

Bergadalen i Kvam herad, juni 2018



Miljøovervaking av
overgangssona – C-gransking

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS 2789



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Bergadalen i Kvam herad, juni 2018. Miljøovervaking av overgangssona – C-gransking.

FORFATTARAR:

Ingeborg E. Økland & Christiane Todt

OPPDRAKSGIVAR:

Lingalaks AS

OPPDRAGET GITT:

3. mai 2018

RAPPORT DATO:

11. januar 2019

RAPPORT NR:

2789

ANTAL SIDER:

33

ISBN NR:

978-82-8308-570-9

EMNEORD:

- Oppdrett i sjø
- Botnfauna
- Hydrografi

- Organisk belastning
- Sedimentkvalitet

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	23.november 2018	Forskar	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Edvard Griegs vei 3, Bryggen, N-5059 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

E-post: post@radgivende-biologer.no

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

Framsdebilete: Lokaliteten på prøvetakingsdagen.

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført av	Akkreditering /Test nr
Prøvetaking botnsediment Marine blautbotnsediment - Prøvetaking av sediment	Rådgivende Biologer AS H. E. Haugsøen og S. T. Klem	Test 288
Prøving botnsediment Marine blautbotnsediment - Kjemisk, fysisk og geologisk analyse*	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003*
Taksonomi Fauna i marine blautbotnsediment - Sortering, artsbestemming og indeksberegning	Rådgivende Biologer AS L. Ohnheiser, H. Bergum, L. Andreassen, E. Gerasimova, , C. Todt	Test 288
Faglege vurderingar og fortolkningar Marine blautbotnsediment - vurdering og fortolking av resultat for fauna Kjemi i marine blautbotnsediment og biota - vurdering og fortolking av resultat fra kjemiske, fysiske og geologiske analyser	Rådgivende Biologer AS C. Todt Rådgivende Biologer AS I.E. Økland	Test 288 Test 288
pH/Eh i blautbotnsediment - måling i sediment og vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS H. E. Haugsøen, S. T. Klem, I.E Økland	Ikkje akkreditert
CTD - måling av hydrografiske tilhøve i vannsøylen og vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS H. E. Haugsøen, S. T. Klem, I.E Økland	Ikkje akkreditert

*Sjå **vedlegg 1** for informasjon om adresse og utførande laboratorium, inkludert underleverandørar.

Detaljar om akkrediteringsomfang for ulike Test nr finnast på www.akkreditert.no

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lingalaks AS utført ei C-gransking på oppdrettslokalitet nr.12095 Bergadalen i Kvam herad. Lokaliteten er godkjent for ein maksimal tillaten biomasse (MTB) på 2340 tonn, og ein nyttar følgjande konsesjonar på lokaliteten: H/KM 0001, 0004, 0005 og 0018. Det er planar å søkje om utviding til 3120 tonn MTB innanfor dagen godkjente anleggskonfigurasjon.

Prøvetaking av sediment og hydrografiprofil er utført av Hilde E. Haugsøen og Stein Thon Klem, Rådgivende Biologer AS, den 26. juni 2018. Kjemiske analysar av sediment er utført av Eurofins Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering, artsbestemming og indeksberekning av botnfauna er utført av Lena Ohnheiser, Helge Bergum, Larissa Andreassen, Elena Gerasimova og Christiane Todt, Rådgivende Biologer AS.

Rådgivende Biologer AS takkar Lingalaks AS ved Anita Stevnebø for oppdraget, samt tilsette ved anlegget for assistanse i samband med prøvetaking.

INNHALD

Føreord	3
Samandrag	4
Områdeskildring	5
Oppdrettslokaliteten Bergadalen	7
Metode og datagrunnlag	8
Resultat	11
Diskusjon	22
Referansar	24
Vedlegg	25

SAMANDRAG

Økland, I.E. & C. Todt 2019. *Bergadalen i Kvam herad, juni 2018. Miljøovervaking av overgangssona – C-gransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 2789, 33 sider, ISBN 978-82-8308-570-9.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Lingalaks AS utført ei C-gransking på oppdrettslokalitet nr. 12995 Bergadalen i Kvam herad. Den 26. juni 2018 vart det samla inn prøvar av sediment og botnfauna på stasjonane C1-C4. Det vart også tatt hydrografiprofil ved stasjon C2.

Lokaliteten Bergadalen ligg om lag 5 km sør for Mundheim, i Øynefjorden. Øynefjorden er ein del av Hardangerfjordsystemet. Anlegget ligg om lag 60 m frå land ved Bergadalen og botnen i området skrånar bratt mot aust til 350 m ca. 300 m frå land og vidare til 450 m ca. 500 m frå land.

Hydrografiprofilen syner gode oksygentilhøve i heile vassøyla, og med omsyn på oksygeninnhald var botnvatnet ved stasjon C2 innanfor tilstand II = "god" etter rettleiar 02:2013.

Innhaldet av totalt organisk karbon (TOC) var høgt i sedimentet på C1, noko høgt på C3, og låg på C2 og C4. Sedimentet på C1 hadde og høgt innhald av næringssalta nitrogen og fosfor, medan sedimentet på C3 hadde noko høgt innhald av desse næringssalta. Sedimentet på stasjon C1, C3 og C4 hadde alle høgt innhald av kopar, C1 og C3 tilsvarande tilstandsklasse V = "svært dårlig" og C4 tilsvarande tilstandsklasse IV = "dårlig" etter rettleiar M-608:2018. Innhaldet av sink var noko høgt på alle stasjonar tilsvarande tilstandsklasse III = "moderat".

Botnfauna frå alle stasjonar vart vurdert etter rettleiar 02:2013, men sidan diversitetsindeksar er lite eigna for vurdering av miljøtilstand i nærsone, skal det i dette området leggjast vekt på vurderingane som er gjort i høve til NS 9410:2016. Klassifisert etter NS 9410:2016 hamna stasjon C1 i tilstand 3 = "dårlig".

Ved indeksberekning etter rettleiar 02:2013 hamna stasjon C3 og C4 i overgangssona i høvesvis i tilstand III = "moderat" og II = "god", medan overgangssona samla hamna i tilstand III = "moderat", men nær grensa til tilstand II = "god". Stasjon C2 i ytterkanten av overgangssona hamna i tilstand II = "god" og stasjon C1 i tilstandsklasse IV = "dårlig".

Resultata av vurderinga av blautbotnfauna og sedimentkjemi viser at lokaliteten er lokalt påverka av oppdrettsverksemda, og det verkar som om området aust i overgangssona er meir belasta enn områda i søraust. Ei utviding av biomassen frå 2340 til 3120 tonn vil auke belastinga på lokaliteten. Ved denne granskinga ligg overgangssona i tilstandsklasse III = "moderat", men den ligg heilt på grensa til tilstand II = "god". Auka belastning vil kunne forverre tilstanden i dei påverka områda, noko som vil kunne påverke miljøtilstanden i overgangssona i negativ retning.

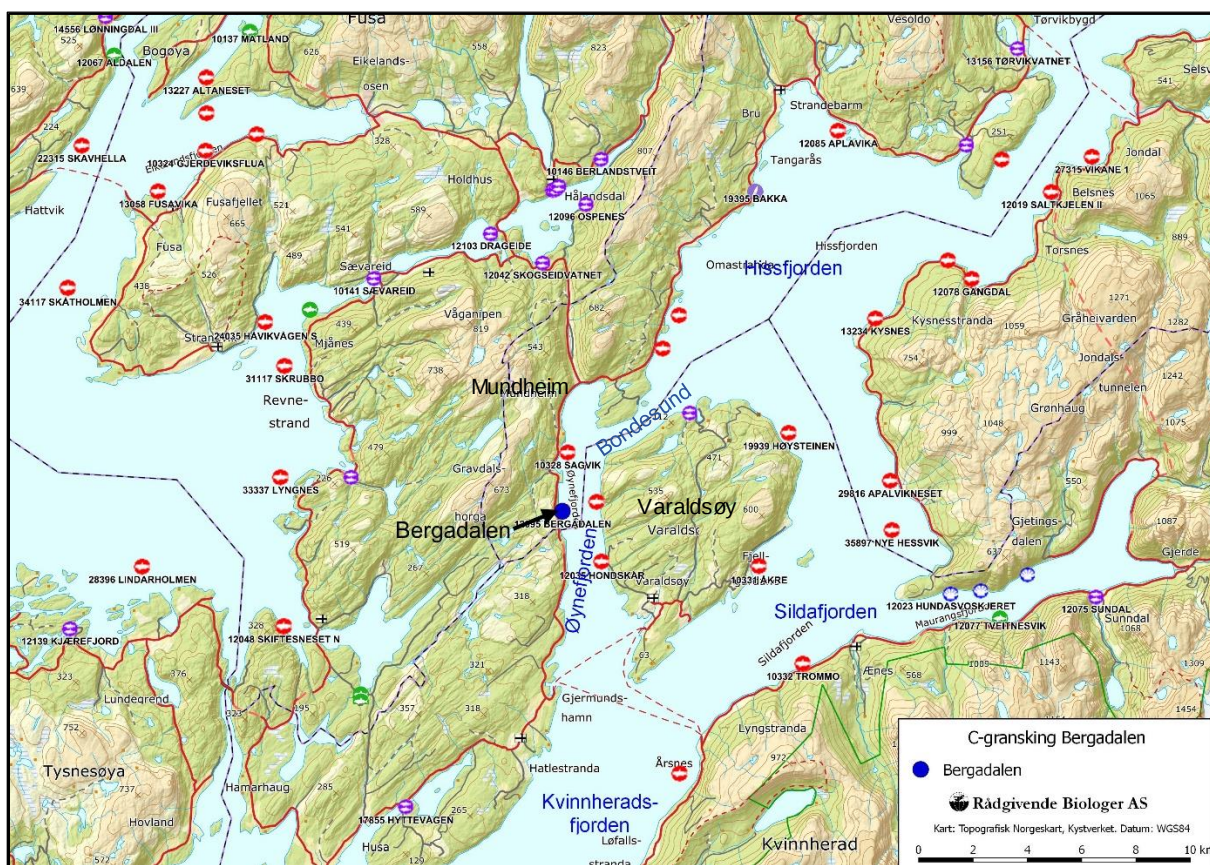
Neste C-gransking på lokaliteten skal i høve til NS 9410:2016 utførast ved andre produksjonstopp etter desember 2016, grunna ei overgangssone i "moderat" tilstand.

