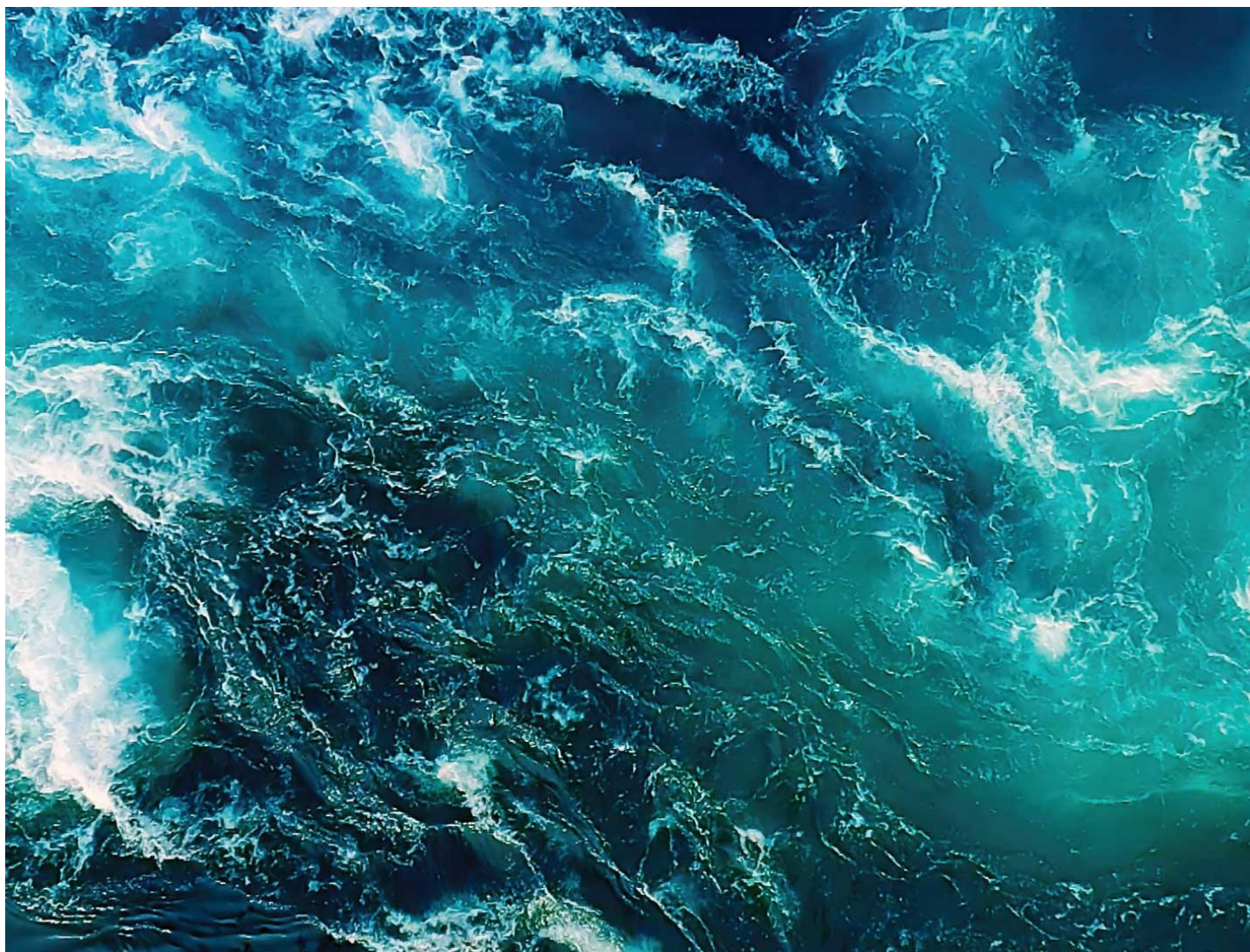


Lerøy Vest AS

C-undersøkelse ved Bognøy (13209), 2020



Blank side

Rapporttittel / Report title Lerøy Vest AS. C-undersøkelse ved Bognøy (13209), 2020.	
Forfatter(e) Hans-Petter Mannvik Lars Birkeland Sjetne	Akvaplan-niva Rapport 2020 62367.04
	Dato 04.12.2020
	Antall sider 31
	Distribusjon Gjennom oppdragsgiver
Oppdragsgiver Lerøy Vest AS, Skipavika 54 5397 Bekkjarvik	Oppdragsg. referanse Sigfrid Tangen
Sammendrag Resultatene fra miljøundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Bognøy i 2020 viste at faunaen var påvirket og i tilstandsklasse IV på C1, klasse V på C3 og lite påvirket med klasse II på C2. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 3 (Dårlig). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C3, men ikke på C2. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon i klasse III på stasjon C2 og klasse V på de andre to andre stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var forhøyet og i klasse V på C1 og klasse IV på C3. På C2 var kobber lett forhøyet og i klasse II. Oksygenmetningen i august var lav med 20 % i bunnvannet. Dette er den første C-undersøkelsen som er utført på lokaliteten. Ettersom klassifiseringen av faunaen på C2 ga tilstand II, skal C-undersøkelse utføres ved kommende tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410:2016.	
Prosjektleder  Astrid Harendza	Kvalitetskontroll

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	5
1 OPPSUMMERINGSTABELL C-UNDERSØKELSE	6
1.1 Oppsummering av C-undersøkelse.....	6
2 INNLEDNING	7
2.1 Bakgrunn og formål.....	7
2.2 Drift og fôrforbruk.....	7
2.3 Tidligere undersøkelser	8
3 MATERIALE OG METODE.....	9
3.1 Faglig program	9
3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering	9
3.3 Hydrografi og oksygen	10
3.4 Sedimentundersøkelse	10
3.4.1 Feltinnsamlinger	10
3.4.2 Total organisk materiale (TOM).....	10
3.4.3 Total nitrogen (TN)	10
3.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling	11
3.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu).....	11
3.4.6 Redoks- og pH målinger.....	11
3.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna.....	11
3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn.....	11
3.5.2 Innsamling og fiksering	12
3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser	12
4 RESULTATER.....	13
4.1 Hydrografi og oksygen	13
4.2 Sediment	13
4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh	13
4.2.2 Kobber i sediment.....	14
4.3 Bløtbunnfauna	14
4.3.1 Faunaindeksler og økologisk tilstandsklassifisering	14
4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.	15
4.3.3 Geometriske klasser.....	15
4.3.4 Clusteranalyser	16
4.3.5 Artssammensetning	16
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	18
5.1 Sammendrag	18
5.2 Konklusjoner	18
6 REFERANSER.....	19
7 VEDLEGG	20
7.1 Bunndyrsstatistikk og artslister	20
7.2 Analysebeviser	28
7.3 Bilder av prøver ved Bognøy	31

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type C ved oppdrettslokaliteten Bognøy. Oppdragsgiver har vært Lerøy Vest AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra anlegget.


