

R
A
P
P
O
R
T

C-gransking på lokaliteten
Kviteskjeret i Askvoll
kommune 2016



Rådgivende Biologer AS 2414



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

C-gransking på lokaliteten Kviteskjeret i Askvoll kommune 2016

FORFATTARAR:

Silje Elvatun Sikveland, Christiane Todt & Mette Eilertsen

OPPDRAKGJEGVAR:

Steinvik Fiskefarm AS

OPPDRAGET GITT:

27. september 2017

ARBEIDET UTFØRT:

05. oktober 2016

RAPPORT DATO:

18.april 2017

RAPPORT NR:

2414

ANTAL SIDER:

31

ISBN NR:

978-82-8308-349-1

EMNEORD:

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - Resipientgransking | - Oksygenmetting |
| - Oppdrettsanlegg i sjø | - Sedimentkvalitet |
| - Askvoll | - Blautbotnfauna |

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført av	Akkreditering/Test nr.
Prøvetaking blautbotn	Rådgivende Biologer AS E. Brekke, & S. E. Sikveland	Test 288
Kjemiske analyser	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003**
Grovsortering, identifikasjon og indeksberegning av blautbotnfauna	Rådgivende Biologer AS E. Gerasimova, K. Stiller, H. Bergum, L. Ohnheiser, E. Gerasimova og C. Todt	Test 288
Diskusjon med vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS S. E. Sikveland, C. Todt	Test 288

*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

**Kornfordelingsanalyse ikke utført akkreditert.

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Mette Eilertsen	10.04. 2017	Fagansvarleg Marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnr 843 667 082-mva

Internett : www.rådgivende-biologer.no E-post: post@rådgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefaks: 55 31 62 75

Framsidebilete: Lokaliteten ved prøvetakingsdato, 5. oktober 2016. Foto: E. Brekke.

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har utført ei C-gransking ved oppdrettslokaliteten Kviteskjeret i Askvoll kommune. Lokaliteten ligg i Stavfjorden i Merkesvika, og har ei maksimal tillaten biomasse (MTB) på 3120 tonn. Granskinga er gjort på bakgrunn av førespurnad frå Steinvik Fiskefarm.

Granskinga er utført etter krav i NS 9410:2016. Erling Brekke og Silje Elvatun Sikveland samla inn prøver av sediment og botndyr den 5. oktober 2016. Prøvetakinga vart utført ved ca. 60 % av maksimal belastning. Denne rapporten presenterer prøvetaking, resultat og vurdering frå innsamling av sediment, botndyr, og hydrografiprofil.

Rådgivende Biologer AS takkar Steinvik Fiskefarm AS ved Inger Svare Kvien for oppdraget, og Thrond Selvik for assistanse i forbindelse med feltarbeidet.

Bergen, 18. april 2017.

INNHOLD

Føreord	2
Samandrag	3
Områdeskildring	4
Produksjon	6
Metode og datagrunnlag	7
Hydrografi	7
Sediment	7
Resultat	11
Hydrografi	11
Sedimentkvalitet	12
Blautbotnfauna	17
Diskusjon	23
Referansar	25
Vedlegg	26

Rapporten må ikkje kopierast ufullstendig utan godkjenning frå Rådgivende Biologer AS.

SAMANDRAG

Sikveland, E. S., C. Todt & M. Eilertsen 2017

C-gransking på lokaliteten Kviteskeret i Askvoll kommune 2016

Rådgivende Biologer AS, rapport 2414, 31 sider. ISBN 978-82-8308-349-1.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Steinvik Fiskefarm AS utført ei C-gransking nord i Askvoll kommune. Den 5. oktober 2016 vart det samla inn prøver av sediment og botnfauna på stasjonane C1–C4, samt tatt hydrografimåling på den djupaste stasjonen, C2.

Lokaliteten ligg nord for Stavenesodden, i indre del av Stavfjorden i Askvoll kommune. Anlegget er eksponert for vind og vær fra vest og nordvest, men ligg skjerma fra aust til sør. Botn under anleggsområdet er relativt slakt og grunt med djupner mellom 50-100 m.

Hydrografiprofil syner gode tilhøve i botnvatnet med eit oksygeninnhald innanfor tilstandsklasse I = "svært god" på stasjon på C2 .

Klassifisering av sediment og botnfauna er gjort i høve til krav i NS 9410:2016 og Vassdirektivets rettleiar 02:2013. Botnfauna i nærsoma (C1) vart klassifisert etter grenseverdiar i NS 9410:2016. Stasjonen C1 nær anlegget hamna i tilstandsklasse «svært dårlig» grunna dominans av ein forureiningstolerant art. Stasjon C2, i ytterkanten til overgangssona, 410 meter frå anlegget, hamna i tilstandsklasse «svært god», medan stasjon C3 og C4 i overgangssona fekk «god» tilstand. Artsantalet var lågt på stasjonen nær anlegget, elles var artstalet høgt på resten av stasjonane i overgangssona, samt den ytste stasjonen, noko som viser til ein viss gjødslingseffekt ifrå anlegget.

Det var variasjon i sedimentterande tilhøve mellom stasjonane, men med stort sett høg andel sand for samtlige stasjonar. Mengde normalisert totalt organisk karbon varierte også mellom stasjonane, der stasjonane i overgangssona låg mellom tilstandsklasse 1= «svært god» og tilstandsklasse 3= «moderat», medan stasjonen i nærsoma fekk tilstandsklasse 4= «svært dårlig». Analysar av kopar og sink i sedimentet synteteste tilstandsklasse for stasjonane i overgangssona, og tilstand «god» for kopar og «moderat» for sink i nærsoma.

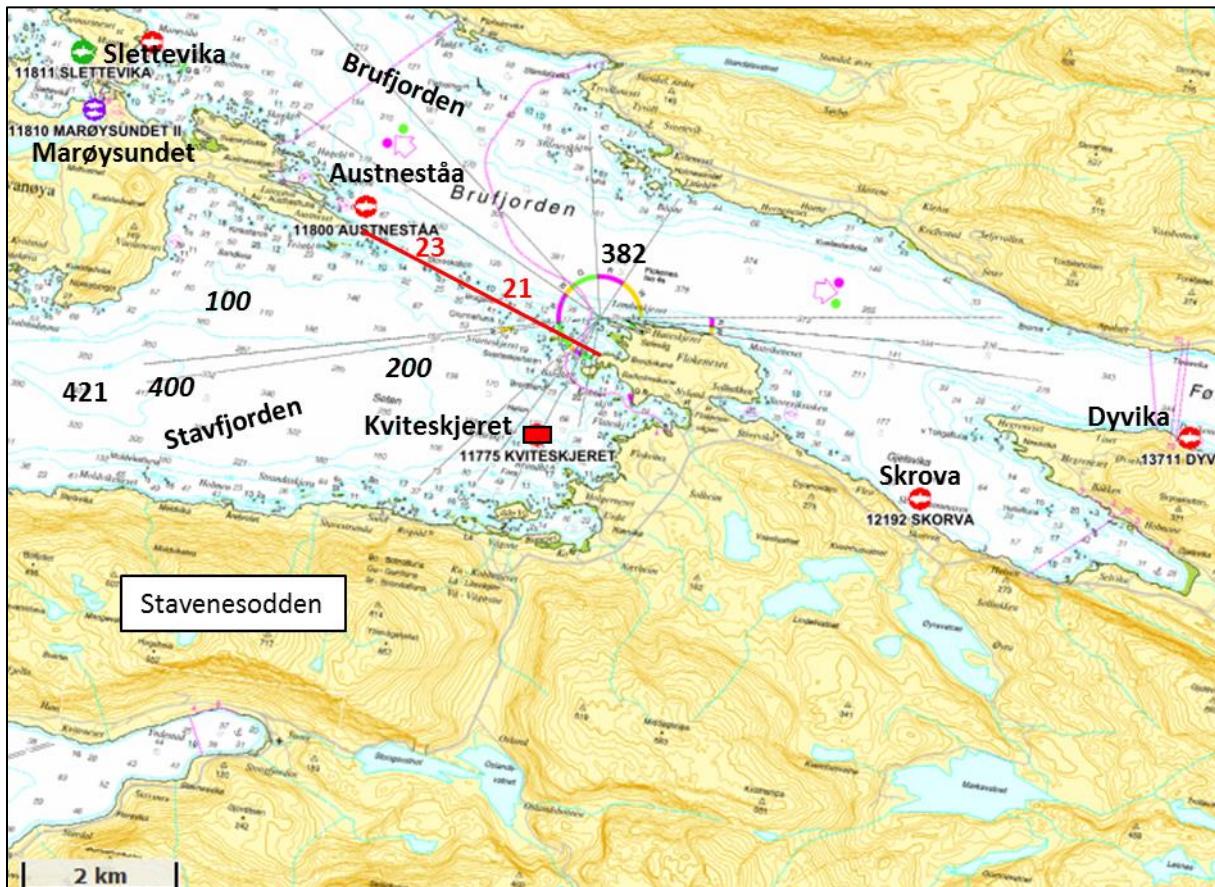
C-granskinga syner stor påverknad i nærsoma til anlegget, medan overgangssona framstår som lite påverka, noko som indikerer at resipienten taklar dagens produksjon godt, og påverknaden er i all hovudsak lokal, med ein liten gjødslingseffekt i overgangsona. Den ytste stasjonen framstår som upåverka av organiske tilførslar.