Tabell 1. Oppsummering av miljøtilstand for ulike målte parametrar på stasjonane C1-C4, samt for overgangssona samla (OS), ved Bergadalen 26. juni 2018. Tilstand for botndyr på stasjon C1 er vurdert etter NS 9410:2016, medan botndyr og oksygen for øvrige stasjonar er vurdert etter rettleiar 02:2013. Kopar og sink er vurdert etter M-608:2018. Sjå metodekapittel for fargekodar på tilstandsklassifisering.

Stasjon	Botndyr	Kopar	Sink	O ₂ botn
C1	3 = "dårlig"	V	III	
C2	II = "god"	II	III	II
C3	III = "moderat"	V	III	
C4	II = "god"	IV	III	
OS	III = "moderat"			

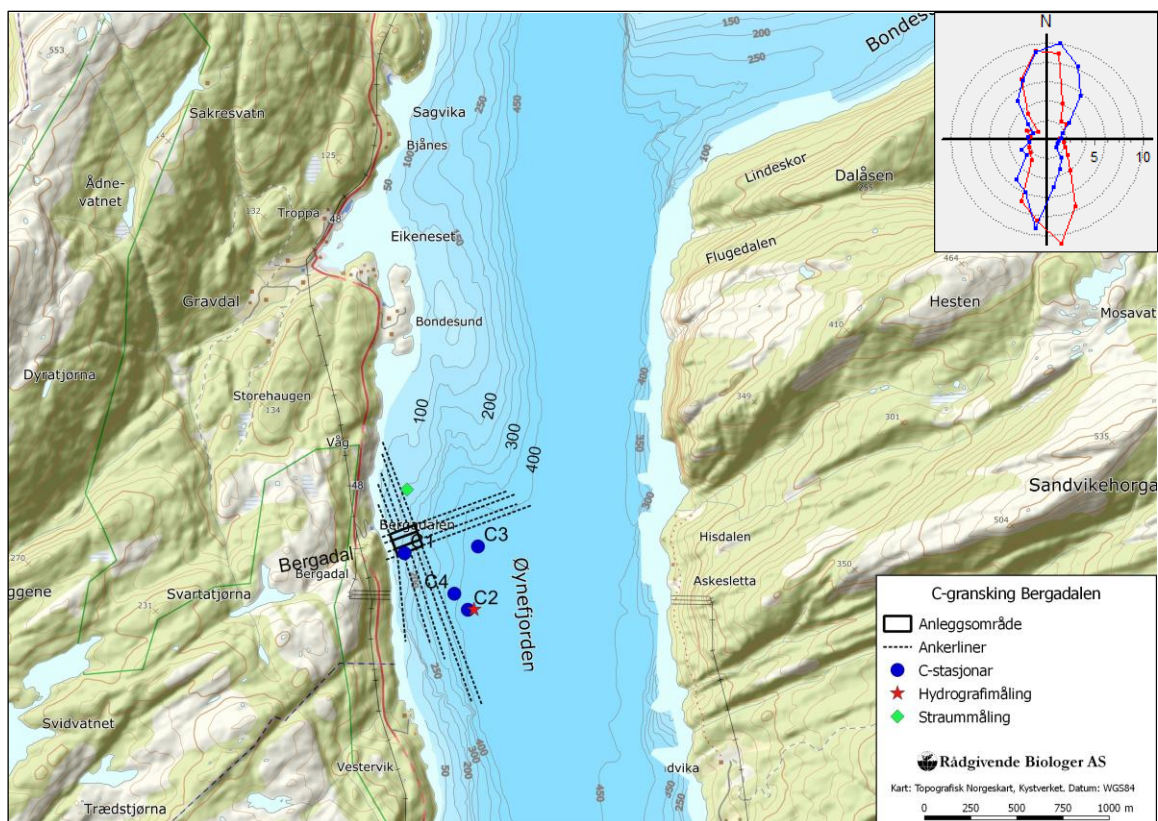
OMRÅDESKILDRING

C-granskinga er utført på lokaliteten Bergadalen i Kvam herad. Lokaliteten ligg ved Bergadalen om lag 5 km sør for Mundheim i Øynefjorden (**figur 1**). Øynefjorden er ein del av Hardangerfjordsystemet, som har en terskel på ca. 180 m djup ved Huglo ytst i fjordsystemet. Øynefjorden er nord-sør-gående fjord som ligg mellom Varaldsøy i aust og fastlandet mot vest. I den nordlege delen går fjorden over i Hissfjorden gjennom Bondesund mot nordaust. Bondesundet har ein terskel på ca. 135 m djup. Mot sør går Øynefjorden over i Kvinnheradsfjorden, og Varaldsøy skil Øynefjorden frå Sildafjorden. Det går ein djupål sentralt i fjorden som er mellom 450 og 550 m djup. Dei grunnaste områda av djupålen ligg ca. 3 km sør for lokaliteten, medan dei djupaste områda ligg heilt sør mot overgangen til Kvinnheradsfjorden.

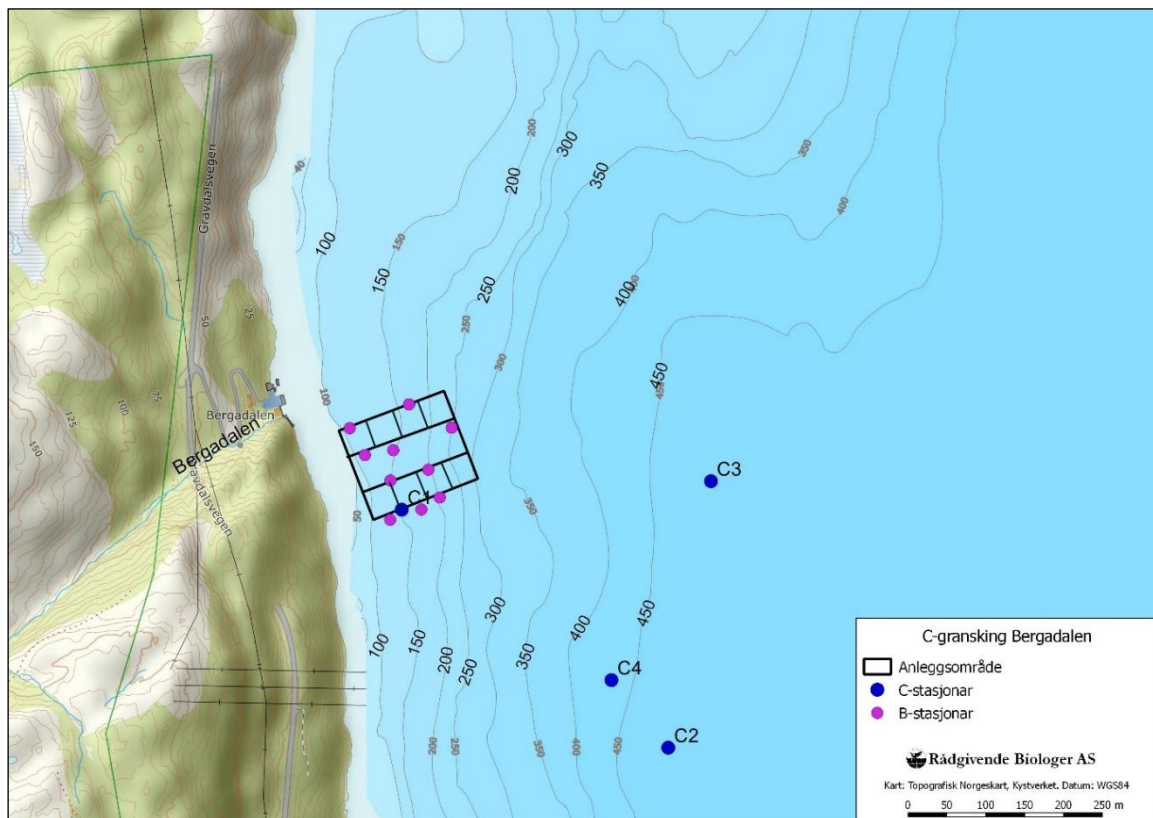


Figur 1. Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten Bergadalen. Omkringliggjande oppdrettslokalitetar er markert.

Ved lokaliteten er Øynefjorden om lag 1,6 km brei, og botnen skrånar bratt mot aust ut frå land til 350 m djup 300 m frå land og vidare til 450 m djup ca. 500 m frå land (**figur 2**). På det djupaste er fjorden ca. 490 m djup rett utanfor lokaliteten. Dei dominerande straumretningane i området ved 50 og 100 m djup er mot sør og nord, men det er relativt lite straum ved desse djupa (Staveland 2010). Anlegget ligg om lag 60 m frå land over botn som skrånar frå om lag 100 m til 200 m djup mot aust.



Figur 2. Dypnetilhøve i området rundt anlegget på lokaliteten Bergadalen. Straumrose av relativ vassfluks frå strømmålingar på 50 m (raud) og 100 m (blå) djup er vist (Staveland 2010). Ankringsposisjonar for fortøyingar kan vere unøyaktige.



Figur 3. Oversyn over anlegget ved lokaliteten med fortøyingsslinjer og prøvestasjoner for B-grasking (Berge-Haveland 2016) og C-grasking.

OPPDRETTSLOKALITETEN BERGADALEN

Lokaliteten Bergadalen er godkjent for ein MTB på 2340 tonn, og ein nyttar følgjande konsesjonar på lokaliteten: H/KM 0001, 0004, 0005 og 0018. Anlegget består av to rekkjer á fire bur på 35 x 35 m (**figur 3**), med nótdjupne på 20 m til blylina.

