

Kjeppevikholmen i Alver kommune, august 2019



Miljøovervaking av
overgangssona – C-gransking

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS 3043



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Kjeppevikholmen i Alver kommune, august 2019. Miljøovervaking av overgangssona – C-gransking.

FORFATTARAR:

Ingeborg E. Økland & Christiane Todt

OPPDRAKSGIVAR:

Blom Fiskeoppdrett AS

OPPDRAGET GITT:

26. juli 2019

RAPPORT DATO:

3. februar 2020

RAPPORT NR:

3043

ANTAL SIDER:

30

ISBN NR:


Ikkje nummerert

EMNEORD:

- Oppdrett i sjø
- Botnfauna
- Hydrografi

- Organisk belastning
- Sedimentkvalitet

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Joar Tverberg	18. desember 2019	Forskar	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Edvard Griegs vei 3, 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 etter	Utført av	Akkreditering /Test nr
Prøvetaking botnsediment Marine blautbotnsediment - Prøvetaking av sediment	NS EN ISO 5667-19:2004 NS EN ISO 16665:2013 NS 9410:2016	RB AS I.E Økland	Test 288
Prøving botnsediment Marine blautbotnsediment - Kjemisk, fysisk og geologisk analyse*	Sjå vedlegg 1	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003*
Taksonomi Fauna i marine blautbotnsediment - Sortering	NS EN ISO 16665:2013	RB AS A. Furu Boddington, L. Ohnheiser	Test 288
- Artsbestemming	NS EN ISO 16665:2013	RB AS L. Ohnheiser, E. Gerasimova Mask med Mera**	Test 288
- Indeksberkning	Rettleiar 02:2018	RB AS L. Ohnheiser, C. Todt	Test 288
Faglege vurderingar og fortolkingar Marine blautbotnsediment - vurdering og fortolking av resultat for fauna	Rettleiar 02:2018	RB AS C. Todt	Test 288
Kjemi i marine blautbotnsediment - vurdering og fortolking av resultat frå kjemiske, fysiske og geologiske analysar	Rettleiar 02:2018	RB AS I.E. Økland	Test 288
pH/Eh i blautbotnsediment - måling i sediment og vurdering og fortolking av resultat	NS 9410:2016	RB AS I.E.Økland	Ikkje akkreditert
CTD - måling av hydrografiske tilhøve i vassøyls og vurdering og fortolking av resultat	NS 9410:2016 Rettleiar 02:2018	RB AS I.E Økland	Ikkje akkreditert

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

** Kontakt Rådgivende Biologer AS for kontaktinformasjon.

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

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Blom Fiskeoppdrett AS utført ei C-gransking på oppdrettslokalitet nr. 11652 Kjeppvikholmen i Alver kommune.

Rapporten er utarbeida av Rådgivende Biologer AS med leverandørar (sjå kvalitetsoversikt).

Rådgivende Biologer AS takkar Blom Fiskeoppdrett AS ved Martin Blom for oppdraget.

Bergen, 3. februar 2020

INNHALD

Føreord	3
Samandrag.....	4
Områdeskildring.....	5
Oppdrettslokaliteten	7
Metode og datagrunnlag.....	8
Resultat.....	11
Diskusjon.....	19
Referansar.....	21
Vedlegg	22

SAMANDRAG

Økland, I.E & C. Todt 2020. Kjeppvikholmen i Alver kommune, august 2019. Miljøovervaking av overgangssona – C-gransking. Rådgivende Biologer AS, rapport 3043, 30 sider.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Blom Fiskeoppdrett AS utført ei C-gransking på oppdrettslokalitet nr. 11652 Kjeppvikholmen.

Lokaliteten ligg ved Eikeland på søraustsida av Holsnøy i den nordvestlege delen av Herdlefjorden. Anleggsområdet ligg ca 450 frå land over botn som skrånar nedover mot vestsørvest frå ca 150 til vel 250 m djup.

Hydrografiprofilen ved stasjon C2 viste at det var moderat høgt oksygeninnhald ved botn på 278 m djup, tilsvarande tilstandsklasse III = "moderat". Verdien låg heilt på grensa til tilstandsklasse II = "god".

Sedimentet på stasjon C1 og C4 inneheldt like mykje sand og finstoff (silt og leire), medan sedimentet på stasjon C2 og C3 var dominert av finstoff. Det var høgt innhald av organisk materiale på alle stasjonane unntatte stasjon C4, og sedimentet på stasjon C1 hadde og høgt innhald av fosfor. Sedimentet på stasjon C1 hadde høgt innhald av kopar, tilsvarande tilstandsklasse V = "svært dårlig" og moderat høgt innhald av sink, tilsvarande tilstandsklasse III = "moderat". Dei andre stasjonane hadde lågt innhald av kopar og sink tilsvarande tilstandsklasse II = "god" eller I = "bakgrunn".

Klassifisert etter NS 9410:2016 hamna stasjon C1 i miljøtilstand 1 = "meget god". Klassifisert etter rettleiar 02:2018 hamna stasjon C2-C4 i tilstandsklasse "god"; stasjon C2 og C3 låg nær tilstandsklasse "svært god". Stasjon C1 framstod som påverka av organisk forureining, med høge individtal i begge to prøvane. Stasjonen var dominert av forureiningstolerante artar. Stasjon C4 viste og teikn til påverknad, men her var høge individtal kombinert med relativt høge artstal. Det var og relativt sett mange forureiningssensitive artar som førekom med få individ. Stasjon C2 og C3 var ikkje negativt påverka av organisk forureining, sjølv om partikkeletande artar dominerte også på desse to stasjonane.

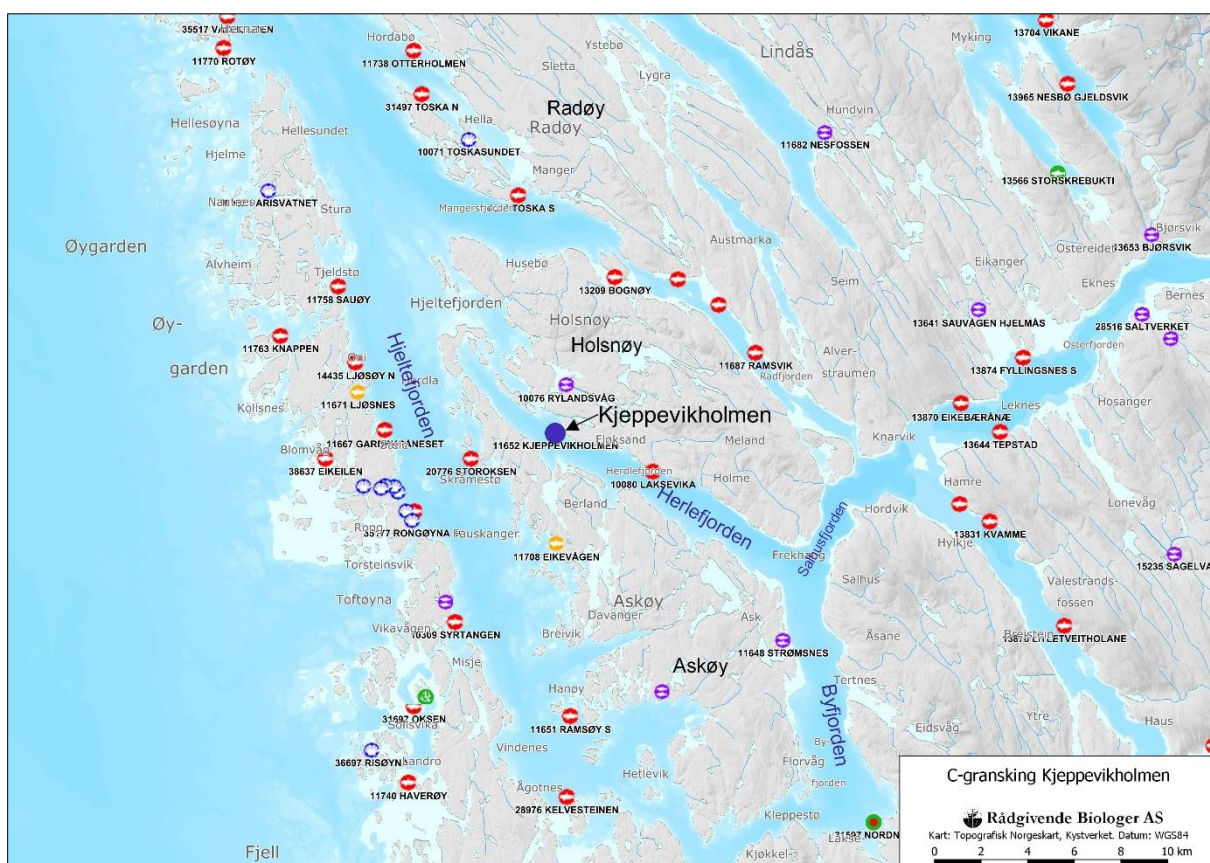
Neste C-gransking på lokaliteten skal i høve til NS 9410:2016 utførast ved tredje produksjonstopp etter granskingsdato, grunna ei overgangssone og stasjon C2 i "god" tilstand.

Tabell 1. Miljøtilstand ved stasjon C2 og overgangssona samla (OS) ved Kjeppvikholmen den 14. august. Tilstand for enkeltstasjonar er vist i **tabell 11**.

