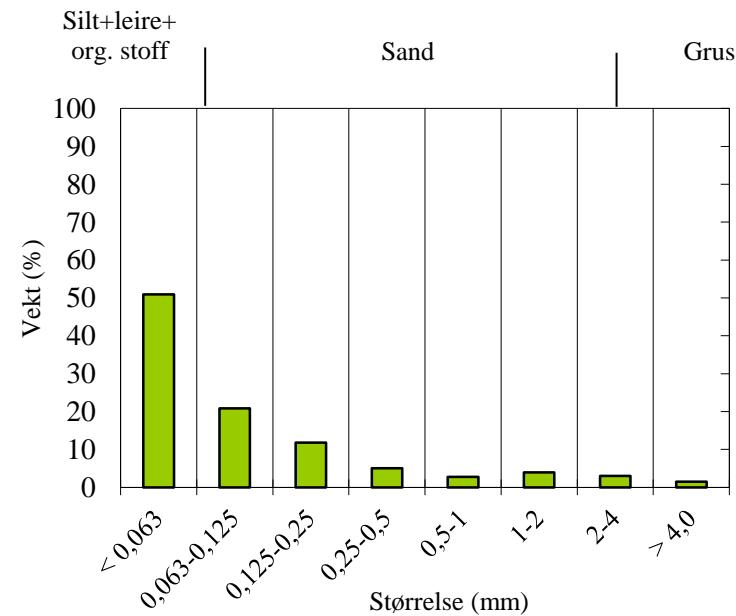


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-019  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B2  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 05.10.2015

## Partikkelstørrelsесfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,23	1,5	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,47	3,0	98,5
1-2	0 - $\div 1$	0,61	4,0	95,5
0,5-1	1-0	0,43	2,8	91,5
0,25-0,5	2-1	0,78	5,1	88,7
0,125-0,25	3-2	1,82	11,8	83,7
0,063-0,125	4-3	3,22	20,9	71,9
< 0,063	< 4	7,86	51,0	51,0
Siktet prøve etter tørking		15,42		

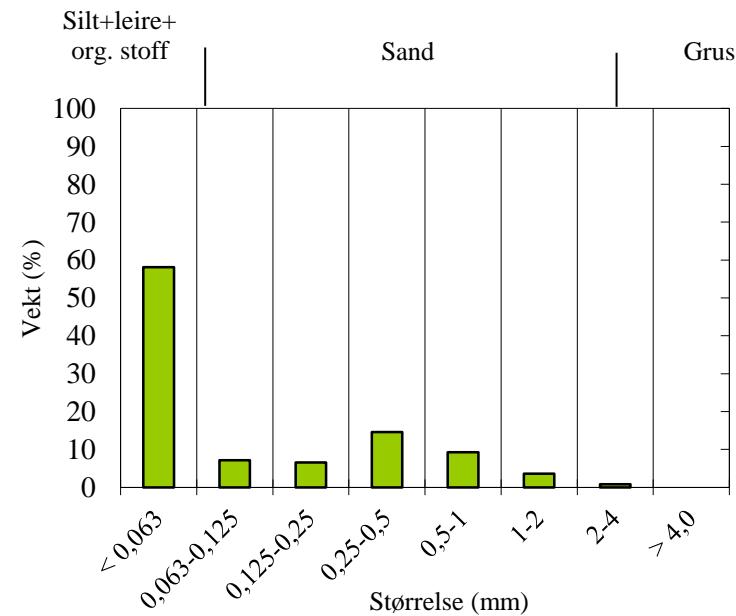


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-020  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B3  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 07.10.2015

## Partikkelførrelsесfordeling i sediment - siktanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,00	0,0	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,07	0,8	100,0
1-2	0 - $\div 1$	0,32	3,6	99,2
0,5-1	1-0	0,83	9,2	95,7
0,25-0,5	2-1	1,31	14,6	86,4
0,125-0,25	3-2	0,59	6,6	71,8
0,063-0,125	4-3	0,64	7,1	65,2
< 0,063	< 4	5,21	58,1	58,1
Siktet prøve etter tørking		8,97		