Det vart sett ut 721 231 fisk med ei snitt vekt på 167 g i mars-april 2017 etter om lag 4 månaders brakklegging. På prøvetakingsdagen stod det 455 518 fisk med ei snittvekt på 4 745 g i anlegget. Dette utgjorde ei ståande biomasse på 2161 tonn. I perioden desember 2017 – juni 2018 vart det slakta ut ei biomasse på 728 tonn.

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

Tabell 2. Fôrbruk og bruttoproduksjon per generasjon for dei siste tre generasjonane på lokaliteten.

	2013	2015	V-2017
Fôr (tonn)	2952	3615	3620
Produksjon (tonn)	2721	3008	2889

METODE OG DATAGRUNNLAG

Granskinga 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 hovudstraumretninga og botntopografi. Det er utført analyser av **sedimentkvalitet** og **blautbotnfauna**, i tillegg til **hydrografisk profil** ved stasjon C2. Det er berre gjort strømmåling ved 5 og 15 m ved lokaliteten, så det finns ikkje data for spreiestraum. Prøvetaking av hydrografi og sediment vart utført 26. juni 2018 av Hilde E. Haugsøen og Stein Thon Klem. Vurdering av resultat er gjort i høve til NS 9410:2016 og Vassforskrifta sin rettleiar 02:2013 (Direktoratsgruppa for vanndirektivet) revidert i 2015, heretter referert til som 02:2013.

HYDROGRAFI

Hydrografiske tilhøve vart målt med ein SAIV CTD/STD sonde modell SD204 ved stasjon C2 (**tabell 3, figur 2**). Det vart målt temperatur, saltinnhald og oksygen i vassøyla ned til botn.

SEDIMENT

Det vart tatt sedimentprøvar 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 2**). Det vart nytta ein 0,1 m² 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 ein prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametarar, og to parallelle prøvar for analyse og fauna.

PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking vart bestemt utifrå lokalitetens straumtilhøve og botntopografi (**figur 3**). Det føreligg ikkje botnopplodding på lokaliteten, og OLEX-data er mangelfulle for området. Ein vurderer difor at eit 3D-kart over stasjonane vil gje feilaktig informasjon, og at 2D-karta med djupnekoter i **figur 2** og **3** er meir korrekt i dette tilfellet. Kart i 3D er difor ikkje inkludert i denne rapporten.

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

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til anlegg (m)
C1	60°07,251	05°54,537	152	25
C2	60°07,113	05°54,949	453	420
C3	60°07,300	05°54,957	455	300
C4	60°07,154	05°54,858	409	310

Stasjon C1 vart lagt i nærsone sør for anlegget (**figur 3**). Stasjon C2 vart plassert i ytterkant av overgangssone i hovudstraumretninga sør-søraust for anlegget (sjå **figur 2**). C3 og C4 er plassert høvesvis aust og søraust for anlegget der botnen begynner å flate ut. Organiske tilførsalar vil i stor grad skli og bli vaska nedover den bratte fjellbotnen og akkumulert på flate områder i botn av skråninga.

KORNFORDELING OG KJEMI

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

Kornfordelingsanalysen måler 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, og standardisert for teoretisk 100 % finstoff etter følgande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

I høve til vassdirektivets rettleiar 02:2013 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 02:13 inkludert, men ikkje vektleggast.

Prøvene for analyse av fauna vart vurdert etter B-parametrar i høve til NS 9410:2016, som inkluderer sensoriske vurderingar av prøvematerialet og målingar av surleik (pH) og redokspotensial (E_h) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene vart utført med ein WTW Multi 3420/3620 med ein SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og ein SenTix ORP 900(-T) 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 8**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskningar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i prøvene frå kvar av parallellane vart vaska gjennom ei rist med hòldiameter 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 granskning 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 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 i frå stasjonen nærast anlegget 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
1 – Meget god	- Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Ingen av artane må utgjera meir enn 65 % av det totale individtalet.
2 – God	- 5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Meir enn 20 individ i eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individtalet.
3 – Dårlig	- 1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m ² .
4 – Meget dårlig	- Ingen makrofauna (>1 mm) i eit prøveareal på 0,2 m ²

Vurdering i høve til rettleiar 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. 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.

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

Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
Kvalitetsklassar →		svært god	god	moderat	dårlig	svært 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
ES ₁₀₀	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintlegheit	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 $H_{max} = \log_2(artstal)$, 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 (oppdatert 2017) 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

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 tal på artar er presentert i y-aksen. Forma på kurva er eit mål på sunnheitsgraden til botndyrsamfunnet og kan dermed brukast til å vurdere miljøtilstanden i området. Ei krapp, jamt fallande kurve indikerer eit upåverka miljø, og forma på kurva kjem av at det er mange artar, med heller få individ. Eit moderat påverka samfunn vil ha ei kurve som er meir avflata enn i eit upåverka miljø. I eit sterkt påverka miljø vil forma på kurva variere på grunn av 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

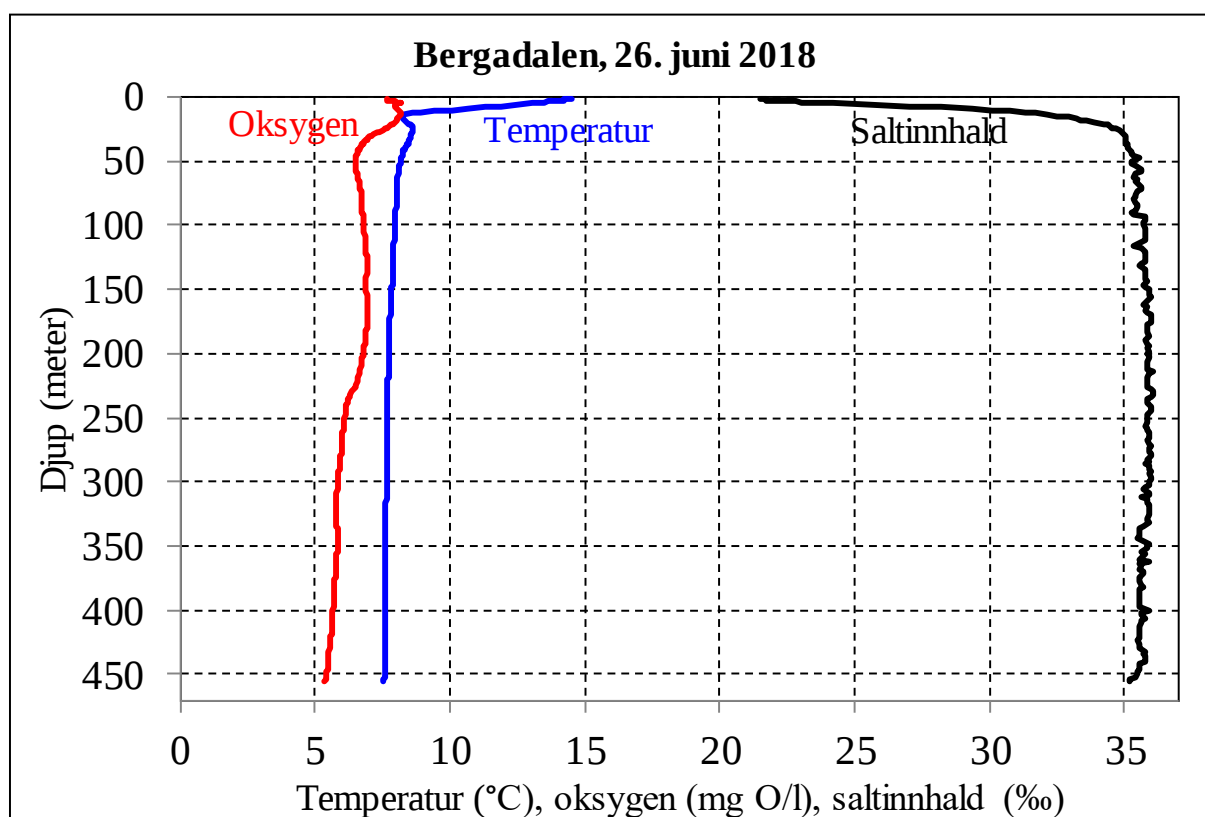
RESULTAT

HYDROGRAFI

Hydrografimålingane gjort ved stasjon C2 viste at det var litt ferskvasspåverknad i overflata og saltinnhaldet gjekk frå 21,5 ‰ i overflata til 35 ‰ ved 30 m djup (**figur 4**). Frå 30 m djup til botnen ved 456 m djup var saltinnhaldet stabilt rundt 35 ‰.

I dei øvste vassmassane sokk temperaturen frå 14,5 °C i overflata til 8,3 °C ved 15 m djup. Etter dette sokk temperaturen svakt med djup til 7,6 °C ved botnen på 456 m djup.

Oksygeninnhaldet i dei øvste 15 m varierte mellom 7,7 og 8,2 mg/l (86-90 % metting). Frå 15 m til botnen på 456 m djup sokk oksygeninnhaldet relativt jamt og ved botnen på 456 m djup var det på 5,4 mg/l (56 %). Dette svarar til 3,8 ml/l og tilstandsklasse II = "god" etter rettleiar 02:2013.



Figur 4. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C2 den 26. juni 2018.

SEDIMENT

SKILDRING AV PRØVANE

Skildring av prøvane inkluderer vurdering av kvar av parallellane etter B-parameter i NS 9410:2016. Bilete til venstre viser prøven før siling og bilete til høgre viser prøven etter siling.

På **stasjon C1** fekk ein frå om lag 152 m djup opp to ca. $\frac{1}{6}$ grabbar (3 cm) med brunsvart, mjuk til laus prøve med noko lukt (**tabell 7**). Sedimentet bestod av mudder, silt og sand, og prøven inneheldt litt fôrrestar og fekalier. Dei to parallellane hamna i tilstand 4 = "meget dårlig" i høve til NS 9410:2016 (**tabell 8**).



