

# Resipientgransking ved settefisklokaliteten Hognaland i Bokn kommune, 2017



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS 2596





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORT TITTEL:**

Resipientgransking ved settefisklokaliteten Hognaland i Bokn kommune, 2017.

**FORFATTARE:**

Hilde E. Haugsøen, Christiane Todt, Joar Tverberg, Bernt Rydland Olsen og Mette Eilertsen

**OPPDRAKSGIVAR:**

Grieg Seafood Rogaland AS

**OPPDRAGET GITT:**

29. juni 2017

**RAPPORT DATO:**

16. januar 2018

**RAPPORT NR:**

2596

**ANTAL SIDER:**

46

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-8308-451-1

**EMNEORD:**

- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| - Oppdrett i sjø | - Organisk belastning |
| - Botnfauna      | - Sedimentkvalitet    |
| - Hydrografi     | - Fjøresone           |

**KVALITETSOVERSIKT:**

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr
Prøvetaking	<b>Rådgivende Biologer AS</b> J.Tverberg, B. Rydland Olsen	Test 288
Kjemiske analyser	<b>Eurofins Norsk Mjøløanalyse AS*</b>	Test 003**
Sortering, artsbestemming og indeksberegning botnfauna	<b>Rådgivende Biologer AS</b> K. Stiller, H. Bergum, E. Gerasimova, L. Ohnheiser, C. Todt	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolkning av resultat	<b>Rådgivende Biologer AS</b> H.E. Haugsøen, C. Todt, M. Eilertsen	Test 288

\*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

\*\*Kornfordelingsanalyse ikke utført akkreditert

**KONTROLL:**

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Mette Eilertsen	16.01.18	Fagansvarlig Marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082-mva  
Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no) E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

**Rapporten må ikke kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.**

*Framsdebilete: Lokaliteten og detaljbilete frå synfaring i sjø den 11. juli 2017. Foto Joar Tverberg og Bernt Rydland Olsen.*

## FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Grieg Seafood Rogaland AS utført ei resipientgransking ved settefisklokaliteten Hognaland (nr. 12964) i Bokn kommune. I gjeldande utsleppsløyve er det pålagt å gjennomføre resipientgransking kvart fjerde år, der førre gransking vart utført i 2014. Formelt skal granskinga utførast i 2018, men for å samkøyre med strandsonekartlegging som vart utført i 2013 er begge deler utført i 2017. Forslag til granskingsprogram vart utarbeida og sendt til oppdragsgjevar og Fylkesmannen i Rogaland 21. juni 2017. Fylkesmannen i Rogaland føreslo å legge til ein stasjon lenger ute i resipienten for prøvetaking av hydrografi, sediment og botnfauna. I samråd med oppdragsgjevar vart dette inkludert i resipientgranskinga.

Det vart tatt hydrografi i vassøyla og prøver av sediment for gransking av fauna og kjemiske tilhøve ved fire stasjonar ved utsleppet utanfor settefiskanlegget og vidare utover i resipienten. Det vart tatt ein referansestasjon for hydrografi i vassøyla i Boknafjorden. Fjøresamfunn vart kartlagt ved tre stasjonar. Alt feltarbeid vart utført av Joar Tverberg og Bernt Rydland Olsen frå Rådgivende Biologer AS den 11. og 12. juli 2017. Kjemiske analyser av sediment er utført av Eurofins Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering, artsbestemming og indeksberekning av botnfauna er utført av Kiana Stiller, Helge Bergum, Elena Gerasimova, Lena Ohnheiser og Christiane Todt frå Rådgivende Biologer AS.

Rådgivende Biologer AS takkar Grieg Seafood Rogaland AS ved Atle Jøsang for oppdraget, samt tilsette ved anlegget for assistanse i samband med prøvetaking.

Bergen, 16. januar 2018

## INNHALD

Føreord .....	2
Samandrag .....	3
Områdeskildring .....	5
Hognaland settefiskanlegg .....	8
Metode og datagrunnlag .....	9
Hydrografi .....	9
Sediment .....	9
Blautbotnfauna .....	11
Fjøresamfunn .....	13
Resultat .....	15
Hydrografi .....	15
Sediment .....	17
Blautbotnfauna .....	21
Fjøresamfunn .....	26
Diskusjon .....	30
Hydrografi .....	30
Sediment .....	30
Blautbotnfauna .....	31
Fjøresamfunn .....	32
Vurdering av økologisk og kjemisk tilstand .....	34
Referansar .....	35
Vedlegg .....	36

## SAMANDRAG

*Haugstøen, H.E., C. Todt, J. Tverberg, B. Rydland Olsen og M. Eilertsen 2018.  
Resipientgransking ved settefisklokaliteten Hognaland i Bokn kommune, 2017. Rådgivende  
Biologer AS, rapport 2596, 46 sider. ISBN 978-82-8308-451-1.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Grieg Seafood Rogaland AS utført ei resipientgransking på settefisklokalitet nr. 12964, Hognaland, i Bokn kommune. Det er utført prøvetaking og analyser av hydrografiske tilhøve, sedimentkvalitet, blautbotnfauna og fjøresamfunn frå nær anlegget og utover i resipienten. Feltarbeidet vart utført 11. og 12. juli 2017. Det føreligg to resipientgranskningar frå 2010 og 2014 (Børshheim 2010, Todt & Eilertsen 2014), samt ei gransking av fjøresoner i 2013 (Haugstøen mfl. 2013). I tillegg føreligg resultat frå prøvetaking av sediment i 2013 (ikkje publisert tidlegare).

Hognaland settefiskanlegg ligg inst i vassførekomsten Sunnlandsstraumen-Drevsund i Bokn kommune. Vassførekomsten er oppført med "god" økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Vassførekomsten er ein delvis lukka og sørvendt resipient som ligg ut mot Boknafjorden i sør. Utsleppet frå anlegget ligg på 16 m djup, ca. 50 meter frå land, i et lokalt terskla basseng med største djup på 24 meter.

Hydrografiprofilar teke i resipienten (C1-C4) og på ein stasjon (s5) utanfor terskelen syner gode oksygentilhøve i heile vassøyla ned til botn tilsvarande tilstand I = "svært god" etter rettleiar 20:2013 revidert 2015.

Det er sedimenterende tilhøve på samtlige stasjonar der sedimentet på stasjon C1-C4 er dominert av finstoff og organisk materiale. Innhaldet av organisk materiale i sedimentet var svært høgt på alle stasjonane, tilsvarande tilstandsklasse V = «meget dårlig», og verkar å vere på nokså jamt fordelt i heile resipienten. Koparinnhald i sedimentet var lågt for samtlige stasjonar, medan det var moderat høge verdiar av sink tilsvarande tilstandsklasse II = «moderat», forutan på stasjon C3 som var innanfor tilstandsklasse II = «god». Innhaldet av fosfor var spesielt høgt i nærsona til utsleppet med 47,2 mg/g, og verdiar mellom 1,03-3,7 mg/g for dei øvrige stasjonane i resipienten.

Klassifisert etter NS 9410:2016 hamna stasjon C1, nærstasjonen til utsleppet i miljøtilstand 1 = "meget god". Klassifisert etter rettleiar 02:2013 hamna stasjon C1 i tilstandsklasse IV = «dårlig» og dei resterande stasjonar i tilstandsklasse III = «moderat». Artsmangfaldet (tal artar) var relativt lågt på alle stasjonar, medan individtalet var noko høgt på stasjon C1 og normalt på dei andre stasjonane. Faunaen på stasjon C1 og C3 var dominert av sterkt forureiningstolerante artar, men også på stasjon C2 og C4 var det mange tolerante artar som trivst med mykje organisk materiale i sedimentet. I samanlikning med tidlegare granskningar har blautbotnfauna i resipienten hatt ei positiv utvikling sidan 2010.

Fjøresoneindeksen på stasjon S1-S3 var innanfor tilstandsklasse I = "svært god" for S3, mens stasjon S1 og S2 hamna i tilstandsklasse II = "god" i høve til rettleiar 02:2013. I høve til fjøresoneindeks frå 2013 viste indeksen betring i 2017 på stasjon S1 og S3. Strandsona framstod visuelt som påverka av næringstilgang med høg dekningsgrad av trådforma opportunistiske algar, men var likevel litt forbetra samanlikna med strandsonegranskinga i 2013.

Granskinga i 2017 viser at resipienten er påverka av organiske tilførsler og belastinga var som venta høgast direkte ved utsleppet. Moderat belastning i resten av resipienten skuldast naturlege tilhøve, blant anna resipienten sin eigenproduksjon, samt tilførsler frå tilgrensande vassførekomstar, saman med tilførsler til resipienten frå settefiskanlegget og avrenning frå land (skog, myr og landbruk).

## Økologisk og kjemisk tilstand

Miljømålet for alle vassførekomstar er god økologisk tilstand i høve til vassføreskrifta. I høve til rettleiar 02:2013 skal den økologiske tilstanden fastsettast etter "det verste styrer" prinsippet, men det blir ikkje riktig å vurdere tilstanden i resipienten ut i frå prøver tatt direkte ved utsleppskjelda og stasjonen er ikkje inkludert i vurdering av økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i Hognaland er samla sett vurdert som moderat.

**Tabell 1.** Samanstilling av økologisk tilstand for ulike parametare på stasjonane C1-C4 og S1-S3 den 11. og 12. juli 2017 i vassførekomsten Sunnlandsstraumen-Drevsundet.

Parameter	Økologisk tilstand Sunnalandstraumen - Drevsundet								
	C1*	C2	C3	C4	S1	S2	S3	Snitt	
<b>Biologiske kvalitetselement</b>									
Botnfauna	I	IV	III	III	III	-	-	-	III
Fjøresamfunn	-	-	-	-	II	II	I	II	II
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselement</b>									
Oksygenmeting (%)	I	I	I	I	-	-	-	-	I
Oksygen (ml/l)	I	I	I	I	-	-	-	-	I
Kopar (Cu)	II	II	II	II	-	-	-	-	II
Sink (Zn)	III	III	II	III	-	-	-	-	III
<b>Økologisk tilstand</b>	<b>Moderat</b>								
<b>Kjemisk tilstand</b>	<b>Udefinert</b>								

\*C1 er nærstasjon i høve til utsleppet og vert ikkje teke med i vurderinga av økologisk tilstand. Tilstandsvurdering av botnfauna ved nærstasjonen er gjort etter NS 9410:2016, men det er også tatt med tilstand etter rettleiar 02:2013 revidert 2015 sjølv om den ikkje skal vektleggast.

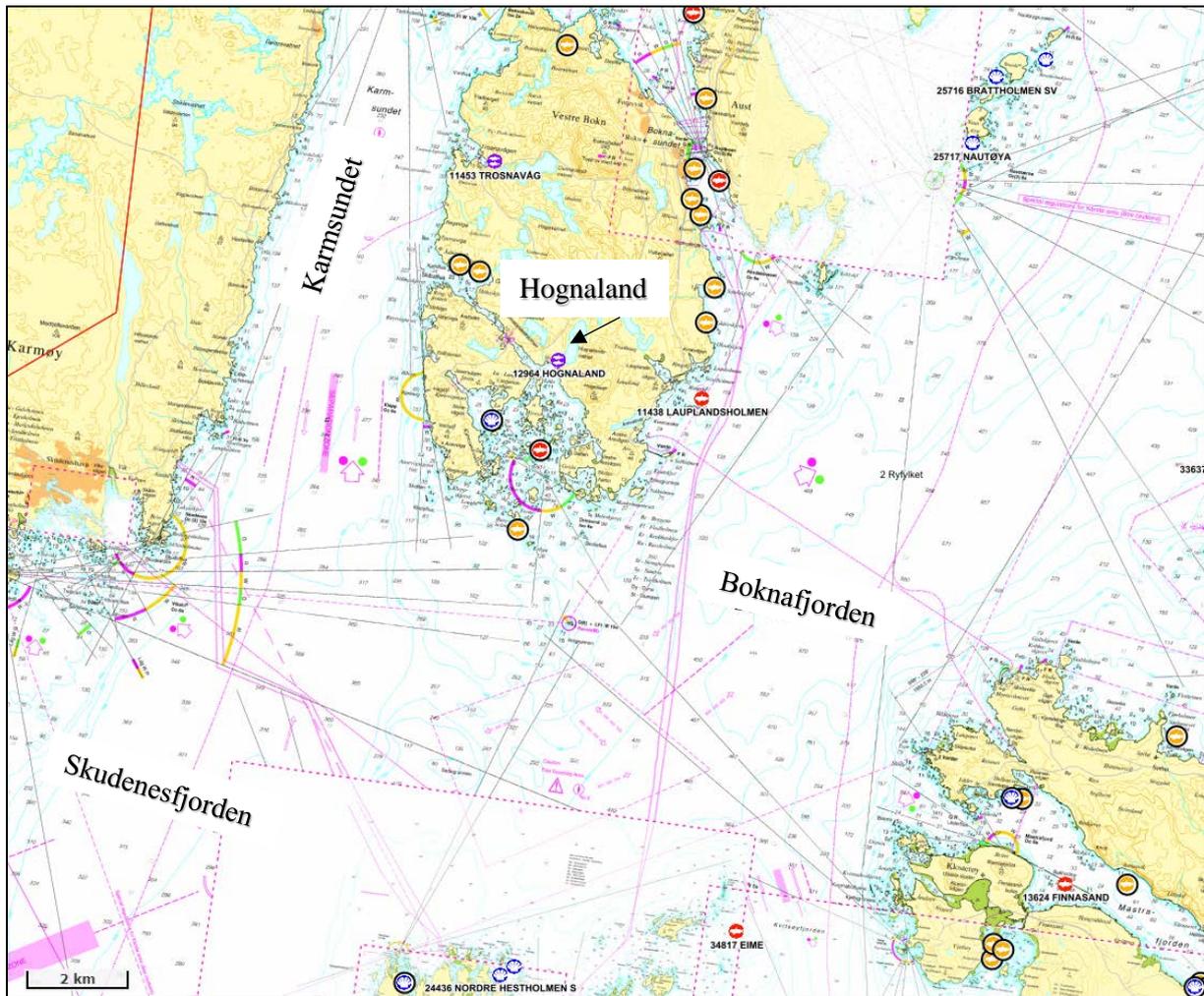
## OMRÅDESKILDRING

Grieg Seafood Rogaland AS avd. Hognaland (lok. nr 12964) ligg inst i vassførekomsten Sunnlandsstraumen-Drevsund i Bokn kommune (**figur 1**). Vassførekomsten er i [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no) oppført med "god" økologisk tilstand og udefinert kjemisk tilstand. Sunnlandsstraumen-Drevsund er ein delvis lukka og sørvendt resipient som ligg ut mot Boknafjorden i sør. Resipienten er kystnær og er omgitt av øyar, holmar og skjær i sør, og med fleire tersklar og grunne basseng utover, der den djupaste terskelen inn til Hognaland ligg på rundt 13 m djup. Grunne tersklar tilseier at det vil førekomme periodevis stagnerande vassmassar sommar og haust, og redusert vassutskifting i bassengvatnet 5-10 meter under terskeldjup, dvs. i dei djupaste områda anslagsvis 5-6 m over botnen. Utover hausten brytast sjiktinga i vassmassane ned, og ein får då ei god og tilnærma kontinuerleg vassutskifting til botnen i resipienten fram til våren og forsommaren, der særleg haust- og vinterstormar bidreg til god omrøying i vassmassane grunna effekten av havdønningar. Utanfor Drevsundet vert det gradvis djupare sørover til over 300 meters djup ved utløpet til Boknafjorden.