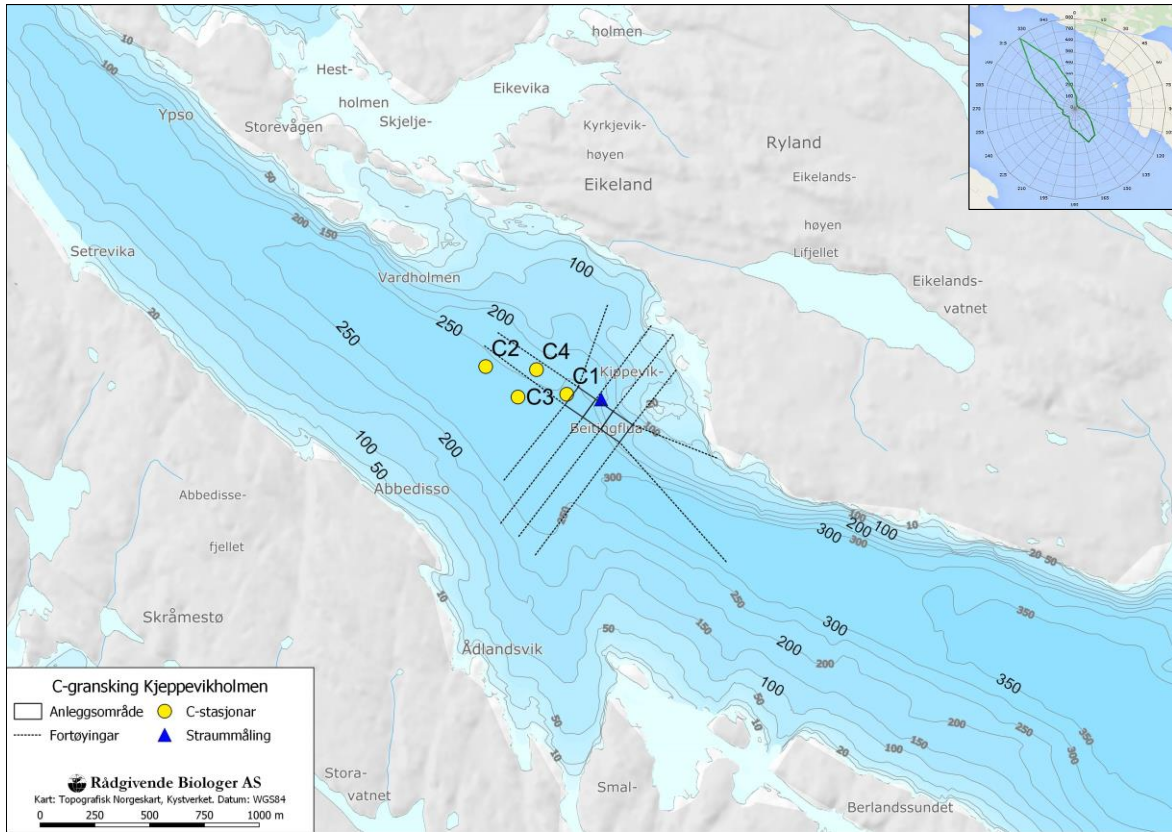
Stasjon	Botndyr
C2	II = "god"
OS	II = "god"

OMRÅDESKILDRING

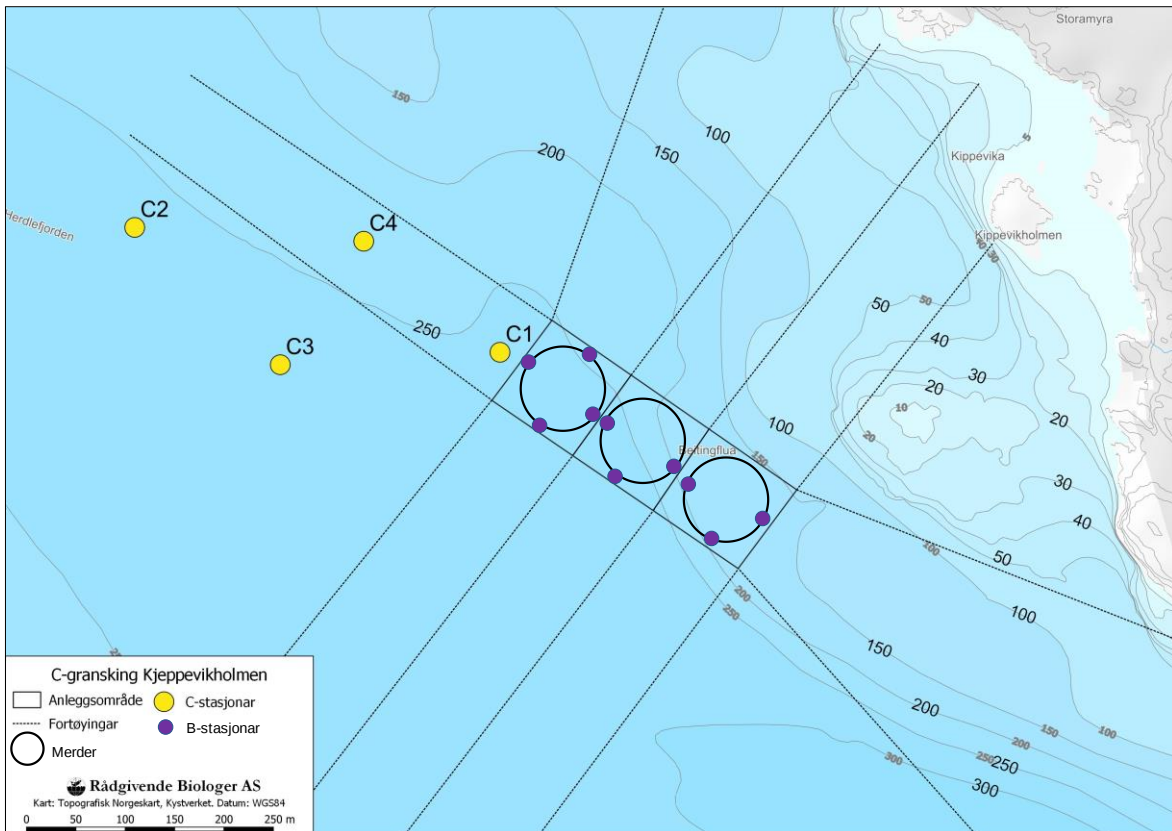
Kjeppevikholmen ligg ved Eikeland på søraustsida av Holsnøy i den nordvestlege delen av Herdlefjorden (**figur 1** og **figur 2**). Herdlefjorden går over i Hjeltefjorden gjennom fleire grunne sund. Mot søraust går Herdlefjorden over i Salthusfjorden og Byfjorden. Byfjorden har ein hovudterskel for utskifting av djupvatn på ca 105 m i Hjeltefjorden. Lokaliteten ligg utanfor ei bukt, der botnen skrånar nedover mot sørvest til 250 m djupt knapt 700 m frå land. Like aust for anleggsområdet ligg ei grunne som er ca 10 m djup, frå grunna skrånar botnen nedover mot vest (**figur 3** & **4**). Den dominerande straumretninga i område er mot nordvest (Berge-Haveland 2014) (**figur 2**). Anleggsområdet ligg ca 450 m frå land over botn som skrånar nedover mot vestsørvest frå ca 150 til vel 250 m djup.



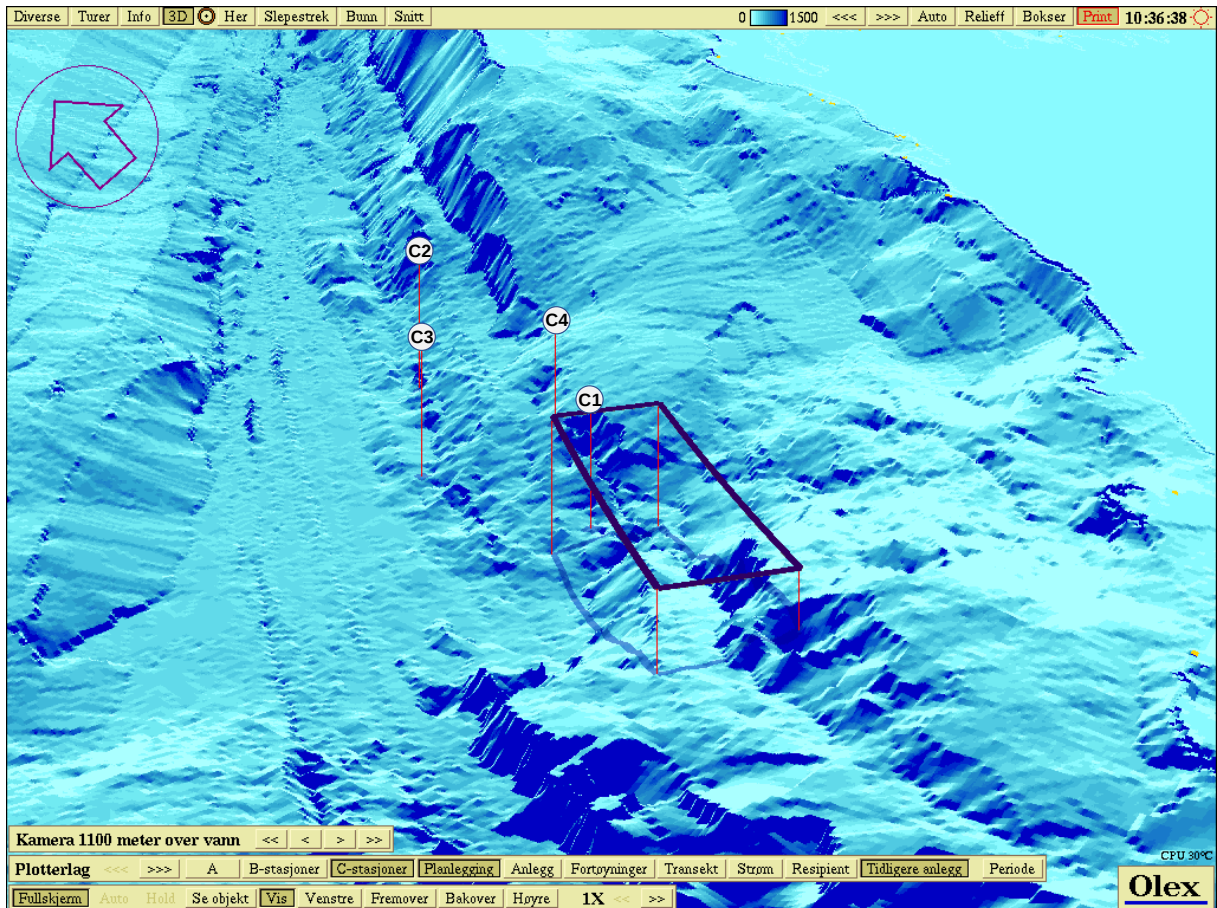
Figur 1. Oversynskart over fjordsystemet rundt lokaliteten. Omkringliggjande oppdrettslokalitetar er markert.