På **stasjon C2** fekk ein frå ca. 456 m djup opp to fulle grabbar (18 cm) med grå, mjuk og luktfri prøve. Sedimentet bestod hovudsakleg av leire og silt, med litt sand. Prøven hadde ein kompakt sole og var mjukare på toppen. Dei to parallele prøvane hamna i tilstand 1 = "meget god".



På **stasjon C3** fekk ein frå ca. 455 m djup opp ein vel $\frac{3}{4}$ grabb og ein ca. $\frac{2}{3}$ grabb (14,5 og 12 cm) med grå mjuk og luktfri prøve. Sedimentet bestod hovudsakleg av sand, med noko silt og leire. Prøven har eit tynt brunleg lag på overflata. Dei to parallele prøvane hamna i tilstand 1 = "meget god".



På **stasjon C4** fekk ein frå ca. 409 m djup opp to fulle grabbar (18 cm) grå, mjuk og luktfri prøve. Sedimentet bestod hovudsakleg av sand og silt, med noko leire. Dei to parallelle prøvane hamna i tilstand 1 = "meget god".



Tabell 7. Feltskildring av sedimentprøvane som vart samla inn ved granskinga 26. juni 2018. 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 inneberer om prøven er innanfor standardkrav i høve til representativitet.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Tjukkuleik (cm)	Prøvemateriale:					
				Skjelsand	Grus	Sand	Silt	Leire	Organisk
C1	A	Nei	3	-	-	30	30	-	40
	B	Nei	2-3	-	10	40	15	10	25
	C	Nei	3,5	-	-	-	-	-	-
C2	A	Ja	18	-	-	10	40	50	-
	B	Ja	18	-	-	10	40	50	-
	C	Ja	18	-	-	-	-	-	-
C3	A	Ja	14,5	-	-	60	25	15	-
	B	Ja	12	-	-	60	30	10	-
	C	Ja	14	-	-	-	-	-	-
C4	A	Ja	18	-	-	40	40	20	-
	B	Ja	18	-	5	30	35	30	-
	C	Ja	14,5	-	-	-	-	-	-

Tabell 8. PRØVESKJEMA for dei ulike parallellane frå Bergadalen 26. juni 2018.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer							
			C1		C2		C3		C4	
			A	B	A	B	A	B	A	B
II	pH	verdi	6,75	6,67	7,62	7,67	7,60	7,75	7,55	7,57
	E _h	verdi	-148	-113	373	279	172	-31	135	154
	pH/E _h	frå figur	5	5	0	0	0	1	0	0
	Tilstand prøve		4	4	1	1	1	1	1	1
Buffertemp: 15 °C Sjøvasstemp: 14,5 °C Sedimenttemp: 10,6 °C pH sjø: 7,77 Eh sjø: 362 mV Referanseelektrode: +217 mV										
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farge	Lys/grå = 0			0	0	0	0	0	0
		Brun/sv = 2	2	2						
	Lukt	Ingen = 0			0	0	0	0	0	0
		Noko = 2	2	2						
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0								
		Mjuk = 2	3	3	2	2	2	2	2	2
		Laus = 4								
	Grabb- volum	<1/4 = 0	0	0						
		1/4 - 3/4 = 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:	7	7	4	4	4	3	4	4
	Korrigert sum (*0,22)		1,54	1,54	0,88	0,88	0,88	0,66	0,88	0,88
Tilstand prøve		2	2	1	1	1	1	1	1	
II +	Middelverdi gruppe II+III		3,27	3,27	0,44	0,44	0,44	0,83	0,44	0,44
III	Tilstand prøve		4	4	1	1	1	1	1	1

KORNFORDELING OG KJEMI

Kornfordelingsanalysen viste at finstoff (silt og leire) dominerte på alle stasjonane (**tabell 9, figur 5**).

Sedimentet på stasjon C2 og C4 bestod nesten berre av finstoff, medan sedimentet på stasjon C1 inneheldt noko sand og litt grus og sedimentet på C3 og inneheldt nesten like mykje sand som finstoff.

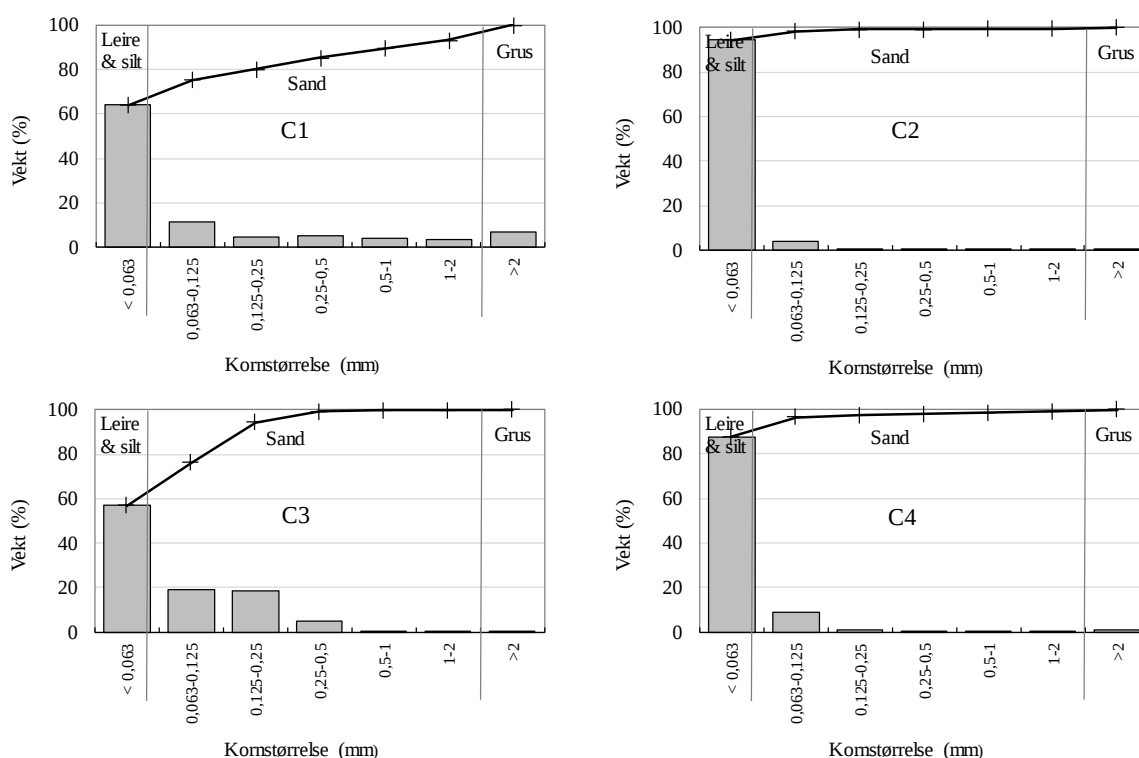
Innhaldet av tørrstoff var relativt likt, og moderat høgt i sedimentet på alle stasjonane (**tabell 9**). Glødetapet var høgt på stasjon C1 og moderat på dei resterande stasjonane. Stasjon C1 hadde det klart høgaste innhaldet av total organisk karbon, medan det var relativt likt på dei andre stasjonane. Når TOC vert normalisert i høve til innhald av finstoff i sedimentet hamna stasjon C1 i tilstandsklasse V = "svært dårleg", stasjon C3 i tilstandsklasse III = "moderat", medan dei resterande stasjonane hamna i tilstandsklasse II = "god" etter rettleiar 02:2013.

Sedimentet på stasjon C1 hadde det klart høgaste innhaldet av næringssalta nitrogen og fosfor, etterfølgd av sedimentet på stasjon C3 (**tabell 9**). Sedimentet på stasjon C2 og C4 hadde relativt likt innhald av næringssalt, og det var klart lågare enn på dei andre stasjonane. Molforholdet mellom karbon og nitrogen (C/N) i sedimentet på stasjon C1, C3 og C4 låg mellom 8 og 11,7, medan C/N i sedimentet på stasjon C2 var 14,6. Molforholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P) er mellom 1,4 og 4,4.

Innhaldet av kopar er høgt i sedimentet på stasjon C1, C3 og C4 (**tabell 9**). Og etter rettleiar M-608:2016 hamna stasjon C1 og C3 i tilstandsklasse V = "svært dårlig" og stasjon C4 i tilstandsklasse IV = "dårlig". Sedimentet på stasjon C2 hadde lågt innhald av kopar, tilsvarande tilstandsklasse II = "god". Innhaldet av sink vart noko høgt i sedimentet på alle stasjonane, tilsvarande tilstandsklasse III = "moderat".

Tabell 9. Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet frå stasjon C1-C4 ved Bergadalen 26. juni 2018. Tilstand er markert med tal, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:13, og M-608/2016. Alle resultat for kjemi er presentert i vedlegg 1.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3	C4
Leire & silt	%	64,1	94,4	56,9	87,8
Sand	%	29,0	5,2	42,9	11,3
Grus	%	7,0	0,4	0,2	1,0
Tørrstoff	%	35,9	38,3	37,5	36,2
Glødetap	%	13	6,82	6,31	6,64
TOC	mg/g	58,3	22,6	23,4	18,4
Normalisert TOC	mg/g	64,8	23,6	31,2	20,6
Tot. Fosfor (P)	mg/g	9,46	1,07	3,84	1,11
Tot. Nitrogen (N)	mg/g	5,8	1,8	3,4	2,2
Kopar (Cu)	mg/kg	295 (V)	61,9 (II)	274 (V)	108 (IV)
Sink (Zn)	mg/kg	555 (III)	164 (III)	410 (III)	211 (III)



Figur 5. Kornfordeling i sedimentet på stasjonane C1–C4 frå granskinga ved Bergadalen 26.juni 2018. 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.

BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 2**.

Stasjon C1

Klassifisering av botnfauna i høve til grenseverdiar frå NS 9410:2016 syner at stasjon C1 hamna i **miljøtilstand 3 = "dårlig"** 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 10**). Stasjonen framstår som markant påverka av organisk materiale.