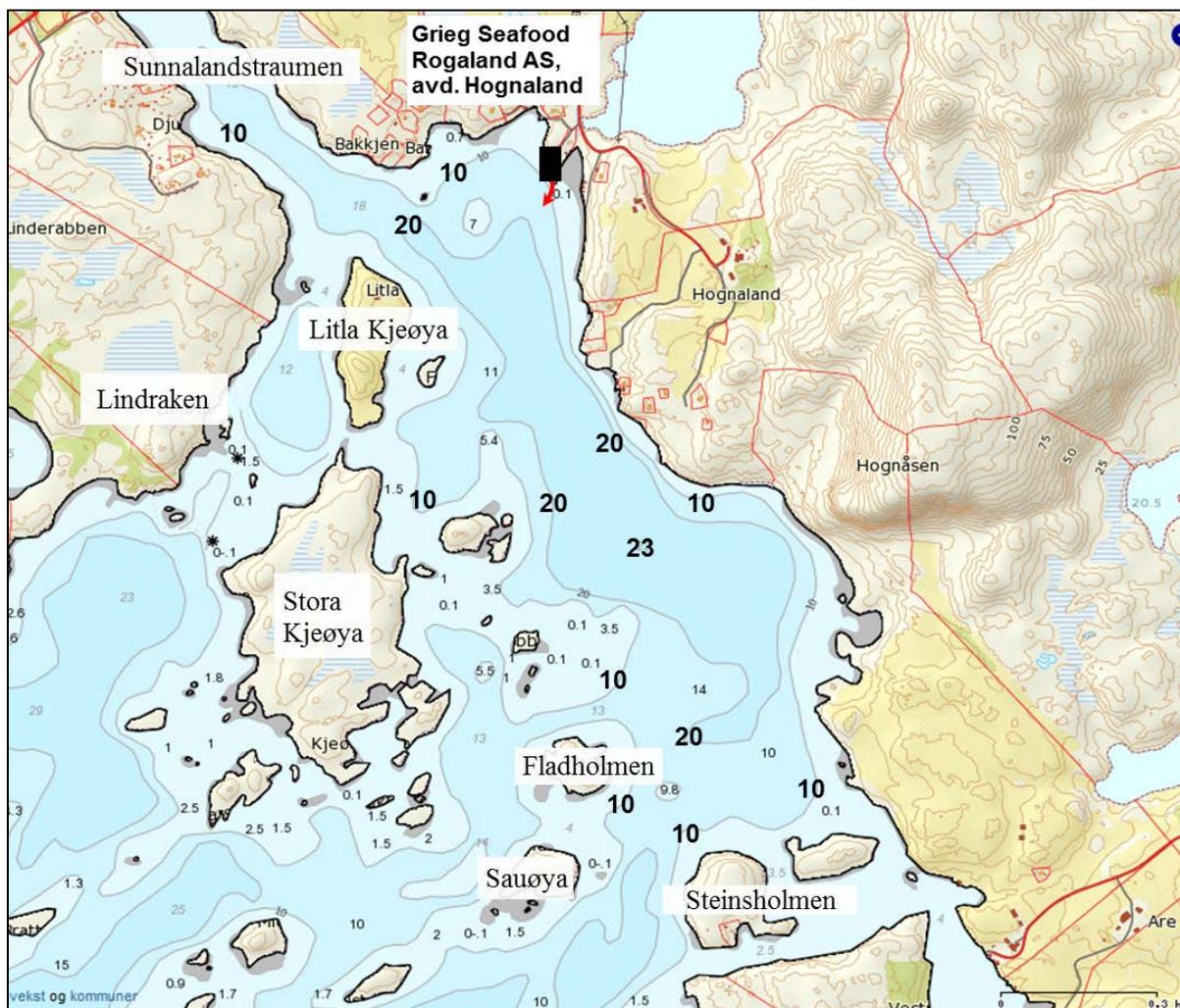
I nordvest ligg Sunnlandsstraumen med ei smal opning ut til Karmsundet. Sunnlandsstraumen har tersklar på 0,1-0,3 m djup. Mot sør er det fleire sund og tersklar mellom ei rekkje øyar. Området mellom Lindraken og Kjeøyane er grunt, og ved lågvatn er det delvis tørt. Sunda sør og aust for Stora Kjeøya er djupare, med ei terskeldjupne på rundt 10 m sør for Kjeøy, og rundt 13 m mellom Fladholmen og Steinsholmen. Deretter blir det meir opent og djupare mot sør, før ein kjem ut i Boknafjorden 3-4 km sør for utsleppet (**figur 2**).

Utsleppet frå anlegget ligg på 16 m djup i eit lokalt terskla basseng med største djup på 24 meter (**figur 2**). Frå avløpet djupnast det gradvis sørover til det djupaste punktet i resipienten på 23 m rundt 800 m sør for utsleppet.

Slike relativt grunne sjøområde med øyar, holmar og skjær har ofte høgt mangfald av tang, tare og trådforma algar, som etter vekstsesongen (seinhaust) riv seg laus frå substratet i uvær, og sedimenterer til dei djupaste områda i dei lokalt terskla bassenga. Dette fører ofte til eit naturleg høgt organisk innhald i sedimentet. I tillegg kan det forventast tilførsel av ein del organisk materiale av terrestrisk opphav (lauv, gras, tregreiner og vedflis).



**Figur 1.** Oversiktskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Hognaland. Omkringliggende oppdrettslokaliteter er markert. Kartgrunnlag er henta frå <http://kart.fiskeridir.no>.



**Figur 2.** Enkelt djupnekart over Hognaland med plassering av utsleppet ved Hognaland (frå <http://kart.kystverket.no>). Posisjon ved avløpet: N: 59° 10,885' Ø: 05° 25,281'.

Sjøområdet utanfor Hognaland mottar fleire former for utslepp, blant anna avrenning frå landbruk, som drenerer til Sunnalandsvatnet og Hognalandsvatnet og vidare til sjø via utløpselvene. Per dags dato finst det eit privat ureinsa gråvassutslepp (ikkje kloakk) frå private hus og hytter tilsvarande ca. 150 personekvivalentar (pe), og utsleppspunktet ligg ved utløpet til Sunnalandstraumen i straumførande retning (pers. med. Kjell Arne Valentinsen, overingeniør Bokn kommune).

Det føreligg registreringar av prioriterte naturtypar i Miljødirektoratet kartdatabase. Naturtypane *større tareskogsførekomst* (I01) og *større kamskjelførekomst* (I12) er registrert med høvesvis A og B verdi i ytre delar av vassførekomsten etter DN Handbok 19. Naturtypen *ålegraseng* (I11) førekjem ved Vierholmen, ca. 1 km søraust for utsleppet i resipienten, og er registrert med C-verdi.

## HOGNALAND SETTEFISKANLEGG

Settefiskanlegget ved Hognaland med lokalitetsnummer 12964 har hatt konsesjon med reg. nr. R/B 0006 sidan 27. juni 1986 og anlegget har løyve til ein produksjon på 250 tonn settefisk. Produksjon og fôrbruk i perioden 2011-2016 har vore langt under dette, og det same har også vore tilfelle i 2017 (**tabell 2**). Sidan 2011 er det tatt i bruk Skretting RC fôr, som er spesielt eigna for bruk i resirkuleringsanlegg. Dette føret inneheld et bindemiddel, slik at avføringa til fisken blir fastare og partikkelfiltra fjernar den på ein meir effektiv måte.

I september 2017 vart det teke i bruk ei ny slampresse ved settefiskanlegget som har gitt gode resultat for reduksjon av suspendert stoff (SS) i avløpsvatnet. Slampressa siler og fjernar vatn frå slammet, som vert pressa og nytta til bl.a. gjødsel. Ved pilottest av slampressa (datert 22. februar 2017) vart det i snitt oppnådd 91,1 % reduksjon av BOD (biological oxygen demand) og 79 % reduksjon av COD (chemical oxygen demand). I gjeldande utsløppsløyve er det krav om 65 % reduksjon av organisk stoff (BOF<sub>5</sub>).

Fôrbruk og produksjon per år er vist i **tabell 2**.

**Tabell 2.** Fôrbruk og bruttoproduksjon per år på lokaliteten.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	30.09.2017
Fôrmengd (tonn)	75	66,5	71,5	76,4	80,6	100,6	56,8
Bruttoproduksjon (tonn)	78	71,5	74,0	83,5	88,4	101,9	65,6

## METODE OG DATAGRUNNLAG

Resipientgranskinga er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar «Klassifisering av miljøtilstand i vann», 02:2013 revidert 2015. Det er utført analyser av **hydrografisk profil, sedimentkvalitet, blautbotnfauna og fjøresamfunn**. Prøvetaking av hydrografi og sediment, samt kartlegging av fjøresamfunn vart utført 12. juli 2017 av Joar Tverberg og Bernt Rydland Olsen. Det føreligg to resipientgranskingar frå 2010 og 2014 (Børsheim 2010; Todt & Eilertsen 2014), samt ei gransking av fjøresoner i 2013 (Haugstøl mfl. 2013). I tillegg føreligg resultat frå prøvetaking av sediment i 2013 (ikkje publisert tidlegare).

### HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde, modell SD204, ved stasjon C1-C4 og s5 (**tabell 3** og **figur 3**). Sonden vart senka ned til botnen, og registrerte temperatur, saltinnhald, oksygen og djup kvart andre sekund.

### SEDIMENT

Det vart tatt sedimentprøver på fire stasjonar, C1-C4, for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve i høve til NS-EN ISO 5667-19:2004, NS-EN ISO 16665 og NS 9410:2016 (**tabell 3, figur 3**). Det vart nytta ein 0,1 m<sup>2</sup> stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. For prøvetaking av kjemi og kornfordeling vart det nytta ein modifisert grabb som hindrar grabben å bli overfylt. Grabben har maksimalt volum 15 l (= 18 cm sedimentdjupne i midten av grabben). På kvar stasjon vart det tatt ei prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametarar, og to parallelle prøver for analyse av fauna.

### PRØVESTASJONAR

Stasjonane som vart nytta under granskingane er bestemt frå tidlegare resipientgranskingar. I tillegg er det lagt til ytterlegare ein stasjon, stasjon C4, i same resipient på det djupast punktet, ca. 960 m frå utsleppet. Stasjon C1 er plassert ved utsleppet til settefiskanlegget, stasjon C2 i overgangssonen ca. 65 m sør for utsleppet og stasjon C3 ca. 300 m søraust for utsleppet (**figur 2** og **3**).

*Tabell 3. Posisjonar (WGS 84) og djup for stasjonane ved granskinga.*

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til utslepp
C1	59° 10,885'	05° 25,284'	15	0-2 m
C2	59° 10,848'	05° 25,261'	17	65 m
C3	59° 10,725'	05° 25,325'	20	300 m
C4	59° 10,471'	05° 25,851'	24	960 m
s5	59° 09,449'	05° 25,674'	60	2,8 km



**Figur 3.** Oversikt over sedimentstasjonane C1-C4, fjæresonestasjonane S1-S3 og sondestasjon s5 tatt ved resipientgranskninga i sjømråda utanfor avløpet til Grieg Seafood Rogaland AS avd. Hognaland, 12. juli 2017. Posisjonar er markert med raud stjerne.

## KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøver for kjemisk analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøven, medan prøver for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrane. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen målar den relative delen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet. Dei kjemiske analysane omfattar måling av tørrstoff, total organisk karbon (TOC), total nitrogen (totN), total fosfor (totP), kopar (Cu) og sink (Zn). Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert direkte, men for å kunne nytte klassifiseringa i frå rettleiar 02:2013 skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgande formel, der F = del av finstoff (leire + silt) i prøva:

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

I høve til vassdirektivets rettleiar 02:2013 revidert 2015, skal TOC berre nyttast som ein støtteparameter til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om grad av organisk belastning. Klassifisering av TOC ut frå gjeldande klassegrenser kan gje eit uriktig bilete av miljøbelastninga, men inntil betre metodikk er utarbeida skal klassifiseringa etter rettleiar 02:2013 inkluderast, men ikkje vektleggast.

Det vart og gjort sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målt surleik (pH) og redokspotensial ( $E_h$ ) i felt. 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 ( $E_h$ ). pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før kvar feltøkt.  $E_h$ -referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarande sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (**tabell 11**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingar på  $\pm 25$  mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

## BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøvene frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med høldiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % etanol for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, stasjonsnamn, dato og prøve-id.

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallell, for middelvarden av dei to parallellane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand.

### Vurdering i høve til NS 9410:2016

Nær eit utslepp i resipienten vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvene. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å ange miljøtilstand. Etter NS 9410:2016 vert botnfauna i nærsona 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 nærsona til eit utslepp for vurdering av prøvestasjonen sin miljøtilstand (frå NS 9410:2016).

Miljøtilstand	Krav
<b>1 – Meget god</b>	- Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; - Ingen av artane må utgjera meir enn 65 % av det totale individtalet.
<b>2 – God</b>	- 5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; - Meir enn 20 individ i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; - Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individtalet.
<b>3 - Dårlig</b>	- 1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
<b>4 – Meget dårlig</b>	- Ingen makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>

### Vurdering i høve til rettleier 02:2013

Stasjonar utanfor nærsona skal klassifiserast etter rettleiar 02:2013 (**tabell 5**). Vurderinga består av eit klassifiseringssystem basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfald og tettleik (tal på artar og individ), samt førekomst av sensitive og forureiningstolerante artar. Det vert brukt seks ulike indeksar for å sikre best mogeleg vurdering av tilstanden på botndyr. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gjeve ein talverdi frå 0-1. Middelvarden av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. DI-indeksen er ikkje med i berekning av samla økologisk tilstand (nEQR for grabbgjennomsnitt og stasjon), etter at dette vart anbefalt av Miljødirektoratet i mars 2016. Sjå rettleiar 02:2013 for detaljar om dei ulike indeksane.