Figur 2. Djupnetilhøve i området rundt anlegget på lokaliteten. Relativ vassfluks ved 86 m djup er vist øvst til høgre (Berge-Haveland 2014). Ankringsposisjonar for fortøyingar kan vere unøyaktige.



Figur 3. Oversyn over anlegget med stasjonar for B-gransekning (Berge-Haveland 2019) og C-gransekning.



Figur 4. Tredimensjonalt oversyn over anlegget med C-stasjoner. Perspektivet er frå 1 100 m over vassoverflata. Pila øvst til venstre viser orientering i høve til himmelretninga.

OPPDRETTSLOKALITETEN

Lokaliteten er godkjent for ein MTB på 2 340 tonn. Anlegget består av tre oppdrettsringar med 160 m omkrins (**figur 3**).

Det vart satt ut fisk våren 2018, etter ca eit halvt års brakklegging. På prøvetidspunktet var lokaliteten tom på prøvetakingsdagen.

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

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

	2012	2014	2016	2018
Fôr (tonn)	2 664	4 315	2 686	1478
Produksjon (tonn)	2 072	3 462	2 222	994*

* Berekna frå forfaktor oppgitt av oppdragsgivar

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**. Prøvetaking av hydrografi og sediment vart utført 14. august. Nytt standardar og rettleiarar for prøvetaking, prøving og vurdering og fortolking går fram av kvalitetsoversikt på side 2.

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 for analyse av botnfauna og kjemiske tilhøve ved lokaliteten (**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 ei prøve for analyse av kornfordeling og kjemiske parametarar, og to parallelle prøvar for analyse av fauna. For å godkjennast etter NS-EN ISO 16665 skal i utgangspunktet ei prøve med sand innehalde minimum 5 l eller 5 cm sedimentdjupne, medan ei prøve med finstoff (silt og leire) skal innehalde minimum 10 l eller 7 cm sedimentdjupne. Tilsvarende skal grabben vere skikkeleg lukka. Dersom det ikkje er mogleg å få opp godkjente prøvar skal beste tilgjengelege prøvar beholdast.

PRØVESTASJONAR

Plassering av stasjonar for sedimentprøvetaking vart bestemt utifrå lokalitetens straumtilhøve og botntopografi (**figur 3**).

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

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon aust	Djupne (m)	Avstand til anlegg (m)
C1	60° 32,618'	05° 02,100'	260	25
C2	60° 32,674'	05° 01,688'	270	400
C3	60° 32,604'	05° 01,858'	270	215
C4	60° 32,674'	05° 01,942'	250	200

Stasjon C1 vart lagt i nærsona nordvest for anlegget (**figur 3**). Stasjon C2 vart plassert i ytterkant av overgangssona i hovudstraumretninga nordvest for anlegget (sjå **figur 2**). Stasjon C4 vart plassert i eit flatare område i skråninga i overgangssona nordvest for anlegget, medan stasjon C3 vart plassert i eit djupare, flatt område vestnordvest for anlegget.

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.

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 følgjande 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 02:2018 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 02:2018 inkluderast, men ikkje vektleggjast.

Prøvane 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 sedimentprøvane 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 7**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskingar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

BLAUTBOTNFAUNA

Sedimentet i kvar prøve vart vaska gjennom ei rist med høldiameter på 1 mm, og attverande materiale vart tilsett 96 % etanol for fiksering av fauna. Boksar med silt og fiksert materiale vart merka med prøvestad, stasjonsnamn, dato og prøve-id. Det vert utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for å kunne stadfeste miljøtilstand/økologisk tilstandsklasse for kvar stasjon.

Vurdering i høve til NS 9410:2016

Frå heilt opp til kjelda til eit utslepp og eit stykke utover i resipienten vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. Etter NS 9410:2016 vert botnfauna i nærsona (stasjon C1) klassifisert på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter grenseverdier gjevne i denne standarden, og nematodar skal då ikkje takast med (**tabell 4**).

Tabell 4. Grenseverdier nytta for vurdering av nærsona 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 skal utgjere meir enn 65 % av det totale individtalet.
2 – God	- 5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) på eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Meir enn 20 individ på eit prøveareal på 0,2 m ² ; - Ingen av artane skal utgjere meir enn 90 % av det totale individtalet.
3 - Dårlig	- 1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) på eit prøveareal på 0,2 m ² .
4 – Meget dårlig	- Ingen makrofauna (>1 mm) på eit prøveareal på 0,2 m ²

Vurdering i høve til rettleiar 02:2018

Stasjonar utanfor nærsona til utslepp eller oppdrettsanlegg skal klassifiserast etter rettleiar 02:2018 (**tabell 5**). Klassifiseringa består av eit system 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 fem ulike indeksar for å sikre best mogleg vurdering av tilstanden på botndyr. Verdien for kvar indeks vert vidare omrekna til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og blir gjeven ein talverdi frå 0-1. Middelveidiane av nEQR verdien for dei fem første indeksane vert brukt til å fastsette

den økologiske tilstanden på stasjonen. Sjå rettleiar 02:2018 for detaljar om dei ulike indeksane.

Grenseverdiane for dei enkelte indeksane er avhengig av vassregion og vassstype. Lokaliteten ligg i vassførekomst Herdlefjorden-nordre, som ifølge www.vannportalen.no høyrer til økoregion *Nordsjøen Nord* og vassstype *beskytta kyst/fjord* (M3).

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. Grenseverdier i NS 9410:2016 fastset tidspunkt for neste gransking på bakgrunn av samla tilstandsklasse i overgangssona, og eventuelt tilstanden på stasjon C2.

For utrekning av indeksar er det brukt følgjande statistikkprogram: AMBI vers. 5.0 (oppdatert 2017) for AMBI indeksen som inngår NQI1. Programmet *Softfauna_calc* (programmert for Rådgivende Biologer AS av Valentin Plotkin) for utrekning av alle andre indeksar, samt nEQR-verdier. Microsoft Excel 2016 er nytta for å lage tabellar.

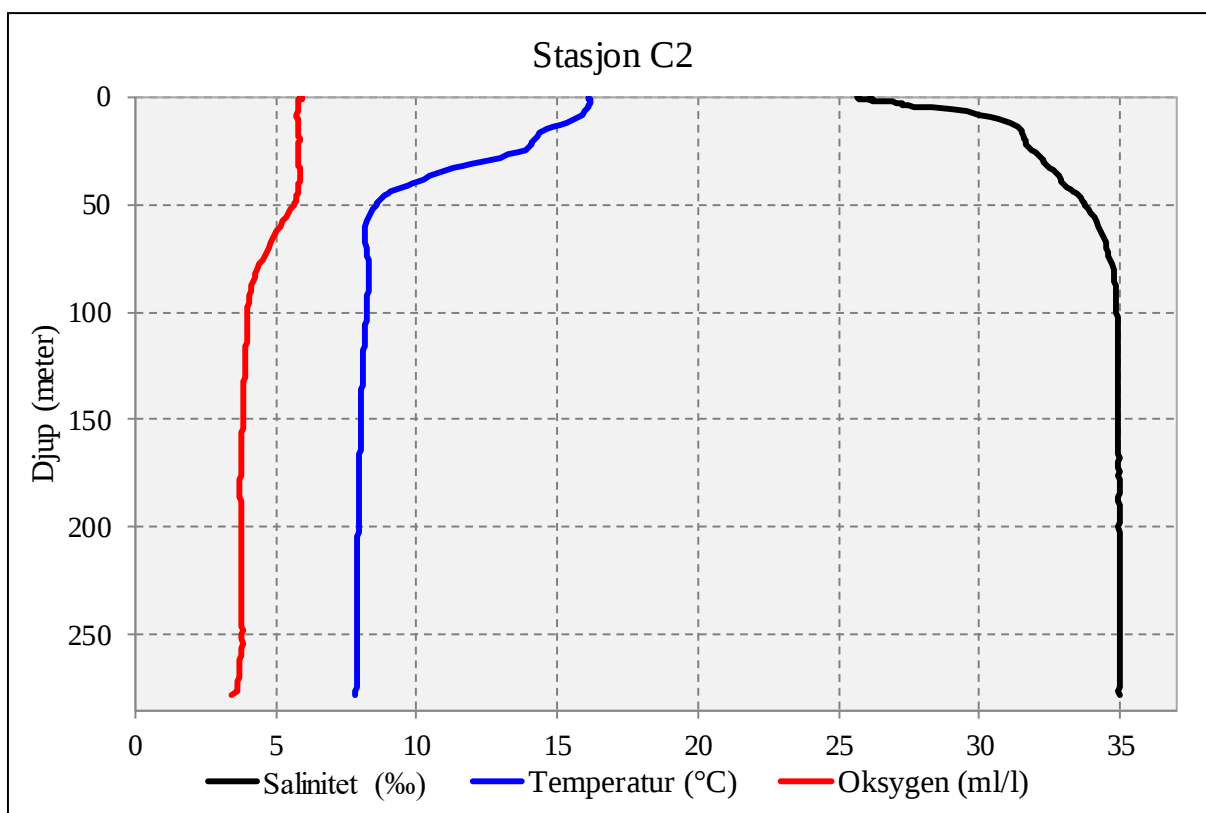
Tabell 5. Klassifiseringssystem for blautbotnfauna i vassstype og vassregion relevant for lokalitet basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2018).