Indeksverdiene for sensitivitetsindeksane NQI1, ISI₂₀₁₂ og NSI låg innanfor "dårlig" tilstand for enkeltprøvane, grabbgjennomsnittet, og dei tilhøyrande nEQR-verdiene, med unntak av stasjonsverdien for NQI1, som hamna i "svært dårlig" tilstand. Også mangfaldsindeksen etter Shannon (H') viste "dårlig" tilstand, medan mangfaldsindeksen etter Hurlbert (ES₁₀₀) viste "svært dårlig" tilstand. Tettleiksindeksen DI låg innanfor "dårlig" tilstand for alle verdiar med unntak av grabb b, som låg innanfor "god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "dårlig".

Tabell 10. Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (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 Bergadalen, 26. juni 2018. Middelverdi for grabb a og b er angitt som $\bar{G}$, medan stasjonsverdien er angitt som $\bar{S}$. Til høgre for begge sistnemnde kolonnar står nEQR-verdiene for desse størrelsane. Nedst i nEQR-kolonnane står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekstar, 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**).

C1	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	4	4	4	4		
N	740	278	509	1018		
J'	0,49	0,62	0,55	0,53		
H' _{max}	2,00	2,00	2,00	2,00		
AMBI	4,520	4,576	4,548	4,535		
NQI1	0,312 (IV)	0,319 (IV)	0,316 (IV)	0,308 (V)	0,206 (IV)	0,199 (V)
H'	0,979 (IV)	1,237 (IV)	1,108 (IV)	1,065 (IV)	0,242 (IV)	0,233 (IV)
ES ₁₀₀	2,866 (V)	3,357 (V)	3,112 (V)	3,087 (V)	0,124 (V)	0,123 (V)
ISI ₂₀₁₂	4,540 (IV)	4,540 (IV)	4,540 (IV)	4,540 (IV)	0,205 (IV)	0,205 (IV)
NSI	14,014 (IV)	13,751 (IV)	13,882 (IV)	13,942 (IV)	0,355 (IV)	0,358 (IV)
DI	0,819 (IV)	0,394 (II)	0,607 (IV)	0,607 (IV)	0,395 (IV)	0,395 (IV)
Samla					0,226 (IV)	0,224 (IV)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var svært lågt med 4 artar både i grabb a og grabb b. Samla verdi for artstal låg også på 4. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2013 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var høgt i grabb a med 740 individ og normalt i grabb b med 278 individ. Samla verdi for individtal låg på 1018, medan middelverdien var 509. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2013 er 50-300 per grabb. Jamleiksindeksen (J') har svært låge verdiar, noko som viser utprega dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekomande art på stasjonen var den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Ophryotrocha craigsmithi* (NSI-klasse IV; som *Ophryotrocha* sp.) som utgjorde rundt 65 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekomande art var den tolerante fleirbørstemakken *Ophryotrocha scutellus* (NSI-klasse IV; som *Ophryotrocha* sp.) med rundt 32 % av det totale individtalet. Elles var det berre nokre få individ av den svært forureiningstolerante børstemakken *Vigtorniella ardabilia* og

fleirbørstemakk av eit artskompleks som omfattar blant anna den svært forureiningstolerante arten *Capitella capitata* (NSI-klasse V).

Stasjon C2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse **"god"** etter rettleiar 02:2013 (**tabell 11**). Stasjonen framstår som upåverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, H', ES₁₀₀, NSI og DI låg innanfor "god" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR-verdiane. ISI₂₀₁₂ viste "svært god" tilstand. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god".

Tabell 11. Artstal (*S*), individtal (*N*), jamleiksindeks (*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 C2 ved Bergadalen, 26. juni 2018. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

C2	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	41	38	39,5	52		
N	230	226	228	456		
J'	0,80	0,82	0,81	0,78		
H' _{max}	5,36	5,25	5,30	5,70		
AMBI	1,552	1,853	1,703	1,701		
NQI1	0,787 (II)	0,755 (II)	0,771 (II)	0,776 (II)	0,748 (II)	0,754 (II)
H'	4,291 (II)	4,312 (II)	4,302 (II)	4,422 (II)	0,745 (II)	0,758 (II)
ES ₁₀₀	27,635 (II)	27,834 (II)	27,734 (II)	27,871 (II)	0,726 (II)	0,728 (II)
ISI ₂₀₁₂	10,400 (I)	10,864 (I)	10,632 (I)	10,817 (I)	0,861 (I)	0,872 (I)
NSI	23,305 (II)	22,389 (II)	22,847 (II)	22,851 (II)	0,714 (II)	0,714 (II)
DI	0,312 (II)	0,304 (II)	0,308 (II)	0,308 (II)	0,789 (II)	0,789 (II)
Samla					0,759 (II)	0,765 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C2 var normalt med 41 i grabb a og 38 i grabb b. Samla verdi for artstal låg på 52, medan middelveidien var 39,5. Individtalet var normalt med 230 i grabb a og 226 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 456, medan middelveidien var 228. Jamleiksindeksen (*J'*) har høge verdiar, noko som viser lite dominans av enkeltartar.

Hyppigast førekomande art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paradiopatra fjordica* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 15 % av det totale (**tabell 15**). Fleirbørstemakkar i gruppa Cirratulidae (NSI-klasse IV), muslingen *Parathyasira equalis* (NSI-klasse II) og fleirbørstemakken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-klasse III) var også vanleg førekomande med ca. 9-12 % av den totale faunaen. Elles var det ei blanding av artar (mest fleirbørstemakk og muslingar) som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

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 12**). Stasjonen framstår som moderat påverka av organisk materiale.

Indeksverdiane for NQI1, ES₁₀₀ og NSI låg innanfor "moderat" tilstand for begge parallellane, grabbgjennomsnittet, stasjonsverdien og dei tilhøyrande nEQR-verdiane. Mangfald ved H' viste "god" tilstand for grabb a og stasjonsverdien og "moderat" tilstand for grabb b og grabbgjennomsnittet. Indeksverdiane for ISI₂₀₁₂ låg innanfor tilstandsklasse "god", medan DI-indeksen hamna innanfor "svært

dårlig" tilstand for alle verdier. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "moderat", men stasjonsverdien låg ikkje langt frå tilstandsklasse "god".

Tabell 12. Artstal (S), individtal (N), jamleiksindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, 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 C3 ved Bergadalen 26. juni 2018. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

C3	a	B	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	35	30	32,5	40		
N	1322	1187	1254,5	2509		
J'	0,62	0,55	0,58	0,59		
H'_{max}	5,13	4,91	5,02	5,32		
AMBI	3,407	3,525	3,466	3,459		
NQI1	0,579 (III)	0,562 (III)	0,579 (III)	0,574 (III)	0,515 (III)	0,520 (III)
H'	3,169 (II)	2,706 (III)	2,938 (III)	3,166 (II)	0,589 (III)	0,618 (II)
ES_{100}	15,119 (III)	11,957 (III)	13,538 (III)	15,028 (III)	0,501 (III)	0,544 (III)
ISI_{2012}	8,651 (II)	7,601 (II)	8,126 (II)	8,532 (II)	0,660 (II)	0,698 (II)
NSI	17,988 (III)	18,089 (III)	18,039 (III)	18,036 (III)	0,522 (III)	0,521 (III)
DI	1,071 (V)	1,024 (V)	1,048 (V)	1,048 (V)	0,167 (V)	0,167 (V)
Samla					0,557 (III)	0,580 (III)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C3 var normalt med 35 i grabb a og 30 i grabb b. Samla verdi for artstal låg på 40, som er relativt lågt, medan middelveiden var 32,5. Individtalet var svært høgt med 1322 i grabb a og 1187 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 2509, medan middelveiden var 1254,5. Jamleiksindeksen (J') har låge til moderat låge verdier, noko som viser markant dominans av enkeltartar.

Hyppigast førekomande art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paramphipnomae jeffreysii* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 41 % av det totale individtalet (**tabell 15**). Nest hyppigast førekomande var den forureiningstolerante muslingen *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV). Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var fleirbørstemakk i *Capitella capitata* – komplekset (NSI-klasse V), *Parathyasira equalis* (NSI-klasse III) og fleirbørstemakken *Chaetozona setosa* (NSI-klasse IV), som kvar utgjorde rundt 7 % av den totale faunaen. Elles var det ei blanding av moderat tolerante artar og meir sensitive artar.

Stasjon C4

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (**tabell 13**). Stasjonen framstår som litt påverka av organisk materiale.

Dei to prøvane frå stasjon C4 viste tydelege forskjell, med indeksverdier som tydar betre tilhøve i grabb b enn i grabb a. Indeksverdiene for NQI1 og H' låg innanfor "moderat" tilstand for grabb a og grabbgjennomsnittet, medan grabb b og stasjonsverdien hamna innanfor tilstandsklasse "god". Indeksverdiene for ES_{100} låg innanfor "god" tilstand, med unntak av enkeltverdien for grabb a, som låg innanfor "moderat" tilstand. Også ISI_{2012} viste "god" tilstand, med unntak av indeksverdien for grabb b, som hamna innanfor tilstandsklasse "svært god". NSI viste "moderat" tilstand, med unntak av grabb b, som hamna i "god" tilstand. DI indeksen viste "dårlig" tilstand for grabb b, grabbgjennomsnittet og stasjonsverdien, og "svært dårlig" tilstand for grabb a. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet og stasjonen innanfor tilstandsklasse "god", men spesielt grabbgjennomsnittet låg ikkje langt frå tilstandsklasse "moderat".

Tabell 13. Artstal (*S*), individtal (*N*), jamleiksindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, 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 C4 ved Bergadalen 26. juni 2018. Sjå også tabelltekst i tabell 10.