Følgende personer har deltatt:

Astrid Harendza	Akvaplan-niva	Prosjektleder.
Gjermund Bahr	Akvaplan-niva	Feltarbeid.
Lars B Sjetne	Akvaplan-niva	Rapport.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). KS rapport, faglige vurderinger og fortolkninger.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Thomas Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Marina V Alonso	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Stine Hermansen	Akvaplan-niva	Hydrografi.
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.
Ingar H Wasbotten	Akvaplan-niva	Koordinering av geokjemiske analyser.

Akvaplan-niva vil takke Lerøy Vest AS, ved Sigfrid Tangen, for godt samarbeid.

Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med ALS Laboratory Group (Tsjekkia) som underleverandør.

 <p>NORSK AKKREDITERING TEST 079</p>	<p>Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for feltinnsamlinger av sediment og fauna, analyser av TOC, TOM, TN, kornstørrelse, makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079.</p> <p>Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.</p>
<p>Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)</p>	<p>ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av kobber.</p>

Ikke-akkrediterte tjenester: Hydrografimålinger og dybdekartlegginger (Olex).

Tromsø, 04.12.2020



Astrid Harendza


Prosjektleder

1 Oppsummeringstabell C-undersøkelse

1.1 Oppsummering av C-undersøkelse

Informasjon oppdragsgiver			
Tittel:	C-undersøkelse Bognøy, 2020.		
Rapport nr.	62367	Lokalitet:	Bognøy
Lokalitet nr.	13209	Kartkoordinater (anlegg):	60°36.244' N 05°04.619' Ø
Fylke:	Vestland	Kommune:	Alver
MTB-tillatelse:	1560	Kontakt:	Sigfrid Tangen
Oppdragsgiver:	Lerøy Vest AS		

Biomasse/produksjonsstatus ved undersøkelsesdato 19.08.2020			
Fiskegruppe:	Laks	Biomasse ved undersøkelse:	1212 tonn
Utføret mengde:	1677 tonn	Produsert mengde:	1425 tonn
Type/tidspunkt for undersøkelse			
Maks biomasse:	X	Oppfølgende undersøkelse:	
Brakklegging:		Ny lokalitet:	

Resultat fra C undersøkelse /NS 9410 (2016) - Hovedresultat bløtbunnfauna			
Faunaindeks nEQR (Veileder 02:2018)		Økologisk tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018)	
Fauna C1 (innerst)	0,236	Fauna C1 (innerst)	Klasse IV
Fauna C2 (ytterst)	0,640	Fauna C2 (ytterst)	Klasse II
Fauna C3 (dypområde)	0,172	Fauna C3 (dypområde)	Klasse V
Dato feltarbeid:	19.08.2020	Dato rapport:	04.12.2020
Merknader til andre resultater (sediment, pH/Eh, oksygen)		TOC i klasse III (C2) og V (C1, C3) Kobber i klasse V (C1), IV (C3) og II (C2) pH/Eh poeng 5 (C1), 2 (C3) og 1 (C2) O ₂ -metningen var lav i bunnvannet på C3.	
Ansvarlig feltarbeid:	Gjermund Bahr	Signatur:	

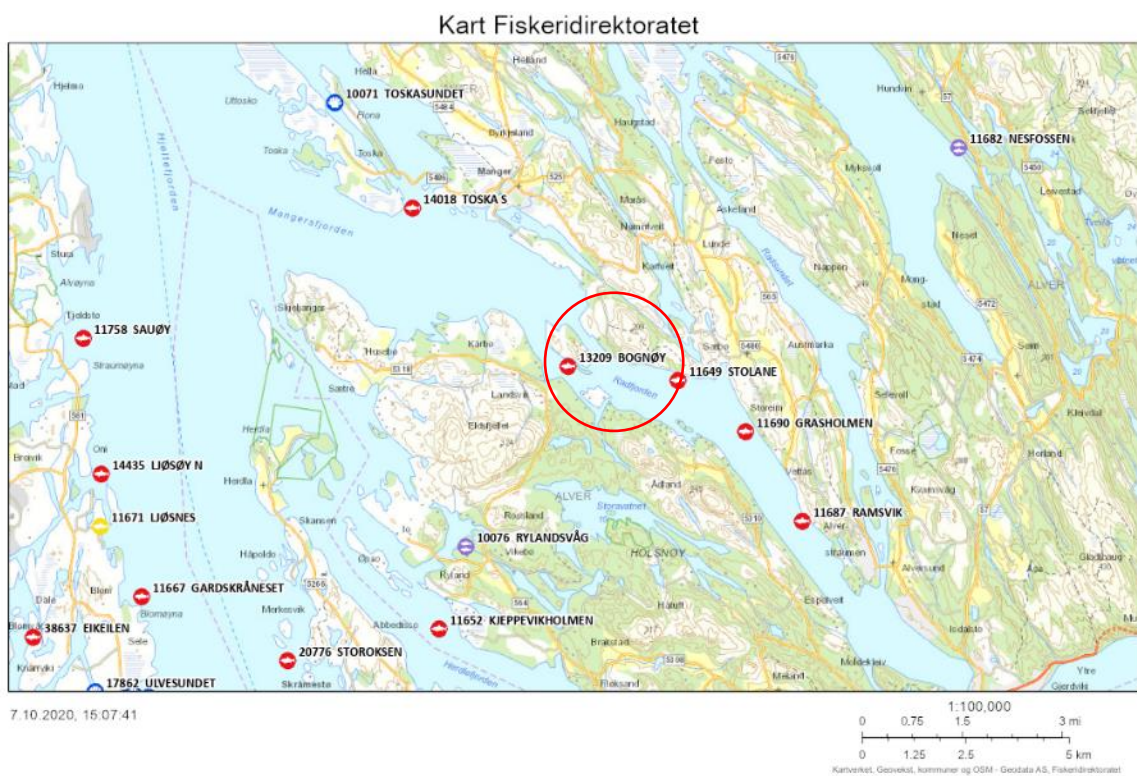
2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Føreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Lerøy Vest AS i forbindelse med bedriftens oppdrettsvirksomhet på lokaliteten Bognøy, Alver kommune i Vestland fylke. Bakgrunnen for gjennomføringen av en miljøundersøkelse type C på lokaliteten Hagebergan er etter krav i henhold til NS 9410:2016.