Tabell 1. Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjonane C1-C4, 5. oktober 2016. Gjeldande parametrar for miljøtilstand ved lokaliteten har ulike fargekodar. Tilstandsklassifisering etter rettleiar 02:2013: I=blå, II=grøn, III=gul, IV=oransje og V=raud. Miljøtilstand etter NS 9410: 1=blå, 2=grøn, 3=gul og 4=raud.

Stasjon	NS 9410:2016				Rettleiar 02:2013			
	pH/Eh	C-tilstand	B-tilstand	TOC	O ₂ botn	nEQR grabb	nEQR stasjon	Økologisk tilstand
C1	1	3	1	65,23	-	0,174	0,189	Svært dårlig
C2	1	1	1	23,56	I	0,797	0,827	Svært god
C3	1	1	1	30,91	-	0,764	0,782	God
C4	1	1	1	17,36	-	0,767	0,792	God

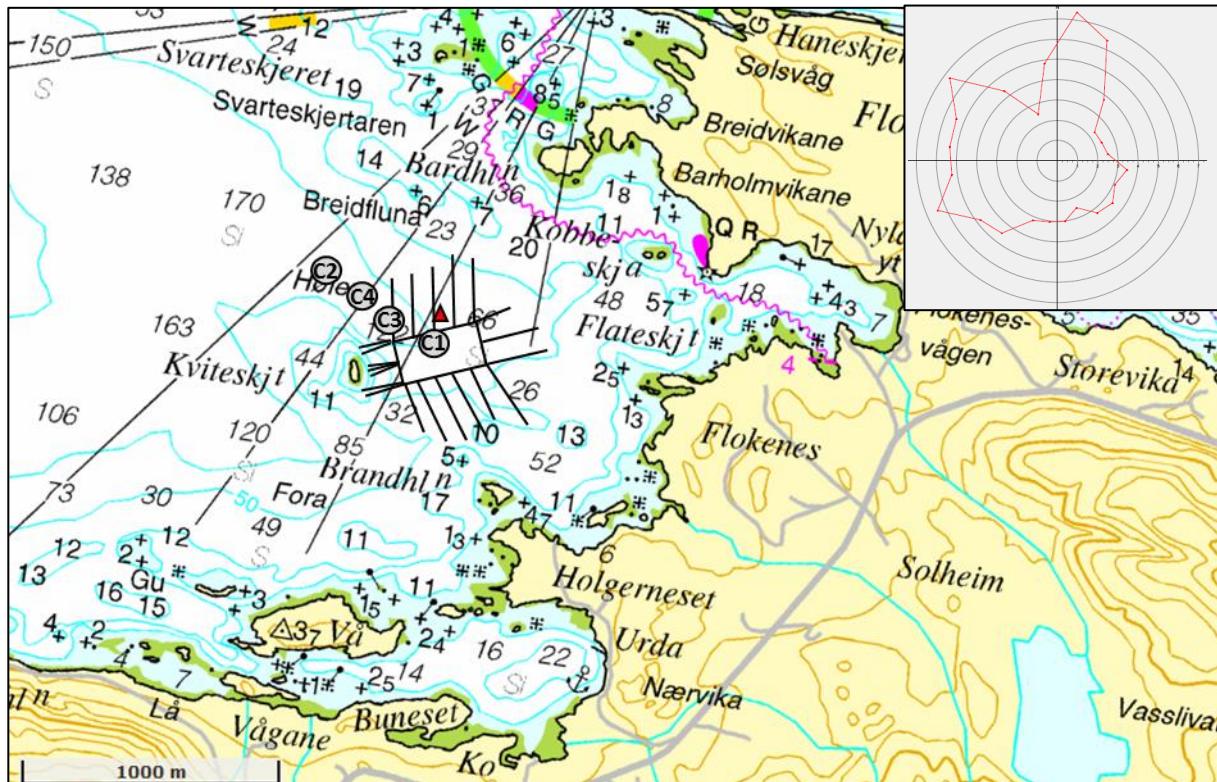
OMRÅDESKILDRING

Lokaliteten Kviteskjeret ligg nord i Askvoll kommune i Sogn og Fjordane. Lokaliteten ligg inst i Stavfjorden like sørvest for Flokeneset (**figur 1, figur 2**). Lokalitetområdet er eksponert for vêr og vind fra vest til nordvest, men ligg beskytta frå sør til aust. Det er eit stort fjordbasseng med maksimaldjupne på 421 m i indre delar av Stavfjorden, som ligg ca. 5,6 km vest for anlegget. Mot nordaust grunnast fjorden til ein terskel mellom Stavfjorden og Brufjorden på ca. 23 m djup mellom Flokeneset og Austneståa.



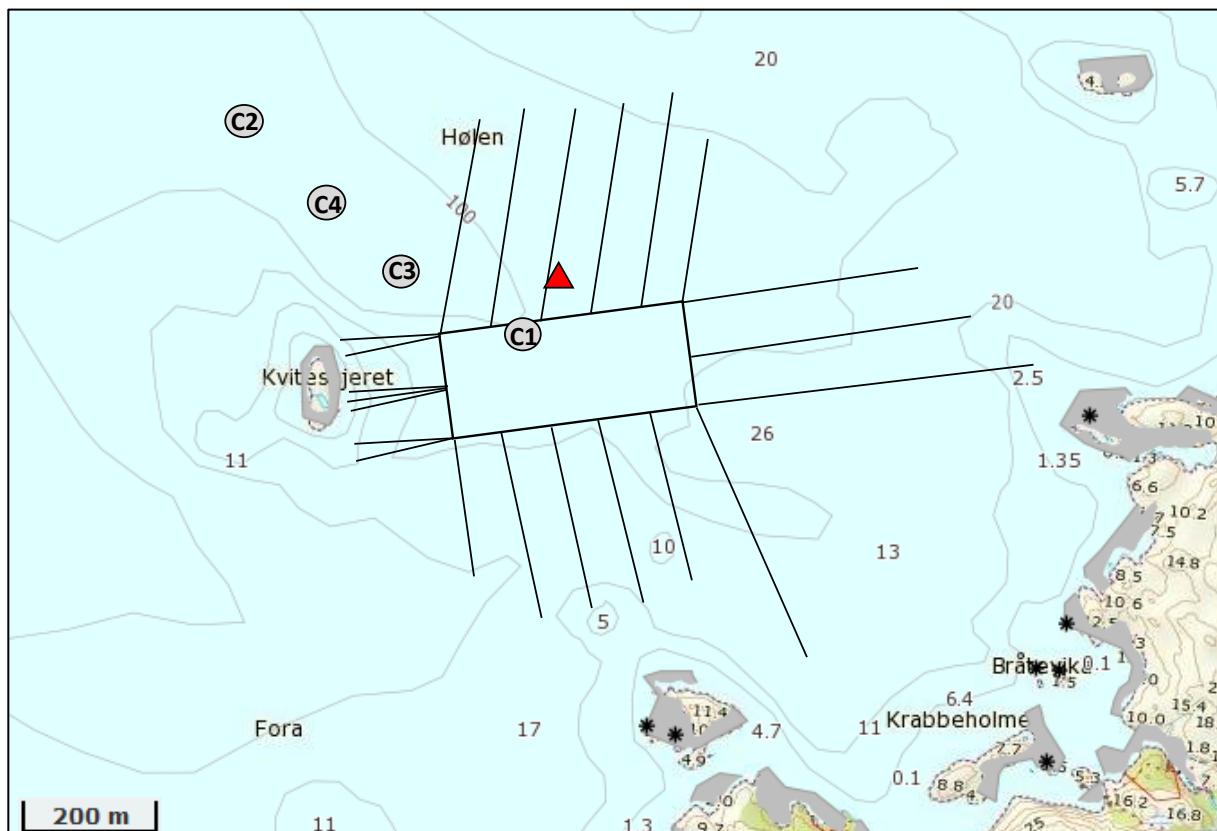
Figur 1. Oversiktskart over sjøområda rundt lokaliteten (raud firkant). Omkringliggende oppdrettslokalar er markert. Tersklar er markert med raud skrift, spesielt dype punkt og djupnekoter er markert. Kartgrunnlag er henta fra <http://kart.fiskeridir.no/>.

I lokalitetsområdet ligg det ei renne frå midten av anlegget som strekkjer seg i nordnordvestleg retning som vidare flatar ut mot det djupe og flate fjordbasseneget i Stavfjorden (**figur 2**). I vest grunnast det mot Kviteskjeren, og i sør, aust og nord grunnast det mot land. Sørvest ved anlegget er det ein terskel på 32 meter før det djupnar vidare mot vest. Hovudstraumretninga vekslar mellom vest og nordnordaust med ein svak vasstransport mot sørvest (Aarseth 2012).



Figur 2. Oversiktskart over lokalitetsområdet med anlegg, fortøyingsliner, straumrigg (raud trekant). Straumretninga er vist med vasstransport (relativ fluks) på 15 m djup oppe til høyre i figuren (Aarseth 2012). Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.fiskeridir.no/>.

Anlegget ligg over noko kupert fjellbotn med djupner mellom ca. 50 til 110 m, og det er djupast langs anleggets langside mot nordvest, og grunnast ved den søraustlege sida av anlegget (**figur 3**).



Figur 3. Anlegget med fortøyinger slik det låg på granskingsdagen, samt plassering av dei fire grabbstasjonane (C), og posisjon for straummåling (raud). Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.fiskeridir.no/>.