**Tabell 5.** Klassifiseringssystem for blautbotnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
Kvalitetsklassar →						
NQI1	samansett	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfald	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES <sub>100</sub>	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI <sub>2012</sub>	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	individtetleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
<b>nEQR tilstandsklasse</b>		<b>1-0,8</b>	<b>0,8-0,6</b>	<b>0,6-0,4</b>	<b>0,4-0,2</b>	<b>0,2-0,0</b>

Maksimalverdien for Shannon indeks  $H_{max} = \log_2(\text{artstal})$ , jamleiksindeks etter Pielou ( $J' = H'/H'_{max}$ ) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellane. For utrekning av indeksar er det brukt følgjande statistikkprogram: Primer E 6.1.16 for berekning av Shannon indeks og Hurlberts indeks; AMBI vers. 5.0 (2012 beta) for AMBI indeksen som også inngår NQI1. Microsoft Excel 2016 er nytta for å lage tabellar og for berekning av alle andre indeksar.

### Geometriske klassar

Sidan botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv. (tabell 6). For ytterlegare informasjon kan ein vise til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson et. al. (1983). Denne informasjonen kan setjast opp i ei kurve kor geometriske klassar er presentert i x-aksen og tal på artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til dyresamfunnet på botn, og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominerande artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

**Tabell 6.** Døme på inndeling i geometriske klassar.

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

## FJØRESAMFUNN

Kartlegging og prøvetaking av fastsittande makroalgar ved tre utvalde fjøresonestasjonar vart utført etter metoden for multimetrisk indeks/fjøresamfunn RSLA/RSL etter rettleiar 02:2013 – revidert 2015 (**figur 3, tabell 7**). Fjøresoneindeksen er basert på den fysiske skildringa og artssamansetnad i fjøresona. På prøvedagen var det oversky, middels gode lystilhøve og ca. 3-4 m sikt. Det var svak bris til bris og ingen bølger på sjøen.

### PRØVESTASJONAR

Stasjonsplasseringar i ein vassførekomst skal vere mest mogleg lik med omsyn på hellingsgrad i fjøra, himmelretning, eksponeringsgrad og straum, jf. rettleiar 02:2013. Stasjonane vart plassert same stad som ved førre gransking (**tabell 7**).

**Tabell 7.** Posisjonar (WGS 84), himmelretning og avstand frå utsleppet for fjørestasjonane.

Stasjon	S1 – Brattavika	S2 - Sørenstoa	S3 Røssholmen
Posisjon nord	59° 10, 941´	59°10, 806´	59°10, 536´
Posisjon aust	05° 25, 274´	05°25, 376´	05°25, 290´
Himmelretning	VN	VS	ØN
Avstand frå utslepp	110 m	210 m	680 m

Eit avgrensa område på 10-15 m langs fjøresona vart kartlagd frå øvre strandsone til øvre sjøsone. Habitat i fjøra og fysiske tilhøve vart skildra ved hjelp av stasjonsskjema frå rettleiar 02:2013 revidert 2015 (sjå **vedlegg 4**), deretter vart førekomst og dekningsgrad av makroalgar og fauna estimert etter ein semikvantitativ skala frå 1-6 (sjå **vedlegg 5**). Denne skalaen vart revidert i 2011, men er ikkje ved dags dato inkorporert i utrekninga av multimetrisk indeks. For sjølv utrekninga av multimetrisk indeks og økologisk tilstand til fjøresona må ein difor rekne om til ein skala frå 1-4 (**tabell 8**) etter gjeldande rettleiar. Artar ein ikkje kunne identifisere i felt vart fiksert med formalin i boksar merka med stasjonsnamn, dato og prøvestad og tatt med til laboratoriet for nærare bestemming.

**Tabell 8.** Skala brukt i samanheng med semikvantitativ kartlegging av dekningsgrad og førekomst av fastsittande makroalgar er delt inn i seks klassar etter rettleiar 02:2013 og har eit høgare detaljnivå enn skalaen som vert nytta til utrekning av fjøresoneindeks.

% dekningsgrad	Skala for kartlegging	Skala for indeksberekning
Enkeltpunkt	1	1
0-5	2	2
5-25	3	
25-50	4	3
50-75	5	
75-100	6	
		4

### Vurdering av resultat

Vassførekomsten Sunnlandsstraumen-Drevsund (ID: 02.42.04.02.00-C) er kategorisert som vassstypen beskytta kyst/fjord. Økologisk tilstand av fjøresamfunnet er vurdert etter rettleiar 02:2013 ved utrekning av multimetrisk indeks/fjøresoneindeks for vassstype RSL 3; beskytta kyst/fjord (**tabell 9**). Økologisk tilstand er berekna ut frå ei artsliste som er tilpassa vassstypen. Ein viser til gjeldande rettleiar for detaljert skildring av multimetrisk indeks.

**Tabell 9.** Oversikt over parametrar som inngår i multimetrisk indeks av makroalgesamfunn for RSL3 – Beskytta kyst/fjord.

Fjøresoneindeks	Økologiske statusklassar basert på observert verdi av indeks					
	Statusklassar →	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
<b>Parametrar</b>						
Normalisert artstal	>30-65	>20-30	>12-20	>4-12	0-4	
% del grønalgar	0-20	>20-25	>25-30	>30-36	>36-100	
% del raudalgar	>40-100	>30-40	>21-30	>10-21	0-10	
ESG1/ESG2	>1-1,5	>0,7-1	>0,4-0,7	>0,2-0,4	0-0,2	
% del opportunistar	0-25	>25-32	>32-40	>40-50	>50-100	
Sum grønalgar	jan.14	>14-28	>28-45	>45-90	>90-300	
Sum brunalgar	>120-300	>60-120	>30-60	>15-30	0-15	
% del brunalgar	>40-100	>30-40	>20-30	>20-10	0-10	
<b>nEQR-verdiar</b>	<b>0,8-1,0</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,4-0,6</b>	<b>0,2-0,4</b>	<b>0-0,2</b>	

# RESULTAT

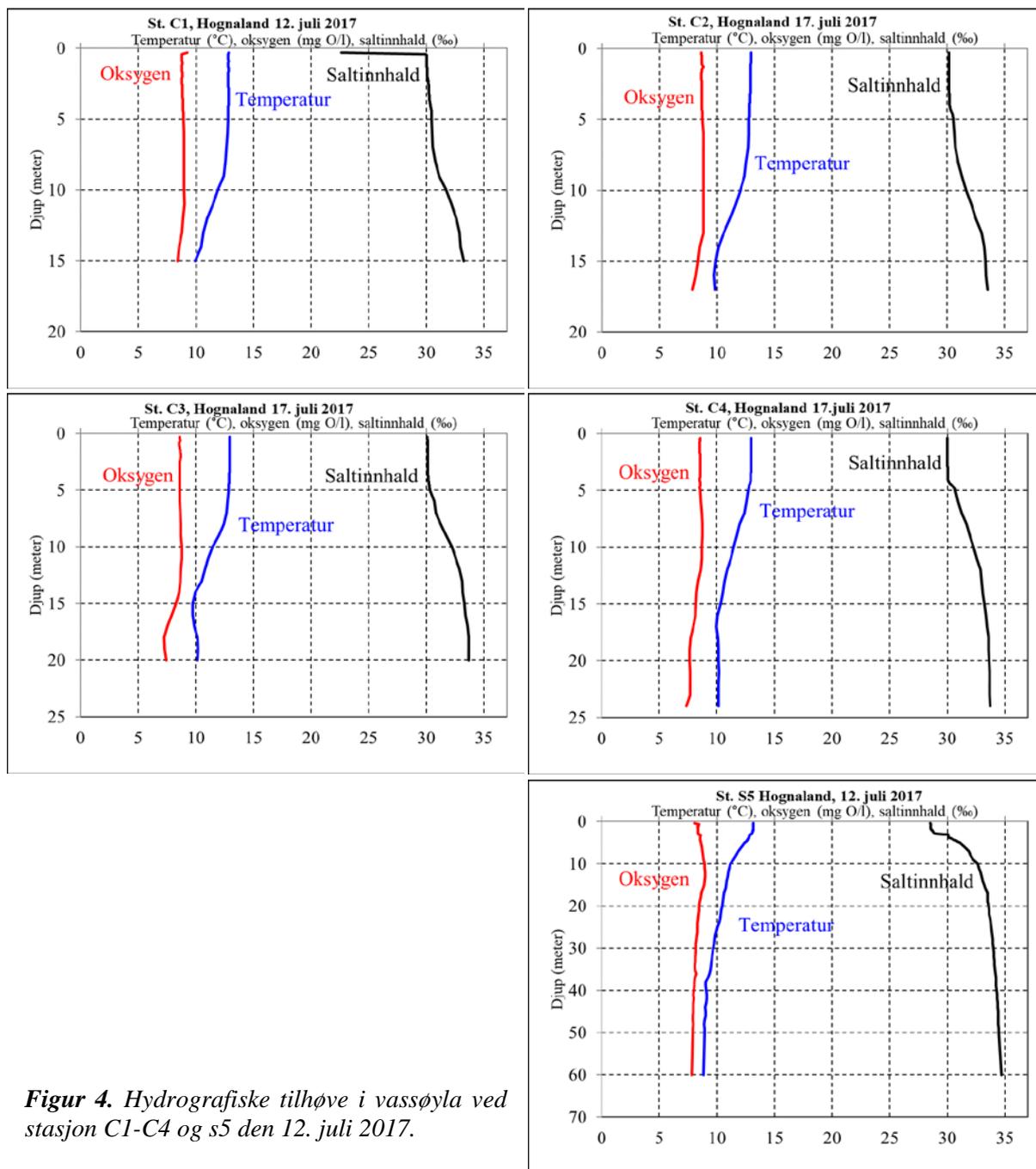
## HYDROGRAFI

Hydrografimålingane i resipienten og på referansestasjonen s5 sør for terskelen viste at vassøyla alle stader var noko ferskvasspåverka dei øvste 10-12 metrane (**figur 4**). Temperaturen var relativt låg for årstida, og alle stader var det god oksygenmetting til botn. Då det var relativt like tilhøve på stasjonane vert dei skildra saman nedanfor.

Temperaturen var ca 13 °C i overflata på C1-C4 og referansestasjon s5. Temperaturen var relativt stabil dei øvste 4 metrane nedover vassøyla før temperaturen gradvis sokk ned mot botn. Temperaturen ved botnen rundt 15-24 m djup for stasjon C1-C4 vart målt til 9,8-10,1°C, medan temperaturen ved botnen på stasjon s5 (60 m djup) vart målt til 8,8 °C. Temperaturen på rundt 15 m djup var noko høgare på stasjon s5 enn på stasjonane i resipienten.

Saltinnhaldet var rundt 29,6 til 30,1 ‰ i overflata på stasjonane C1-C4. På stasjon s5 vart saltinnhaldet i overflata målt til 28,5 ‰. På samtlige stasjonar var det eit brakkvasslag ned til ca. 4 m djup i vassøyla kor saltinnhaldet var 30,0-30,3 ‰. Saltinnhaldet auka elles gradvis nedover mot botn kor det vart målt til 33,2-33,7 ‰ på stasjon C1-C4, og 34,7 ‰ på stasjon s5.

Oksygenprofilen var relativt lik på alle stasjonane, med eit stabilt oksygeninnhald frå overflata og nedover i vassøyla til ca. 10-12 m djup, for så å synke noko mot botnen. I overflata vart oksygeninnhaldet målt til mellom 8,0 og 8,8 mg O/l på alle stasjoner, noko som tilsvarar ei oksygenmetting på 93-101 %. Oksygeninnhaldet i botnvatnet i resipienten var høgast på stasjon C1 med 8,4 mg O/l (93 %) på 15 m djup, og lågast på stasjon C4 med 7,3 mg O/l (82 %) på 24 m djup. Utanfor terskelen (s5) vart oksygeninnhaldet i botnvatnet på 60 m djup målt til 7,8 mg O/l, som tilsvarar ei oksygenmetting på 85 %. Oksygeninnhaldet i botnvatnet for alle stasjonane er innanfor tilstandsklasse I = "svært god" jf. rettleiar 02:2013 revidert 2015.



**Figur 4.** Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C1-C4 og s5 den 12. juli 2017.

## SEDIMENT

### SKILDRING AV PRØVENE

På **stasjon C1** fekk ein frå 17 m djup opp full grabb (18 cm) med brun og svakt luktande prøve med mjuk konsistens (**tabell 10**). Det var eit bomhogg under prøvetakinga, der ein fekk opp tom grabb. Prøvene inneheldt mykje organisk materiale, og litt sand og skjelsand. Dei to parallelle prøvane hadde pH og Eh-verdiar tilsvarande tilstand 1 = "meget god" i høve til NS 9410:2016 (**tabell 11**).



På **stasjon C2** fekk ein frå 20 m djup opp nesten full grabb (17-18 cm) med brun og svakt luktande prøve med mjuk til laus konsistens (**tabell 10**). Prøvene inneheldt var dominert av organisk materiale. Dei to parallelle prøvane hadde pH og Eh-verdiar tilsvarande tilstand 2 = "god" i høve til NS 9410:2016.



På **stasjon C3** fekk ein frå 20 m djup opp full grabb (18 cm) med brun og svakt luktande prøve med mjuk til laus konsistens (**tabell 10**). Prøvene var dominert av organisk materiale. Dei to parallelle prøvene hadde pH og Eh-verdiar tilsvarande tilstand 2 = "god" i høve til NS 9410:2016.



På stasjon C4 fekk ein frå 29 m djup opp ca.  $\frac{3}{4}$  grabb (13 cm) med luktfri prøve med mjuk konsistens (tabell 10). Prøvene inneheldt ca. 15-20 % organisk materiale og 30-60 % sand, litt til 5 % skjelsand og 20-40 % silt. Dei to parallelle prøvene hadde pH og Eh-verdiar tilsvarande tilstand 2 = "god" i høve til NS 9410:2016.