C-undersøkelsen er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget (anleggssonen) og utover i overgangssonen. Hoveddelen er en undersøkelse av bunnfaunaen på bløtbunn, som gjennomføres i henhold til ISO 16665:2014 og ISO 5667-19:2004 for støtteparametere. De obligatoriske parametere som skal undersøkes er gitt i en oversikt i NS 9410:2016.

Et oversiktskart med Bognøy er vist i Figur 1.



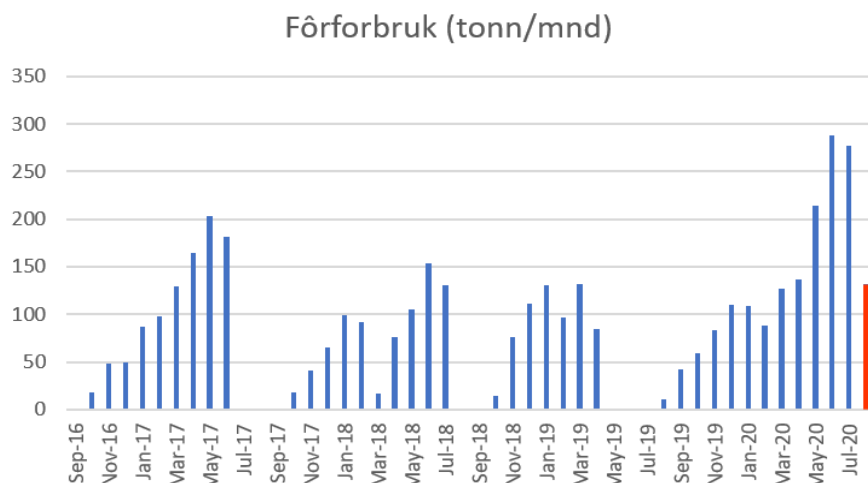
Figur 1. Oversiktskart Radfjorden med plassering av Bognøy (rød sirkel).

2.2 Drift og fôrforbruk

Lokaliteten Bognøy er godkjent for maksimal tillatt biomasse (MTB) på 1560 tonn. Fisken i innværende generasjon ble satt ut i august 2018 og ved undersøkelsestidspunktet var stående biomasse på ca. 1212 tonn laks. Produksjon ved Bognøy er vist i Tabell 1 og biomasse og fôrforbruk ved lokaliteten gjennom hele driftsperioden og de siste tre generasjoner er vist i Figur 2.

Tabell 1: Produksjon ved Bognøy.

Utsett tidspunkt	Produsert i tonn	Fôrforbruk i tonn
Aug. 2019	1425 (pr. aug. 2020)	1677 (pr. aug. 2020)
Okt. 2018	539	643
Okt. 2017	709	780
Sep. 2016	912	979



Figur 2. Stående biomasse og utnyttet maksimal tillatt biomasse (MTB) ved lokaliteten Bognøy. Figuren er innhentet fra oppdragsgiver.

2.3 Tidligere undersøkelser

Det har jevnlig blitt gjennomført miljøundersøkelser type B (NS 9410) på lokaliteten. Foreliggende rapport er første C-undersøkelse gjennomført på Bognøy. Tabell 2 gir oversikt over tidligere B-undersøkelser gjennomført ved lokalitet Bognøy.

Tabell 2. Tidligere gjennomførte undersøkelser ved Bognøy.

Dato prøvetaking	Rapportnr (forfatter, år)	Type undersøkelse	Lokalitetstilstand
August 2020	NIVA, rapport 0374/20 (Bahr, 2020)	Maks belastning	3
Mars 2019	NIVA, rapport 0219/19 (Harendza, 2019)	Maks belastning	1
Mars 2018	NIVA, Rapport 0400/18 (Stenberg, 2017)	Halv maks belastning	1
Mars 2017	NIVA, Rapport 0429-2017 (Stenberg, 2018)	Maks belastning	1
Juni 2016	NIVA, Rapport 7044-2016 (Harenza, 2016)	Brakk (NS 9410:2007)	1
Desember 2014	NIVA, Rapport 6774-2015 (Dale, 2015)	Maks belastning (NS 9410:2007)	3
Oktober 2013	Resipientanalyse AS, Rapport 1060-2013 (Berge-Haveland, 2013a)	Start av produksjon (NS 9410:2007)	2
Mars 2013	Resipientanalyse AS, Rapport 965-2013 (Berge-Haveland, 2013b)	Maks belastning (NS 9410:2007)	3
Oktober 2011	Resipientanalyse AS, Rapport 654-2011 (Berge-Haveland, 2011)	Brakk (NS 9410:2007)	1
September 2010	Resipientanalyse AS, rapport 467-2010 (Berge-Haveland, 2010a)	B-undersøkelse med utvida antall prøvepunkt. (NS 9410:2007)	2

3 Materiale og metode

3.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til NS 9410:2016. En oversikt over det faglige programmet er gitt i Tabell 3.

Akvaplan-niva er akkreditert for feltinnsamlinger, opparbeiding og faglige vurderinger i henhold til gjeldende standarder og veiledere. For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- ISO 5667-19:2004: *Guidance on sampling of marine sediments*.
- ISO 16665:2014. *Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna*.
- NS 9410:2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg*.
- Interne prosedyrer. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva*.
- Veileder 02:2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Tabell 3. Faglig program på stasjonene ved Bognøy, 2020. TOM = totalt organisk materiale, TOC = total organisk karbon, TN = total nitrogen, Cu = kobber, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOM. TN. Cu. pH/Eh. Hydrografi/O ₂ .

Sedimentet i resipienten besto i hovedsak av lys, myk sand med innslag av skjellsand (jfr Tabell 5 og bildedokumentasjon i Vedlegg 3). Det ble ikke registrert noen avvikende særpreg annet enn ved stasjon C1 og C3 hvor det ble registrert noe lukt av prøvene.

Feltarbeidet ble gjennomført 19.08.2020.