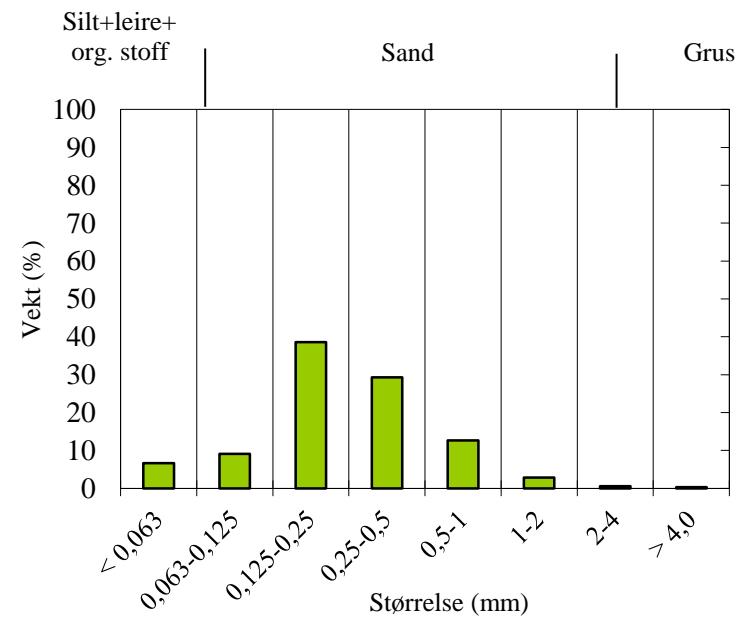


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-021  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B4  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 07.10.2015

## Partikkelførrelsесfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,22	0,3	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,44	0,6	99,7
1-2	0 - $\div 1$	2,13	2,9	99,1
0,5-1	1-0	9,43	12,6	96,3
0,25-0,5	2-1	21,88	29,3	83,6
0,125-0,25	3-2	28,81	38,6	54,3
0,063-0,125	4-3	6,76	9,1	15,7
< 0,063	< 4	4,96	6,6	6,6
Siktet prøve etter tørking		74,63		

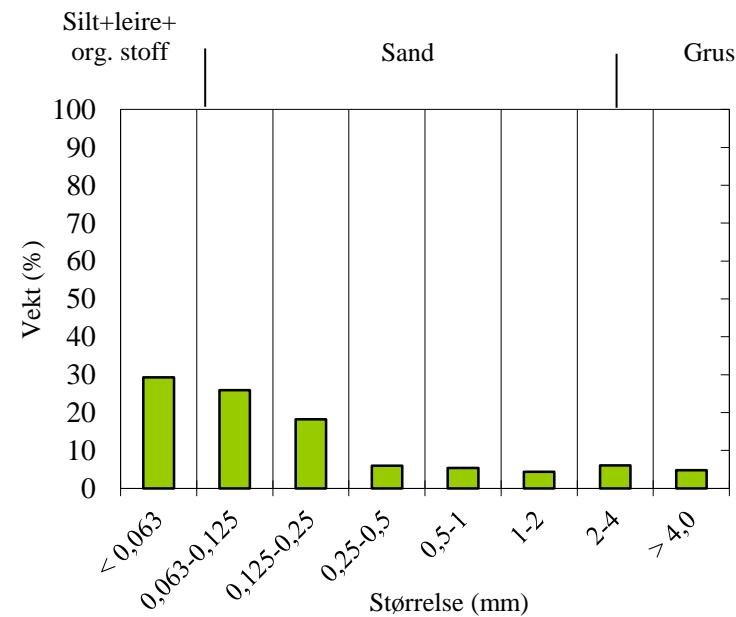


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-022  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B5  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 08.10.2015

## Partikkelførrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,70	4,8	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,88	6,0	95,2
1-2	0 - $\div 1$	0,63	4,3	89,1
0,5-1	1-0	0,78	5,4	84,8
0,25-0,5	2-1	0,87	6,0	79,5
0,125-0,25	3-2	2,66	18,3	73,5
0,063-0,125	4-3	3,78	26,0	55,2
< 0,063	< 4	4,26	29,3	29,3
Siktet prøve etter tørking		14,56		