Grenseverdier M3						
Indeks	type	Økologiske tilstandsklassar basert på observert verdi av indeks				
Kvalitetsklassar →		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
NQI1	samansett	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfald	5,9 - 3,9	3,9 - 3,1	3,1 - 2	2 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	artsmangfald	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	sensitivitet	13,1 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,5	4,5 - 0
NSI	sensitivitet	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

RESULTAT

HYDROGRAFI

Saltinnhaldet auka frå 25,6 ‰ ved overflata, til 31,4 ‰ ved 15 m djup (**figur 5**). Vidare steig saltinnhaldet til 34,9 ‰ ved 100 m djup, for så å vere relativt stabil ned til botnen på 278 m djup. Temperaturen sokk frå 16,1 °C ved overflata til 8,6 °C ved 50 m. Videre sokk temperaturen svakt med djup til 7,8 ved botnen på 278 m djup. Dei øvste 40 m varierte oksygeninnhaldet mellom 5,8 og 5,9 ml/l (90-99 % metting). Frå 40 til 100 m sokk oksygeninnhaldet frå 5,8 ml/l til 4,0 ml/l. Vidare sokk oksygeninnhaldet svakt med djup og ved botnen på 278 m var oksygeninnhaldet 3,4 ml/l (51 % metting). Dette tilsvarar tilstandsklasse III = "moderat", men verdien ligg på grensa til tilstandsklasse II og basert på % metting ligg oksygeninnhaldet i tilstandsklasse II.



Figur 5. Hydrografiske tilhøve i vassøyla ved stasjon C2.

SEDIMENT

SKILDRING AV PRØVANE

Prøvane er skildra i **tabell 6** og **7**. **Figur 6** viser bilete av representative prøvar frå dei ulike stasjonane.

Tabell 6. Feltskildring av sedimentprøvane som vart samla inn ved granskinga. 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	Tjukkleik (cm)	Skildring av prøvemateriale:
C1	A	Nei	3	Den eine prøven var gråbrun, mjuk og luktfri, og bestod av silt og mudder. Den andre prøven var grå, mjuk og luktfri, og bestod av silt og sand, med litt grus.
	B	Ja	15	
	C	Ja	15	
C2	A	Ja	18	Prøvane var gråe, med brunleg overflate, mjuke og luktfrie, og bestod hovudsakeleg av silt, med spor av sand og leire. Det var enkelte fragment av oljegrus eller liknande i prøvane.
	B	Ja	18	
	C	Ja	18	
C3	A	Ja	18	Prøvane var gråe, med brunleg overflate, mjuke og luktfrie, og bestod hovudsakeleg av silt, med litt sand og spor av leire. Det var enkelte fragment av oljegrus eller liknande i prøvane.
	B	Ja	18	
	C	Ja	18	
C4	A	Ja	16	Prøvane var gråe, mjuke og luktfrie, og bestod hovudsakeleg av silt og sand, med litt grus.
	B	Ja	17	
	C	Ja	17	

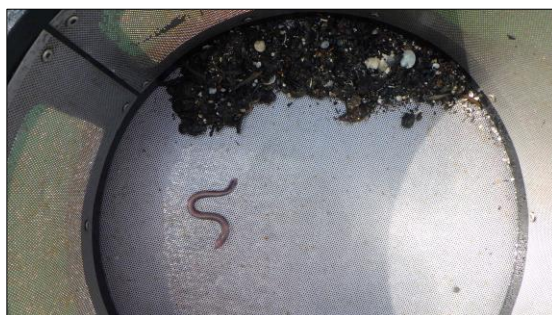
Stasjon C1



Stasjon C2



Stasjon C3



Stasjon C4



Figur 6. Bilete av representative prøvar frå dei ulike stasjonane. Bileta til venstre og høgre viser prøven, høvesvis før og etter sikting.

Tabell 7. PRØVESKJEMA for dei ulike parallellane.

Gr	Parameter	Poeng	Prøvenummer							
			C1		C2		C3		C4	
			A	B	A	B	A	B	A	B
II	pH	verdi	7,44	7,42	7,60	7,44	7,55	7,56	7,51	7,41
	E _h	verdi	117	147	307	247	214	147	317	367
	pH/E _h	frå figur	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1
Buffertemp: 16,9 °C Sjøvasstemp: 15,5 °C Sedimenttemp: 11 °C pH sjø: 8,13 Eh sjø: 469 mV Referanseelektrode: +217 mV										
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0								
	Farge	Lys/grå = 0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Brun/sv = 2								
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Noko = 2								
		Sterk = 4								
	Konsistens	Fast = 0								
		Mjuk = 2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Laus = 4								
	Grabb- volum	<1/4 = 0	0							
		1/4 - 3/4 = 1								
		> 3/4 = 2		2	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:		3	4	4	4	4	4	4	4
	Korrigert sum (*0,22)		0,66	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1
II +	Middelverdi gruppe II+III		0,33	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
III	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1

KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentet på stasjon C1 og C4 bestod av ca like mykje sand og finstoff (silt og leire), medan sedimentet på stasjon C2 og C3 hovudsakeleg bestod av finstoff (**tabell 8**). Sedimentet på stasjon C4 hadde lågt glødetap og høgt tørrstoffinnhald, medan sedimentet på C1 hadde moderat høgt glødetap og relativt høgt tørrstoff innhald. Sedimentet på stasjon C2 hadde høgt glødetap og relativt lågt tørrstoffinnhald, medan sedimentet på stasjon C3 hadde høgt glødetap og moderat tørrstoffinnhald. Innhaldet av total organisk karbon var høgast i sedimentet på stasjon C2 og C3, etterfølgt av sedimentet på stasjon C1. Sedimentet på stasjon C4 hadde klart lågast TOC-innhald. Basert på normalisert TOC hamna stasjon C1, C2 og C3 i tilstandsklasse V, medan stasjon C4 hamna i tilstandsklasse II.

Sedimentet på stasjon C1 hadde det klart høgaste innhaldet av fosfor, medan det var relativt likt på dei andre stasjonane. Nitrogeninnhaldet var relativt likt på stasjon C1, C2 og C3, og det var klart høgare enn nitrogeninnhaldet på stasjon C4. Atommasseforholdet C/N var mellom 9 og 12,8.

Sedimentet på stasjon C1 hadde svært høgt innhald av kopar, tilsvarande tilstandsklasse V, og moderat høgt innhald av sink, tilsvarande tilstandsklasse III. Sedimentet på dei andre stasjonane hadde lågt innhald av både kopar og sink, tilsvarande tilstandsklasse II, for alle utanom sinkkonsentrasjonen på stasjon C4 som tilsvara tilstandsklasse I.

Tabell 8. Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av fosfor, nitrogen, kopar og sink i sedimentet. Tilstand er markert med tal, som tilsvarar tilstandsklassifiseringa etter rettleiar 02:2018. Alle resultat for kjemi er presentert i **vedlegg 1**.

Stasjon	Eining	C1	C2	C3	C4
Leire & silt	%	54,4	91,2	83,8	57,0
Sand	%	45,6	8,8	15,5	42,1
Grus	%	0,0	0,0	0,7	0,9
Tørrstoff	%	46,2	29,4	39,9	51,7
Glødetap	%	8,41	16,6	16,9	4,92
TOC	mg/g	37,9	49,4	49,3	14,7
Normalisert TOC	mg/g	46,1	51,0	52,2	22,44
Tot. Fosfor (P)	mg/g	6,38	1,75	1,78	1,56
Tot. Nitrogen (N)	mg/g	4,5	5	4,5	1,9
C/N		9,8	11,5	12,8	9,0
Kopar (Cu)	mg/kg	325 (V)	62,3 (II)	72,3 (II)	37,4 (II)
Sink (Zn)	mg/kg	188 (III)	126 (II)	134 (II)	51,1 (I)

BLAUTBOTNFAUNA

Detaljar omkring artar og individ for dei ulike stasjonane finn ein i **vedlegg 2. Tabell 9** viser dei viktigaste resultat frå analyse av blautbotnfauna, samt indekstrekning etter rettleiar 02:2018.