3.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

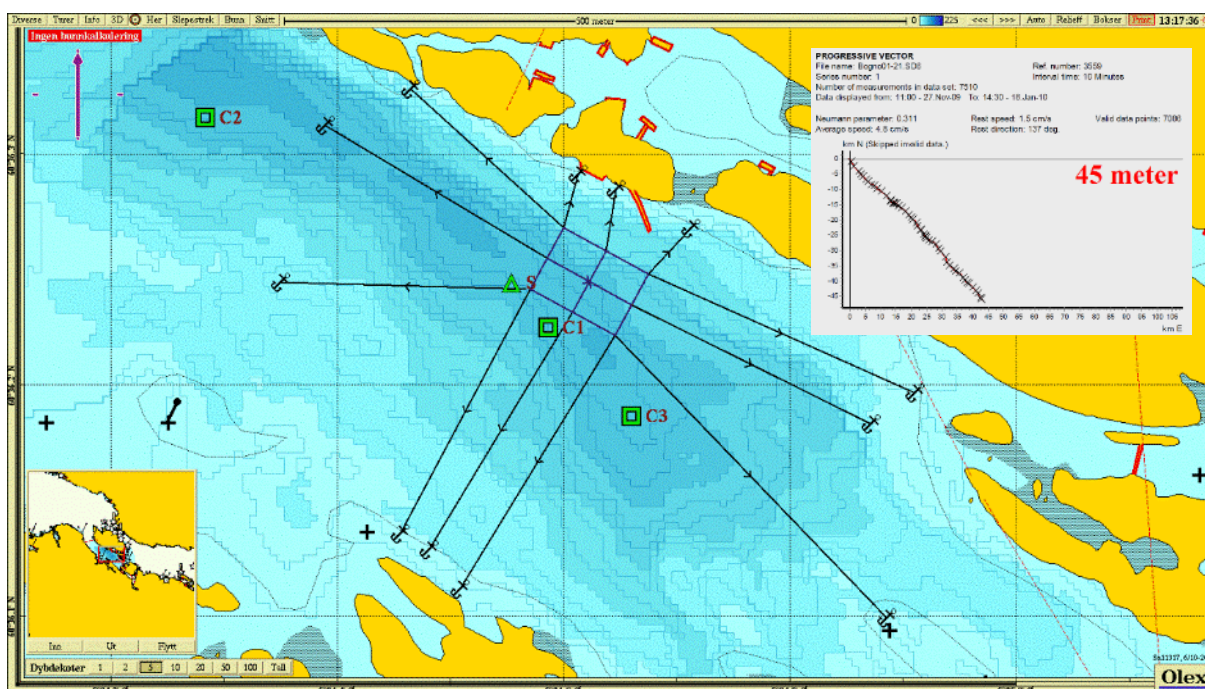
Lokaliteten Bognøy ligger på vestsiden av øya Bognøy i Radfjorden. Radfjorden er ca. 10 km lang, med grunne terskler (50 m) i begge ender. Like nord for Bogno løper Radfjorden ut i Mangerfjorden. I sør går Radfjorden over i Kvernafjorden som munner ut i Osterfjorden.

Stasjonsposisjonene er gjort på bakgrunn av strømmålinger gjennomført på spredningsdyp (45 m) ved lokaliteten (Berg-Haveland, 2010b), resultater fra tidligere gjennomført B-undersøkelse (Harendza, 2019) og vurderinger av batymetrien i resipienten. Stasjon C1 er plassert i området med høyest påvist belastning i B-undersøkelse gjennomført i 2019. Referansestasjon C2 er plassert 300 m fra anlegget, nordvest av anlegget. Hovedstrømretning på spredningsdyp er mot sørøst, men denne leder rett inn i en terskel og dermed ble det vurdert at det ikke var formålstjenlig med en referansestasjon i denne retningen. Stasjon C3 er plassert i det dypeste området i resipienten.

En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 4. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 3.

Tabell 4. Stasjonsdyp, avstand til merd og koordinater, Bognøy, 2020.

Stasjon	Dyp, m	Avstand merd, m	Posisjon	
			N	Ø
C1	70	26	60°36.225'	05°04.587'
C2	70	300	60°36.316'	05°04.284'
C3	73	91	60°36.186'	05°04.659'



Figur 3. Stasjonskart, Bognøy, 2020. Spredningsstrøm er målt på 45 meters dyp.

3.3 Hydrografi og oksygen

På stasjon C3 ble det gjennomført hydrografiske registreringer for vertikale profiler med hensyn til saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygenmetning fra overflate til bunn. Disse ble gjennomført ved hjelp av en Sensordata CTDO 204 sonde.

3.4 Sedimentundersøkelse

3.4.1 Feltinnsamlinger

Prøvene ble hentet med en 0,1 m² bunngrabb (van Veen). Prøvematerialet ble tatt ut gjennom inspeksjonsluker etter at sedimentoverflaten var godkjent. Prøver for TOC, TN og Cu ble tatt av fra øverste 1 cm av sedimentet, og for TOM og kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent, og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

3.4.2 Total organisk materiale (TOM)

Mengden av TOM i sediment ble bestemt ved vekt tap etter forbrenning ved 495 °C. Vekttapet i prosent etter forbrenning ble beregnet. Reproduerbarheten av TOM-analysene er sjekket i opparbeidingsperioden ved å bruke et husstandard sediment som inneholder TOM med kjent nivå. Standard kalsiumkarbonat ble brent sammen med prøvene som kontroll på at karbonat ikke ble forbrent i prosessen.

3.4.3 Total nitrogen (TN)

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total nitrogen (TN) kvantifisert ved elektrokjemisk bestemmelse. Den interne metoden er basert på NS-EN 12260:2003 (Vannundersøkelse – Bestemmelse av bundet nitrogen (TNb) etter oksidasjon til nitrogenoksider).

3.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på tørrvektbasis.

Etter tørking av prøvene ved 40 °C ble innhold av total organisk karbon (TOC) bestemt ved NDIR-deteksjon i henhold til DIN19539:2016 (Investigation of solids – Temperature-dependent differentiation of total carbon (TOC₄₀₀, ROC, TIC₉₀₀)). For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC, er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (nTOC) ved bruk av ligningen: $nTOC = TOC + 18(1 - F)$, hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m.fl.*, 1993).

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til Veileder 02:2018.

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment.

nTOC, mg/g	< 20 I Svært god	20 - 27 II God	27 - 34 III Moderat	34 - 41 IV Dårlig	> 41 V Svært dårlig
------------	---------------------	-------------------	------------------------	----------------------	------------------------

3.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu)

Prøvene for metallanalyse ble frysetørket før de ble oppluttet i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonen av kobber (Cu) ble bestemt ved hjelp av ICP-SFMS.

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til Cu ble gjennomført i henhold til Veileder 02:2018.

I hht. M-608:2016 (revidert oktober 2020) finnes det ikke lengre en tilstandsklasse III for kobber i sediment.

Tilstandsklassifisering for kobber (Cu) i marine sedimenter.