PRODUKSJON

Lokaliteten Kvitesjernet har vore i drift sidan 2005, og er godkjent for ein MTB på 3120 tonn, og ein nyttar følgjande konsesjonar på lokaliteten: HR 0015 + SFA 0010 + 0011 og SFA 0028. Anlegget består av to rekkjer med fem 130 m ringer (**figur 3**). Det ligg ein fôrflåte på anleggets sørvestlege side. Ved prøvetakingsdato var det ein stående biomasse på 1988 tonn av 720 268 fisk med ei snittvekt på 2,7 kg. Det har vore utsett av fisk hausten 2011, 2013 og 2015. Årlege produksjonstal og fôrmengd for utsetta er vist i

tabell 2.

Tabell 2. Årlege fôr- og produksjonsopplysningar for 2013-2016.

	2013	2014	2015	2016
Fôrmengde (tonn)	616	2733	152	3106
Produksjon (tonn)	580	2092	148	2899

METODE OG DATAGRUNNLAG

C-gransking er gjennomført i høve til Norsk Standard NS 9410:2016 og består av ei skildring av botntilhøva i området rundt oppdrettslokaliteten. Granskinga skal avdekke miljøtilstanden i sedimentet nær anlegget og utover i resipienten i høve til straumretninga og botntopografi. Det er utført analyser av **sedimentkvalitet, blautbotnfauna, i tillegg til hydrografisk profil**. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 (Direktoratsgruppa for vanndirektivet).

HYDROGRAFI

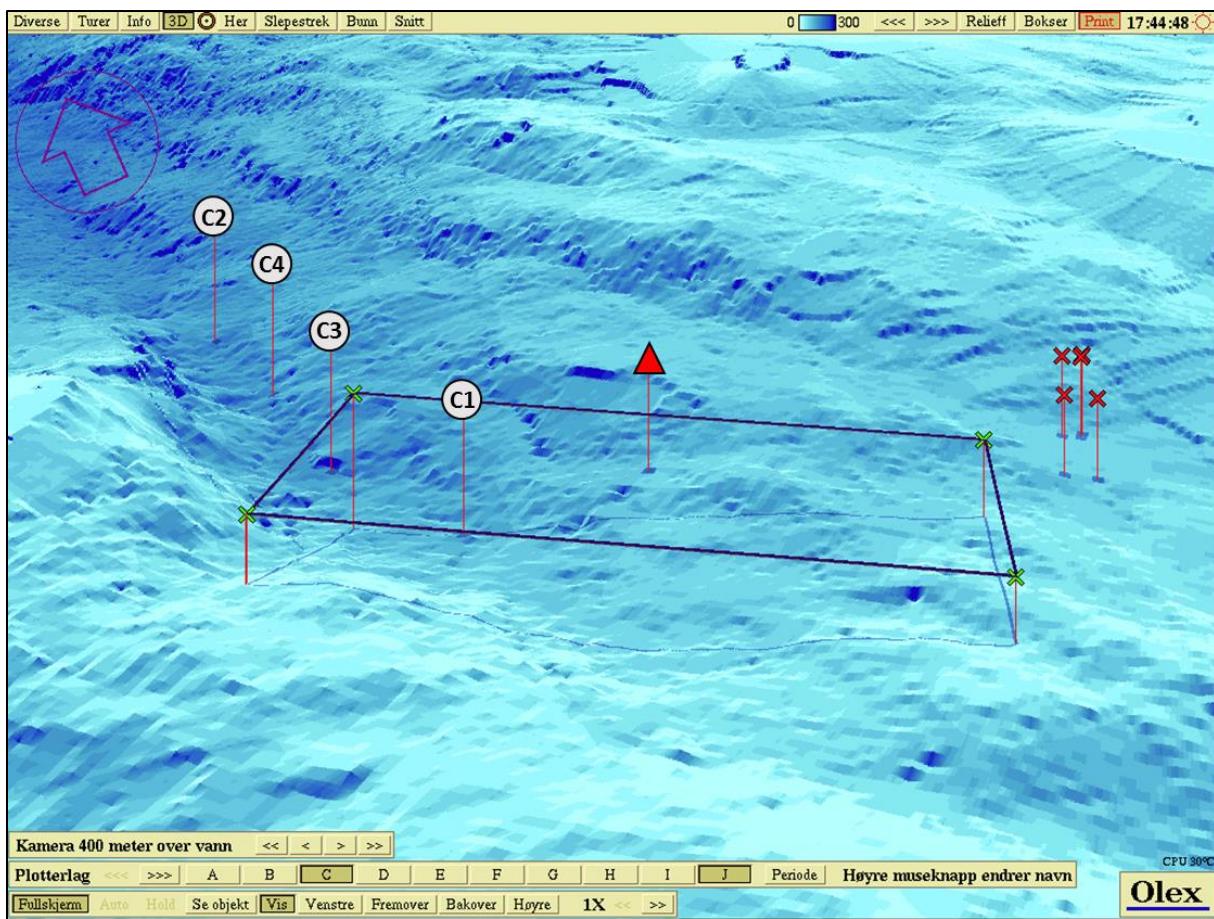
Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 på stasjon C2. Sonden vart senka ned til botn, og registrerte temperatur, saltinnhald, oksygen og djup kvart andre sekund.

SEDIMENT

Den 5. oktober vart det tatt sedimentprøvar på fire stasjonar (C1-C4) for analyse av blautbotnfauna og kjemiske tilhøve i høve til Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2013. Det vart nytta ein 0,1 m² stor van Veen-grabb for henting av prøvemateriale frå blautbotn. Grabben har maksimalt volum 15 l (=18 cm sedimentdjupne i midten av grabben) På kvar stasjon vart det tatt ein prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametrar, og to parallelle prøver for analyse av fauna.

PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking etter NS 9410:2016 vart bestemt ut frå topografi og straumtilhøve i området. Stasjon C1 vart lagt i nærsoma til anlegget, om lag ca. 25 meter nordnordvest utanfor den djupaste delen av anlegget (**figur 4**) og er nokolunde nedstraums anlegget (jf. **figur 2**). Stasjon C3 og C4 vart plassert innanfor overgangssona, ca. 130- 270 m frå anlegget. Stasjon C2 vart lagt i ytterkanten av overgangssona, ca. 410 meter frå anlegget. Stasjon C3 vart lagt i djupålen mot nordvest, der ein forventa å finne blautbotn. Stasjon C4 vart forsøkt lagt nordaust for anlegget, der det er eit ganske stort og nesten flatt platå med djupner mellom ca. 50-70 meter. På fem forsøk fekk ein stein i grabbopninga på tre av dei, tom grabb på eitt forsøk, og ca. 6 cm relativt grovt sediment på eitt av dei. Stasjonen vart dermed forkasta, og flytta til djupålen i nordvest, mellom stasjon C2 og C3 (**figur 4**). Det er truleg berre i denne djupålen det er mogeleg å få opp representativt sediment. Det var forholdsvis greitt å få opp representativ prøve på stasjonane. På stasjon C2, i ytterkanten av overgangssona, måtte ein bruke tre forsøk på å få opp prøve på andre parallel på grunn av tom grabb og stein i grabbopninga, og stasjonen vart derfor flytta ca. 25 meter sørover, nærmare anlegget, ved siste forsøk.



Figur 4. Tredimensjonalt Olex-kart av botn med ramme for anlegget, plassering av grabbstasjonane C1 – C4 (grå sirkler) og posisjon for straummåling (raud trekant). Det er også lagt inn punkt for mislykka forsøk (raude kryss). Perspektivet er fra 400 m over havet, og ein ser anlegget om lag frå sør mot nordnordvest.

Tabell 3. Posisjonar (WGS 84), djupne og avstand til anlegg for stasjonane i samband med granskninga ved Kviteskjær i Askvoll kommune den 5. oktober 2016.

Stasjon:	C1	C2	C3	C4
Posisjon nord	61°28,124'	61°28,244'	61°28,162'	61°28,208'
Posisjon aust	5°13,365'	5°12,876'	5°13,149'	5°13,012'
Djupne (m)	111	130	125	130
Avstand til anlegg (m)	25	410	130	270

KORNFORDELING OG KJEMI

For vurdering av sedimentkvalitet, dvs. kornfordelingsanalyse og kjemiske analyser (tørrstoff, glødetap, TOC, kopar, sink, nitrogen og fosfor i høve til NS 9410) vart det tatt eit grabbhogg på kvar stasjon med ein $0,1 \text{ m}^2$ van Veen grabb, som er modifisert for å hindre overfylt grabb og forstyrra sedimentoverflate. Prøve for kjemiske analyse vart tatt frå den øvste centimeteren av grabbprøven, medan prøve for kornfordelingsanalyse vart tatt frå dei øvste 5 centimetrane. Analysar er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand, og grus i sedimentet og vert utført gravimetrisk. Innhaldet av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert, men for å kunne nytte resultatet til klassifisering etter Molvær mfl. 1997, skal koncentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgjande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøva:

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

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-T 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 tilsvarende sedimenttemperaturen på feltdagen vart lagt til avlest verdi før innføring i "prøveskjema" (tabell 8). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

BLAUTBOTNFAUNA

For gransking av blautbotnfauna vart det tatt to parallelle sedimentprøvar på kvar stasjon med ein 0,1 m² van Veen grabb. Sedimentet i prøvene frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med holdiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % sprit for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, prøve id og dato.

Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for middelverdien av dei to parallelane og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein fullstendig miljøtilstand. Alle prøver blei sortert, identifisert og kvantifisert i høve til NS-EN ISO 16665:2013.

Miljøtilstand i høve til NS 9410:2016

Frå heilt opp til kjelda til eit utslepp og eit stykke utover i recipienten 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 angje miljøtilstand. Etter NS 9410:2016 vert botnfauna på i nærsoma (C1) klassifisert på grunnlag av talet på artar og samansettningen av artar etter grenseverdiar gjeve i denne standarden (tabell 4).

Tabell 4. Grenseverdiar nytta for vurdering av prøvestasjon C1 sin miljøtilstand (frå NS 9410:2016).

Miljøtilstand	Krav
1 – Meget god	<ul style="list-style-type: none"> - Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m²; - Ingen av artane må utgjera meir enn 65 % av det totale individtalet.
2 – God	<ul style="list-style-type: none"> - 5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m²; - Meir enn 20 individ i eit prøveareal på 0,2 m²; - Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individtalet.
3 - Dårlig	<ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m².
4 – Meget dårlig	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m²

Miljøtilstand i høve til rettleiar 02:2013 revidert 2015

Stasjonar frå overgangssona og utover vert klassifiserast etter grenseverdiar i rettleiar 02:2013– revidert 2015 (tabell 5), men det er gjort indeksbereking av alle enkeltstasjonar som inngår i granskinga.

Klassifisering består av eit system basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer mangfold og tettleik (antal artar og individ) samt førekommst 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 rekna om til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gjeve ein talverdi frå 0-1. Middelverdiane 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. For fastsetjing av granskingsfrekvens vert

resultat frå stasjonar i overgangssona (stasjon C3, C4 osv.) slått saman og behandla som om det var frå ein stasjon, og det vert berekna ein samla tilstandsklasse for overgangssona. Grenseverdiar i NS 9410:2016 fastset tidspunkt for neste gransking på bakgrunn av samla tilstandsklasse i overgangssona, og eventuelt tilstanden på stasjon C2.

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				
		Kvalitetklassar →	svært god	god	moderat	dårlig
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
ES₁₀₀	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI₂₀₁₂	ømfintleghet	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintleghet	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

Maksimalverdien for Shannon indeks ($H_{\max} = \log_2(\text{artsantall})$), jamleiksindeks etter Pielou ($J' = H'/H'_{\max}$) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellane.

For utrekning av indeksar er det brukt følgande 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 i NQI1. Microsoft Excel 2016 er nyttig for å lage tabellar og for berekning av alle andre indeksar.

Geometriske klassar

Då botnfaunaen blir identifisert og kvantifisert, kan artane inndelast i geometriske klassar. Det vil seie at alle artane frå ein stasjon blir gruppert etter kor mange individ kvar art er representert med. Skalaen for dei geometriske klassane er I = 1 individ, II = 2-3 individ, III = 4-7 individ, IV = 8-15 individ per art, osv (tabell 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 antal artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit påverka 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 påverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av dominante artar som førekjem i store mengder, samt at kurva vil bli utvida med fleire geometriske klassar.

Tabell 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

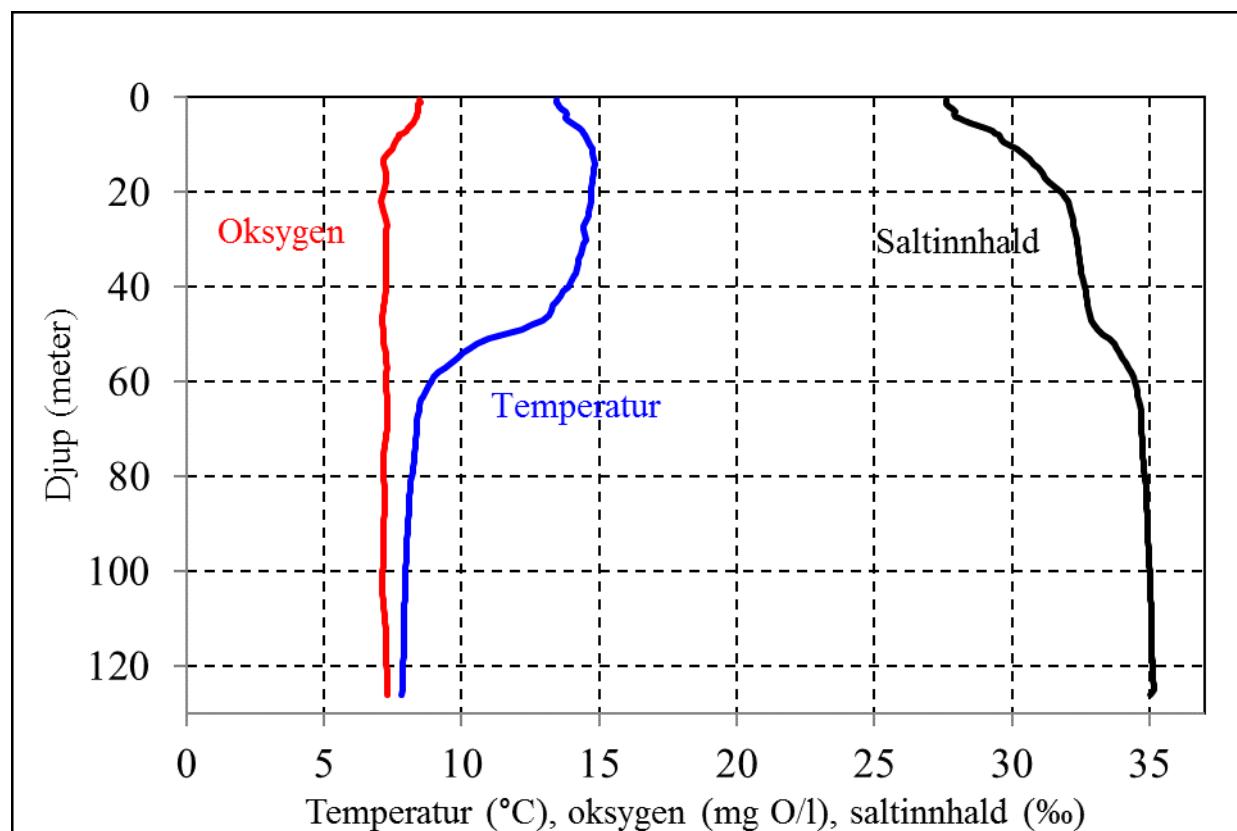
RESULTAT

HYDROGRAFI

Profilen viser at vassøyla i liten grad var ferskvasspåverka. På 1 m djup var saltinnhaldet 27,6 %. Saltinnhaldet auka jamt til 34,5 % på 60 m djup, og vidare ned til botn på 126 m djup var det ei svak auke opp til 35,0 % (figur 5).

Temperaturen var 13,4 °C i overflata og temperaturen sokk jamt til 11,5 °C på 50 m djup. Vidare nedover gjennom vassøyla var det ein svak temperurnedgang, og ved botn var temperaturen 7,8°C.

Heilt i overflata var oksygeninnhaldet 8,5 mg O/l, noko som tilsvarar ein metning på 96 %. Oksygeninnhaldet fall jamt nedover i vassøyla med nokon små variasjonar i oksygeninnhaldet ned til 90 m djup kor det vart målt til 7,1 mg O/l (75 % metting). Ved botn var innhaldet av oksygen 7,3 mg O/l, noko som tilsvarar ei oksygenmetting på 76 %. Innhaldet av oksygen i botnvatnet på 126 m djup på stasjon C2 tilsvarar tilstandsklasse I = "svært god" (rettleiar 02:2013- revidert 2015).

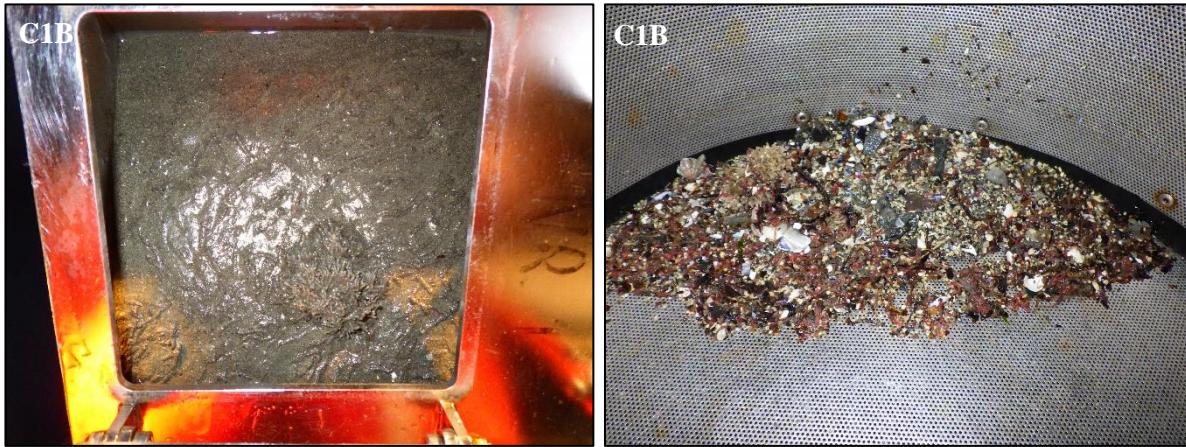


Figur 5. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C2 den 5. oktober 2016.