Stasjon C1

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

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "moderat" etter rettleiar 02:2018 (**tabell 9**). Dei fleste indeksverdiane låg innanfor "moderat" tilstand, men grabb b viste "god" tilstand for NQI1 og "svært god" tilstand for ISI₂₀₁₂. Grabbgjennomsnittet og grabb b låg innanfor tilstandsklasse "god" for ISI₂₀₁₂. For NSI var verdiane noko lågare og grabb a og grabbgjennomsnittet viste "dårlig" tilstand.

Tabell 9. Vurdering etter rettleiar 02:2018. Artstal (S), individtal (N), NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES₁₀₀), ISI₂₀₁₂-indeks og NSI-indeks i grabb a og b ved Kjeppvikholmen, 14.august 2019. Middelerdi for grabb a og b (grabbgjennomsnitt) er angitt som \bar{G} , mens samla verdi er angitt som \hat{S} . Tilstandsklassar er vist med farge jf. **tabell 5**.

St.	S	N	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	Snitt	
C1	a	37	1330	0,490 (III)	2,658 (III)	13,153 (III)	8,400 (II)	11,997 (IV)	
	b	46	2653	0,573 (III)	3,206 (II)	15,470 (III)	8,895 (I)	15,438 (III)	
	\bar{G}	41,5	1991,5	0,531 (III)	2,932 (III)	14,312 (III)	8,647 (I)	13,717 (IV)	
	nEQR \bar{G}			0,518 (III)	0,569 (III)	0,508 (III)	0,806 (I)	0,386 (IV)	0,557 (III)
	\hat{S}	56	3983						
C2	a	31	135	0,760 (I)	4,460 (I)	28,381 (I)	9,392 (I)	23,128 (II)	
	b	46	422	0,677 (II)	3,542 (II)	24,688 (II)	9,906 (I)	21,148 (II)	
	\bar{G}	38,5	278,5	0,719 (II)	4,001 (I)	26,534 (I)	9,649 (I)	22,138 (II)	
	nEQR \bar{G}			0,797 (II)	0,810 (I)	0,804 (I)	0,850 (I)	0,726 (II)	0,797 (II)
	\hat{S}	49	557						
C3	a	33	182	0,749 (I)	4,272 (I)	26,458 (I)	10,553 (I)	23,533 (II)	
	b	31	254	0,681 (II)	3,507 (II)	20,684 (II)	10,873 (I)	21,421 (II)	
	\bar{G}	32	218	0,715 (II)	3,890 (II)	23,571 (II)	10,713 (I)	22,477 (II)	
	nEQR \bar{G}			0,789 (II)	0,797 (II)	0,739 (II)	0,896 (I)	0,739 (II)	0,792 (II)
	\hat{S}	40	436						
C4	a	68	1620	0,645 (II)	3,475 (II)	22,066 (II)	9,946 (I)	20,072 (II)	
	b	67	2033	0,642 (II)	3,360 (II)	19,320 (II)	9,530 (I)	19,801 (II)	
	\bar{G}	67,5	1826,5	0,643 (II)	3,418 (II)	20,693 (II)	9,738 (I)	19,936 (II)	
	nEQR \bar{G}			0,630 (II)	0,679 (II)	0,667 (II)	0,854 (I)	0,637 (II)	0,694 (II)
	\hat{S}	89	3653						
OG	\bar{G}	49,75	1022,25	0,679 (II)	3,654 (II)	22,132 (II)	10,225 (I)	21,207 (II)	
	nEQR \bar{G}			0,709 (II)	0,738 (II)	0,703 (II)	0,875 (I)	0,688 (II)	0,743 (II)

Svært god (I)	God (II)	Moderat (III)	Dårlig (IV)	Svært dårlig (V)
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

Artstalet i dei to grabbane på stasjon C1 var normalt, med ein samla verdi på 56 og ein middelerdi på 41,5. Normalt gjennomsnittleg artstal i høve til rettleiar 02:2018 er 25-75 artar per grabb. Individtalet var høgt til svært høgt, med ein middelerdi på 1991,5 per prøve. Normalt gjennomsnittleg individtal i høve til rettleiar 02:2018 er 50-300 per grabb. Det var markant fleire artar i grabb b, og individtalet var dobbelt så høgt i grabb b enn i grabb a.

Den mest talrike arten på stasjonen var den forureiningstolerante muslingen *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV), som utgjorde rundt 27 % av det totale individtalet. Svært forureiningstolerante fleirbørstemakk i artskomplekset *Capitella capitata* (NSI-klasse V) var nesten like vanlege med rundt 25 % av det totale

individtalet (**tabell 10**). Ein annan vanleg førekomande art var den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Pseudopolydora* aff. *paucibranchiata* (NSI-klasse IV), som utgjorde ca. 16 % av det totale individtalet. Elles var det ei blanding av artar som er til ein viss grad er tolerante overfor organisk forureining, og meir sensitive artar, som førekom med relativt få individ i prøvane.

Stasjon C2

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt vart stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god", men nEQR-verdi låg nær grensa til "svært god" tilstandsklasse etter rettleiar 02:2018 (**tabell 9**). Alle indeksverdiane låg innanfor tilstandsklasse "god" eller "svært god" og ISI₂₀₁₂-verdiane var svært høge, noko som tyder mange forureiningssensitive artar.

Artstalet i begge grabbhogga frå stasjon C2 var normalt, med ein samla verdi på 49 og ein middelvei på 38,5. Individtalet var normalt til noko høgt med ein middelvei på 278,5 per prøve. Det var markant fleire artar og individ i grabb b enn i grabb a.

Den mest talrike arten på stasjonen var den partikkeletande og opportunistiske fleirbørstemakken *Pseudopolydora* aff. *paucibranchiata* (NSI-klasse IV), som utgjorde rundt 33 % av det totale individtalet (**tabell 10**). Den nest mest talrike arten var den opportunistiske fleirbørstemakken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-klasse III), med rundt 11% av det totale individtalet. Andre vanleg førekomande artar på stasjonen var muslingen *Parathyasira equalis* (NSI-klasse III), slimorm i gruppa Nemertea (NSI-klasse III) og den forureiningssensitive pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* (NSI-klasse I), som kvar utgjorde ca. 6-8 % av det totale individtalet. Elles var det artar som er sensitive eller noko tolerante mot organisk forureining.

Stasjon C3 – C4

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt vart både stasjon C3 og C4 klassifisert innanfor tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2018: Stasjon C3 låg på grensa til tilstandsklasse "svært god" (**tabell 9**). Alle indeksverdiane låg innanfor tilstandsklasse "god" eller "svært god".

Artstalet låg innanfor normalen på stasjon C3 og C4, med samla verdiane på høvesvis 40 og 89 artar og middelveiar på høvesvis 32 og 67,5. Individtalet var normalt på stasjon C3, med ein middelvei av 218, men var svært høgt på stasjon C4, med ein middelvei av 1826,5.

Den mest talrike arten på både stasjon C3 og C4 var fleirbørstemakken *Pseudopolydora* aff. *paucibranchiata* (NSI-klasse IV), som utgjorde høvesvis rundt 22 og 44 % av det totale individtalet (**tabell 10**). Vanleg førekomande var også fleirbørstemakken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-klasse III), muslingen *Parathyasira equalis* (NSI-klasse III). På stasjon C4 var også den forureiningstolerante fleirbørstemakken *Chaetozone setosa* (NSI-klasse IV) vanleg. Begge stasjonane hadde også fleire meir forureiningssensitive artar (NSI-klasse I eller II) blant dei ti mest vanlege artane.

Overgangssone

Basert på nEQR-verdiane for grabbgjennomsnitt samla på stasjon C3 – C4 vart overgangssona totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter rettleiar 02:2018 (**tabell 9**).

Artsmangfaldet i overgangssona var normalt, med gjennomsnittleg rundt 50 artar per grabbhogg, medan individtalet var høgt med gjennomsnittleg rundt 1022 individ per grabbhogg. Alle indeksverdiane låg innanfor tilstandsklasse "god", med unntak av ISI₂₀₁₂, som viste "svært god" tilstand.

Tabell 10. Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på enkeltstasjonane ved lokaliteten. Fargane korresponderer til NSI-klasse for kvar art, kor klasse I er forureiningssensitiv og klasse V er svært forureiningstolerant. *P. aff. paucibranchiata* = *Pseudopolydora aff. paucibranchiata*.