Cu mg/kg	< 20 Klasse I	20 - 84 Klasse II	-	84 - 147 Klasse IV	> 147 Klasse V
----------	------------------	----------------------	---	-----------------------	-------------------

3.4.6 Redoks- og pH målinger

På samtlige stasjoner ble det utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet. Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) ble målt ved hjelp av elektroder og instrumentet YSI Professional Plus. I hht. manual for instrumentet, ble 200 mV lagt til den målte ORP-verdien (Oxydation Reduction Potential).

3.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna

3.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnavlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyranalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Endringer i artsmangfold i nærheten av utslippspunkt kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold (fôr og fekalier) i sedimentet.

3.5.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sediment.

3.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser

På alle stasjonene ble det innsamlet to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2016). Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 02:2018 benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES₁₀₀) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI₂₀₁₂), uegnet ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- S sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i NQI1 (AMBI)
- Normalisert EQR (nEQR)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-ti)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (Veileder 02:2018 vanntype M3).

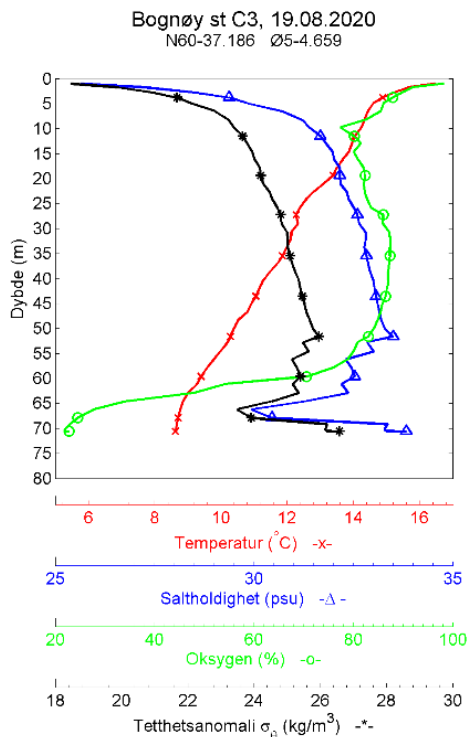
Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
NQI1	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	5,9 - 3,9	3,9 - 3,1	3,1 - 2,0	2,0 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,1 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,5	4,5 - 0
NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
nEQR	1,0 - 0,8	0,8 - 0,6	0,6 - 0,4	0,4 - 0,2	0,2 - 0,0

4 Resultater

4.1 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning ved Bognøy, 2020 er vist i Figur 4.

Temperaturen sank fra 16 °C i overflaten til 8 °C ved bunnen. Oksygenmetningen var 100 % i overflaten og sankt til rundt 80 % fra 10 til 60 m dyp for deretter å falle til 20 % i bunnvannet.



Figur 4. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjonene ved Bognøy, 2020.

4.2 Sediment

4.2.1 TOM, TOC, TN, kornfordeling og pH/Eh

Nivåer av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), C/N forholdet, kornfordeling og pH/Eh i sedimentene er presentert i Tabell 5.

TOM-nivået var lavt på C2 (4,3 %) og høyere på C1 og C3 (hhv. 17,2 og 9,1 %). TN-nivåene var forholdsvis lave (1,7 – 6,5 mg/g) mens C/N-forholdet var noe høyt på C1 og lavere på de to andre stasjonene. TOC var forhøyet på alle stasjonene og i tilstandsklasse III "Moderat" på C2 i klasse V "Svært dårlig" på C1 og C3. Sedimentene var moderat grovkornet med pelittandel mellom 14 og 28 %.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 5 på C1, 2 på C3 og 1 på C2 iht. Tillegg D i NS 9410:2016.

Tabell 5. Sedimentbeskrivelse, TOM (%), TOC (mg/g), TN (mg/g), C/N, kornfordeling (pelittandel % <0,063 mm) og pH/Eh. Bognøy, 2020.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOM	TOC	nTOC*	Tilst.kl.*	TN	C/N	Pelitt	pH/Eh
C1	Myk sand med feces på toppen. Skjellrester etter sikting. Lyst sediment med noe sverting nede i sedimentet. Noe H2S lukt i alle prøvene.	17,2	92	106	V	6,5	14,3	22	6,7/ - 391
C2	Fast sand/skjellsand. Lyst sediment. Frisk lukt i alle prøvene.	4,3	16	31,4	III	1,7	9,7	14	7,9/ 90
C3	Myk sand. Lyst sediment. Noe H2S lukt i alle prøvene.	9,1	29	42,1	V	5,0	5,9	28	7,6/ - 325

*Tilstandsklassifisering (Veileder 02:2018) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt < 0.063 mm) iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl., 1993).

4.2.2 Kobber i sediment

Nivåene av kobber i sedimentet på stasjonene er presentert i Tabell 6.

Nivået var høyt og i klasse V "Svært dårlig" på C1 og klasse IV "Dårlig" på C3. På C2 var det lett forhøyet og i klasse II "God".

Tabell 6. Metallanalyse for kobber (Cu), i mg/kg TS. Bognøy, 2020. Tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018.

St.	Cu	Tilst.klassif. Cu
C1	216	V
C2	23,5	II
C3	124	IV

4.3 Bløtbunnfauna

4.3.1 Faunaindeks og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene er presentert i Tabell 7.

Faunaindeksen nEQR i tabellen er presentert uten tetthetsindeksen DI etter anbefaling fra Miljødirektoratet.

Antall individ varierte fra 387 (C1) til 1532 (C3) og antall arter fra 8 (C1) til 68 (C2). På C1 viste faunaindeksene klasse IV og V med nEQR i klasse IV "Dårlig". På C2 viste indeksene klasse I til III med nEQR i klasse II "God". På C3 viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse V "Svært dårlig".

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en skjev individfordeling mellom artene, og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Fordelingen var meget ujevn på C1 (0,18) og jevnere på de to andre stasjonene (> 0,5).

Tabell 7. Antall arter og individer pr. 0,2 m², H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks. NQII = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI₂₀₁₂ = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. AMBI = ømfintlighetsindeks (inngår i NQII). nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). Bognøy, 2020. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2018 vanntype M3.

St.	Ant. ind.	Ant. arter	H'	ES ₁₀₀	NQII	ISI ₂₀₁₂	NSI	nEQR	AMBI	J
C1	387	8	0,43	4,12	0,260	5,99	13,73	0,236	5,89	0,18
C2	1159	68	3,15	20,52	0,621	8,58	17,38	0,640	3,68	0,57
C3	1532	12	1,23	4,16	0,254	2,87	7,14	0,172	5,95	0,53

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

4.3.2 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.