**Tabell 10.** Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskinga 12. juli 2017. Analyse av fauna vart gjort på parallell A og B, medan parallell C gjekk til analyse av kjemi og kornfordeling. Sedimentsamansetnad vert ikkje vurdert i parallell C. Godkjenning inneber at prøven er innanfor standardkrav i høve til representativitet.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Tjukkleik (cm)	Prøvemateriale:					
				Skjelsand	Grus	Sand	Silt	Leire	Organisk
C1	A	Ja	18	Litt	-	5	-	-	95
	B	Ja	18	Litt	-	5	-	-	95
	C	Ja	12,5	Litt	-	5	-	-	95
C2	A	Ja	18	-	-	3	-	-	97
	B	Ja	17	-	-	3	-	-	97
	C	Ja	16	Litt	-	10	-	-	90
C3	A	Ja	18	Litt	-	-	-	-	100
	B	Ja	18	Litt	-	-	-	-	100
	C	Ja	18	Litt	-	-	-	-	100
C4	A	Ja	13	Litt	-	30	50	-	20
	B	Ja	13	5	-	60	20	-	15
	C	Ja	17	-	-	-	-	-	-

**Tabell 11. PRØVESKJEMA for dei ulike parallellane frå Hognaland 12. juli 2017.**

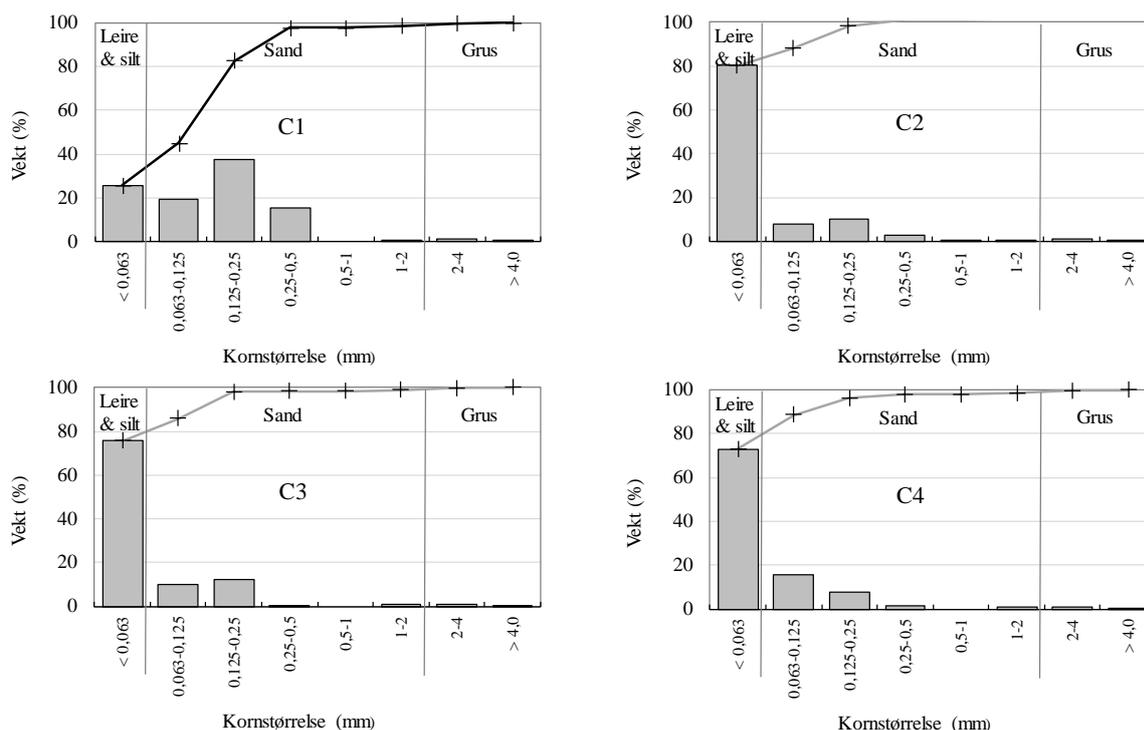
Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer							
			C1		C2		C3		C4	
			A	B	A	B	A	B	A	B
II	pH	verdi	7,43	7,49	7,50	7,36	7,32	7,21	7,46	7,24
	E <sub>h</sub>	verdi	256	400	-76	-17	-30	-106	-66	-86
	pH/E <sub>h</sub>	frå figur	0	0	2	2	2	2	2	2
	Tilstand prøve		1	1	2	2	2	2	2	2
Buffertemp: 12,3 °C Sjøvasstemp: 12,8 °C Sedimenttemp: 16 °C pH sjø: 7,79 Eh sjø: 394 mV Referanseelektrode: +214 mV										
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farge	Lys/grå = 0								
		Brun/sv = 2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Lukt	Ingen = 0	1	1	1	1	1	1	0	0
		Noko = 2								
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0	2	2	3	3	3	3	2	2
		Mjuk = 2								
		Laus = 4								
	Grabb- volum	<1/4 = 0	2	2	2	2	2	2	1	1
		1/4 - 3/4 = 1								
		> 3/4 = 2								
	Tjukkleik på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 - 8 cm = 1								
> 8 cm = 2										
	SUM:		7	7	8	8	8	8	5	5
	Korrigert sum (*0,22)		1,54	1,54	1,76	1,76	1,76	1,76	1,1	1,1
	Tilstand prøve		2	2	2	2	2	2	2	2
II +	Middelverdi gruppe II+III		0,77	0,77	1,88	1,88	1,88	1,88	1,55	1,55
III	Tilstand prøve		1	1	2	2	2	2	2	2

## KORNFORDELING OG KJEMI

Kornfordelingsanalysen viser til ganske like sedimenterende tilhøve på stasjonane C2-C4 med høg del finstoff (73-80 %) og låg del sand (22-26 %) (**tabell 12** og **figur 5**). Stasjon C1 nærmast utsleppet hadde høgast del sand (73 %) og lågast del finstoff av dei fire stasjonane.

Tørrstoffinnhaldet var svært lågt på stasjon C2-C4, med tilnærma like verdiar på stasjon C2 og C3 (ca 12 %) og ca 17 % på stasjon C4. Stasjon C1 hadde høgast tørrstoffinnhald av samtlige stasjonar med 24 %, noko som også er svært lågt. Tørrstoffinnhald i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhald i prøver med mykje organisk materiale, og høgare innhald i prøver som inneheld mykje mineralsk materiale.

Glødetapet var høgt på samtlige stasjonar, med verdiar frå ca. 32 til 36 %. Glødetapet er eit indirekte mål på innhaldet av organisk materiale i sedimentet. Målt direkte var innhaldet av totalt organisk karbon (TOC) svært høgt på alle stasjonane, og når ein normaliserer innhaldet i høve til teoretisk mengde finstoff i sedimentet hamna alle stasjonane i tilstand V = "svært dårleg", med verdiar mellom ca. 114 og 124 mg/g.



**Figur 5.** Kornfordeling i sedimentet på stasjonane C1–C4 frå granskinga ved Hognaland 12. juli 2017. Figuren viser kornstorleik i mm langs x-aksen og høvesvis akkumulert vektprosent (linje) og andel (stolper) i kvar storleikskategori langs y-aksen. Vertikale linjer indikerer grense mellom leire/silt og sand, og mellom sand og grus.

Det vart målt høg konsentrasjon av nitrogen på alle stasjonar, med 12 mg/g på stasjon C1-C3 og 14 mg/g på stasjon C4. For stasjon C1 nærast utslippet var innhaldet av fosfor svært høgt med 47 mg/g og var tydeleg høgare enn på stasjonane C2 til C4, som hadde låge konsentrasjonar på mellom 1 og 4 mg/g.

Stasjon C2-C4 hadde lågt innhald av kopar (Cu) tilsvarande tilstandsklasse II = "god". Innhald av sink (Zn) på stasjonane C1, C2 og C4 var innanfor tilstandsklasse III = "moderat" med konsentrasjonar på 190 – 544 mg/kg, medan innhaldet av sink på stasjon C3 var innanfor tilstandsklasse II = "god" med 115 mg/kg (tabell 12).

**Tabell 12.** Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå fire stasjonar ved Hognaland 12. juli 2017. Tilstand er markert med tal, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter M-608:2016 og rettleiar 02:2013. Alle resultat er presentert i vedlegg 1.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3	C4
Leire, silt & organisk	%	25,6	80,3	75,5	73,1
Sand	%	72,8	21,6	23,5	25,5
Grus	%	1,5	1,6	1,0	1,4
Tørrstoff	%	24,1	12,7	12,3	16,6
Glødetap	%	31,8	35,6	36,3	32,7
TOC	mg/g	110	110	120	110
<b>Normalisert TOC</b>	mg/g	<b>123 (V)</b>	<b>114 (V)</b>	<b>124 (V)</b>	<b>115 (V)</b>
Tot. fosfor (P)	mg/g	47,2	3,7	1,03	2,73
Tot. nitrogen (N)	mg/g	12	12	12	14
Kopar (Cu)	mg/kg	48 (II)	51 (II)	29 (II)	61 (II)
Sink (Zn)	mg/kg	544 (III)	190 (III)	115 (II)	220 (III)

## BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 3**.

### Stasjon C1

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C1 hamna i beste tilstandsklasse, miljøtilstand 1 = «meget god» på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse «dårlig» etter rettleiar 02:2013 (**tabell 13**). Stasjonen står fram som påverka av organisk materiale.

Indeksverdiene for NQI1 låg innanfor tilstand «dårlig» for enkeltprøvane, grabbgjennomsnitt, og dei tilhøyrande nEQR-verdiene. Mangfaldsindeksane etter Shannon ( $H'$ ) og Hurlbert ( $ES_{100}$ ), og sensitivitetsindeksen  $ISI_{2012}$  viste «moderat» tilstand for alle verdiar, med unntak av enkeltverdiene for grabb a, som låg innanfor "dårlig" tilstand. Indeksverdiene for NSI låg innanfor tilstandsklasse "svært dårlig" for grabb a og stasjonsverdien og innanfor tilstandsklasse "dårlig" for grabb b og grabbgjennomsnittet. Tettleiksindeksen DI låg innanfor "moderat" tilstand for grabbgjennomsnittet og stasjonen, men grabb a hamna i "dårlig" tilstand, medan grabb b viste "svært god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og for stasjonen innanfor tilstandsklasse "dårlig".

**Tabell 13.** Artstal ( $S$ ), individtal ( $N$ ), jamleiksindeks ( $J'$ ), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C1 ved Hognaland, 17. juli 2017. Middelerdi for grabb a og b er angitt som  $\bar{G}$ , medan stasjonsverdien er angitt som  $\hat{S}$ . Til høgre for begge sistnemnde kolonnar står nEQR-verdiene for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnane står middelerdien for nEQR-verdiene for alle indeksar, med unntak av DI-indeksen. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 5**).

Hognaland C1	a	b	$\bar{G}$	$\hat{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\hat{S}$
S	15	17	16	23		
N	500	198	349	698		
$J'$	0,46	0,66	0,56	0,51		
$H'_{max}$	3,91	4,09	4,00	4,52		
NQI1	0,377 (IV)	0,439 (IV)	0,408 (IV)	0,410 (IV)	0,309 (IV)	0,311 (IV)
$H'$	1,805 (IV)	2,711 (III)	2,258 (III)	2,286 (III)	0,465 (III)	0,470 (III)
$ES_{100}$	8,655 (IV)	12,799 (III)	10,727 (III)	11,434 (III)	0,421 (III)	0,441 (III)
$ISI_{2012}$	6,177 (IV)	6,905 (III)	6,541 (III)	6,937 (III)	0,452 (III)	0,513 (III)
NSI	8,098 (V)	13,904 (IV)	11,001 (IV)	9,745 (V)	0,240 (IV)	0,195 (V)
DI	0,649 (IV)	0,247 (I)	0,448 (III)	0,448 (III)	0,590 (III)	0,590 (III)
Samla					0,377 (IV)	0,386 (IV)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var låg med høvesvis 15 og 17 artar (**tabell 13**). Samla verdi for artstal låg på 23, medan middelerdien var 16. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var høgt i grabb a med 500 individ og normalt i grabb b med 198 individ. Samla verdi for individtal låg på 698, medan middelerdien var 349. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleiksindeksen ( $J'$ ) har ein låg til moderat låg verdi, noko som viser utprega dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekomande artar på stasjonen var svært forureiningstolerante fleirbørstemakk innan eit artskompleks som inkluderer arten *Capitella capitata* (NSI-klasse V; som *C. capitata*), som utgjorde rundt 52 % av det totale individtalet (**tabell 17**). Den svært forureiningstolerante fleirbørstemakken *Malacoceros fuliginosus* (NSI-klasse V) var nest hyppigast førekomande på stasjonen, med ca. 24 % av

den totale faunaen. Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var tangloppa *Crassicorophium crassicorne* (NSI gruppe III; som *Corophium* sp.) og fleirbørstemakken *Phyllodoce mucosa* (NSI gruppe V), som utgjorde høvesvis ca. 7 og 6 % av det totale individtalet. Elles var det mest tolerante og moderat tolerante artar.

### Stasjon C2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse «moderat» etter rettleiar 02:2013 (**tabell 14**). Stasjonen står fram som noko påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, H', ES<sub>100</sub> ISI<sub>2012</sub> og NSI låg innanfor tilstand "moderat" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. DI-indeksen låg innanfor tilstand "svært god" for alle verdiar med unntak av grabb a, som hamna i tilstandsklasse "god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstand "moderat".

**Tabell 14.** Artstal (*S*), individtal (*N*), jamleiksindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (*H'*) og Hurlberts indeks (*ES*<sub>100</sub>), ISI<sub>2012</sub>-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C2 ved Hognaland, 17. juli 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 5**). Sjå også tabelltekst i **tabell 13**.

Hognaland C2	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	16	15	15,5	18		
N	227	142	184,5	369		
J'	0,63	0,65	0,64	0,62		
H' <sub>max</sub>	4,00	3,91	3,95	4,17		
NQI1	0,512 (III)	0,505 (III)	0,509 (III)	0,509 (III)	0,427 (III)	0,427 (III)
H'	2,516 (III)	2,537 (III)	2,527 (III)	2,569 (III)	0,514 (III)	0,522 (III)
ES <sub>100</sub>	12,035 (III)	13,038 (III)	12,536 (III)	12,062 (III)	0,472 (III)	0,459 (III)
ISI <sub>2012</sub>	7,043 (III)	6,267 (III)	6,655 (III)	7,170 (III)	0,470 (III)	0,549 (III)
NSI	18,421 (III)	17,151 (III)	17,786 (III)	17,932 (III)	0,511 (III)	0,517 (III)
DI	0,306 (II)	0,102 (I)	0,204 (I)	0,204 (I)	0,864 (I)	0,864 (I)
Samla					0,479 (III)	0,495 (III)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C2 var lågt, med 16 i grabb a og 15 i grabb b (**tabell 14**). Samla verdi for artstal låg på 18, medan middelveidien var 15,5. Individtalet var normalt, med 227 i grabb a og 142 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 369, medan middelveidien var 184,5. Jamleiksindeksen (*J'*) har ein moderat låg verdi, noko som viser dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekomande art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante muslingen *Abra nitida* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 45 % av det totale individtalet (**tabell 17**). Den partikkeletande fåbørstemakken *Tubificoides benedii* (NSI-klasse V; som *Oligochaeta*) var nest hyppigast førekomande med ca. 22 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var muslingen *Abra alba* (NSI gruppe III) og fleirbørstemakken *Oxydromus flexuosus* (NSI gruppe III), som utgjorde høvesvis ca. 9 og 6 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av moderat tolerante artar og nokre få meir sensitive artar.

### Stasjon C3

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse «moderat» etter rettleiar 02:2013 (**tabell 15**). Stasjonen står fram som noko påverka av organisk materiale.