Artar st. C1	%	kum %	Artar st. C2	%	kum %
<i>Thyasira sarsii</i>	26,59	26,59	<i>P. aff. paucibranchiata</i>	33,39	33,39
<i>Capitella capitata</i> kompl.	24,73	51,32	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	10,95	44,34
<i>P. aff. paucibranchiata</i>	15,59	66,91	<i>Parathyasira equalis</i>	8,26	52,60
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	6,88	73,79	Nemertea	5,75	58,35
<i>Raricirrus beryli</i>	6,48	80,27	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	5,75	64,09
<i>Chaetozone setosa</i>	5,82	86,09	<i>Adontorhina similis</i>	3,59	67,68
<i>Prionospio plumosa</i>	2,84	88,93	<i>Augeneria</i> sp.	2,51	70,20
<i>Exogone verugera</i>	1,78	90,71	<i>Lamispina falcata</i>	1,97	72,17
<i>Aphelochaeta</i> sp.	1,21	91,92	<i>Nucula tumidula</i>	1,80	73,97
<i>Polyphysia crassa</i>	1,08	93,00	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1,62	75,58
Artar st. C3	%	kum %	Artar st. C4	%	kum %
<i>P. aff. paucibranchiata</i>	21,79	21,79	<i>P. aff. paucibranchiata</i>	43,99	43,99
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	15,14	36,93	<i>Chaetozone setosa</i>	7,72	51,71
<i>Parathyasira equalis</i>	11,70	48,62	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7,01	58,72
Nemertea	7,57	56,19	<i>Parathyasira equalis</i>	6,24	64,96
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	7,57	63,76	<i>Thyasira sarsii</i>	4,68	69,64
<i>Adontorhina similis</i>	4,36	68,12	Nemertea	4,35	73,99
<i>Augeneria</i> sp.	3,44	71,56	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	4,22	78,21
<i>Lamispina falcata</i>	2,52	74,08	<i>Diplocirrus glaucus</i>	4,13	82,34
Sabellidae	2,52	76,61	Cirratulidae	1,59	83,93
<i>Amythasides macroglossus</i>	2,29	78,90	<i>Aphelochaeta</i> sp.	1,48	85,41
NSI klasse I	NSI klasse II	NSI klasse III	NSI klasse IV	NSI klasse V	

DISKUSJON

HYDROGRAFI

Hydrografimålingane ved stasjon C2 viste det var lite ferskvasspåverknad, men det var ei endring med djup i saltinnhald, temperatur og oksygeninnhald ned til vel 50 m djup. Det er truleg sesongvariasjonar som fører til noko lagdeling øvst i vassmassane. Oksygeninnhaldet ved botnen på 278 m djup var "moderat", tilsvarande tilstandsklasse III, men konsentrasjonen låg heilt på grensa til tilstandsklasse II.

SEDIMENT

KORNFORDELING OG KJEMI

Vurdering av sedimentet etter B-parameterane i NS-9410:2016 viste at alle prøvane hamna i miljøtilstand 1 = "meget god" både i nærsona og overgangssona. Tidlegare B-granskingar viser at miljøtilstanden i anleggsona, sidan 2019, har variert mellom miljøtilstand 2 = "god" eller 3 = "dårlig" ved maksimal belastning og miljøtilstand 1 = "meget god" ved brakkelegging (Berge-Haveland 2019). Botnen i anleggsområdet ser ut til å tole noverande drift ved anlegget godt.

Sedimentet på stasjon C1 og C4 bestod av om lag like mykje sand og finstoff (silt og leire), medan sedimentet på stasjon C2 og C3 hovudsakeleg bestod av finstoff. Stasjon C1 og C4 låg i skråninga, medan stasjon C2 og C3 låg i eit flatare og litt djupare område. Stasjon C1, C2 og C3 hadde alle høgt innhald av organisk materiale, tilsvarande tilstandsklasse V. Det høge innhaldet av organisk materiale kan stamme frå organiske tilførselar frå oppdrettsverksemda, men sidan stasjon C2, som ligg lengst frå anleggsområde, hadde det høgaste innhaldet av organisk materiale kan det og vere andre kjelder til det høge innhaldet av organisk materiale. Stasjon C4 hadde lågt innhald av organisk materiale, tilsvarande tilstandsklasse II, og hadde også dei lågaste konsentrasjonane av nitrogen og fosfor. Sedimentet på stasjon C1 hadde det klart høgaste innhaldet av fosfor. Oppdrettsfôr har eit høgare innhald av fosfor enn i andre marine kjelder, og sidan dette ikkje blir brotne ned i metabolske prosessar vil sediment som er påverka av organiske tilførselar frå oppdrettsverksemda ofte få forhøga konsentrasjon av fosfor (Ervik 2009). Atommasseforholdet C/N for organisk materiale med marint opphav er om lag 10 i relativt nyleg avsett marint sediment, medan organisk materiale med terrestrisk opphav ofte har C/N-forhold på over 20 (Schulz & Zabel 2005). Sedimentet på alle stasjonane hadde C/N-forhold som er innanfor det som er normalt for marine sediment.

Sedimentet på stasjon C1 hadde høgt innhald av kopar, tilsvarande tilstandsklasse V og moderat høgt innhald av sink, tilsvarande tilstandsklasse III. Koparimpregnerte nøter har ofte blitt brukt ved oppdrettsanlegg for å hindre begroing. Når nøtene blir spylt, kan koparen hamne i sedimentet ved anlegget. Dette er truleg kjelda til kopar på stasjon C1. Dei andre stasjonane har lågt innhald av kopar tilsvarande tilstandsklasse II, og er i liten grad påverka av kopar frå anlegget. Som fosfor er sink eit vanleg tilsetjingsstoff i oppdrettsfôr som ikkje blir brote ned i metabolske prosessar (Ervik 2009), og dette er truleg kjelda til sink på stasjon C1. Dei andre stasjonane hadde lågt innhald av sink, tilsvarande tilstandsklasse I eller II.

BLAUTBOTNFAUNA

Ut frå klassifisering etter grenseverdier for artsantal og artssamansetnad i NS 9410:2016 hamnar stasjon C1 i miljøtilstand 1 = "meget god".

Vurdering av blautbotnfauna etter rettleiar 02:2018 synte at stasjon C2-C4 låg innanfor tilstandsklasse "god". Indeksverdiane var høgast på stasjon C2 og C3, kor samla nEQR for grabbgjennomsnittet låg på grensa til tilstandsklasse "svært god". Overgangssona hamna innanfor tilstandsklasse "god". Lokaliteten framstod som lokalt påverka av organisk forureining, men høge individtal av opportunistiske artar

blanda med få individ av mange forureiningssensitive arter tyder at blautbotnfaunaen på sjøbotn nær anlegget opparbeider organiske tilførsler effektivt.

Artstalet (artsmangfaldet) låg innanfor normalen på alle stasjonar, men var lågast på stasjon C3 og høgast på stasjon C4. Individtalet var svært høgt på stasjon C1 og C4, og elles normalt. Partikkeletande dyr som trivst med organiske tilførsler på sedimentoverflata var vanlege på alle stasjonar, men var det også artar som er sensitive mot organisk forureining på alle stasjonane. Stasjon C1 var markant dominert av forureiningstolerante artar som er karakteristiske for blautbotn nær oppdrettsanlegg og individtalet var svært høgt. Også stasjon C4 viste høge individtal og tydeleg dominans av forureiningstolerante artar, kor den opportunistiske og partikkeletande fleirbørstemakken *Pseudopolydora* aff. *paucibranchiata* utgjorde litt under halvparten av faunaen. Arten formeirar seg raskt når næring i form av organiske partiklar er tilgjengeleg, men talet minkar også fort når det er mindre næring. Den same arten var også den mest talrike arten på stasjon C2 og C3, men her var det totalt sett mykje færre individ enn på stasjon C4. Faunaen på stasjon C4 hadde nesten like mange individ som på stasjon C1, men stasjonen hadde også flest artar av alle stasjonane. Dette tyder på eit godt næringsgrunnlag for mange forskjellige artar over lengre tid, noko som kan sjåast i samanheng med "gjødsling" med organiske tilførsler frå oppdrettsanlegget. Høgare verdiar av ISI₂₀₁₂ enn av NSI på alle stasjonar kan forklarast ved at det var enkelte individ av sensitive artar i prøvane, og ISI-indeksen tek ikkje høgde for individtal, berre for sensitivetsverdien av kvar art.

SAMANLIKNING MED TIDLEGARE GRANSKINGAR

Det er tidlegare gjort C-granskingar ved lokaliteten i 2004 (Tveranger & Johnsen 2004) og i 2015 (Kollevåg & Holm 2015). I 2004 var plassering og anleggskonfigurasjonen ein heilt annan, og resultat er difor ikkje samanliknbare. Granskinga i 2015 er gjort etter ulike standardar og rettleiarar, og resultat er derfor ikkje direkte samanliknbare. Prøvane er også tatt på ulike stadar og i ulik avstand frå anlegget. Fjernsona som låg ca 340 m frå anlegget var den einaste stasjonen som vart vurdert etter 02:2013, medan nær- og overgangsona vart vurdert etter NS 9410:2007. Fjernsonestasjonen hamna i tilstandsklasse II = "god", som er det same tilstandsklasse som stasjon C2-C4 ved denne granskinga. Det ser ikkje ut til som det har vore ei endring av miljøtilstanden i lokalitetsområdet sidan 2015. Oksygenkonsentrasjonen i vassøyla var noko høgare i 2015 enn ved denne granskinga. Ved granskinga i 2015 hamna botnvatnet i miljøtilstand I, medan oksygenkonsentrasjonen ved botnen ved stasjon C2 ved granskinga i 2019 tilsvara tilstandsklasse III, på grensa til II.

OPPSUMMERING

Basert på vurdering av blautbotnfaunaen etter NS 9410:2016 hamna stasjon C1 i miljøtilstand 1 = "meget god". Etter rettleiar 02:2018 hamna stasjon C2-C4, samt overgangssona samla i tilstandsklasse II = "god". Lokaliteten framstod som lokalt påverka av organiske tilførsler. Dei kjemiske analysane viste at stasjon C1 hadde høgt innhald organisk materiale, fosfor og kopar og moderat innhald av sink. Stasjon C2-C3 hadde også høgt innhald av organisk materiale, medan stasjon C4 hadde lågt innhald av organisk materiale. Alle stasjonane unnateke C1 hadde lågt innhald av kopar og sink

Neste C-gransking på lokaliteten skal i høve til NS 9410:2016 utførast ved tredje produksjonstopp etter granskingsdato, grunna ei overgangssone og stasjon C2 i "god" tilstand.