I hht. NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antallet arter vurdert mot dominansforhold i bunndyrsamfunnet (se kapt. 8.6.2. i NS 9410:2016). Tabell 8 viser antall arter, kumulativ prosent for dominerende taksa og klassifisering av miljøtilstanden for bløtbunnsamfunnet på anleggssonestasjonen C1.

Bløtbunnsamfunnet ble klassifisert til miljøtilstand 3 (Dårlig). Kriteriet for tilstand 2 er tilstedeværelse av 5 til 19 arter/0,2 m² og at ingen av disse utgjør mer enn 90 % av individene. Her utgjorde den mest dominante arten 93 % av individene og kommer da i tilstand 3 (Tabell 8). Data for antall arter og dominerende taksa på anleggssonestasjonene er hentet fra Tabell 7 og Tabell 9.

Tabell 8. NS 9410:2016. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnene på innerste stasjon C1, Bognøy, 2020.

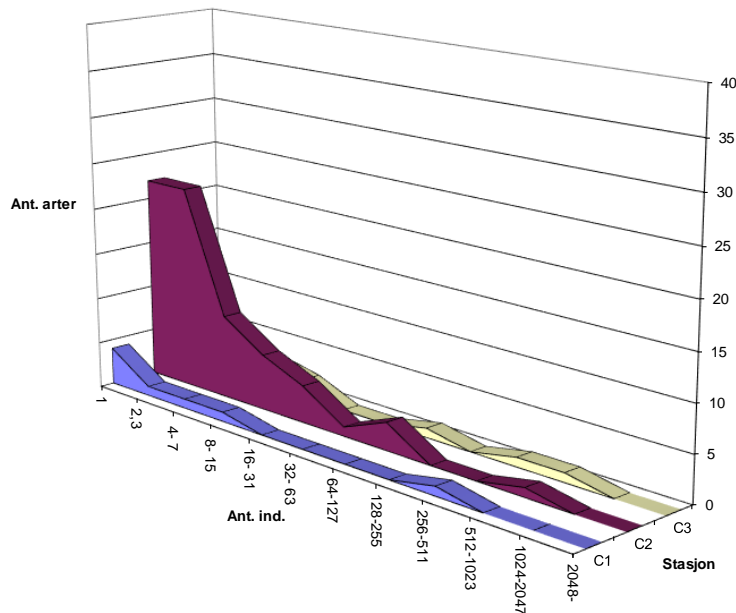
Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
C1	Bognøy	8	Malacoceros vulgaris – 93 %	3 - Dårlig

4.3.3 Geometriske klasser

Figur 5 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser.

Det vises til Vedlegg 1 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Kurven for stasjon C1 og C3 startet lavest og strakk seg langt ut mot høyere klasser. Dette kan indikere faunaforstyrrelse på stasjonene. For C2 startet kurven høyere og strakk seg også langt ut mot høyere klasser. Denne ga ingen klare indikasjoner på faunatilstanden på stasjonen.



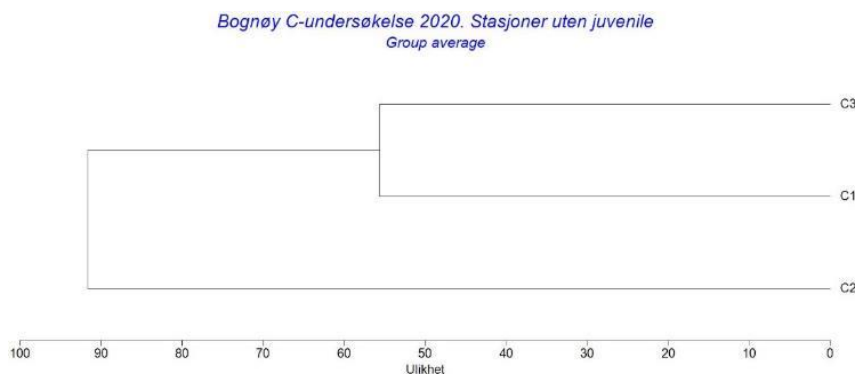
Figur 5. Bløtbunnfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrstasjonene ved Bognøy, 2020 (pr. 0,2 m²).

4.3.4 Clusteranalyser

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 6.

I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale aksene. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 (0 %) ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 100 (100 %) ulikhet. Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Faunasammensetningen på C1 og C3 var 45 % lik og C2 var bare 8 % lik de to andre stasjonene.



Figur 6. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Bognøy, 2020.

4.3.5 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 9. I Rygg og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

På C1 dominerte børstemarken *Malacoceros vulgaris* (uten kjent EG) med 93 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonen var hovedsakelig opportunistiske arter sammen med ett individ av forurensningsindikatoren *Capitella capitata*.

På C2 dominerte den opportunistiske børstemarken *Chaetozone setosa* med 49 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter.

På C3 dominerte forurensningsindikatoren *Capitella capitata* (børstemark) med 60 % av individene. De andre mest dominante artene på stasjonen var hovedsakelig opportunistiske arter sammen med en forurensningsindikator (fåbørstemarken *Oligochaeta* indet.).

Tabell 9. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe* for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Bognøy, 2020.

C1	Ant.	Kum.	EG	C2	Ant.	Kum.	EG
Malacoceros vulgaris	363	93 %	Ik	Chaetozone setosa	564	49 %	IV
Ophryotrocha sp.	12	96 %	IV	Thyasira sarsii	123	59 %	IV
Mytilus edulis	6	98 %	IV	Pseudopolydora paucibranchiata	84	66 %	IV
Crustacea indet. juv.	2	98 %	Ik	Thyasira flexuosa	66	72 %	III
Prionospio plumosa	2	99 %	Ik	Jasmineira caudata	54	77 %	II
Capitella capitata	1	99 %	V	Prionospio cirrifera	26	79 %	III
Chaetozone setosa	1	99 %	IV	Thyasiridae indet.	20	81 %	Ik
Cirratulus cirratus	1	100 %	IV	Corbula gibba	16	82 %	IV
Ophryotrocha lobifera	1	100 %	IV	Glycera alba	16	83 %	II
				Ampharete octocirrata	14	85 %	I
C3	Ant.	Kum.	EG				
Capitella capitata	924	60 %	V				
Malacoceros vulgaris	476	91 %	Ik				
Oligochaeta indet.	88	97 %	V				
Prionospio plumosa	15	98 %	Ik				
Mediomastus fragilis	10	99 %	IV				
Thyasira sarsii	6	99 %	IV				
Cirratulus cirratus	4	99 %	IV				
Idotea sp.	4	100 %	Ik				
Chaetozone setosa	2	100 %	IV				
Nemertea indet.	1	100 %	III				

*Økologiske grupper: EG I = sensitive arter. EG II = nøytrale arter. EG III = tolerante arter. EG IV = opportunistiske arter. EG V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling, 2013. Ik = ikke kjent gruppe.