SEDIMENTKVALITET

SKILDRING AV PRØVENE

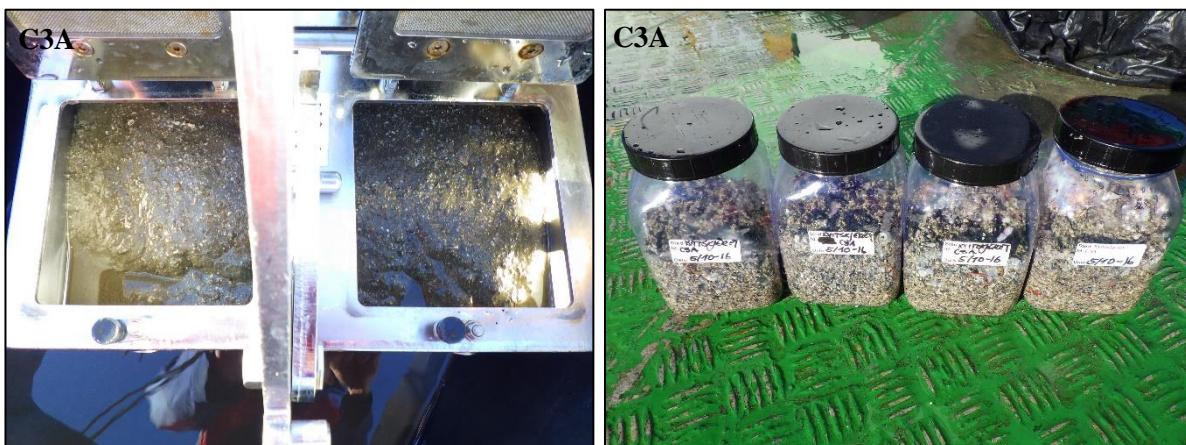
På stasjon **C1** fekk ein frå ca 111 m djup opp ca halvfull og full grabb (7 og 16 cm) grå prøver av mjuk konsistens. Ei prøve hadde antyding av lukt. Prøvene bestod av ca 30 % silt, 70 % sand, samt litt grus og skjelsand.



På stasjon **C2** fekk ein frå ca 130 m djup opp ca ¾ grabb (13–14 cm) med grå og luktfri prøver av mjuk konsistens. Prøvene bestod av ca 10 % leire, 30 % silt, 40 % sand, 10 % grus og 10 % skjelsand.



På stasjon **C3** fekk ein frå ca 125 m djup opp ca ¾ grabb (14–15 cm) med grå og luktfri prøver av mjuk til fast konsistens. Prøvene bestod av ca 10 % leire, 30 % silt, 30 % sand og 30 % skjelsand.



På stasjon C4 fekk ein frå ca 130 m djup opp ca ¾ grabb (13–15 cm) med grå og luktfri prøver av mjuk konsistens. Prøvene bestod av ca 10 % leire, 40 % silt, 45 % sand, 5 % grus og litt skjelsand.



Tabell 7. Feltskildring av sedimentprøvene som vart samla inn ved granskninga 5. oktober 2016.

Stasjon	C1 a/b	C2 a/b	C3 a/b	C4 a/b
Prøvetjukkleik (cm)	7/16	13/14	14/15	13/15
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei
H ₂ S lukt	Nei	Nei	Nei	Nei
Primær-sediment (%):				
Skjelsand	Litt	10	30	Litt
Grus	Spor/litt	10	-	5
Sand	70	40	30	45
Silt	30	30	30	40
Leire	-	10	10	10
Mudder	-	-	-	-

Tabell 8. PRØVESKJEMA for dei ulike parallelleane frå dei fire stasjonane frå granskinga 5. oktober 2016.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer							
			C1		C2		C3		C4	
			A	B	A	B	A	B	A	B
I	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0	0	0
II	pH	verdi	7,94	7,98	7,87	7,72	7,89	7,90	7,92	7,94
	E _h	verdi	25	90	202	188	102	138	165	288
	pH/E _h	frå figur	1	1	0	0	0	0	0	0
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1
Buffertemp: 12 °C Sjøvassstemperatur: 12,8 °C Sedimenttemp: 8 °C pH sjø: 7,91 Eh sjø: 431 mV Referanseelektrode: +217 mV										
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farge	Lys/grå = 0	1	1	0	0	0	0	0	0
		Brun/sv = 2								
	Lukt	Ingen = 0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Noko = 2								
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0					1	1		
		Mjuk = 2	2	2	2	2			2	2
		Laus = 4								
	Grabb-volum	<1/4 = 0								
		1/4 - 3/4 = 1	1			1				1
		> 3/4 = 2		2	2		2	2	2	
	Tjukkleik på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 - 8 cm = 1								
		> 8 cm = 2								
	SUM:		5	5	4	3	3	3	4	3
	Korrigert sum (*0,22)		1,1	1,1	0,88	0,66	0,66	0,66	0,88	0,66
	Tilstand prøve		2	2	1	1	1	1	1	1
II + III	Middelverdi gruppe II+III		1,05	1,05	0,44	0,33	0,33	0,33	0,44	0,33
III	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1

KORNFORDELING OG KJEMI

Resultata frå kornfordelingsanalysen syner variasjon i sedimentterande tilhøve på stasjonane, der stasjon C1 og C3 hadde tilsvarende kornfordeling, medan stasjon C3 og C4 hadde ulike mengder med finstoff og grovt materiale. Sedimentet på dei to stasjonane nærmast anlegget, C1 og C3, var dominert av finkorna sand med verdiar på 89 % og 85 %, medan stasjon C4 hadde nokså lik fordeling av finstoff og sand. Den djupaste stasjonen C2 hadde ein høg andel grus samanlikna med dei andre stasjonane (**tabell 9, figur 6**).

Tabell 9. Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå fire stasjonar ved Kvitesjkeret 5. oktober 2016. Tilstand er markert med farge, som tilsvrar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13 og M-608:2016. Alle resultat for kjemi er presentert i

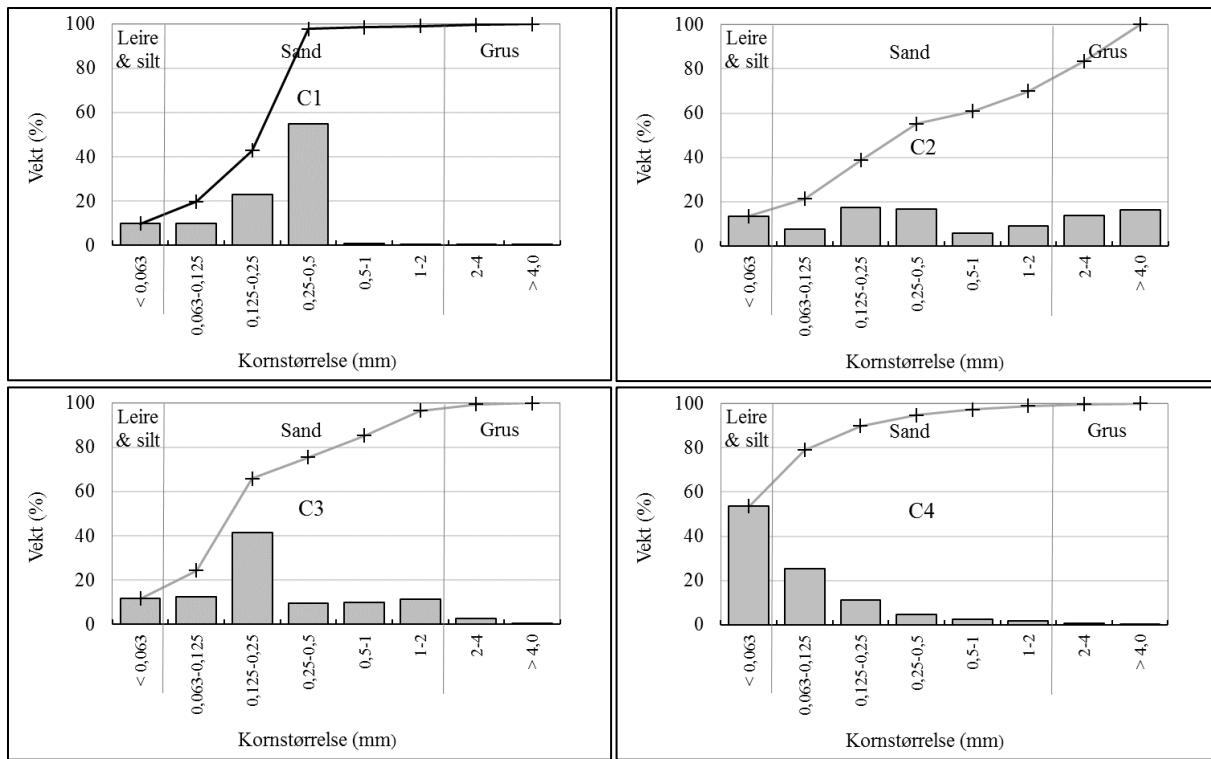
vedlegg 2.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3	C4
Leire & silt	%	9,9	13,6	11,6	53,6
Sand	%	89,2	56,4	85,0	45,3
Grus	%	0,9	30,1	3,4	1,2
Tørrstoff	%	43,9	67,3	60,6	63,3
Glødetap	%	11,5	1,93	4,82	3,26
TOC	mg/g	49	8	15	9
Normalisert TOC	mg/g	65,23	23,56	30,91	17,36
Tot. Fosfor (P)	mg/g	6,7	1	1,3	1,1
Tot. Nitrogen (N)	mg/g	5,4	1,2	1,7	1,3
Kopar (Cu)	mg/kg	74 (II)	11 (I)	16 (I)	10 (I)
Sink (Zn)	mg/kg	430 (III)	59 (I)	69 (I)	47 (I)

Tørrstoffinnhaldet i sedimentprøver vil kunne variere, med lågt innhald i prøver med mykje organisk materiale, og høgare i prøver som inneheld mykje mineralsk materiale. Tørrstoffinnhaldet var relativt høgt og nokså likt på tre av stasjonane, med verdiar på mellom ca. 61 % og 67 %, og 44% på stasjonen i nærsona (C1) til anlegget (**tabell 9**).