NQII viste "moderat" tilstand for grabb a og grabbgjennomsnittet og "dårlig" tilstand for grabb b og stasjonsverdien. Indeksverdiane for H' låg innanfor "god" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane, medan verdiane for ES<sub>100</sub> viste "moderat" tilstand. For grabb a kunne ein ikkje rekne ut ES<sub>100</sub>, fordi individtalet låg under 100. ISI<sub>2012</sub> viste "moderat" tilstand for grabb a og grabbgjennomsnittet, og "god" tilstand for grabb b og stasjonsverdien. Indeksverdiane for NSI låg innanfor "moderat" tilstand, med unntak av grabb b, som hamna i "dårlig" tilstand. DI-indeksen låg innanfor tilstandsklasse "svært god" for alle verdiar med unntak av grabb b, som hamna i tilstandsklasse "god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "moderat".

**Tabell 15.** Artstal (*S*), individtal (*N*), jamleiksindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQII-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ), ISI<sub>2012</sub>-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C3 ved Hognaland, 17. juli 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. tabell 5). Sjå også tabelltekst i tabell 13.

Hognaland C3	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	16	21	18,5	21		
N	87	275	181	362		
J'	0,81	0,72	0,76	0,74		
$H'_{max}$	4,00	4,39	4,20	4,39		
NQII	0,535 (III)	0,469 (IV)	0,535 (III)	0,477 (IV)	0,417 (III)	0,385 (IV)
$H'$	3,243 (II)	3,150 (II)	3,196 (II)	3,264 (II)	0,622 (II)	0,629 (II)
ES <sub>100</sub>	i.v.	15,134 (III)	15,134 (III)	15,489 (III)	0,547 (III)	0,557 (III)
ISI <sub>2012</sub>	7,113 (III)	7,862 (II)	7,488 (III)	7,862 (II)	0,598 (III)	0,635 (II)
NSI	19,611 (III)	14,426 (IV)	17,018 (III)	15,672 (III)	0,481 (III)	0,427 (III)
DI	0,110 (I)	0,389 (II)	0,250 (I)	0,250 (I)	0,833 (I)	0,833 (I)
Samla					0,533 (III)	0,527 (III)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C3 var låg, med 16 i grabb a og 21 i grabb b (tabell 15). Samla verdi for artstal låg på 21, medan middelveidien var 18,5. Individtalet var normalt, med 87 i grabb a og 275 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 362, medan middelveidien var 181. Jamleiksindeksen ( $J'$ ) har ein høg til middels høg verdi, noko som viser litt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekomande artar på stasjonen var svært forureiningstolerante fleirbørstemakk innan *C. capitata*-artskomplekset (NSI-klasse V; som *C. capitata*), som utgjorde rundt 26 % av det totale individtalet (tabell 17). Nest hyppigast førekomande art var den forureiningstolerante fåbørstemakken *T. benedii* (NSI-klasse V; som *Oligochaeta*), med 18 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var muslingen *A. nitida* (NSI-klasse III) og unge individ av sjømus i gruppa *Spatangoidea* (NSI-klasse I; som *Irregularia*), som utgjorde høvesvis ca. 15 og 10 % av det totale individtalet. Elles var det mest artar som er noko tolerante mot organisk forureining.

#### Stasjon C4

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse «moderat» etter rettleiar 02:2013 (tabell 16). Stasjonen står fram som noko påverka av organisk materiale.

I grabb b var det svært få artar og individ, og prøven får difor ingen indeksverdiar for NQII og ES<sub>100</sub>. NQII viste elles "moderat" tilstand for grabb a og stasjonsverdien. Indeksverdiane for H' låg innanfor "god" tilstand for grabb a og stasjonsverdien, «dårlig» tilstand for grabb b og «moderat» tilstand for grabbgjennomsnittet. Verdiane for ES<sub>100</sub> viste "moderat" tilstand. ISI<sub>2012</sub> viste "moderat" tilstand for grabb a og stasjonsverdien, "svært dårlig" tilstand for grabb b og "dårlig" tilstand for grabbgjennomsnittet. Indeksverdiane for NSI låg innanfor "moderat" tilstand, med unntak av grabb b, som hamna i "dårlig" tilstand. DI-indeksen låg innanfor tilstandsklasse "svært god" for grabb a, "svært

dårlig" for grabb b, og "dårlig" for grabbgjennomsnittet og stasjonsverdien. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "moderat".

**Tabell 16.** Artstal ( $S$ ), individtal ( $N$ ), jamleiksindeks ( $J'$ ), maksimal Shannon-indeksverdi ( $H'_{max}$ ), NQII-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener ( $H'$ ) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ ),  $ISI_{2012}$ -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C4 ved Hognaland, 17. juli 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. tabell 5). Sjå også tabelltekst i tabell 13.

Hognaland C4	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	16	3	9,5	17		
N	104	3	53,5	107		
$J'$	0,78	1,00	0,89	0,78		
$H'_{max}$	4,00	1,58	2,79	4,09		
NQII	0,554 (III)	i.v.	0,554 (III)	0,558 (III)	0,492 (III)	0,497 (III)
$H'$	3,132 (II)	1,585 (IV)	2,358 (III)	3,198 (II)	0,483 (III)	0,622 (II)
$ES_{100}$	15,768 (III)	i.v.	15,768 (III)	16,538 (III)	0,565 (III)	0,587 (III)
$ISI_{2012}$	6,463 (III)	3,247 (V)	4,855 (IV)	6,225 (III)	0,242 (IV)	0,404 (III)
NSI	17,841 (III)	13,637 (IV)	15,739 (III)	17,723 (III)	0,430 (III)	0,509 (III)
DI	0,033 (I)	1,573 (V)	0,803 (IV)	0,803 (IV)	0,238 (IV)	0,238 (IV)
Samla					0,442 (III)	0,524 (III)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C4 var lågt i grabb a, med 16 artar, og svært lågt i grabb b, med 3 artar (**tabell 16**). Samla verdi for artstal låg på 17, medan middelerdien var 9,5. Individtalet var normalt i grabb a med 104 individ og svært lågt i grabb b med 3 individ. Samla verdi for individtal låg på 107, medan middelerdien var 53,5. Jamleiksindeksen ( $J'$ ) har ein moderat høg verdi i grabb a, noko som viser litt dominans av enkelte artar, og har maksimalverdi i grabb b (3 artar og 3 individ).

Hyppigast førekomande art i grabb a var den moderat forureiningstolerante muslingen *Abra nitida* (NSI-klasse III), som utgjorde rundt 24 % av det totale individtalet (**tabell 17**). Svært forureiningstolerante fleirbørstemakk innan *C. capitata*-artskomplekset (NSI-klasse V; som *C. capitata*) var nest hyppigast førekomande, med ca. 24 % av den totale faunaen. Andre vanleg førekomande artar var fleirbørstemakkane *O. flexuosus* (NSI gruppe III) og *Pectinaria koreni* (NSI gruppe IV), som utgjorde høvesvis ca. 13 og 7 % av det totale individtalet. Elles var det mest moderat tolerante artar og nokre sensitive artar.

**Tabell 17.** Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon C1- C4 ved Hognaland, 17. juli 2017.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Capitella capitata</i> compl.	51,58	51,58	<i>Abra nitida</i>	44,72	44,72
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	23,78	75,36	<i>Tubificoides benedii</i>	21,95	66,67
<i>Crassicorophium crassicorne</i>	6,59	81,95	<i>Abra alba</i>	9,49	76,15
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5,73	87,68	<i>Oxydromus flexuosus</i>	5,69	81,84
Spatangoida sp.1 juv.	3,15	90,83	<i>Corbula gibba</i>	4,88	86,72
<i>Nebalia bipes</i>	2,15	92,98	<i>Pectinaria koreni</i>	3,79	90,51
<i>Diastylodes serratus</i>	1,29	94,27	<i>Capitella capitata</i> compl.	2,44	92,95
<i>Spio decorata</i>	0,86	95,13	Spatangoida sp.1 juv.	1,90	94,85
<i>Oxydromus flexuosus</i>	0,72	95,85	<i>Phyllodoce mucosa</i>	1,08	95,93
<i>Diastylis laevis</i>	0,57	96,42	<i>Diastylis laevis</i>	0,81	96,75

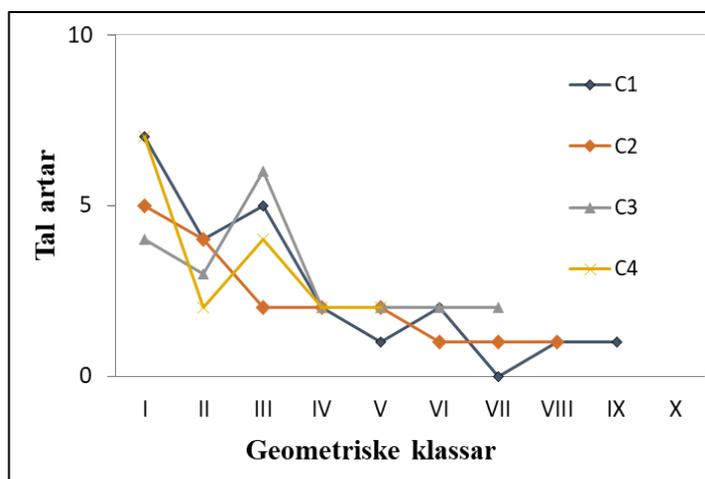
  

Artar st. C3	%	kum %	Artar st. C4	%	kum %
<i>Capitella capitata</i> compl.	25,97	25,97	<i>Abra nitida</i>	24,30	24,30
<i>Tubificoides benedii</i>	18,51	44,48	<i>Capitella capitata</i> compl.	24,30	48,60
<i>Abra nitida</i>	15,19	59,67	<i>Oxydromus flexuosus</i>	13,08	61,68
Spatangoida sp.1 juv.	10,22	69,89	<i>Pectinaria koreni</i>	7,48	69,16
<i>Pectinaria koreni</i>	7,46	77,35	<i>Abra alba</i>	5,61	74,77
<i>Phyllodoce mucosa</i>	4,70	82,04	<i>Diastylis laevis</i>	5,61	80,37
<i>Corbula gibba</i>	3,87	85,91	<i>Corbula gibba</i>	4,67	85,05
<i>Glycera alba</i>	2,21	88,12	<i>Diastylodes serratus</i>	3,74	88,79
<i>Abra alba</i>	1,93	90,06	Spatangoida sp.1 juv.	2,80	91,59
<i>Crassicorophium crassicorne</i>	1,66	91,71	<i>Thyasira sarsii</i>	1,87	93,46

### Geometriske klassar

Kurva til dei geometriske klassane har litt varierende forlaup, med sterkt varierende lengde på stasjon C1-C4 ved Hognaland (**figur 6**). På stasjon C1 er kurva lang, og det er ein art som hamna i klasse IX (256-511 individ per 0,2 m<sup>2</sup>), medan kurva frå stasjon C4 er kortast (klasse V= 16-31 individ per 0,2 m<sup>2</sup>). Det er generelt relativt få artar i klasse I (1 individ per 0,2 m<sup>2</sup>) og kurvane frå alle stasjonar har eit ujamnt forlaup, noko som indikerer at faunastrukturen er noko forstyrta.

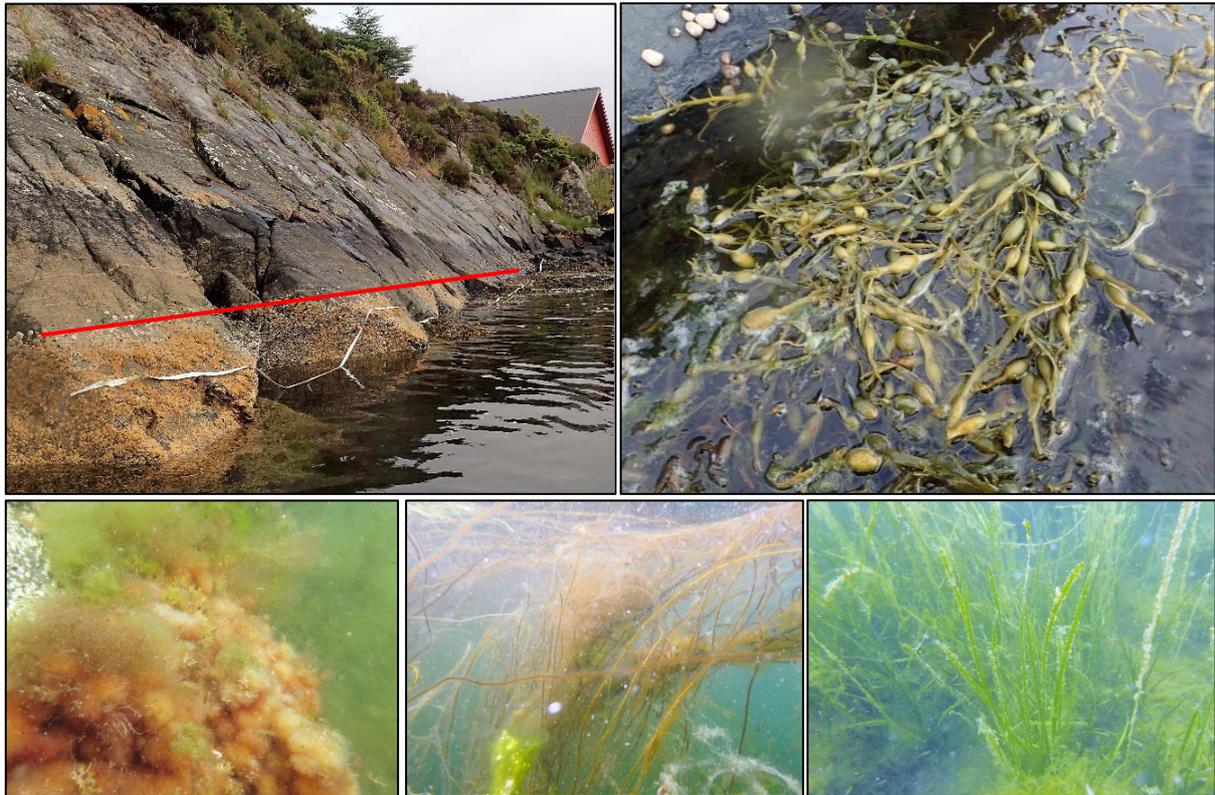
**Figur 6.** Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1 – C4 tekne ved Hognaland, 17. juli 2017. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x-aksen.



## FJØRESAMFUNN

### S1 - Brattavika

Fjørestasjon S1 - Brattavika like ved settefiskanlegget, består av stein og hardbotnfjøre med bratt helling, der det i sør er slak til moderat bratt (**figur 7**). Strandsona ligg beskytta til for vind og bølger. Habitatbyggande algevegetasjon var sparsam i strandsona, og bestod av flekkvise førekomstar av grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*). Det var flekkvis førekomst av unge individ av den fasttittande arten fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og relativt mykje vanleg strandsnigel (*Littorina littorea*) i same område. Lavarten marebek utgjer eit tydeleg belte ned mot overgangen til sjøsona.