Tabell 11. Tilstand for botndyr, kopar- og sinkinnhald og oksygen ved lokaliteten. OS = overgangssona.

Stasjon	Botndyr	Kopar	Sink	O ₂ botn
C1	1 = "meget god"	V	III	
C2	II = "god"	II	II	III
C3	II = "god"	II	II	
C4	II = "god"	II	I	
OS	II = "god"			

REFERANSAR

- Berge-Haveland, F. 2014. Ny strømmåling Lokalitet Kjeppvikholmen Resipientanalyse AS. Rapport nr. 1246-2014.
- Berge-Haveland, F. 2019. Resipientgransking B-gransking lokalitet Kjeppvikholmen Meland kommune. Resipientanalyse AS. Rapport nr. 1741-2019.
- Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann. 220 sider.
- Ervik, A, P.K. Hansen, S.A. Olsen, O.B. Samuelsen & H. Grivskud 2009. Bæreevne for fisk i oppdrett (Cano-fisk). Kyst og Havbruk kap. 3.3.2, Havforskningsinstituttet.
- Kollevåg, A. & J.A Holm (2015). Blom Fiskeoppdrett AS Kjeppviksholmen MOM C undersøking mai 2015. Fishguard. Rapport nr. 1643-14.
- 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.
- 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.
- Tveranger, B. & G.H. Johnsen 2004. Kombinert MOM B- og MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjeppvikholmen og resipienten i Herdlefjorden i Meland Kommune. Rådgivende Biologer AS 735.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Analyserapport Eurofins Miljøanalyse AS.



Rådgivende Biologer AS
Edvard Griegs vei 3
5059 BERGEN
Attn: Fellesmail

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. 985 141 618 MVA
Sandviksveien 110
5035 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
bergen@eurofins.no

AR-19-MX-004632-01

EUNOBE-00035251

Prøvemottak: 16.08.2019
Temperatur:
Analyseperiode: 16.08.2019-13.09.2019
Referanse: C-gransking
Kjeppevikholmen og
Trollholet

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2019-0816-054	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C1-kjemi	Analysestartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	325	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	188	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	6380	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.5	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	37900	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)
a)* Torrstoff					
a)* Torrvekst steg 1	46.2	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2019-0816-055	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C1-korn	Analysestartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gledetap	8.41	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrstoff	46.0	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg				Gravimetri

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist, Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 «i», betyr ikke påvist.
 Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
 For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøv(e).
 Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 10

AR-001 v 103

Prøvenr.:	441-2019-0816-056	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C2-kjemi 3	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	62.3	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	126	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total Fosfor					
a) Fosfor (P)	1750	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	5.0	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	49400	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)
a)* Tørrestoff					
a)* Tørrevekt steg 1	29.4	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2019-0816-057	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C2-korn	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrestoff gjedetap	16.6	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrestoff	26.3	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg				Gravimetri

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

< Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 «), betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidansintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 10

AR001 v 1ES

Prøvenr.:	441-2019-0816-058	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C3-kjemi	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	72.3	mg/kg TS	5	15%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Sink (Zn)	134	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1780	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.5	g/kg TS	0.5	18%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	49300	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)
a)* Tørrestoff					
a)* Tørrevekt steg 1	29.9	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2019-0816-059	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C3-korn	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrestoff gjedetap	16.9	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrestoff	25.8	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg				Gravimetri

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

< Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 «), betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidansintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Prøvenr.:	441-2019-0816-060	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C4-kjemi	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	37.4	mg/kg TS	5	16%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta
a) Sink (Zn)	51.1	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1560	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B - December 2000 (repealed sta
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.9	g/kg TS	0.5	20%	EN 13342, Internal Method (Soil)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14700	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 13137 (October 2001 repealed)
a)* Tørrestoff					
a)* Tørrevekt steg 1	51.7	% rv	0.1	5%	EN 12880: 2001-02

Prøvenr.:	441-2019-0816-061	Prøvetakingsdato:	13.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	RB		
Prøvemerkning:	Kjeppevikholmen C4-korn	Analysesstartdato:	16.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrestoff gjedetap	4.92	% TS	0.02	5%	NS 4764
Total tørrestoff	53.4	%	0.02	15%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg				Gravimetri

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

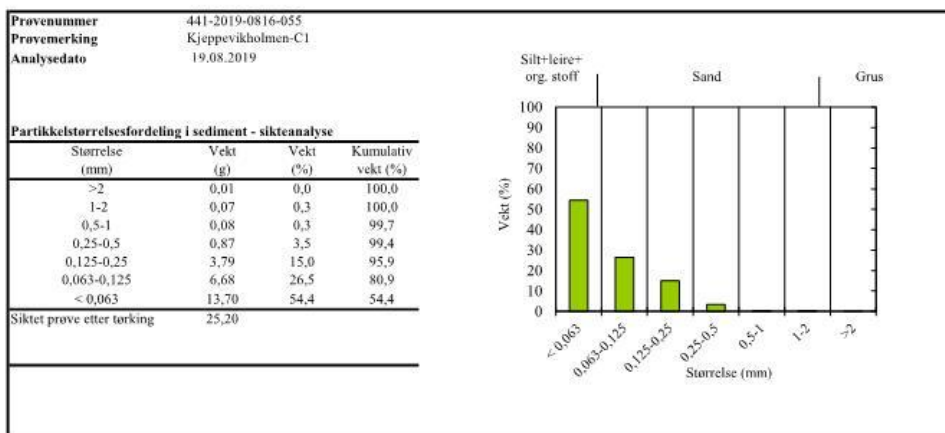
< Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 «), betyr 'ikke påvist'.

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Målesikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidansintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

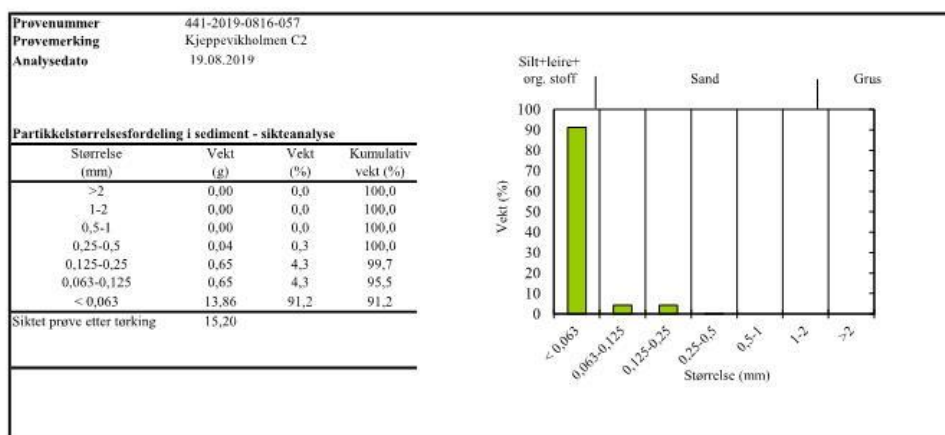
Rapporten må ikke gjengis, urentatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.



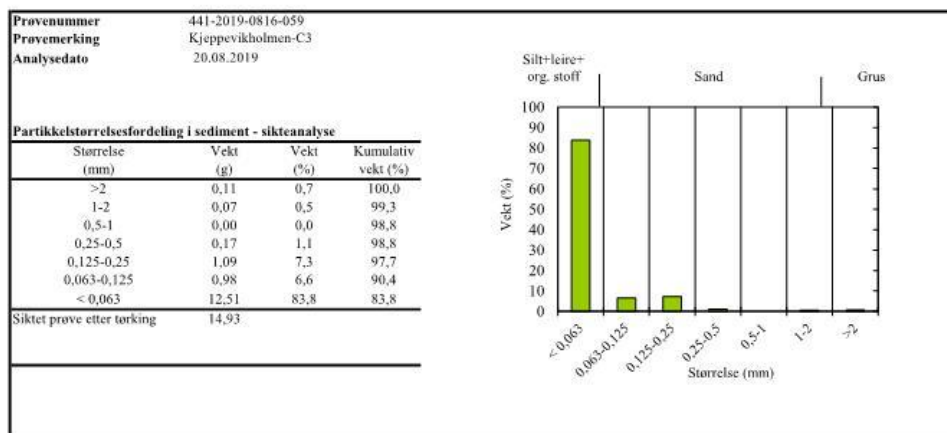
Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018

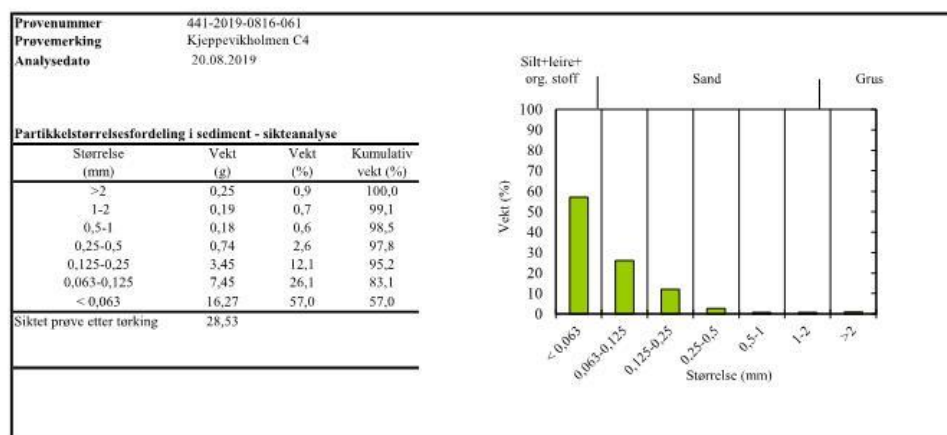


Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018



Versjon 3

 Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018


Versjon 3

 Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018

Vedlegg 2. Oversikt over botndyr funne i sediment på enkeltstasjonane ved lokaliteten Kjeppvikholmen, 14. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men tal er ikkje gitt.