Glødetapet var lågt og lite varierande mellom tre av stasjonane, med verdiar frå ca. 2% til 5%. Stasjonen nærmast anlegget hadde eit moderat høgt glødetap på 12 %. Glødetapet er eit indirekte mål på innhaldet av organisk materiale (TOC) i sedimentet. Målt direkte var innhaldet av TOC lågt på stasjonane i overgangssona, og svært høgt på stasjonen i nærsona. Etter normalisering for mengda finstoff i sedimentet var nivået noko høgare, der stasjonane i overgangssona låg mellom tilstandsklasse I = «svært god» og tilstandsklasse III = «moderat», medan stasjonen i nærsona fekk tilstandsklasse IV = «svært dårlig» med omsyn på normalisert TOC. Normalisert TOC vert nytta som eit supplement til vurdering av blautbotnfauna for å få informasjon om organisk belasting (02:2013).

Innhaldet av næringssalt i sedimentet var nokså jamt på alle stasjonane, men det var eit betydeleg høgare innhald av fosfor og nitrogen ved stasjonen i nærsona. Med omsyn til metall hamna stasjonane i overgangssona innan tilstandsklasse I = "bakgrunn", medan stasjonen i nærsona fekk tilstandsklasse «god» for kopar og tilstandsklasse III = «moderat» for sink.



Figur 6. Kornfordeling i sedimentet på stasjonane C1–C4 fra granskninga ved Kvitesjjeret 5. oktober 2016. Figuren viser kornstørrelse 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.

BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i vedlegg 1.

Stasjon C1

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var lågt med 6 artar i grabb a og 11 artar i grabb b (**tabell 10**). Samla verdi for artstal låg på 11, medan middelverdien var 8,5. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var svært høgt med 1397 i grabb a og 2136 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 3533, medan middelverdien var 1766,5. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleksindeksen (J') har ein svært låg verdi, noko som viser til sterkt dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art ved stasjonen var den svært forureiningstolerante fleirbørstemakken *Capitella capitata* (NSI-klassen V), som er karakteristisk for lokalitetar med høg organisk belasting, og utgjorde rundt 96 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende art på stasjonen var den svært forureiningstolerante fleirbørstemakken *Malacoceros fuliginosus* (NSI-klassen V), som også er karakteristisk for oppdrettslokalitetar, og utgjorde rundt 3 % av det totale individtalet. Elles var det enkelte individ av fleirbørstemakkar og muslingar som er tolerante eller noko sensitive mot organisk forureining.

Tabell 10. Artstal (S), individtal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'max), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C1 ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Middelverdi for grabb a og b angitt som \bar{G} , medan stasjonsverdien er angitt som \bar{S} . Til høgre for begge sistnemnde kolonner står nEQR-verdiane for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnane står middelverdien for nEQR-verdiane for alle indeksar, med unntak av DI-indekset. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf **tabell 5**). Enkeltresultat er presentert i **tabell 10**.

Kviteskjeret C1	a	b	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \bar{S}
S	6	11	8,5	11		
N	1397	2136	1766,5	3533		
J'	0,15	0,07	0,11	0,09		
H'max	2,58	3,46	3,02	3,46		
AMBI	5,987	5,981	5,984	5,983		
NQI1	0,222 (V)	0,282 (V)	0,252 (V)	0,275 (V)	0,163 (V)	0,178 (V)
H'	0,376 (V)	0,256 (V)	0,316 (V)	0,310 (V)	0,070 (V)	0,069 (V)
ES ₁₀₀	2,834 (V)	2,824 (V)	2,829 (V)	2,861 (V)	0,113 (V)	0,114 (V)
ISI ₂₀₁₂	5,683 (IV)	6,475 (III)	6,079 (IV)	6,475 (III)	0,386 (IV)	0,442 (III)
NSI	6,970 (V)	7,044 (V)	7,007 (V)	7,015 (V)	0,140 (V)	0,140 (V)
DI	1,095 (V)	1,280 (V)	1,187 (V)	1,187 (V)	0,144 (V)	0,144 (V)
Samla					0,174 (V)	0,189 (V)

Verdiane for alle indeksar låg innanfor tilstandsklasse "svært dårlig" for enkelprøvane, grabbgjennomsnitt, og dei tilhøyrande nEQR-verdiane, med unntak av ISI₂₀₁₂ indekset. Indeksverdiane for ISI₂₀₁₂ var innanfor tilstand "dårlig" for grabb a og grabbgjennomsnittet, men innanfor tilstand "moderat" for grabb b og stasjonsverdien. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og for stasjonen innanfor **tilstandsklasse "svært dårlig"** (**tabell 10**) og stasjonen framstår som sterkt påverka av organisk materiale.

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C1 hamna innanfor **miljøtilstand 3 = "dårlig"**, på grunnlag av talet på artar og samansettningen av artar.

Stasjon C2

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C2 var normalt med 71 i grabb a og 67 i grabb b (tabell 11). Samla verdi for artstal låg på 99, som er høgt, medan middelverdien var 69. Individtalet var noko høgt med 418 i grabb a og normalt med 309 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 721, medan middelverdien var 360,5. Jamleksindeksen (J') har ein høg verdi, noko som viser til lite dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den forureiningssensitive muslingen *Mendicula ferruginosa* (NSI-klasse I), som utgjorde rundt 10 % av det totale individtalet (tabell 15). Nest hyppigast førekommende artar på stasjonen var den noko forureiningssensitive fleirbørstemakken *Diplocirrus glaucus* (NSI gruppe II), den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paramphipnoma jeffreysii* (NSI-klasse III) og den noko forureiningssensitive muslingen *Thyasira equalis* (NSI-klasse II), som utgjorde høvesvis rundt 7 % av det totale individtalet. Også muslingen *Abra nitida* (NSI-klasse III) og slangestjerna *Amphiura chiae* (NSI-klasse II) var vanlege på stasjonen. I tillegg til eit høgt mangfald av fleirbørstemakk var det også mange artar blautdyr (mest muslinger) og pigghudingar (mest slangestjerner og sjømus) på stasjonen.

Tabell 11. Artsantal (*S*), individantal (*N*), jamleksindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (*H'max*), AMBI-indeks, NQI1-indeks, arts mangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (*H'*) og Hurlberts indeks (*ES₁₀₀*), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C2 ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf.tabell 5 Feil! Fant ikke referansekilden.). Enkeltresultat er presentert i tabell 11. Sjå også tabelltekst i tabell 10.

Kviteskjeret C2	a	b	Ø	Σ	nEQR Ø	nEQR Σ
S	71	67	69	99		
N	418	303	360,5	721		
J'	0,81	0,84	0,83	0,81		
H'max	6,15	6,07	6,11	6,63		
AMBI	2,011	2,653	2,332	2,281		
NQI1	0,789 (II)	0,746 (II)	0,767 (II)	0,782 (II)	0,745 (II)	0,760 (II)
H'	4,998 (I)	5,083 (I)	5,040 (I)	5,353 (I)	0,853 (I)	0,923 (I)
ES ₁₀₀	37,195 (I)	37,999 (I)	37,597 (I)	40,174 (I)	0,845 (I)	0,877 (I)
ISI ₂₀₁₂	9,403 (II)	9,416 (II)	9,410 (II)	9,747 (I)	0,782 (II)	0,809 (I)
NSI	24,702 (II)	23,298 (II)	24,000 (II)	24,112 (II)	0,760 (II)	0,764 (II)
DI	0,571 (III)	0,431 (II)	0,501 (III)	0,501 (III)	0,523 (III)	0,523 (III)
Samla					0,797 (II)	0,827 (I)

Indeksverdiane for NQI1 og NSI låg innanfor tilstand "god" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. Indeksverdiane for ISI₂₀₁₂ låg innanfor tilstandsgruppe "god" for grabb a og b, samt grabbgjennomsnittet, medan stasjonsverdien hamna i "svært god" tilstand. Mangfald ved Shannon- og Hurlberts indeks viste "svært god" tilstand for alle verdiar. DI indeksen låg innanfor tilstand "moderat" for alle verdiar med unntak av grabb b, som hamna i tilstandsgruppe "god". Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet innanfor tilstand "god", nær grensa til tilstand "svært god" (0,8), medan nEQR for stasjonens verdien låg innanfor tilstandsgruppe "svært god". Stasjonen synest derfor best representert ved **tilstandsgruppe "svært god" på grensa til tilstandsgruppe "god"**, og framstår som ikkje påverka av organisk materiale.