**Figur 7.** Oversiktsbilete av arts- og individmangfald frå fjøresona ved Brattavika (S1). **Øvst:** Oversyn over stasjon S1 for kartlegging av fastsetjande makroalgar (eit ca. 10 m belte markert med raudt; t.v.) og grisetang og strandsnigel i vasskanten (t.h.). **Nedst:** Dominerande vegetasjon av raudlo og andre trådformede algar (t.v.), martaum (midten) og ålegras (t.h.).

I øvre sjøsona var det tette belte av vorteflik (*Mastocarpus stellatus*), svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*), og krasing (*Corallina officinalis*) med påvekst av raudlo (*Bonnemaisonia hamifera*). Lengre ned var bleiktuste (*Spermatocchnus paradoxus*) ein vanleg alge og ein registrerte enkelte individ av stortare (*Laminaria hyperborea*), sukkertare (*Saccharina latissima*) og japansk sjølyng (*Sargassum muticum*) med mykje påvekst av trådforma brun- og grønalgar. Det var også ein del brei vortesmökk (*Asperococcus bullosus*) og martaum (*Chorda filum*), spesielt i den nordlege delen av stasjonen. På sandbotn djupare ned var det ålegras.

## S2 - Sørenstoa

Fjøresonestasjon S2 - Sørenstoa er ei moderat bratt til bratt hardbotnsfjøre med oppsprukke fjell som ligg moderat eksponert til for bølger og vind (**figur 8**). På stasjonen var det også ein fjørepytt som ikkje vart vurdert som ein del av stasjonen fordi den var delvis modifisert med sperringar av stein. Øvst i strandsona dannar den svarte lavarten marebek et belte som strekkjer seg ca. 1-2 m over tangvegetasjonen. Det var eit tett fjørerurubelte i strandsona og mykje vanleg strandsnigel, samt ein god del purpursnigel (*Nucella lapillus*). I nedre del av strandsona vart det registrert to klasar med grisetang og noko blæretang.

Øvre sjøsona bestod av bratt hardbotn med smale hyller. Øvst i sjøsona er det eit flekkvis og smalt belte av fjæreslo (*Scytosiphon lomentaria*) etterfølgt av krasing med påvekst av raudlo, østerstjuv (*Colpomenia peregrina*), vorteflik og knuldre (*Leathesia difformis*). Lenger ned i sjøsona var det ein god del japansk sjølyng, ofte heilt overgrodd av trådforma grøn- og brunalgar. Algefloraen gjev visuelt eit noko eutrofiert inntrykk.



**Figur 8.** Oversiktsbilde av art og individmangfald frå fjøresona ved Sørenstoa. **Øvst:** Oversyn over stasjon S2 for kartlegging av fastsetjande makroalgar (eit ca. 10 m belte markert med raudt), **Midten:** Raudlo og andre trådformede algar øvst i sjøsona (t.v.), sukkertare og ulike trådformede algar som dekker botn (t.h.). **Nedst:** Nærbilde av havsalat, vortesmökk, rekeklo, tvebendel og vorteflik.

### S3 - Røssholmen

Fjørestasjon S3 - Røssholmen er ei moderat bratt og kupert hardbotnfjøre av oppsprukke fjell med eit belte av marebek opptil 1-2 m over tangvegetasjon (**figur 9**). I strandsona var det spreidd sauetang øvst (*Pelvetia canaliculata*), etterfølgt av flekkvis spiraltang (*Fucus spiralis*) og flekkvis blæretang. I overgangen mellom strandsona og sjøsona var det eit smalt velutvikla belte av grisetang, og flekkvis førekomst av sagtang.

Sjøsona bestod av moderat bratt fjell ned til ca. 1 m djup, etterfølgt av eit grunt område med sandbotn med slak til flat heilning. I øvre del av sjøsona var det spreidde førekomstar av sagtang. Nedanfor beltet av grisetang og sagtang var det eit smalt belte med martaum. I øvre sjøsona var det variert algeflora med svartkluft,, krasing, piperenseralge (*Cladostephus spongiosus*), skorpeforma rugl, raudlo og bruntufs (*Sphacelaria* sp.). Det var generelt mykje påvekst på habitatbyggande algevegetasjon som tang, krasing, vorteflik osv. Noko djupare var det større felt med bleiktuste. Under synfaring var det middels sikt, grunna overflatelag av ferskvatn og grumsete og brun farge på sjøvatnet.



**Figur 9.** Oversiktsbilete av arts og individmangfald frå fjøresona ved Røssholmen. **Øvst:** Oversyn over stasjon for kartlegging av fastsetjande makroalgar (eit ca. 10 m belte markert med raudt). **Nedst:** Vegetasjon dominert av trådformede algar som raudlo, japansk sjølyng og trådformede algar (t.v.) og sandbotn med grus og trådformede algar (t.h.).

## Tilstand fjæresone

Stasjon S3 hamnar i tilstandsklasse I = "svært god", medan stasjon S1 og S2 hamna i tilstandsklasse II = "god" ved berekning av fjæresoneindeks (**tabell 18**). Nær alle delindeksar hamna i tilstand I eller II, med unntak av "sum grønalgar" og forhold ESG1/ESG2 ved stasjon S2, som hamna i tilstand III = "moderat".

**Tabell 18.** Klassifisering av økologisk tilstand med fjæreindeks RSLA 3– beskytta fjord ved stasjon S1-S3.

Parameter	S1	S2	S3
Sum tal på artar	26	27	27
Normalisert artstal	35,36	32,67	32,67
% del grønalgar	11,54	18,52	11,11
% del brunalgar	46,15	44,44	48,15
% del raudalgar	42,31	37,04	40,74
Forhold ESG1/ESG2	1,00	0,69	1,45
% del opportunistar	23,08	22,22	11,11
Sum grønalgar	22,17	36,95	22,17
Sum brunalgar	101,37	88,67	168,66
Fjærepotensial	1,36	1,21	1,21
<b>nEQR</b>	<b>0,796</b>	<b>0,729</b>	<b>0,843</b>
<b>Status vasskvalitet</b>	<b>God</b>	<b>God</b>	<b>Svært God</b>

# DISKUSJON

## HYDROGRAFI

Hydrografiprofilane viste at det var noko ferskvasspåverknad i overflata og gode oksygentilhøve gjennom heile vassøyla ned til botn tilsvarende svært god tilstand. Granskingar frå 2013 og 2014 visar også til gode oksygentilhøve med høg oksygenmetning ned til botnen. Det vart ikkje målt oksygeninnhald i vassøyla ved granskinga i 2010.

## SEDIMENT

Det er sedimenterende tilhøve på samtlige stasjonar der sedimentet er dominert av finstoff og organisk materiale. Dette er som venta i eit område med mindre basseng omringa av grunne tersklar. Det er nokså store avvik mellom kornfordelingsanalysane og feltskildringar sedimentsamansetnad. Feltskildringar vurderer i utgangspunktet heile prøven, medan kornfordelingsanalysen vurderer dei øvste 5 centimetrane av sedimentet. Det er difor ikkje uvanleg at feltskildringar og analysar avvikar. I dette tilfellet inneheldt prøvene så mykje organisk materiale som var forholdsviss homogent blanda med silt, sand og til dels sagflis, at det var utfordrande å skilje desse.

Sedimentsamansetnaden har vore nokså stabil sidan 2013 i resipienten, men skil seg betydeleg frå granskinga i 2010 (**tabell 19**). Nærstasjonen vart i 2010 tatt på 10 m djup og nokre meter ifrå posisjonen teke i 2013-2017. Nær eit utslepp kan nokre meter avstand resultere i betydelege skilnader i høve til sedimenttilstanden, og difor er resultat frå 2010 for denne stasjonen mindre eigna for ei vurdering av utviklinga av tilstanden. I resipienten var innhald av grus (ev. skjelbitar) høgare ved granskinga i 2010 enn dei følgjande åra. Dette kan delvis forklarast med variasjon i posisjon av prøvetakingsstasjonar, men skilnaden er påfallande stor og må eventuelt skuldast skilnad i prøvetakingsmetodar (bruk av større grabb eller analyse av djupare sedimentlag for kornfordeling). Det er ikkje sannsynleg at kornstorleiken i dei øvste 5 cm ved sedimentoverflata gjennomgår ei såpass stor forandring, sjølv ved sterkt sedimenterende tilhøve i resipienten.

**Tabell 19.** Samanlikning av sediment frå granskingane i 2010 (Børshem 2010), 2013, 2014 (Todt & Eilertsen 2014) og 2017.

Forhold	Eining	C1				C2				C3				C4
		2010	2013	2014	2017	2010	2013	2014	2017	2010	2013	2014	2017	2017
Djup	m	10	16,5	15,9	15	17	18,5	21	20	22	21,5	21,5	20	24
Leire & silt	%	7,0	61,6	51,5	25,6	18,9	91,3	87,9	80,3	26,6	88,2	79,1	75,5	73,1
Sand	%	78,2	37,8	48,1	72,8	34,8	7,7	11,6	21,6	33,9	10,2	20,9	23,5	25,5
Grus	%	14,8	0,6	0,8	1,5	46,4	1	0,5	1,6	39,5	1,6	0	1	1,4
Tørrstoff	%	38	15,7	25,9	24,1	20	12,8	12,8	12,7	14	12,1	12,4	12,3	16,6
Glødetap	%	16	33,9	23,6	31,8	33	35,3	36,4	35,6	40	36,4	36,5	36,3	32,7
TOC	mg/g	85	180	121	110	100	170	182	110	180	170	180	120	110
nTOC	mg/g	101	187	130	123	114	172	184	113	195	172	184	124	114
Fosfor (P)	mg/g	9,8	21	53	47,2	2,4	3,5	4,1	3,7	2,4	1,6	0,8	1,03	2,73
Nitrogen (N)	mg/g	40	16	10	12	20	16	13	12	30	17	13	12	14
Kopar (Cu)	mg/kg	-	61	-	48	-	59	-	51	-	55	-	29	61
Sink (Zn)	mg/kg	160	480	-	544	20	170	-	190	33	180	-	115	220

Innhaldet av organisk materiale var svært høgt på alle stasjonane, og verkar å vere på nokså jamt fordelt i heile resipienten til utsleppet (**tabell 19**). Det organiske sedimentinnhaldet har vore høgt i resipienten ved alle tidlegare granskingar. Torrstoffinnhaldet og glødetapet har vore nokså stabilt i resipienten ved dei siste granskingar. TOC-innhaldet var lågare i 2017 enn ved dei to føregåande granskingar, men har vore svært høgt ved alle granskingar.

Innhaldet av nitrogen og fosfor i sedimentet fortel noko om nedbrytingstilhøve og omfanget av tilførsler til sedimentet. Ved C1 var vektforholdet mellom nitrogen og fosfor (N:P) 1:4, noko som viser svært høgt innhald av fosfor. Eit normalt N:P forhold i verdshava er estimert til eit vektforhold på 6,3-7,2:1 (Redfield mfl. 1963, Anderson & Sarmiento 1994, Thomas 2002). Eit lågt N:P-forhold tyder på tilførsler av fosfor, til dømes via fiskefôr som har ein høg del av fosfor, medan eit høgt N:P-forhold til dømes kan skuldast mykje ferskvasstilførsle. Det høge fosforinnhaldet ved stasjon C1 skuldast mest sannsynleg fosfortilførsel frå oppdrettsverksemda. N:P-forholdet for dei resterande stasjonane varierte relativt mykje, men viste meir normale nedbrytingstilhøve med omsyn på nitrogen og fosfor. Dette er gjennomgåande for granskingane sidan 2013.

Innhaldet av sink i resipienten er generelt moderat høgt, og har auka på alle stasjonar sidan granskninga i 2010. Det er usikkerheit knytt til målingane i 2010 ettersom kornfordelingsanalysane synte så ulike sedimentsamansetnad i høve til seinare granskingar. Miljøgifter binder seg generelt meir til finstoff enn til grovare sediment, og verdiane av sink for 2010 kan difor potensielt vere underestimert.

## BLAUTBOTNFAUNA

Ut frå klassifisering etter grenseverdiar for artstal og artssamansetnad i NS 9410:2016 hamnar stasjon C1 i miljøtilstand 1 = "meget god". Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 viste at stasjon C1 ved Hognaland låg innanfor tilstandsklasse "dårlig", medan stasjon C2-C4 låg innanfor tilstandsklasse "moderat". Faunaen på alle stasjonar er noko tolerant mot organiske tilførsler og lågt oksygeninnhald i sedimentet.

Artstalet (artsmangfaldet) var generelt lågt, medan individtalet var noko høgt på stasjon C1 og normalt på dei andre stasjonane. Unntaket var ein av parallellane på stasjon C4, som inneheldt berre eit individ av tre artar. På same stasjon hadde faunaen i den andre parallellen likevel relativt høg diversitet (Shannon indeks viste god tilstand) og artane var moderat sensitive mot forureining. Store skilnader i artssamansetning og diversitet mellom parallelle grabbhogg kan forklarast ved varierende botntilhøve, kor organisk materiale akkumulerast i hol og sprekkar.

På stasjon C1, C3 og i litt mindre grad på stasjon C4, var det sterkt forureiningstolerante artar fleirbørstemakk som dominerte faunaen, medan ein moderat tolerant muslingart var hyppigast på stasjon C3 og nest hyppigast på stasjon C4. Partikkeletande dyr som trivst med nokså høgt organisk innhald i sedimentet var vanleg på alle stasjonar, men det var også ein del kjøtetande artar. På alle stasjonar var unge sjømus i gruppa Spatangoida blant dei 10 mest hyppige artane, medan det ikkje vart funne vaksne dyr i same gruppa. Artar i gruppa (for eksempel purpursjømus, vanleg sjømus) er relativt sensitive for forureining og det er mogeleg at individ på sjøbotnen ved Hognaland ikkje vil vekse seg store.

I prøve C3a og C4b var det mindre enn 100 individ, og difor kunne ein ikkje utrekne  $ES_{100}$ . I prøve C4b var det på grunn av ekstremt låge tal på individ og artar heller ingen gyldig NQI1-verdi.

Ei samanlikning med tidlegare resultat (Børsheim 2010, 2013 og Todt mfl. 2014) viser ein positiv utvikling frå 2010 til 2017, med høgaste oppnådd tilstandsindex for Shannon ( $H'$ ), og økologisk tilstand (nEQR $\bar{G}$  og nEQR $\bar{S}$ ) i 2017 (**tabell 20**). Artsdiversiteten (tal på artar) har auka jamt på alle stasjonar, og er no nesten på eit nivå som er vanleg for beskytta fjordlokalitetar, med 18-23 artar på 0,2 m<sup>2</sup>. Likevel var artar som er tolerante mot organisk forureining også i 2017 mest dominant på stasjonane. Individtalet på stasjon C1 var høgast i 2014, men var betydeleg mindre i 2017. På dei andre stasjonane auka individtalet jamt frå nokre få individ i 2010 til relativt normale tal i 2017.