C4	a	b	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	32	42	37	56		
N	1151	512	831,5	1663		
<i>J'</i>	0,50	0,62	0,56	0,53		
H'_{max}	5,00	5,39	5,20	5,81		
AMBI	3,351	2,944	3,148	3,226		
NQI1	0,588 (III)	0,662 (II)	0,625 (III)	0,639 (II)	0,593 (III)	0,609 (II)
<i>H'</i>	2,524 (III)	3,338 (II)	2,931 (III)	3,075 (II)	0,587 (III)	0,608 (II)
ES_{100}	13,468 (III)	21,354 (II)	17,411 (II)	18,406 (II)	0,605 (II)	0,617 (II)
ISI_{2012}	8,556 (II)	9,728 (I)	9,142 (II)	9,499 (II)	0,756 (II)	0,790 (II)
NSI	19,118 (III)	20,025 (II)	19,571 (III)	19,397 (III)	0,583 (III)	0,576 (III)
DI	1,011 (V)	0,659 (IV)	0,835 (IV)	0,835 (IV)	0,212 (IV)	0,212 (IV)
Samla					0,625 (II)	0,640 (II)

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C4 var normalt med 32 i grabb a og 42 i grabb b. Samla verdi for artstal låg på 56, medan middelveidien var 37. Individtalet var høgt med 1151 i grabb a og 512 i grabb b. Samla verdi for individtal låg på 1663, medan middelveidien var 831,5. Jamleiksindeksen (*J'*) har låge til moderat låge verdiar, noko som viser markant dominans av enkelte artar.

Hyppigast førekomande art på stasjonen var den moderat forureiningstolerante fleirbørstemakken *Paramphipnomae jeffreysii* (NSI-klasse III), som utgjorde rundt 44 % av det totale individtalet (tabell 15). Nest hyppigast førekomande art var fleirbørstemakken *Chaetozona setosa* (NSI-klasse IV) med ca. 19 % av det totale individtalet. Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var fleirbørstemakk i gruppa Cirratulidae (NSI-klasse IV) og slimorm i gruppa Nemertea (NSI-klasse III), som utgjorde høvesvis ca. 9 og 6 % av det totale individtalet. Det var markant fleire individ av forureiningstolerante artar i grabb a enn i grabb b.

Overgangssone

Basert på nEQR-verdiane for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt samla på stasjon C3 og C4 vert overgangssona totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "moderat" nær grensa til tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2013 (tabell 14).

Artsmangfaldet i overgangssona var relativt normalt med 74 artar, medan individtalet var svært høgt med 4172 (grabbgjennomsnitt 1043). NQI1 og NSI, som er indeksar som tar med individtalet i utrekninga, viser "moderat" tilstand, medan mangfaldsindeksane *H'* og ES_{100} har litt høgare nEQR-verdiar og viser "god" til "moderat" tilstand. DI-indeksen hamna på grunn av høge individtal i "svært dårleg" tilstand, men inngår ikkje samla vurdering. Samla låg verdien for nEQR for grabbgjennomsnittet innanfor tilstandsklasse "moderat", medan verdien for heile overgangssona låg innanfor tilstandsklasse "god".

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*₁₀₀), *ISI*₂₀₁₂-indeks, *NSI*-indeks og *DI*-indeks i grabb a og b i overgangssone (stasjon C3-C4) ved Bergadalen, 26. juni 2018. Sjå også tabelltekst i **tabell 10**.

Overgangssone	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
S	34,8	74		
N	1043	4172		
NQI1	0,598 (III)	0,629 (III)	0,554 (III)	0,599 (III)
<i>H'</i>	2,934 (III)	3,377 (II)	0,588 (III)	0,642 (II)
<i>ES</i> ₁₀₀	15,475 (III)	18,904 (II)	0,556 (III)	0,622 (II)
<i>ISI</i> ₂₀₁₂	8,634 (II)	9,516 (II)	0,708 (II)	0,792 (II)
<i>NSI</i>	18,805 (III)	18,578 (III)	0,552 (III)	0,543 (III)
<i>DI</i>	0,942 (V)	0,942 (V)	0,185 (V)	0,185 (V)
Samla			0,592 (III)	0,640 (II)

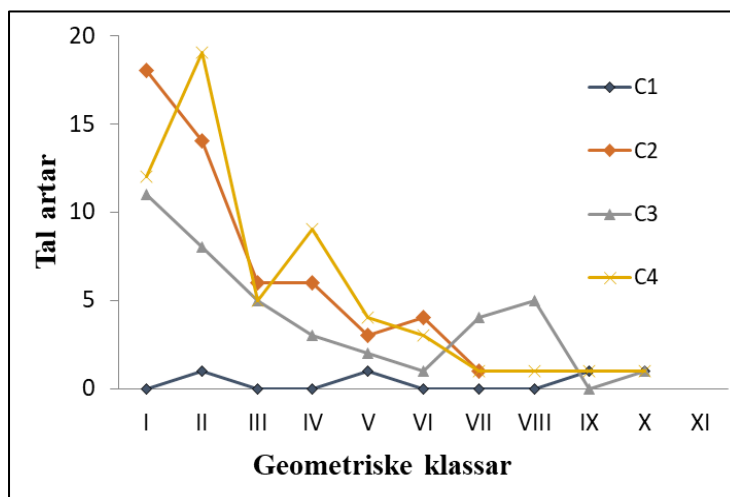
Tabell 15. Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne ved Bergadalen, 26. juni 2018.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Ophryotrocha craigsmithi</i>	65,32	65,32	<i>Paradiopatra fiordica</i>	14,69	14,69
<i>Ophryotrocha scutellus</i>	32,32	97,64	Cirratulidae sp. 1	11,62	26,32
<i>Vigtorniella ardabilia</i>	2,16	99,80	<i>Parathyasira equalis</i>	11,18	37,50
<i>Capitella capitata</i> kompl.	0,20	100,00	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9,21	46,71
			<i>Mendicula ferruginosa</i>	7,02	53,73
			<i>Nucula tumidula</i>	4,82	58,55
			<i>Thyasira obsoleta</i>	4,82	63,38
			<i>Amphilepis norvegica</i>	4,61	67,98
			<i>Chaetozone jubata</i>	2,85	70,83
			<i>Eriopisa elongata</i>	2,85	73,68
Artar st. C3	%	kum %	Artar st. C4	%	kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	41,13	41,13	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	43,96	43,96
<i>Thyasira sarsii</i>	8,61	49,74	<i>Chaetozone setosa</i>	18,82	62,78
<i>Capitella capitata</i> compl.	7,17	56,92	Cirratulidae sp. 1	9,44	72,22
<i>Parathyasira equalis</i>	6,74	63,65	Nemertea	5,53	77,75
<i>Chaetozone setosa</i>	6,54	70,19	<i>Parathyasira equalis</i>	2,95	80,70
<i>Raricirrus beryli</i>	6,38	76,56	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	2,29	82,98
Cirratulidae sp. 2	4,86	81,43	Cirratulidae sp. 2	2,10	85,09
<i>Prionospio plumosa</i>	4,74	86,17	<i>Heteromastus filiformis</i>	1,14	86,23
Cirratulidae sp. 1	3,35	89,52	<i>Mendicula ferruginosa</i>	1,14	87,37
<i>Antonbruunia sociabilis</i>	3,11	92,63	<i>Ophelina modesta</i>	1,08	88,45

Geometriske klassar

Kurva til dei geometriske klassane har eit varierende forlaup på stasjon C1 - C4 ved Bergadalen (**figur 6**). Kurva frå stasjon C1 var flat og lang og tyder sterkt påverka forhold. Kurva frå stasjon C2 fell raskt frå mange artar i klasse I til klasse III (4-7 individ per 0,2 m²), og utover flatar kurva ut. Kurva er moderat lang og indikerer ein nærmast upåverka tilstand. Kurva frå stasjon C3 var mykje flatare enn den frå stasjon C2 og noko ujamnt. På stasjon C4 var det færre artar i klasse I enn i klasse II og kurva hadde eit noko ujamnt forlaup. Kurvane frå stasjon C3 og C4 var lange, fram til klasse X (512-1050 individ), og tyder noko påverknad av organisk forureining.

Figur 6. Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for stasjonane C1 – C4 tekne ved Bergadalen 26. juni 2018. Tal på artar langs y – aksen og geometriske klassar langs x-aksen.



DISKUSJON

HYDROGRAFI

Det var litt ferskvasspåverknad i øvste delen av vassmassane. Oksygentilhøva var gode gjennom heile vassøyla og ved botnen på 456 m djup tilsvare oksygeninnhaldet til tilstandsklasse II = "god" etter rettleiar 02:2013.

SEDIMENT

KORNFORDELING OG KJEMI

Feltskiltringa og vurdering etter NS 9410:2016 viste at sedimentet på stasjon C1 var tydeleg påverka av oppdrettsverksemda med tilstand 4 = "meget dårlig", låge pH- og redokspotensial-verdiar, noko lukt, mjuk til laus konsistens og spor etter fôr og fekalier i sedimentet. Sedimentet på dei andre stasjonane hamna i tilstand 1 = "meget god". Ved B-granskingane gjort dei siste åra har miljøtilstanden veksle mellom tilstand 2 = "god" og tilstand 3 = "dårlig" ved maksimal belastning og tilstand 1 = "meget god" etter brakklegging (Berge-Haveland 2018).

Kornfordelingsanalysen viste at finstoff (silt og leire) var den dominerande kornstorleiken på alle stasjonane noko som tyder på sedimenterande tilhøve ved lokaliteten. Spesielt på stasjon C2 og C4 var det høgt innhald av finstoff.

Tørstoff og glødetap gjev ein indikasjon på innhaldet av organisk materiale i sedimentet. Lågt tørstoffinnhald og høgt glødetap indikerer høgt innhald av organisk materiale. Glødetap og tørstoffinnhald indikerer moderat innhald av organisk materiale på stasjon C2 til C4, medan glødetapet på stasjon C1 indikerer høgt innhald av organisk materiale. Innhaldet av total organisk karbon (TOC) var klart høgast på stasjon C1 og basert på normalisert TOC, der TOC-innhaldet vert standardisert ut i frå innhaldet av finstoff, hamna stasjon C1 i tilstandsklasse V = "svært dårlig" etter rettleiar 02:2013. Det høge innhaldet av organisk materiale på C1 stammar truleg frå organiske tilførselar frå oppdrettsverksemda. Stasjon C3 hamna i tilstandsklasse III = "moderat", medan C2 og C4 hamna i tilstandsklasse II = "god".