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C2 hamna i beste tilstandsgruppe (**miljøtilstand 1 = "meget god"**) på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar.

Stasjon C3

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C3 var normalt med 68 i grabb a og 77 i grabb b (**tabell 12**). Samla verdi for artstal låg på 93, som er høgt, medan middelverdien var 72,5. Individtalet var noko høgt med 471 i grabb a og 508 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 979, medan middelverdien var 489,5. Jamleksindeksen (J') har ein høg verdi, noko som viser til lite dominans av enkelte artar.

Det var mange partikkeletande artar på stasjonen. Hyppigast førekommende art var den forureiningstolerante muslingen *Thyasira sarsi* (NSI-klasse IV), som utgjorde rundt 10 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende artar på stasjonen var dei moderat forureiningstolerante fleirbørstemakkane *Paramphinome jeffreysii* og *Chaetozone* sp. (NSI gruppe III), som utgjorde høvesvis ca. 9 og 7 % av det totale individtalet. Partikkeletande fleirbørstemakk i gruppa Cirratulidae (NSI-klasse IV) utgjorde ca. 7 % av den totale faunaen. Elles var det ein blanding av moderat tolerante og moderat sensitive artar. I tillegg til talrike fleirbørstemakk var det mange artar muslingar og pigghudingar i prøvane.

Tabell 12. Artsantal (S), individantal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'max), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C3 ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf.**tabell 5**). Enkeltresultat er presentert i **tabell 12**. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

Kviteskjeret C3	a	b	Ĝ	Ś	nEQR Ĝ	nEQR Ś
S	68	77	72,5	93		
N	471	508	489,5	979		
J'	0,80	0,83	0,82	0,81		
H'max	6,09	6,27	6,18	6,54		
AMBI	2,740	2,943	2,842	2,844		
NQI1	0,730 (II)	0,723 (II)	0,730 (II)	0,728 (II)	0,702 (II)	0,703 (II)
H'	4,879 (I)	5,226 (I)	5,052 (I)	5,265 (I)	0,856 (I)	0,903 (I)
ES ₁₀₀	36,612 (I)	39,129 (I)	37,871 (I)	38,898 (I)	0,848 (I)	0,861 (I)
ISI ₂₀₁₂	8,839 (II)	9,180 (II)	9,009 (II)	9,339 (II)	0,744 (II)	0,775 (II)
NSI	21,255 (II)	22,143 (II)	21,699 (II)	21,716 (II)	0,668 (II)	0,669 (II)
DI	0,623 (IV)	0,656 (IV)	0,639 (IV)	0,639 (IV)	0,368 (IV)	0,368 (IV)
Samla					0,764 (II)	0,782 (II)

Indeksverdiane for NQI1, ISI₂₀₁₂ og NSI låg innanfor tilstand "god" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane, medan indeksverdiane for H' og ES₁₀₀ låg innanfor tilstandsklasse "svært god". DI indeksen låg på grunn av noko høge individtal innanfor tilstand "dårlig" for alle verdiar. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og for stasjonen innanfor **tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (tabell 12)**. Stasjonen framstår som lite påverka av organisk materiale.

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C3 hamna i beste tilstandsklasse (**miljøtilstand 1 = "meget god"**) på grunnlag av talet på artar og samansettaden av artar.

Stasjon C4

Det var ein tydeleg forskjell i individ- og artstal mellom prøven frå grabb a og grabb b. Artstalet i dei to grabbane var likevel innanfor normalen, med 47 i grabb a og 74 i grabb b (**tabell 13**). Samla verdi for artstal låg på 85, som er høgt, medan middelverdien var 60,5. Individtalet var normalt i grabb a med 232 individ og noko høgt med 528 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 760, medan middelverdien var 380. Jamleksindeksen (J') har ein høg verdi, noko som viser til lite dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekommende art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paramphinoe jeffreysii* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 10 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekommende artar på stasjonen var den moderat tolerante muslingen *Abra nitida* (NSI gruppe III) og fleirbørstemakk i gruppa Cirratulidae (NSI-klasse IV), som utgjorde høvesvis nesten 10 og rundt 6 % av det totale individtalet. Elles var det mange moderat tolerante artar på stasjonen, men også nokre få sensitive artar. Som på stasjon C2 og C3 var mangfaldet av fleirbørstemakk, blautdyr og pigghudingar høgt, sølv om det totale mangfaldet var litt lågare enn på dei to andre stasjonane.

Tabell 13. Artsantal (S), individantal (N), jamleksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'max), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grabb a og b på stasjon C4 ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 5**). Enkeltresultat er presentert i **Tabell 13**. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

Kviteskjeret C4	a	b	Ĝ	Ś	nEQR Ĝ	nEQR Ś
S	47	74	60,5	85		
N	232	528	380	760		
J'	0,84	0,83	0,83	0,81		
H'max	5,55	6,21	5,88	6,41		
AMBI	2,824	2,530	2,677	2,620		
NQI1	0,710 (II)	0,747 (II)	0,728 (II)	0,743 (II)	0,704 (II)	0,719 (II)
H'	4,669 (II)	5,137 (I)	4,903 (I)	5,177 (I)	0,823 (I)	0,884 (I)
ES ₁₀₀	32,161 (II)	37,329 (I)	34,745 (I)	36,645 (I)	0,809 (I)	0,833 (I)
ISI ₂₀₁₂	9,276 (II)	9,597 (II)	9,437 (II)	9,667 (I)	0,784 (II)	0,804 (I)
NSI	22,346 (II)	23,335 (II)	22,840 (II)	23,033 (II)	0,714 (II)	0,721 (II)
DI	0,315 (II)	0,673 (IV)	0,494 (III)	0,494 (III)	0,532 (III)	0,532 (III)
Samla					0,767 (II)	0,792 (II)

Indeksverdiane for NQI1 og NSI låg innanfor tilstand "god" for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR verdiane. Indeksverdiane for ISI₂₀₁₂ låg innanfor tilstandsklasse "god" for grabb a og b, samt grabbgjennomsnittet, medan stasjonsverdien hamna i "svært god" tilstand. Mangfold ved Shannon- og Hurlberts indeks viste "svært god" tilstand for alle verdiar, med unntak av grabb a som låg innanfor tilstandsklasse "god". DI indeksen låg innanfor tilstand "god" for grabb a og innanfor tilstand "dårlig" for grabb b, noko som førte til "moderat" tilstand for grabbgjennomsnitt og stasjonsverdi, samt dei tilhøyrande nEQR verdiar. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og for stasjonen innanfor tilstand "god", men stasjonsverdien var nær grensa til tilstandsklasse "svært god". Stasjonen synest best representert ved **tilstandsklasse "god"** og framstår som lite påverka av organisk materiale **tabell 13**.

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C4 hamna i beste tilstandsklasse (**miljøtilstand 1 = "meget god"**) på grunnlag av talet på artar og samansettningen av artar.

Overgangssone

Artsmangfaldet i overgangssonnen var svært høgt og låg på 116 artar, medan individtalet var moderat høgt (**tabell 14**). Mangfaldsindeksane etter Shannon (H') og Hurlbert (ES_{100}) viser derfor til svært god tilstand. Sensitivitetsindeksane NQI1, NSI og ISI_{2012} låg innanfor tilstandsklasse "god" for grøbbgjennomsnitt og stasjonsverdi, samt dei tilhøyrande nEQR-indeksane, og det var få artar i prøvane som er svært sensitive mot organisk forureining. Samla låg nEQR for grøbbgjennomsnittet innanfor **tilstandsklasse "god"**, medan stasjonsverdien hamna innanfor **tilstandsklasse "svært god"**, men rett på grensa til "god" tilstand (0,8).

Overgangssona synest derfor best representert ved tilstandsklasse "god" og framstår som lite påverka av organisk materiale.

Tabell 14. Artsantal (S), individantal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, arts mangfald uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks, NSI-indeks og DI-indeks i grøbb a og b i overgangssonnen (stasjon C3-C4) ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Tilstandsklassar er angitt med farge, der blå = klasse I, grøn = II, gul = III, oransje = IV og raud = V (jf. **tabell 5**). Enkeltresultat er presentert i **tabell 14**. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

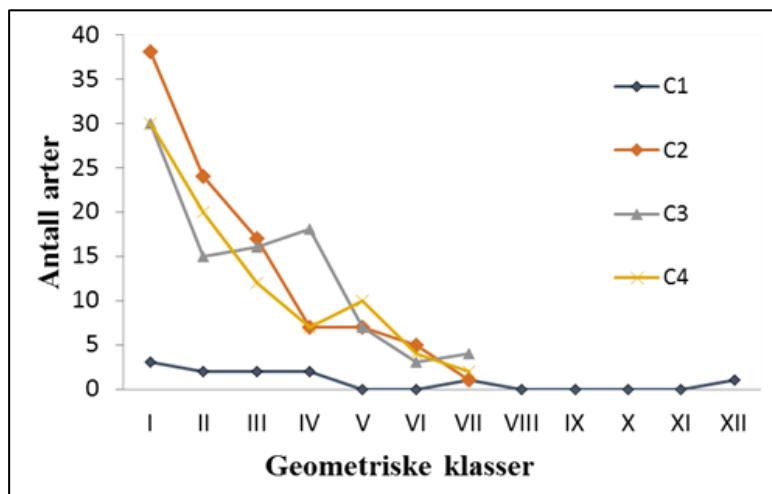
Kviteskjeret overgangssone	Ā	Ś	nEQR Ā	nEQR Ś
S	66,5	116		
N	435	1739		
NQI1	0,727 (II)	0,738 (II)	0,703 (II)	0,713 (II)
H'	4,978 (I)	5,405 (I)	0,840 (I)	0,935 (I)
ES_{100}	36,308 (I)	39,600 (I)	0,829 (I)	0,870 (I)
ISI_{2012}	9,223 (II)	9,593 (II)	0,764 (II)	0,799 (II)
NSI	22,270 (II)	22,291 (II)	0,691 (II)	0,692 (II)
DI	0,567 (III)	0,567 (III)	0,442 (III)	0,442 (III)
Samla			0,765 (II)	0,802 (I)