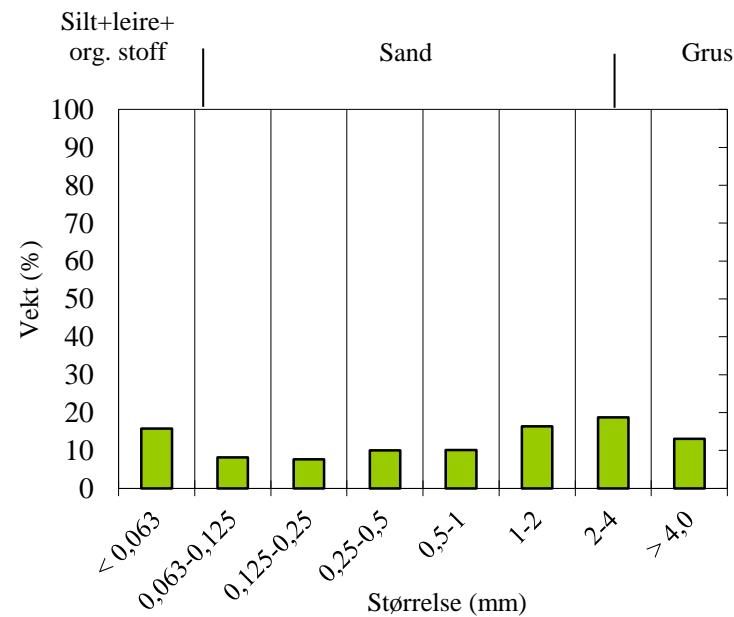


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-023  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B6  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 08.10.2015

## Partikkelstørrelsесfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	5,83	13,0	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	8,38	18,7	87,0
1-2	0 - $\div 1$	7,33	16,4	68,2
0,5-1	1-0	4,54	10,2	51,8
0,25-0,5	2-1	4,49	10,0	41,7
0,125-0,25	3-2	3,42	7,6	31,6
0,063-0,125	4-3	3,65	8,2	24,0
< 0,063	< 4	7,07	15,8	15,8
Siktet prøve etter tørking		44,71		

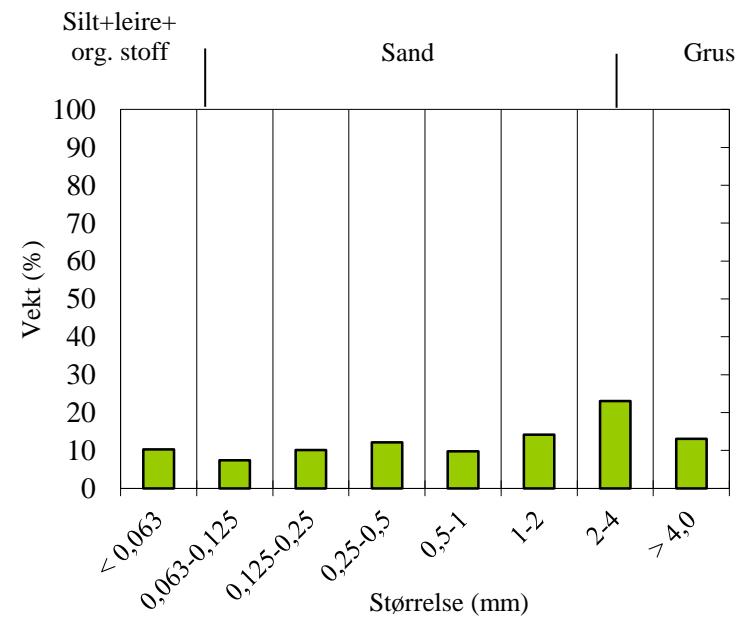


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-024  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B7  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 09.10.2015

## Partikkelførrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	8,86	13,1	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	15,60	23,1	86,9
1-2	0 - $\div 1$	9,60	14,2	63,8
0,5-1	1-0	6,59	9,7	49,6
0,25-0,5	2-1	8,20	12,1	39,9
0,125-0,25	3-2	6,82	10,1	27,7
0,063-0,125	4-3	5,00	7,4	17,7
< 0,063	< 4	6,93	10,3	10,3
Siktet prøve etter tørking		67,60		