Organiske tilførselar frå oppdrettsverksemda inneheldt ein del nitrogen og fosfor (Grefsrud m.fl. 2018). Sedimentet på nærstasjonen C1 hadde det klart høgaste innhaldet av næringssalta nitrogen og fosfor. Sedimentet på stasjon C3 hadde noko høgare innhald av næringssalta enn dei andre stasjonane i overgangssona. Redfield-forholdet gir eit nitrogen-fosfor forhold (N/P) i organisk materiale i havet på 16:1. Innhaldet i nyleg avsett marine sediment i eit upåverka system vil truleg ikkje vere veldig ulik denne. N/P forholdet var lågare enn dette på alle stasjonane, men spesielt på stasjon C1 og C3 der det låg mellom 1 og 2. Fosforkjelda er truleg oppdrettsfôr, som kan ha høgt innhald av fosfor (Ervik 2009). Molforholdet mellom C/N er innan for det som er rekna som normalt for marine sediment, sjølv om det er litt høgt på stasjon C2 (Schulz & Zabel 2005).

Koparimpregnerte nøter har vore vanleg for å hindre begroing av nøtene. Når desse vert reingjort kan kopar bli spylt av og hamne i sedimentet nedstraums anleggsområdet. Stasjon C1, C3 og C4 har alle høge konsentrasjonar av kopar, tilsvarende tilstandsklasse V = "svært dårlig" på stasjon C1 og C3 og tilstandsklasse IV = "dårlig" på stasjon C4 etter rettleiar M-608:2016. På stasjon C2 var det lågt innhald av kopar tilsvarende tilstandsklasse II = "god". De var nokså høgt innhald av sink på alle stasjonane tilsvarende tilstandsklasse III = "moderat".

Sedimentkjemien viser at sedimentet ved lokaliteten er noko påverka av oppdrettsverksemda. Innhaldet av næringssalta nitrogen og fosfor, og tungmetalla kopar og sink er høgast nærast anleggsområdet og blir lågare lenger vekk frå anlegget, med dei lågaste konsentrasjonane på stasjon C2. Stasjon C3 og C4

ligg i ganske lik avstand til anlegget, men i ulik retning. C3 ligg i aust for anleggsområdet og C4 søraust, sidan C3 har høgare normalisert TOC, og høgare konsentrasjonar av næringssalt og tungmetalla kopar og sink, ser det ut som at det er høgare tilførselar frå anleggsområdet i dette området.

BLAUTBOTNFAUNA

Ut frå klassifisering etter grenseverdiar for artsantal og artssamansetnad i NS 9410:2016 hamnar stasjon C1 i **miljøtilstand 3 = "dårlig"**.

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2013 synte at stasjon C2 og C4 ved Bergadalen låg innanfor **tilstandsklasse "god"** medan stasjon C3 innanfor **tilstandsklasse "moderat"**. Stasjon C1 låg innanfor tilstandsklasse "dårlig". Overgangssona hamna med grabbgjennomsnittet innanfor "moderat" tilstand og med stasjonsverdien innanfor "god" tilstand. Stasjonane C3 og C4 ligg over 300 m frå anlegget og difor vurderast overgangssona samla som best å være karakterisert med **tilstandsklasse "moderat"**, men rett ved grensa til tilstandsklasse "god". Lokaliteten framstår som lokalt påverka.

På stasjon C1 var artstalet (artsmangfaldet) en svært lågt, medan individtalet var høgt. Stasjonen var sterkt dominert av forureiningstolerante fleirbørstemakk som nærer seg av bakteriar som veks blant anna på oppdrettsslam. Det var berre få individ av *Capitella capitata*-komplekset, som typisk finst under oppdrettsanlegg, og som eter organiske partiklar. Faunaen var karakteristisk for ein stasjon med hardbotn med eit lag oppdrettsslam oppå, dvs. det var ikkje sedimentbotn som er eigna for gravande dyr. Elles var artstalet normalt på stasjon C2-C4. Individtalet var normalt på stasjon C2, og høgt på stasjon C3 og C4, noko som tyder ei viss gjødsling i overgangssona frå oppdrettsanlegget. På stasjon C3 var det relativt mange individ av forureiningstolerante artar i dei to parallelle grabbhogga, medan det på stasjon C4 var mange individ av slike artar i grabb a, men markant færre individ av tolerante artar og meir individ av forureiningssensitive artar i grabb b.

Høgare verdiar av ISI_{2012} enn av NSI kan forklarast ved at det var enkelte individ av meir sensitive artar i prøvane, og ISI-indeksen tek ikkje høgde for individtal, berre for sensitivitetsverdien av kvar art.

OPPSUMMERING

Blautbotnfauna og sedimentkjemi viser at lokaliteten er lokalt påverka av oppdrettsverksemda, det verkar som om området aust i overgangssona er meir belasta enn områda i søraust. Ei utviding av biomassen frå 2340 til 3120 tonn vil auke belastinga på lokaliteten. Ved denne granskinga ligg overgangssona i tilstandsklasse III = "moderat", men den ligg heilt på grensa til tilstand II = "god". Auka belasting vil kunne forverre tilstanden i dei påverka områda ytterlegare, noko som vil påverke miljøtilstanden i overgangssona i negativ retning.

Neste C-gransking på lokaliteten skal i høve til NS 9410:2016 utførast ved andre produksjonstopp etter juni 2018, grunna ei overgangssone i "moderat" tilstand.

REFERANSAR

- Berge-Haveland, F. 2018. Resipientgransking B-gransking Lokalitet Bergadalen, Kvam herad. Rapport nr 1621-2018. Resipientanalyse AS. 19 sider.
- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013. Veileder 02:2013 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Ervik, A., Hansen, P.K., Olsen S. A., Samuelsen O.B. & Givskud, H. 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 in marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10: 142-146.
- Grefsrud, E.S., Glover, K., Grøsvik, B.E., Husa, V., Karlsen, Ø., Kristiansen, T., Kvamme, B.O., Mortensen, S., Samuelsen, O.B. Stien, L.H., Svåsand, T. m.fl. 2018. Risikorapport norsk fiskeoppdrett. Fisken og hvet Særnummer 1-2018. 184 sider.
- 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.
- Staveland, A.H. 2010. Straummålingar ved oppdrettslokalitet Bergadalen i Kvam kommune. Rådgivende Biologer rapport, 24 sider.
- Schulz, H.D & Zabel, M. 2005. *Marine geochemistry 2nd revised, updated and extended edition*. Kap 4, Organic matter. The driving force of early diagenesis, Springer 125-164.

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
bergen@eurofins.no

AR-18-MX-003102-01



EUNOBE-00028884

Prøvemottak: 27.06.2018
Temperatur:
Analyseperiode: 27.06.2018-30.07.2018
Referanse: C-gransking Bergadalen,
Lingalaks 2018-32

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2018-0627-128	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C1-kjemi Bergadalen	Analysesstartdato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	295	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Sink (Zn)	555	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	9460	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	5.8	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	58300	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	35.9	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Teknisk forklaring:

* 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.
Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 4

AR-001 v 142



Prøvenr.:	441-2018-0627-129	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C2-kjemi Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	61.9	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Sink (Zn)	164	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1070	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.8	g/kg TS	0.5	20%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22600	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	38.3	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2018-0627-130	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C3-kjemi Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	274	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Sink (Zn)	410	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	3840	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	3.4	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	23400	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	37.5	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Teanforklaring:

* 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.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

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

Side 2 av 4

AR-001 v 143



Prøvenr.:	441-2018-0627-131	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C4-kjemi Bergadalen	Analysedatidato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	108	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Sink (Zn)	211	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1110	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, EN 13346 (S 7a): 2001-04
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.2	g/kg TS	0.5	19%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18400	mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekt steg 1	36.2	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2018-0627-132	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C1-korn Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjødetap	13.0	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	39.8	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	vedlegg				Gravimetri

Prøvenr.:	441-2018-0627-133	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C2-korn Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjødetap	6.82	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	41.1	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	vedlegg				Gravimetri

Teorforklaring:

* 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.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

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

Side 3 av 4

AR-001-143



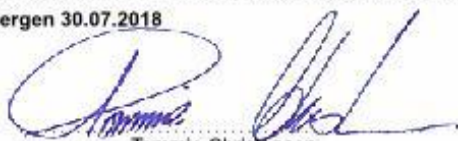
Prøvenr.:	441-2018-0627-134	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C3-korn Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	6.31	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	47.9	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	vedlegg			Gravimetri	

Prøvenr.:	441-2018-0627-135	Prøvetakingsdato:	26.06.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	HEH		
Prøvemerkning:	C4-korn Bergadalen	Analysedato:	27.06.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	6.64	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	42.7		0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	vedlegg			Gravimetri	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

Bergen 30.07.2018



Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

Tekstforklaring:

* 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.

Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området.