**Tabell 20.** Samanlikning av tidlegare og noverande resultat for botnfauna utført i 2010 (Børsheim 2010), 2013, 2014 (Tødt mfl. 2014) og noverande gransking i 2017. Artstal (S), individtal (N), Shannon-Wiener (H'), middelværdien for økologisk tilstand (nEQR  $\bar{G}$ ) og stasjonsverdi for økologisk tilstand (nEQR $\bar{S}$ ). Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V.

	C1				C2				C3				C4
	2010	2013	2014	2017	2010	2013	2014	2017	2010	2013	2014	2017	2017
S	11	12	15	23	3	9	13	18	2	11	20	21	17
N	513	590	1138	698	15	78	195	369	3	149	194	362	107
H'	0,74	1,46	0,78	2,29	1,457	1,89*	1,53	2,57	0,92	1,05	1,59	3,26	3,20
nEQR $\bar{G}$	-	0,328	0,206	0,377	-	0,279	0,439	0,479	-	0,37	0,453	0,530	0,442
nEQR $\bar{S}$	-	0,335	0,209	0,386	-	0,300	0,461	0,495	-	0,373	0,470	0,527	0,524

## FJØRESAMFUNN

Fjøresoneindeksen viser god til svært god tilstand i resipienten. Alge- og dyresamfunnet i strandsona er karakteristisk for beskytta kyst med noko brakkvasspåverknad i overflatelaget. Det var ein del påvekst med trådforma algar i sjøsona, noko som er vanleg på lokalitetar med god nærstofftilgang i vatnet. Resultatet frå synfaringa og fjøresoneindeksen synte at det var noko mindre eutrofierande tilhøve på stasjon S1 og S3 i 2017 enn i 2013 (Haugstøen mfl. 2013).

For å kunne samanlikna granskings utført i 2017 med tidlegare gransking frå 2013 (Haugstøen mfl. 2013) er indeksane for 2013 utrekna på nytt ved bruk av gjeldande standardar (**tabell 21**). Grunna noko ulik metodikk er det ein liten usikkerheit knytt til samanlikning av dei to granskingsane. Resultatet frå fjøresoneindeks viser at stasjon S1 og S3 har forbetra EQR indeks samanlikna med 2013 og at stasjon S3 gjekk opp ein tilstandsklasse frå tilstand II til I. Den høgare fjøresoneindeksen på stasjon S1 skuldast høgare andel raudalgar og lågare andel grønalgar i 2017, men det vart også registrert noko mindre habitatbyggjande brunalgar enn i 2013. Forbetring i fjøresoneindeksen samsvarar også med visuell vurdering av stasjon S1 og S3, som hadde høgare dekning av trådforma grønalgar flytande i overflata under synfaring i 2013 enn i 2017 (sjå **figur 10**). Stasjon S2 har hatt ein indeksnedgang frå 2013 grunna høg andel hurtigveksande opportunistar i forhold til andel sakteveksande algar.

**Tabell 21.** Samanlikning av tilstand for fjørestasjon S1-S3 for granskingsane utført i 2013 og 2017. Tilstandsklassar er vist med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V.

STASJON	S1		S2		S3	
	2013	2017	2013	2017	2013	2017
Sum tal algar	27	26	24	27	27	27
Normalisert artstal	34,83	33,54	29,04	32,67	32,67	32,67
% del grønalgar	14,81	11,54	16,67	18,52	18,52	11,11
% del brunalgar	48,15	46,15	50	44,44	44,44	48,15
% del raudalgar	37,04	42,31	33,33	37,04	37,04	40,74
Forhold ESG1/ESG2	0,59	1	1,18	0,69	0,93	1,45
% del opportunistar	14,81	23,08	20,83	22,22	22,22	11,11
Sum grønalgar	42,25	22,17	42,25	36,95	49,64	22,17
Sum brunalgar	146,84	101,37	114,06	101,37	114,06	168,66
Fjørepotensial	1,29	1,29	1,21	1,21	1,21	1,21
EQR	0,738	0,796	0,754	0,729	0,740	0,843
Status vasskvalitet	God	God	God	God	God	Svært God

I 2013 vart det registrert blåskjel og ålegras ved stasjon S2. Ingen av desse vart registrert i 2017. Manglande registrering av ålegras skuldast truleg dårleg sikt. I 2013 vart det registrert eit belte av blåskjel like under rurbeltet, beståande av unge individ. Årsaka til bortfallet er usikkert, og faktorar som påverkar blåskjel og særskilt unge individ kan vere mange. Aktuelle årsaker er til dømes sjøfugl og sjøstjerner som beiter eller eventuelt isskuring.



**Figur 10.** Øvst. Stasjon S1 i Brattavika under synfaring i 2013 (t.v.) og noverande gransking i 2017 (t.h.).

## VURDERING AV ØKOLOGISK OG KJEMISK TILSTAND

Sjøområdet utanfor Hognaland tilhører vassførekomsten Sunnalandstraumen-Drevsund i Bokn Kommune, som etter EUs vassdirektiv er klassifisert i «god» økologisk tilstand, medan vassførekomstens kjemiske tilstand er oppgitt som udefinert ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)). Vassførekomsten tilhører økoregion Nordsjøen sør og er av vassstypen "Beskytta kyst".

Miljømålet for alle vassførekomstar er god økologisk tilstand i høve til vassføreskrifta. Biologiske kvalitetselement blir vektlagt, med fysiske og kjemiske element som støtteparametrar (rettleiar 02:2013). Den økologiske tilstanden for vassførekomsten vert bestemt ut frå det kvalitetselementet som gjev den dårlegaste tilstandsklassen, dvs. verste styrer. Dette for å unngå at nokre påverknader kan bli oversett og for å beskytte det mest følsame kvalitetselementet etter føre-var-prinsippet. Vassregionspesifikke miljøgifter (sink og kopar) er inkludert i vurderinga av økologisk tilstand, sidan dette er stoff som ikkje står i EUs vassdirektiv (vert bestemt nasjonalt) og som er stoff som kan sleppast ut i betydelege mengder i ein vassførekomst. Samla vurdering av økologisk tilstand er basert på gjennomsnitt av dei ulike kvalitetselementa i tråd med rettleiar 02:13.

Resipienten ved Hognaland er eit terskla og skjerma område som naturleg vil bestå av sediment med høgare organisk innhald. Granskinga av resipienten i 2017 syner svært gode til gode miljøtilhøve for oksygeninnhald i vassøyla og fjøresoner, samt moderat til dårlege miljøtilhøve for botnfauna og organisk innhald i sediment i sjøområdet utanfor Hognaland (**tabell 22**). Granskinga viser at sjøområdet er påverka av organiske tilførselar og belastinga var som venta høgast direkte ved utsleppet. Moderat belastning i resten av resipienten skuldast naturlege tilhøve, blant anna resipienten sin eigenproduksjon, samt tilførselar frå tilgrensande vassførekomstar, saman med tilførselar til resipienten frå settefiskanlegget og avrenning frå land (skog, myr og landbruk).

I høve til rettleiar 02:13 skal den økologiske tilstanden fastsettast etter det verste styrer-prinsippet, men det blir ikkje riktig å vurdere tilstanden i Hognaland ut i frå prøver tatt direkte ved utsleppskjelda og stasjonen er ikkje inkludert i vurdering av økologisk tilstand. På bakgrunn av dette blir den økologiske tilstanden i Hognaland totalt sett vurdert som moderat (**tabell 22**).

**Tabell 22.** Samanstilling av økologisk tilstand i Sunnalandstraumen-Drevsundet. Tilstandsklasser etter rettleiar 02:2013,97:03 og M608:2016 er angitt med farge; Blå = svært god/bakgrunnsnivå, grøn = god, gul = moderat/mindre god, oransje = dårlig og rød = svært dårlig. For botnfauna (parallele grabbhogg) og fjøresamfunn er det tatt utgangspunkt i snitt av nEQR-verdiar (normalisert ecological quality ratio), sjå metodikk for nærmare beskriving. Oksygen er framstilt med oksygenmetting og ml/l på det djupaste frå kvar stasjon.

Parameter	Økologisk tilstand Sunnalandstraumen - Drevsundet							
	C1*	C2	C3	C4	S1	S2	S3	Snitt
<b>Biologiske kvalitetselement</b>								
Botnfauna	I	IV	III	III	-	-	-	III
Fjøresamfunn	-	-	-	-	II	II	I	II
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselement</b>								
Oksygenmeting (%)	I	I	I	I	-	-	-	
Oksygen (ml/l)	I	I	I	I	-	-	-	I
Kopar (Cu)	II	II	II	II	-	-	-	II
Sink (Zn)	III	III	II	III	-	-	-	III
<b>Økologisk tilstand</b>	<b>Moderat</b>							
<b>Kjemisk tilstand</b>	<b>Udefinert</b>							

\*C1 er nærstasjon i høve til utsleppet og vert ikkje teke med i vurderinga av økologisk tilstand. Tilstandsvurdering av botnfauna ved nærstasjonen er gjort etter NS 9410:2016, men det er også tatt med tilstand etter rettleiar 02:2013 revidert 2015 sjølv om den ikkje skal vektleggast.

## REFERANSAR

- Anderson, LA & JL Sarmiento 1994. Redfield ratios of remineralization determined by nutrient data analysis, *Global Biogeochemical Cycles*, 8(1), 65-80.
- Børshheim, K. 2010. Resipientundersøkelse ved lokalitet Hognaland i Bokn kommune tilhørende Grieg Seafood AS, avd. smolt, 21.04.2010. FoMAS rapport 2010-188, 22 sider
- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – Revidert 2016. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Gray, J.S. & F.B. Mirza 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance in marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10: 142-146.
- Gjøsæter, H., Haug, T., Hauge, M., Karlsen, Ø., Knutsen, J.A., Røttingen, I., Skilbrei, O., Sunnset, B.H. (red.) 2010. Havforskningsrapporten 2010. Fisker og havet, særnr. 1–2010.
- Haugstøl H.E., M. Eilertsen & B. Tveranger 2013. Strandsoneundersøkelse i sjøområdene utenfor Grieg Seafood Rogaland AS avd. Hognaland i Bokn kommune sommeren 2013. Rådgivende Biologer AS, rapport 1806, 29 sider, ISBN 978-82-8308-023-0.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03. TA-1467/1997, 34 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 24 sider.
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelser – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 44 sider.
- Pearson, T.H. 1980. Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J. Farmer, D.M. Levings, C.D. (Eds), NATO Conf. Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.
- Pearson, T. H., J. S. Gray & P. J. Johannessen 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. *Marine Ecology Progress Series* 12: 237-255.
- Redfield, AC, BH Ketchum & FA Richards 1963. The influence of organisms on the composition of sea water, i *The Sea* vol. 2 ed. MN Hill, side 26-77, Wiley-Interscience, New York.
- Thomas, H 2002. Remineralization ratios of carbon, nutrients, and oxygen in the North Atlantic Ocean: A field databased assessment. *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 16, no. 3, 1051.
- Todt C. & M. Eilertsen 2014. MOM C Resipientundersøkelse i sjøområdet utenfor Grieg Seafood Rogaland AS, avd. Hognaland, i Bokn kommune 2014. Rådgivende Biologer AS, rapport 1977, 32 sider, ISBN 978-82-8308-118-3 .

# VEDLEGG

## Vedlegg 1. Analyserapport Eurofins Miljøanalyse AS.



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

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42  
Fax:

**AR-17-MX-003720-01**



**EUNOBE-00024211**

Prøvemottak: 04.08.2017  
Temperatur:  
Analyseperiode: 04.08.2017-26.09.2017  
Referanse: Hognaland resipient

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2017-0804-024</b>	Prøvetakingsdato:	12.07.2017		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C1. Hognaland	Analysestartdato:	04.08.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>a) Fosfor (P)</b>					
a) Totalt fosfor (P)	47200	mg/kg tv	10		NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	48	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	544	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	11	% TS	0.1		EN 13137
<b>a) Total Nitrogen</b>					
a) Totalt nitrogen	1.2	% TS	0.05		EN 18168
a) Total tørrestoff	24.1	% (w/w)	0.1		EN 14346
Total tørrestoff glødetap	31.8	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrestoff	16.4	%	0.02	15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-001 v 141



Prøvenr.:	<b>441-2017-0804-025</b>	Prøvetakingsdato:	12.07.2017		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	C2. Hognaland	Analysestartdato:	04.08.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Fosfor (P)					
a) Totalt fosfor (P)	3700	mg/kg tv	10		NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	51	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	190	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	11	% TS	0.1		EN 13137
a) Total Nitrogen					
a) Totalt nitrogen	1.2	% TS	0.05		EN 16168
a) Total tørstoff	12.7	% (w/w)	0.1		EN 14346
Total tørstoff glødetap	35.6	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	12.3	%	0.02	15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

Prøvenr.:	<b>441-2017-0804-026</b>	Prøvetakingsdato:	12.07.2017		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	C3. Hognaland	Analysestartdato:	04.08.2017		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Fosfor (P)					
a) Totalt fosfor (P)	1030	mg/kg tv	10		NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	29	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	115	mg/kg tv	1		NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12	% TS	0.1		EN 13137
a) Total Nitrogen					
a) Totalt nitrogen	1.2	% TS	0.05		EN 16168
a) Total tørstoff	13.0	% (w/w)	0.1		EN 14346
Total tørstoff glødetap	36.3	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørstoff	12.3	%	0.02	15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner					
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg				Gravimetri

**Teanforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist.    Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr ikke påvist.

Opplysninger om målesikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3

AR-001 v 141



Prøvenr.:	441-2017-0804-027	Prøvetakingsdato:	12.07.2017	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerking:	C4. Hognaland	Analysestartdato:	04.08.2017	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) Fosfor (P)				
a) Totalt fosfor (P)	2730	mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	61	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	220	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	11	% TS	0.1	EN 13137
a) Total Nitrogen				
a) Totalt nitrogen	1.4	% TS	0.05	EN 18188
a) Total tørrstoff	16.6	% (w/w)	0.1	EN 14348
Total tørrstoff gjødetap	32.7	% TS	0.02 5%	NS 4764
Total tørrstoff	14.5	%	0.02 15%	NS 4764
* Kornfordeling 4000-63µm 7 fraksjoner				
* Kornfordeling (>63µm)	Se vedlegg			Gravimetri

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, D-09627, Bobritzsch-Hilbersdorf DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00,

Bergen 26.09.2017

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,-50 e.l. betyr 'Ikke påvist'.