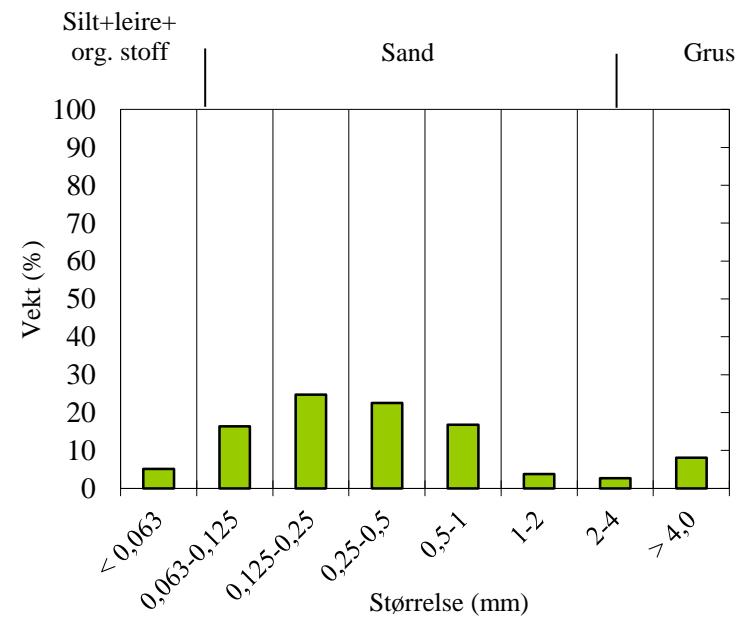


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-025  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B8  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 09.10.2015

## Partikkelførrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	6,45	8,1	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	2,12	2,6	91,9
1-2	0 - $\div 1$	3,04	3,8	89,3
0,5-1	1-0	13,41	16,8	85,5
0,25-0,5	2-1	18,01	22,5	68,7
0,125-0,25	3-2	19,81	24,8	46,2
0,063-0,125	4-3	13,08	16,3	21,5
< 0,063	< 4	4,11	5,1	5,1
Siktet prøve etter tørking		80,03		

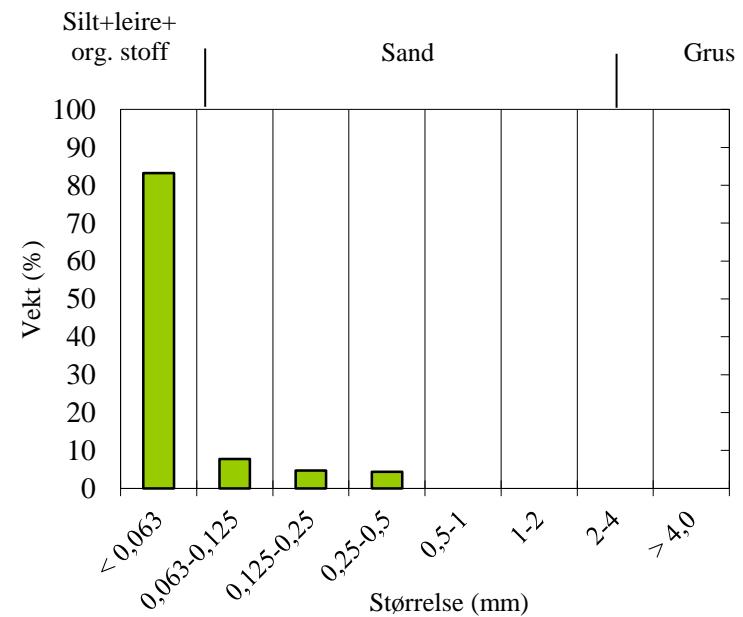


# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-026  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B6  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 10.10.2015

## Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	0,00	0,0	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	0,00	0,0	100,0
1-2	0 - $\div 1$	0,00	0,0	100,0
0,5-1	1-0	0,00	0,0	100,0
0,25-0,5	2-1	0,34	4,3	100,0
0,125-0,25	3-2	0,37	4,7	95,7
0,063-0,125	4-3	0,61	7,8	91,0
< 0,063	< 4	6,53	83,2	83,2
Siktet prøve etter tørking		7,85		



# Resultat kornfordeling

**Prøvenummer** 441-2015-0918-027  
**Prøvemerking** Hellandsfjorden, B10  
**Prøveinnsamling**  
**Analysedato:** 11.10.2015

## Partikkelførrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> $\div 2$	5,44	8,8	100,0
2-4	$\div 1 - \div 2$	7,42	12,0	91,2
1-2	0 - $\div 1$	6,09	9,8	79,2
0,5-1	1-0	5,65	9,1	69,4
0,25-0,5	2-1	8,83	14,3	60,3
0,125-0,25	3-2	13,32	21,5	46,0
0,063-0,125	4-3	10,32	16,7	24,5
< 0,063	< 4	4,86	7,8	7,8
Siktet prøve etter tørking		61,93		