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

Side 4 av 4

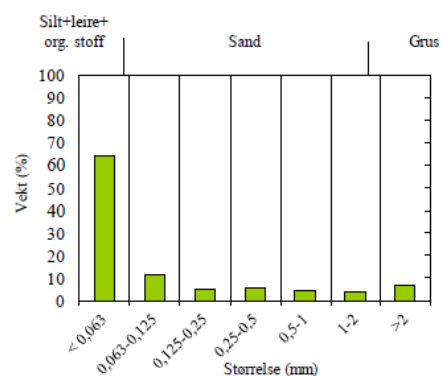
AR-001 v 1.0

Provennummer 441-2018-0627-132
 Provermerking C1-korn Bergsdalen
 Analysedato 26.07.2018

Partikkelstorrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
>2	2,09	7,0	100,0
1-2	1,11	3,7	93,0
0,5-1	1,21	4,0	89,3
0,25-0,5	1,59	5,3	85,3
0,125-0,25	1,45	4,8	80,0
0,063-0,125	3,34	11,1	75,2
< 0,063	19,25	64,1	64,1

Siktet prøve etter tørking 30,04

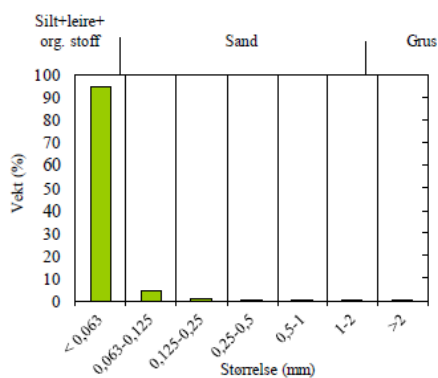


Provennummer 441-2018-0627-133
 Provermerking C2-korn Bergsdalen
 Analysedato 26.07.2018

Partikkelstorrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
>2	0,12	0,4	100,0
1-2	0,03	0,1	99,6
0,5-1	0,04	0,1	99,5
0,25-0,5	0,09	0,3	99,4
0,125-0,25	0,26	0,8	99,2
0,063-0,125	1,31	3,9	98,4
< 0,063	31,40	94,4	94,4

Siktet prøve etter tørking 33,25

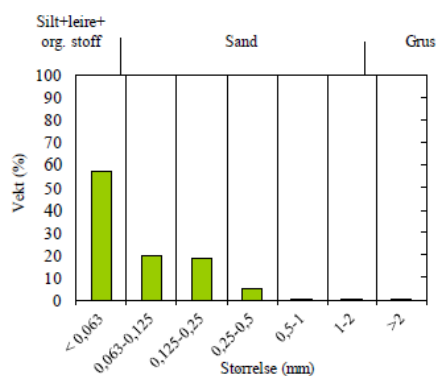


Provennummer 441-2018-0627-134
 Provermerking C3-korn Bergsdalen
 Analysedato 27.07.2018

Partikkelstorrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
>2	0,08	0,2	100,0
1-2	0,03	0,1	99,8
0,5-1	0,17	0,5	99,7
0,25-0,5	1,54	4,7	99,1
0,125-0,25	6,01	18,4	94,4
0,063-0,125	6,27	19,2	76,1
< 0,063	18,60	56,9	56,9

Siktet prøve etter tørking 32,70



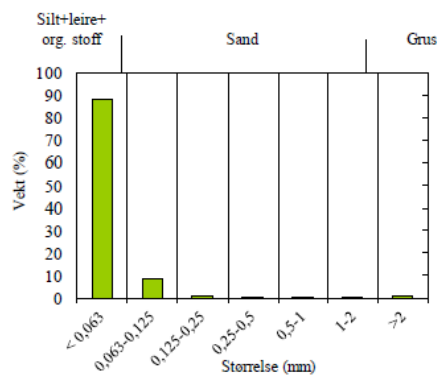
Provenummer 441-2018-0627-135
 Provenmerking CA-korn Bergsdalen
 Analysedato 27.07.2018

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
>2	0,30	1,0	100,0
1-2	0,16	0,5	99,0
0,5-1	0,15	0,5	98,5
0,25-0,5	0,18	0,6	98,0
0,125-0,25	0,33	1,1	97,4
0,063-0,125	2,66	8,6	96,4
<0,063	27,09	87,8	87,8

Siktet prøve etter tørking

30,87



Vedlegg 2. Oversikt over botndyr funne i sediment på stasjonane C1-C4 ved lokaliteten Bergadalen, 26. juni 2018. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikkje gitt. * Arten *Vigtorniella ardabilia* er ikkje inkludert i artslista for NSI og ISI₂₀₁₂, men finnast på same habitat som *Capitella capitata* kompl. Difor har vi tildelt same sensitivitetsverdi/klasse.

Bergadalen 2018	NSI-		C1		C2		C3		C4	
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	klasse		a	b	a	b	a	b	a	b
CNIDARIA										
Hydrozoa	-	X		x				x		
Hydrozoa på <i>Nucula</i>	-	X			x	x	x	x		x
<i>Paraedwardsia arenaria</i>	III						2		1	
NEMATODA										
Nematoda	-	X		x	x		x	x	x	x
NEMERTEA										
Nemertea	III				2	3	9	8	91	1
SIPUNCULA										
<i>Golfingia</i> sp.	II				1	1			1	1
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I				2	2	1		27	11
<i>Sipunculus norvegicus</i>	II									1
POLYCHAETA										
Ampharetidae	I						2			
<i>Amythasides macroglossus</i>	I				1					
<i>Anobothrus laubieri</i>	I									2
<i>Antonbruunia sociabilis</i>	I						28	50		
<i>Aricidea</i> sp.	I									1
<i>Augeneria tentaculata</i>	I				1				1	1
<i>Brada villosa</i>	II				3					
<i>Capitella capitata</i> ompl.	V		1	1			33	147		
<i>Ceratocephale loveni</i>	III						1			2
<i>Chaetozone jubata</i>	III				5	8				14
<i>Chaetozone setosa</i>	IV						124	40	303	10
<i>Cirratulidae</i> sp. 1	IV				21	32	82	2	56	101
<i>Cirratulidae</i> sp. 2	IV				1	3	113	9	21	14
<i>Clymenura borealis</i>	I					1				
<i>Dasybranchus caducus</i>	III						1	1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II					3			9	
<i>Eunereis elittoralis</i>	I						2	2		
<i>Exogone verugera</i>	I						3	1	3	
<i>Galathowenia oculata</i>	III				1	5	15	1	5	4
<i>Glycera lapidum</i>	I				2		1			
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV				1	2	28	34	12	7
<i>Laonice appelloefi</i>	I				3	2				
<i>Levinsenia gracilis</i>	II				1					
Lumbrineridae	II						2			
<i>Lumbrineris</i> sp. 1	II				4	4	6	1		
<i>Lumbrineris</i> sp. 2	II									1
<i>Macrochaeta polyonyx</i>	III							1		
Maldanidae	II				1	1				
<i>Myriochele</i> sp.	II					1				3
<i>Neoleanira tetragona</i>	III								3	

Bergadalen 2018	NSI-		C1		C2		C3		C4	
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	klasse		a	b	a	b	a	b	a	b
POLYCHAETA										
<i>Nephtys hystricis</i>	II				1				1	2
<i>Nephtys</i> indet.	-	X							1	1
<i>Nephtys paradoxa</i>	II				1					
<i>Nereimyra woodsholea</i>	II						12	1		
<i>Ophelina modesta</i>	III								18	
<i>Ophryotrocha craigsmiti</i>	IV		511	154						
<i>Ophryotrocha scutellus</i>	IV		219	110						
<i>Oxydromus flexuosus</i>	III								1	
<i>Paradiopatra fiordica</i>	III				32	35	1	4		1
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	I				3	6				
<i>Paradoneis</i> sp.	I								11	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	III				24	18	485	547	533	198
<i>Parheteromastides</i> sp.	III					2				3
<i>Pectinaria belgica</i>	II				1		1	1	2	
<i>Pectinaria koreni</i>	IV							1	2	
<i>Pholoe assimilis</i>	III						4	1		
<i>Pholoe pallida</i>	I						3			
<i>Phylo norvegicus</i>	II				1	3				5
<i>Pilargis</i> sp.	I									1
Polynoidae	II							1		
<i>Prionospio cirrifera</i>	III							1	4	2
<i>Prionospio plumosa</i>	III						1	118		
<i>Raricirrus beryli</i>	IV						36	124		
<i>Sosane wahrbergi</i>	II								3	
<i>Spiochaetopterus</i> sp.	I					1				1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III				1	2				3
<i>Spiophanes wigleyi</i>	I				1					
<i>Streblosoma intestinale</i>	I				3					5
<i>Terebellides</i> sp.	I				6	6				2
<i>Vigtorniella ardabilia</i>	V*		9	13						
MOLLUSCA										
<i>Antalis entalis</i>	I				1					
<i>Antalis occidentalis</i>	I					1				2
<i>Genaxinus eumyarius</i>	I				1	2				
<i>Kelliella miliaris</i>	III				6	5				4
<i>Mendicula ferruginosa</i>	I				13	19	10	1	4	15
<i>Mytilus edulis</i> juv.	-	X	36	3						
<i>Nucula tumidula</i>	II				14	8	10	2	1	15
<i>Parathyasira equalis</i>	III				31	20	146	23		49
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	-	X				3	23	1		1
<i>Scutopus robustus</i>	II				2					
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	II					1			4	3
<i>Tellimya tenella</i>	II				2				8	1
<i>Thyasira obsoleta</i>	I				12	10	1			8
<i>Thyasira sarsii</i>	IV						155	61	13	
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	-	X					35	15		

Bergadalen 2018	NSI-		C1		C2		C3		C4	
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	klasse		a	b	a	b	a	b	a	b
MOLLUSCA										
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV									2
Thyasiridae indet.	-	X			4	4				1
CRUSTACEA										
<i>Bathymedon saussurei</i>	II					1	1			
Calanoida	-	X	12	3	1	2	2	3	1	4
<i>Calocarides coronatus</i>	II				1	1				2
<i>Diastylodes serratus</i>	II									1
<i>Eriopisa elongata</i>	II				4	9				1
<i>Eudorella emarginata</i>	III							1		
Euphausiacea	-	X						1	2	
<i>Liljeborgia macronyx</i>	II				1	1				
<i>Munida sarsi</i>	III					1				
Ostracoda sp. 4	-	X								1
Tanaidacea	I								1	
<i>Westwoodilla brevicular</i> cf.	II					1				
<i>Westwoodilla caecula</i>	I				1					
ECHINODERMATA										
<i>Amphilepis norvegica</i>	II				17	4				8
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	II						1			
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	-	X								2
<i>Astropecten irregularis</i> juv.	I								1	
<i>Brissopsis lyrifera</i>	II						1	1	1	2
<i>Ophiura sarsii</i>	II					1	1	2	7	2
<i>Ophiura</i> sp. juv.	II								3	
PISCES										
Pisces	-	X							1	