5 Sammenfattende vurderinger

5.1 Sammendrag

Resultatene fra miljøundersøkelsen (type C) ved Bognøy, 2020 kan sammenholdes som følger:

- Oksygenmetningen i bunnvannet var lavt med 20 % i august 2020 på C3.
- Klassifisering av økologisk tilstand, basert på faunaindeksene i veileder 02:2018, viste klasse IV "Dårlig" for bløtbunnsamfunnet i anleggssonen (C1), klasse V "Svært dårlig" på C3 og klasse II "God" for C2. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 3 (Dårlig). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C3, men ikke på C2.
- TOC-nivået var forhøyet i sediment fra alle stasjonene med klasse V "Svært dårlig" på C1 og C3 og klasse III "Moderat" på C2. TOM-nivåene var lave på C2 og noe høyere på de to andre stasjonene. TN var forholdsvis lave i sedimentene fra alle stasjonene mens C/N-forholdet var litt høyt på C1 og lavere på de to andre stasjonene. Kobbernivået var høyt og i klasse V "Svært dårlig" på C1 og klasse IV "Dårlig" på C3. På C2 var kobber lett forhøyet og i klasse II "God". Sedimentene var moderat grovkornet med pelittandel mellom 14 og 28 %. Redoksmålingene i sedimentet ga poeng 5 på C1, 2 på C3 og 1 på C2.

5.2 Konklusjoner

Resultatene fra miljøundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Bognøy i 2020 viste at faunaen var påvirket og i tilstandsklasse IV på C1, klasse V på C3 og lite påvirket med klasse II på C2. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet i anleggssonen viste miljøtilstand 3 (Dårlig). Det ble registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på C1 og C3, men ikke på C2. Blant støtteparameterne var sedimentene belastet med organisk karbon i klasse III på stasjon C2 og klasse V på de andre to andre stasjonene. Kobberkonsentrasjonen var forhøyet og i klasse V på C1 og klasse IV på C3. På C2 var det lett forhøyet og i klasse II. Oksygenmetningen i august var lav med 20 % i bunnvannet. Dette er den første C-undersøkelsen som er utført på lokaliteten.

Ettersom klassifiseringen av faunaen på C2 ga tilstandsklasse II, skal C-undersøkelse utføres ved kommende tredje produksjonssyklus iht. kapt. 8.7 i NS 9410:2016.

6 Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B. og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlingsrapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Bahr, G., 2020. B-undersøkelse på oppdrettslokalitet Bognøy. NIVA, rapport 0374/20.
- Berge-Haveland, F., 2013a. MOMB Lokalitet Bogno. Resipientanalyse rapport nr. 965-2013.
- Berge-Haveland, F., 2013b. MOMB Lokalitet Bogno. Resipientanalyse rapport nr. 1060-2013.
- Berge-Haveland, F., 2011. MOMB Lokalitet Bogno. Resipientanalyse rapport nr. 654-2011.
- Berge-Haveland, F., 2010a. MOMB med utvida antall prøvepunkt i nærsona, Lokalitet Bogno. Resipientanalyse rapport nr. 467-2010.
- Berge-Haveland, F., 2010b. Strømmåling Lokalitet Bogno. Resipientanalyse rapport nr. 400-2010.
- Dale, T., 2015. B-undersøkelse på oppdrettslokalitet Bogno. NIVA, Rapport 6774-2015.
- Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.
- Harendza, A., 2019. B-undersøkelse på oppdrettslokalitet Bogno. NIVA, rapport 0219/19.
- Harendza, A., 2016. Miljøundersøkelse type B, Bogno. NIVA, rapport 7044-2016.
- ISO 5667-19:2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665:2014. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- M 608:2016 (revidert 2020). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Miljødirektoratet, 13 s.
- NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- Rygg, B. & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.
- Stenberg, S. K., 2018. B-undersøkelse på oppdrettslokalitet Bogno. NIVA, Rapport 0400/18.
- Stenberg, S. K., 2017. B-undersøkelse på oppdrettslokalitet Bogno. NIVA, Rapport 0429/17.
- Pers. medd. Sigfrid Tangen, Miljøkoordinator, Lerøy Vest AS.

7 Vedlegg

7.1 Bunndyrsstatistikk og artslister

Diversitetsmål

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er "klassiske" i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver, 1949) er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

der n_i = antall individer av art i i prøven
 N = total antall individer
 s = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indeksten er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou, 1966)

har følgende formel, der symbolene er som i Shannon-Wieners indeks

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i total antall arter og individer i en prøve søker man å beregne hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Diversitetsmålet blir derved uavhengig av prøvestørrelsen og gjør at lokaliteter med ulik individtetthet kan sammenlignes direkte. Hurlbert (1971) har gitt en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning.

ES_n er forventet antall arter i en delprøve på n tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder total N individer og s arter og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der N = total antall individ i prøven
 N_i = antall individ av art i
 n = antall individ i en gitt delprøve (av de N)
 s = total antall arter i prøven

Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv., slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen 2^x , $x=0,1,2, \dots$. En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en entoppet, asymmetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjons- og ordinasjons-analyser (Cluster og MDS).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis, 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der n = antall arter sammenlignet
 X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i
 X_{kj} = antall individ av art k i prøve nr. j

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et tredigram (dendrogram).

Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

NSI er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (\text{N}/(\text{N}+5))]$$

Diversitetsindeksen $\text{SN} = \ln S / \ln(\ln N)$, hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven

Referanser:

- Bray, R.T. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.
- Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- Pielou, E. C., 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10, 370-383.
- Rygg, B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. *NIVA report SNO 4548-2002*. 32 p.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ Illinois Press, Urbana 117 s.

Statistikk resultater Bognøy, 2020.