Tabell 15. Dei ti mest dominerande artane av botndyr på stasjon C1 – C4 ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Capitella capitata</i>	95,81	95,81	<i>Mendicula ferruginosa</i>	10,40	10,40
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	3,23	99,04	<i>Diplocirrus glaucus</i>	7,49	17,89
<i>Prionospio plumosa</i>	0,25	99,29	<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	6,93	24,83
<i>Thyasira sarsi</i>	0,23	99,52	<i>Thyasira equalis</i>	6,93	31,76
<i>Chaetozone</i> sp.	0,17	99,69	<i>Abra nitida</i>	5,69	37,45
<i>Glycera alba</i>	0,11	99,80	<i>Amphiura chiajei</i>	5,13	42,58
<i>Cirratulidae</i>	0,06	99,86	<i>Prionospio cirrifera</i>	4,16	46,74
<i>Mediomastus fragilis</i>	0,06	99,92	<i>Chaetozone</i> sp.	3,47	50,21
<i>Kurtiella bidentata</i>	0,03	99,94	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	2,77	52,98
<i>Phyllodoce mucosa</i>	0,03	99,97	<i>Cirratulidae</i>	2,77	55,76

Artar st. C3	%	kum %	Artar st. C4	%	kum %
<i>Thyasira sarsi</i>	10,32	10,32	<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	10,26	10,26
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	8,99	19,31	<i>Abra nitida</i>	9,74	20,00
<i>Chaetozone</i> sp.	7,46	26,76	<i>Cirratulidae</i>	5,66	25,66
<i>Cirratulidae</i>	7,25	34,01	<i>Diplocirrus glaucus</i>	5,53	31,18
<i>Prionospio cirrifera</i>	5,82	39,84	<i>Chaetozone</i> sp.	4,61	35,79
<i>Abra nitida</i>	5,11	44,94	<i>Thyasira equalis</i>	4,61	40,39
<i>Amphiura chiajei</i>	3,68	48,62	<i>Amphiura chiajei</i>	3,95	44,34
<i>Diplocirrus glaucus</i>	3,17	51,79	<i>Prionospio fallax</i>	3,95	48,29
<i>Notomastus latericeus</i>	2,76	54,55	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	3,55	51,84
<i>Nemertea</i>	2,45	57,00	<i>Prionospio cirrifera</i>	3,42	55,26

Kurva til dei geometriske klassane har eit ganske ulikt forløp på stasjonane ved Kviteskjeret (**figur 7**). Kurva frå stasjon C1 er lang og flat, noko som viser til sterk påverknad av organisk belasting. Kurva frå stasjon C2 fell relativt jamt frå mange artar i klasse I gjennom dei første klassane til klasse IV (7-15 individ per 0,2 m²), og utover flatar kurva litt ut, fram til ein art innanfor klasse VII (opptil 127 individ). Kurva er karakteristisk for ein upåverka tilstand. Også kurva frå stasjon C3 og C4 i overgangssone er moderat lange, men forløpet er litt ujamt og indikerer ein litt forstyrra tilstand.



Figur 7. Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1 – C4 og referansestasjonen tekne ved Kviteskjeret, 5. oktober 2016. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x-aksen.

DISKUSJON

HYDROGRAFI

Målingane av hydrografi syner god oksygenmetting i heile vassøyla. Oksygeninnhaldet ved botn på ca 126 m djup hadde ei metting på 76 % som tilsvrar tilstandsklasse I = "svært god" (rettleiar 02:2013).

SEDIMENT

KORNFORDELING OG KJEMI

Det var noko variasjon i sedimenterande tilhøve på dei ulike stasjonane. Sedimentet på stasjonane næraast anlegget, C1 og C3, bestod av grovt materiale med store delar sand, medan stasjon C4 hadde nokså lik fordeling av fintstoff (leire og silt) og sand, og stasjonen lengst uti resipienten C2, nordvest for anlegget, hadde en høg andel grus.

Innhaldet av organisk stoff i sedimentet var svært høgt på stasjon C1 næraast anlegget og relativt lågt på dei andre stasjonane (C2-C4) i aukande avstand til anlegget. Stasjonane i overgangssona låg mellom tilstandsklasse I= «svært god» og tilstandsklasse III = «moderat», medan stasjonen i nærsona fekk tilstandsklasse IV= «svært dårlig». Ein vil normalt finne høgast organisk innhald i sedimentet næraast dei organiske tilførslane frå oppdrettsverksemda.

Innhaldet av næringssalt i sedimentet var generelt låge, forutan eit betydeleg høgare innhald på stasjonen i nærsona. Dette er ikkje uventa då ein har store tilførslar av organisk materiale i form av fiskefør og fiskeavføring som er rikt på fosfor og nitrogen. Med omsyn til metall hamna stasjonane i overgangssona innan tilstandsklasse I = "bakgrunn", medan stasjonen i nærsona fekk tilstandsklasse «god» for kopar og tilstandsklasse III= «moderat» for sink. Dei høge verdiane av sink skuldast mest truleg at dette stoffet finnast i større mengde i fiskefør enn i andre marine kjelder, og då dei ikkje inngår i metabolske prosessar vil det vere ei opphoping av sink i sediment som har fått tilførslar frå oppdrettsverksemd, dette gjeld også for fosfor som nemd ovanfor (Ervik mfl. 2009).

BLAUTBOTNFAUNA

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 synte at stasjon C1 i nærsona til anlegget låg innanfor tilstandsklasse "**svært dårlig**". I høve til grenseverdiar i NS9410:2016, som i hovudsak skal nyttast til klassifisering av miljøtilstand for nærstasjonen, hamna stasjonen i **miljøtilstand 3 = "dårlig"** og framstår som sterkt påverka av oppdrettsverksemda.

Stasjon C2, i lengst avstand frå anlegget med 410 meter, låg innanfor tilstandsklasse "**svært god**". Stasjon C3 og C4 i overgangssona låg innanfor tilstandsklasse "**god**". Lokaliteten har lokalt ein sterk påverknad på botnfauna, medan overgangssona framstod som lite påverka av oppdrettsverksemda.

Med unntak av stasjon C1, som var dominert av ein art forureiningstolerant fleirbørstemakk, var det lite dominans av enkelte artar, samt at artsmangfaldet på stasjonane var høgt med fleirbørstemakk, muslingar og pigghudingar (mest slangestjerner og sjømus). På stasjon C3 og C4 i overgangsona var det ei overvekt av moderat tolerante partikkeletande fleirbørstemakk og muslingar og i tillegg var individtalet markant høgare i overgangssona enn på stasjon C2, noko som viser til ein viss «gjødslingseffekt».

KONKLUSJON

Oppdrettslokaliteten Kviteskjeret er tilknytt ein stor og djup resipient, og dei opne, kystnære og vêrharde sjøområda utanfor Stavfjorden si munning mot vest, tilseier gode utskiftingsforhold og bidreg truleg til ein betydeleg resipientkapasitet i fjorden. C-granskinga ved lokaliteten syner at det er svært gode tilhøve med omsyn på oksygen i botnvatnet. Botn under anlegget er relativt slakt skrånande, noko som kan føre til opphoping av tilførslar i flate område. På prøvetakingstidspunktet var det sterkt påverknad av organiske tilførslar i nærsoma til anlegget, medan overgangsona var lite påverka, noko som indikerer at resipienten taklar dagens produksjon godt og påverknaden er i all hovudsak lokal, med ein liten gjødslingseffekt i overgangsona. Den ytterste stasjonen C2 viser til svært gode tilhøve med omsyn på blautbotnfauna og sedimentkvaliteten og framstår som upåverka av organiske tilførslar.

REFERANSAR

- Aarseth, E. 2012. Straummåling utført for Steinvik Fiskefarm AS, 6940 Eikefjord. Lokalitet: Ved Kviteskeret i Askvoll kommune. Sub Aqua Tech AS, 22 sider.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013, revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Ervik, A. & P.K Hansen, S. A Olsen, O.B. Samuelsen & H. Givskud, 2009. Bæreevne for fisk i oppdrett (Cano-fisk). Kyst og Havbruk kap 3.3.2, Havforskningsinstituttet
- Gray, J.S., F.B Mirza 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.
- Miljødirektoratet M-608:2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. 24 sider.
- Norsk Standard Ns-En Iso 5667-19:2004. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 14 sider.
- Norsk Standard Ns 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard Ns-En Iso 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 21 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse. Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard botn. Standard Norge, 21 sider.
- Pearson, T.H. 1980. Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569–602.
- Pearson, T.H., J.S. Gray, P.J. Johannessen 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. Marine Ecology Progress Series 12: 237-255