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 3

AR-001 v 141

## Vedlegg 2. Indeksar for blautbotnfauna.

### 1. NQI1 = Norwegian quality index

Den samansette indeksen NQI1 kombinerer gransking av ømfintlegheit (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja mfl., 2000) direkte med artstal og individtal.

$$NQI1 = 0,5 \times \frac{1 - AMBI}{7} + 0,5 \times \frac{\ln(S) / \ln(\ln N)}{2,7} \times \frac{N}{N + 5}$$

kor  $N$  er tal på individ og  $S$  er tal på artar.

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

kor EGI er delen av individa som tilhøyrar toleransegruppe I etc. Tala angir toleranseverdiane. AMBI blir berekna ved bruk av dataprogrammet `ambi_v5` (2012). Det er 6500 marine botndyrartar med toleranseverdi i dette systemet. Høg AMBI-verdi betyr at det finst mange artar med høg sensitivitet (låg toleranse mot påverknad og/eller organisk belasting) i prøva.

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

Komponentane artsrikheit og jamleik (fordeling av tal på individ per art) er samanfatta i Shannon-Wieners diversitetsindeks:

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

der  $p_i = \frac{n_i}{N}$ , og  $n_i$  = tal på individ av arten  $i$ ,  $N$  = totalt tal på individ og  $S$  = totalt tal på artar.

Dersom artstalet er høgt, og fordelinga mellom artane er jamn, blir verdien på denne indeksen ( $H'$ ) høg. Dersom ein art dominerer og/eller prøva inneheld få artar blir verdien låg. Prøver med jamn fordeling av individa blant artane gir høg diversitet, også ved eit lågt artstal. Ei slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse sjølv om det er få artar (Molvær m. fl. 1997).

### 3. $ES_{100}$ = Hurlberts indeks

Denne indeksen skildrar venta tal på artar blant 100 vilkårleg valde individ i ei prøve.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{N - N_i! / (N - N_i - 100)! \times 100!}{N! / (N - 100)! \times 100!}$$

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

### 4. $ISI_{2012}$ = Indicator species index (sjå Rygg (2002) og oppdatering 2012 (Rygg & Norling 2013) med revidert og utvida artsliste)

Indikatorartsindeksar som  $ISI_{2012}$  (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på botnfauna på grunnlag av ulike artars reaksjon på ugunstige miljøtilhøve. Artar som er sensitive for miljøpåverknader har høge sensitivitetsverdiar, mens artar med høg toleranse har låge verdiar.

$$ISI_{2012} = \sum_i^s \left( \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right)$$

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

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

### 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 finst i ei prøve. Her er det – i samsvar med ISI<sub>2012</sub> – 591 artar som har tilordna sensitivitetsverdi.

$$NSI = \sum_i^s \left[ \frac{(N_i \times NSI_i)}{N_{NSI}} \right]$$

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

### 6. DI = Density index

DI er ein ny indeks for individtettleik (tal på dyr per 0,1 m<sup>2</sup>) som tek omsyn til at svært høge og svært låge individtal kan indikere dårleg miljøtilstand.

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

DI er spesielt eigna for å klassifisere individfattige botndyrsamfunn. Lågt individtal kan finnast på botn med stabilt dårlege oksygentilhøve (t.d. oksygenfattige fjordar) mens ekstremt høgt individtal av tolerante artar oftast peikar på organisk belastning.

**Vedlegg 3.** Oversikt over botndyr funne i sediment på stasjonane C1-C4 ved lokaliteten Hognaland, 12. juli 2017. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikkje gitt.

Hognaland/ 2017		C1		C2		C3		C4	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk									
<b>CNIDARIA</b>									
							1		
<b>NEMATODA</b>									
	X	x	x	x	x	x			
<b>POLYCHAETA</b>									
									1
		1							
		306	54	5	4	14	80	26	
					1				
		4							
		1	1	2	1	3	5	1	
			1		1				
		110	56						
							1		
									1
		1	4	11	10	1	3	14	
		1		9	5	8	19	7	1
		34	6	2	2	2	15		
									1
							1		
		5	1			1	1		
				1			1		
			3	40	41	6	61		1
<b>MOLLUSCA</b>									
		2	1	24	11	3	4	6	
	X					1			
	X			1		1			
			2	108	57	24	31	26	
			1	1					
		1		16	2	2	12	4	1
			1	1	1	2	1		
				1		1	1		
									2
<b>CRUSTACEA</b>									
	X	3		2			1	2	1
		8	38				6		
	X	2	5	4	2	8	4	8	3
		2	2	2	1	3	2	6	
		9				2	3	4	
		15							
<b>ECHINODERMATA</b>									
			22	3	4	14	23	3	
			4	1	1	1	4	1	
			1						
									1

<b>Hognaland/ 2017</b>		<b>C1</b>		<b>C2</b>		<b>C3</b>		<b>C4</b>	
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
<b>PISCES</b>									
Pisces	X								1
<b>INSECTA</b>									
Chironomida larvae	X						1		
<b>BRYOZOA</b>									
Bryozoa	X						x		

**Vedlegg 4. Stasjonskjema for fjøresonegransking for stasjon S1-S3 ved Hognaland 11. juli 2017.**

Generell informasjon			
Navn på fjæra(Stasjon)	S1 Brattavika (2017)	Dato:	11.07.2017 dd.mm.yyyy
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	19:15 hh:mm
Koordinattype (EU98, WGS84, UTM m/sone, STAIENS SJØKART, etc.)	WGS 84	Vannstand over lavvann	0,34 0,0 m
Nord	59° 10, 941'N	Tid for lavvann	18:51 hh:mm
Øst	05° 25, 274'Ø		
<b>Beskrivelse av fjæra</b>			
Turbid vann ? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Sandskuring ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Kalkstein ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
		Poeng:	6
<b>Dominerende fjæretype (Habitat)</b>			
Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Platformer	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Bratt / Vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text" value="2"/>
Uspesifisert hardt substrat	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:	<input type="text"/>
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	2
<b>Andre fjæretyper (Subhabitat)</b>			
(>3 m bred og <50cm dyp)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Store fjæreplytter (>6 m lang)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Dype fjæreplytter (50 % >100cm)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Mindre fjæreplytter	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Store huler	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Større overheng og vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Ingen	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	0
<b>Forekomst</b>			
	Enkeltfunn = 1	Spredt = 2	Vanlig = 3
			Dominerende = 4
<b>Dominerende Arter</b>			
Grisetang			3
Bleretang			3
Mosaikk av rødalger			
Grønnalger			4
Blåskjell			
Rur			3
Albueskjell			3
Strandsnegl			4
Sjøpinnsvin i sjøsonen			
		Justering for norske forhold:	3
		Sum poeng:	11
		<b>FJÆREPOTENSIAL</b>	<b>1,29</b>
<b>Generelle kommentarer</b>			

Generell informasjon			
Navn på fjæra(Stasjon)	S2 Sørenstoa (2017)	Dato:	11.07.2017 dd.mm.yyyy
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	16:30 hh:mm
Koordinattype (EU98, WGS84, UTM m/sone, STAIENS SJØKART, etc.)	WGS84	Vannstand over lavvann	0,34 0,0 m
Nord	59°10, 806'N	Tid for lavvann	18:51 hh:mm
Øst	05°25, 376'Ø		
<b>Beskrivelse av fjæra</b>			
Turbid vann ? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Sandskuring ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Kalkstein ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
		Poeng:	<input type="text" value="6"/>
<b>Dominerende fjærtype (Habitat)</b>			
Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Plattform	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:	<input type="text" value="3"/>
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Bratt / Vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Uspesifisert hardt substrat	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:	<input type="text"/>
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	<input type="text" value="3"/>
<b>Andre fjærtypen (Subhabitat)</b>			
(>3 m bred og <50cm dyp)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Store fjærepytter (>6 m lang)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Dype fjærepytter (50 % >100cm)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Mindre fjærepytter	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Store huler	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Større overheng og vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Ingen	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	<input type="text" value="0"/>
<b>Forekomst</b>			
<b>Dominerende Arter</b>	Enkeltfunn = 1	Spredt = 2	Vanlig = 3
			Dominerende = 4
Grisetang			<input type="text" value="4"/>
Blåretang		<input type="text" value="3"/>	
Mosaikk av rødalger			
Grønnalger	<input type="text" value="2"/>		
Blåskjell			
Rur		<input type="text" value="3"/>	
Albueskjell		<input type="text" value="3"/>	
Strandsnegl		<input type="text" value="3"/>	
Sjøpinnsvin i sjøsonen			
		Justering for norske forhold:	<input type="text" value="3"/>
		Sum poeng:	<input type="text" value="12"/>
		<b>FJÆREPOTENSIAL</b>	<input type="text" value="1,21"/>
<b>Generelle kommentarer</b>			

Generell informasjon			
Navn på fjæra(Stasjon)	S3 Røssholmen (2017)	Dato:	11.07.2017 dd.mm.yyyy
Vanntype:	Beskyttet kyst/fjord	Tid:	17:45 hh:mm
Koordinattype (EU98, WGS84, UTM m/sone, STAIENS SJØKART, etc.)	WGS84	Vannstand over lavvann	0,34 0,0 m
Nord	59°10, 536'N	Tid for lavvann	18:51 hh:mm
Øst	05°25, 290'Ø		
<b>Beskrivelse av fjæra</b>			
Turbid vann ? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Sandskuring ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
Kalkstein ?	Ja = 0, Nei = 2	Svar :	<input type="text" value="2"/>
		Poeng:	6
<b>Dominerende fjærtype (Habitat)</b>			
Små kløfter/ sterkt oppsprukket fjell/ overheng/ Plattform	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Oppsprukket fjell	Ja = 3	Svar:	<input type="text" value="3"/>
Små, middels og store kampestein	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Bratt / Vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Uspesifisert hardt substrat	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Små og store steiner	Ja = 1	Svar:	<input type="text"/>
Shingle/grus	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	3
<b>Andre fjæretyper (Subhabitat)</b>			
(>3 m bred og <50cm dyp)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Store fjæreplytter (>6 m lang)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Dype fjæreplytter (50 % >100cm)	Ja = 4	Svar:	<input type="text"/>
Mindre fjæreplytter	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Store huler	Ja = 3	Svar:	<input type="text"/>
Større overheng og vertikalt fjell	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Andre habitat typer (spesifiser)	Ja = 2	Svar:	<input type="text"/>
Ingen	Ja = 0	Svar:	<input type="text"/>
		Poeng:	0
<b>Forekomst</b>			
	Enkeltfunn = 1	Spredt = 2	Vanlig = 3
			Dominerende = 4
<b>Dominerende Arter</b>			
Grisetang	<input type="text" value="2"/>		
Blæretang			
Mosaikk av rødalger			
Grønnalger		<input type="text" value="3"/>	
Blåskjell			
Rur			<input type="text" value="4"/>
Albueskjell	<input type="text" value="2"/>		
Strandsnegl			<input type="text" value="4"/>
Sjøpinnsvin i sjøsonen			
		Justering for norske forhold:	3
		Sum poeng:	12
		<b>FJÆREPOTENSIAL</b>	<b>1,21</b>
<b>Generelle kommentarer</b>			

**Vedlegg 5.** Oversikt over registrerte artar frå strandsonekartlegging og innsamla materiale frå fire stasjonar 11. juli 2017. Artar/grupper nærmare bestemt til art i parentes (), + = identifisert på lab, 1 = enkeltfunn, 2 = 0-5 %, 3 = 5-25 %, 4 = 25-50 %, 5 = 50-75 %, 6 = 75-100 %.

Stasjon	S1	S2	S3	Stasjon	S1	S2	S3
<b>GRØNALGAR</b>				<b>RAUDALGAR</b>			
<i>Bryopsis</i> sp.		+	+	<i>Ahnfeltia plicata</i>			2
<i>Chaetomorpha/Rhizoclonium</i>	+	+		<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	5	5	3
<i>Cladophora albida</i>		+		<i>Callithamnion</i> sp.		2	+
<i>Cladophora rupestris</i>		2	2	<i>Ceramium nodulosum</i>	3	2	2
<i>Cladophora</i> sp.	+	(2)	2	<i>Ceramium</i> sp.		+	+
<i>Ulva intestinalis</i>	2			<i>Chondrus crispus</i>	+		2
<i>Ulva lactuca</i>		2		<i>Corallina officinalis</i>	3	5	2
<i>Ulva</i> sp. inkl <i>Enteromorpha</i> sp.	(2)	2	2	<i>Dasysiphonia japonica</i>			2
<b>Tal på grønalgar</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3	2	4
<b>BRUNALGAR</b>				<i>Hildenbrandia rubra</i>		2	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	4	2	6	<i>Lomentaria clavellosa</i>		3	
<i>Asperococcus bullosus</i>	2	2	2	<i>Mastocarpus stellatus</i>	3	4	4
<i>Asperococcus fistulosus</i>	+		+	<i>Osmundea</i> sp.	2		2
<i>Chorda filum</i>	2	2	4	<i>Polysiphonia</i> sp.	2	(2)	
<i>Chordaria flagelliformis</i>		2		<i>Polysiphonia stricta</i>		2	
<i>Cladostephus spongiosus</i>	2		2	<i>Rhodomela confervoides</i>	2		
<i>Colpomenia peregrina</i>	2	3	2	<i>Rhodomela lycopoides</i>			2
<i>Dictyota dichotoma</i>	2	2	3	<i>Vertebrata lanosa</i>	2	2	2
<i>Ectocarpus</i> sp.	+	4		Skorpeformende kalkalger	3	3	3
<i>Fucus serratus</i>	3		4	<b>Tal på raudalgar</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>14</b>
<i>Fucus spiralis</i>			3	<b>FAUNA</b>			
<i>Fucus vesiculosus</i>	3	2	2	Fastsittande (dekningsgrad):			
<i>Halidrys siliquosa</i>	1			<i>Electra pilosa</i>			2
<i>Himanthalia elongata</i>	1			<i>Membranipora membranacea</i>	2	3	2
<i>Laminaria hyperborea</i>	2	2	2	<i>Semibalanus balanoides</i>	4	6	3
<i>Leathesia difformis</i>	2	2	2	<i>Spirorbis spirorbis</i>	3	2	2
<i>Mesogloia vermiculata</i>		2	2	Mobile/spreidd (antal):			
<i>Pelvetia canaliculata</i>			2	<i>Asterias rubens</i>		2	
<i>Pilayella littoralis</i>	+			<i>Carcinus maenas</i>			2
<i>Saccharina latissima</i>	2	2	2	<i>Littorina littorea</i>	4	4	3
<i>Sargassum muticum</i>	2	3	2	<i>Metridium senile</i>	1		2
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	2	3	2	<i>Nucella lapillus</i>		3	
<i>Spermatochnus paradoxus</i>	4			<i>Patella vulgata</i>	2	2	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	2			<i>Tunicata</i>			2
<i>Sphacelaria</i> sp.	(2)	2	2	<b>Tal på dyreartar</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
<b>Tal på brunalgar</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>18</b>				