Kjeppvikholmen 2019 Taksa merket med X inngår ikkje i statistikk	NSI-klasse		C1		C2		C3		C4	
			a	b	a	b	a	b	a	b
CNIDARIA										
<i>Cerianthus lloydii</i>	III				4		2	1	1	
Edwardsiidae	II					1				
Hydrozoa	-	X	x	x						
NEMATODA										
Nematoda	-	X	x	x						x
FORAMINIFERA										
Foraminifera	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x
NEMERTEA										
Nemertea	III		4	19	12	20	18	15	52	107
SIPUNCULA										
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I		4	19	12	20	18	15	49	105
Sipuncula	II									1
POLYCHAETA										
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	I									3
<i>Abyssoninoe</i> sp.	II		1	2		1			7	16
<i>Aglaophamus pulcher</i>	II						1			
Ampharetidae	I						3		1	
<i>Amythasides macroglossus</i>	I					4	10			
<i>Antonbruunia sociabilis</i>	-			6						
<i>Aonides paucibranchiata</i>	I			1						
<i>Aphelochaeta</i> sp.	II		5	43	5	3	2	1	27	27
<i>Aphrodita aculeata</i>	I					1			1	1
<i>Apistobranchnus tullbergi</i>	II									1
<i>Aricidea catherinae</i>	I					5	2	2	2	1
<i>Aricidea</i> sp.	I								1	
<i>Augeneria</i> sp.	II			1	5	9	8	7	13	16
<i>Capitella capitata</i> kompl.	V		621	364					1	
<i>Ceratocephale loveni</i>	III				4	2	5	3	4	3
<i>Chaetoparia nilssoni</i>	II									1
<i>Chaetozone setosa</i>	IV		46	186					142	140
<i>Chone duneri</i>	I								4	1
Cirratulidae	IV		4	36					19	39
<i>Cirratulus cirratus</i>	IV		9	16						
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II		2	7	4	4	1	3	68	83
Euclymeninae	I				1	6			1	
<i>Eunereis longissima</i>	III			1						
<i>Exogone naidina</i>	I		2							
<i>Exogone verugera</i>	I		30	41	5	1			29	20
<i>Galathowenia oculata</i>	III									1
<i>Glycera alba</i>	II			1						
<i>Glycera lapidum</i>	I		2	5		1		1	1	1
<i>Goniada maculata</i>	II								2	
<i>Harmothoe extenuata</i>	II									1
Hesionidae	-								1	1
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV				2	5				
<i>Jasmineira</i> sp.	II			1						
<i>Lamispina falcata</i>	-				7	4	8	3	3	2
<i>Laonice sarsi</i>	I								1	3
<i>Levinsenia gracilis</i>	II				1	5	9	1	3	1
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>cingulata</i>	II								2	1
<i>Lysilla loveni</i>	I		1							
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	I						3			
<i>Neoleanira tetragona</i>	III				2	1	1	4	2	4
<i>Nephtys hystricis</i>	II								1	

Kjeppevikholmen 2019 Taksa merket med X inngår ikkje i statistikk	NSI-klasse	C1		C2		C3		C4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Nephtys paradoxa</i>	II		1	1	1	2		4	2
<i>Ophelina cylindricauda</i>	I		1		2	1		5	5
<i>Oxydromus flexuosus</i>	III		2		1				
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	I				2	2	1	1	
<i>Paradoneis</i> sp.	-							1	1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	III	22	252	18	43	18	48	87	169
<i>Pectinaria auricoma</i>	II							2	
<i>Pectinaria belgica</i>	II		5						3
<i>Pectinaria koreni</i>	IV		2						
<i>Pholoe baltica</i>	III				1				
<i>Pholoe pallida</i>	I	2	1	1	5	1	2	6	10
<i>Phyllodoce rosea</i>	I								1
<i>Pilargis papillata</i>	II			1		1	1	1	
<i>Pista cristata</i>	II				1			3	2
<i>Polycirrus norvegicus</i>	IV	2	6						
Polynoidae	-					1		2	
<i>Polyphysia crassa</i>	III	15	28					2	
<i>Praxillella affinis</i>	I							15	7
<i>Prionospio cirrifera</i>	III	2	4						3
<i>Prionospio dubia</i>	I			2	2	1	1		
<i>Prionospio fallax</i>	II		1						1
<i>Prionospio multibranchiata</i>	I							19	14
<i>Prionospio plumosa</i>	-	27	86						
<i>Prosphaerosyllis hystrix</i>	-	1				1			
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	IV	1							
<i>Protomystides exigua</i>	-					1			1
<i>Pseudopolydora</i> aff. <i>paucibranchiata</i>	IV	230	391	6	180	20	75	723	884
<i>Raricirrus beryli</i>	-	106	152					1	
<i>Rhodine loveni</i>	II							1	
Sabellidae	II			1	1	3	8	10	13
<i>Scolecopsis korsuni</i>	I		1						
<i>Sige fusigera</i>	III	1						2	6
<i>Sosane wahrbergi</i>	II				4				
<i>Sphaerosyllis tetralix</i>	-							1	1
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	-	1	15	4	5	3		7	31
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III		7	1	3			23	13
<i>Spiophanes wigleyi</i>	I	1	1					31	12
<i>Streblosoma bairdi</i>	II		2					2	1
<i>Streblosoma intestinale</i>	I		1						
<i>Syllis cornuta</i>	III	3	19						1
Terebellidae	-	5						1	
<i>Terebellides</i> sp.	-			3	5	2	2	4	4
<i>Trichobranchus roseus</i>	I			3	4		1	3	2
MOLLUSCA									
<i>Abra</i> indet. juv.	-	X						10	4
<i>Abra nitida</i>	III		2	2				9	5
<i>Abra</i> sp. juv.	-						1		
<i>Adontorhina similis</i>	II			8	12	6	13	6	5
<i>Bivalvia</i> indet.	-	X			1				
<i>Chaetoderma nitidulum</i>	II								1
<i>Cuspidaria rostrata</i>	I							1	
<i>Falcidens crossotus</i>	II							2	
<i>Hermania</i> sp. juv.	-	2	1						
<i>Hiatella</i> sp.	-	2							
<i>Kelliella miliaris</i>	III			1	1	4	6	1	
<i>Kurtiella bidentata</i>	IV		2						
<i>Mendicula ferruginosa</i>	I				1			4	1

Kjeppvikholmen 2019 Taksa merket med X inngår ikkje i statistikk	NSI-klasse		C1		C2		C3		C4	
			a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Mytilus edulis</i> juv.	-	X	1							1
<i>Nucula tumidula</i>	II			1	2	7	3	1		
<i>Nucula tumidula</i> juv.	II				1		1			
<i>Parathyasira equalis</i>	III		4	3	8	33	21	27	92	75
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	III		5	5	2	3	1	2	26	35
<i>Rissoa parva</i>	-	X		1						
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	II		1	2	3	2		3	3	1
<i>Tellimya tenella</i>	II					3			5	
<i>Thyasira flexuosa</i>	III									1
<i>Thyasira obsoleta</i>	I									1
<i>Thyasira sarsii</i>	IV		142	835	3	1	1		31	75
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV		18	64	1	1			24	41
Thyasiridae indet.	-	X	1		1	1	1		5	1
<i>Yoldiella lucida</i>	II					1				
CRUSTACEA										
Calanoida	-	X	1	5	15	19	15	31	12	20
<i>Calocaris macandreae</i>	II									1
<i>Caprella</i> cf. <i>septentrionalis</i>	-	X		1						
Copepoda	-	X	1							
Crustacea larvae	-	X				1	3	2		1
<i>Eriopisa elongata</i>	II					1				
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	I									1
<i>Nebalia borealis</i>	V		1							
<i>Philomedes lilljeborgi</i>	-		2							
<i>Sarsinebalia typhlops</i>	-								2	
Tanaidacea	I								2	3
ECHINODERMATA										
<i>Amphilepis norvegica</i>	II					2	1	1		
<i>Amphipholis squamata</i>	I								6	15
<i>Amphiura chiajei</i>	II									1
<i>Amphiura filiformis</i>	III									1
Asteroidea juv.	-		1							
<i>Brisaster fragilis</i>	III					1				
<i>Brissopsis lyrifera</i>	II				1				2	
<i>Ophiura</i> sp. juv.	II									2
BRYOZOA										
Bryozoa	-	X	x						x	
CHAETOGNATHA										
Chaetognatha	-	X					x			
CHORDATA										
<i>Myxine glutinosa</i>	-	X					1			
Pisces	-	X		1			1			
HEMICHORDATA										
Enteropneusta	I			11				1	9	
PLATYHELMINTHES										
Polycladida	-									1