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	C1	C2	C3	C4
no. ind.	3854	387	1159	1532	776
no. spe.	83	8	68	12	27

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	C1_01	C1_02	C2_01	C2_02	C3_01	C3_02	C4_01	C4_02
no. ind.	3854	158	229	852	307	1432	100	468	308
no. spe.	83	4	7	61	35	12	3	22	15
Shannon-Wiener:		0,4	0,5	3,2	3,1	1,4	1,0	1,8	1,7
Pielou		0,18	0,18	0,54	0,61	0,40	0,66	0,41	0,44
ES100		4	5	21	20	5	3	10	9
SN		0,85	1,15	2,15	2,04	1,25	0,72	1,70	1,55
ISI-2012		7,23	4,76	8,78	8,37	4,17	1,58	5,93	5,36
AMBI		5,886	5,901	3,743	3,623	5,943	5,955	4,848	4,758
NQI1		0,23	0,29	0,63	0,61	0,31	0,20	0,47	0,44
NSI		13,9	13,5	16,9	17,8	7,3	7,0	12,6	13,1

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.		C1	C2	C3	C4
Shannon-Wiener:		0,43	3,15	1,23	1,78
Pielou		0,18	0,57	0,53	0,43
ES100		4,1	20,5	4,2	9,9
SN		1,00	2,10	0,99	1,63
ISI-2012		5,99	8,58	2,87	5,65
AMBI		5,894	3,683	5,949	4,803
NQI1		0,26	0,62	0,25	0,45
NSI		13,73	17,38	7,14	12,85
Tilstandsklasse nEQR		0,236	0,640	0,172	0,357

Geometriske klasser

int.	C1	C2	C3	C4
1	4	22	3	11
2,3	1	22	1	7
4- 7	1	9	3	4
8- 15	1	6	2	1
16- 31	0	4	0	2
32- 63	0	1	0	0
64-127	0	3	1	0
128-255	0	0	0	1
256-511	1	0	1	1
512-1023	0	1	1	0
1024-2047	0	0	0	0
2048-	0	0	0	0

Artliste

Bognøy ASC-C-undersøkelse

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
Stasjonsnr.: C1					
	ANNELIDA				
	Polychaeta	Capitella capitata		1	1
		Chaetozone setosa		1	1
		Cirratulus cirratus		1	1
		Malacoceros vulgaris	150	213	363
		Ophryotrocha lobifera	1		1
		Ophryotrocha sp.	3	9	12
		Prionospio plumosa		2	2
	CRUSTACEA				
		Crustacea indet. juv.		2	2
	MOLLUSCA				
	Bivalvia	Mytilus edulis	4	2	6
		Maks:	150	213	363
		Antall:	4	8	9
		Sum:			389
Stasjonsnr.: C2					
	CNIDARIA				
	Anthozoa	Edwardsia sp.	1	1	2
	NEMERTINI				
		Nemertea indet.	2	1	3
	SIPUNCULIDA				
		Phascolion strombus	1		1
	ANNELIDA				
	Polychaeta	Ampharete lindstroemi	7	6	13
		Ampharete octocirrata	13	1	14
		Ampharetidae indet.		2	2
		Amphicteis gunneri	2		2
		Amphictene auricoma	2	1	3
		Amphitrite cirrata	1		1
		Aonides paucibranchiata		1	1
		Aphelochaeta sp.	4	1	5
		Aricidea catherinae	1		1
		Capitella capitata	11		11
		Chaetozone setosa	422	142	564
		Chone sp.	1		1
		Claviramus candelus	2		2
		Dialychone sp.	1		1
		Diplocirrus glaucus	5	1	6
		Euclymeninae indet.		1	1
		Exogone verugera	5		5
		Galathowenia oculata	1	2	3
		Glycera alba	14	2	16
		Glycera lapidum	1	2	3
		Goniada maculata	3		3
		Jasmineira caudata	31	23	54

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Lagis koreni	1		1
		Laonice cirrata	1		1
		Mediomastus fragilis	7		7
		Nereimyra punctata	2		2
		Nereimyra sp.		1	1
		Notomastus latericeus	1		1
		Owenia sp.	3	1	4
		Oxydromus flexuosus	2		2
		Phisidia aurea	1	1	2
		Pholoe baltica	7	3	10
		Polycirrus sp.	4		4
		Polynoidae indet.	2		2
		Praxillella gracilis	1		1
		Prionospio cirrifera	6	20	26
		Prionospio fallax	3	4	7
		Pseudopolydora paucibranchiata	72	12	84
		Scalibregma inflatum	12	1	13
		Scolecopsis korsuni	1		1
		Scoloplos armiger		1	1
		Sige fusigera	2		2
		Sosane sulcata	1		1
		Spiophanes kroyeri	2		2
		Syllis cornuta	8		8
		Tharyx killariensis		5	5
		Thelepus cincinnatus	1		1
CRUSTACEA					
	Malacostraca				
		Galathea sp.	1		1
		Phtisica marina	1		1
		Tryphosites longipes	1	2	3
		Crustacea indet. juv.		1	1
MOLLUSCA					
	Prosobranchia				
		Euspira montagui	1		1
	Opisthobranchia				
		Hermania sp.	1	1	2
	Bivalvia				
		Abra nitida	2	1	3
		Abra prismatica	1	1	2
		Acanthocardia echinata	1		1
		Corbula gibba	12	4	16
		Cuspidaria cuspidata	1		1
		Myrtea spinifera		2	2
		Tellina fabula	2	2	4
		Thyasira flexuosa	41	25	66
		Thyasira gouldi	1		1
		Thyasira sarsii	93	30	123
		Thyasiridae indet.	17	3	20
ECHINODERMATA					
	Ophiuroidea				
		Amphiura filiformis	3		3
		Ophiuroidea indet. juv.	1	1	2
	Holothuroidea				
		Labidoplax buskii	2		2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
			Maks: 422	142	564
			Antall: 62	37	70
			Sum:		1162
Stasjonsnr.: C3					
NEMERTINI					
		Nemertea indet.		1	1
ANNELIDA	Polychaeta	Capitella capitata	884	40	924
		Chaetozone setosa	2		2
		Cirratulus cirratus	4		4
		Malacoceros vulgaris	417	59	476
		Mediomastus fragilis	10		10
		Paramphinome jeffreysii	1		1
		Prionospio plumosa	15		15
		Syllis cornuta	1		1
	Oligochaeta	Oligochaeta indet.	88		88
CRUSTACEA					
	Malacostraca	Idotea sp.	3	1	4
MOLLUSCA					
	Bivalvia	Thyasira sarsii	6		6
			Maks: 884	59	924
			Antall: 12	3	12
			Sum:		1532

Stasjonsnr.: C4

ANNELIDA					
	Polychaeta	Ampharete octocirrata	2	5	7
		Aphelochoeta sp.		1	1
		Arenicola marina	2		2
		Capitella capitata	127	72	199
		Chaetozone setosa	279	195	474
		Cirratulus cirratus	7	11	18
		Exogone verugera	2		2
		Glycera alba	4	3	7
		Glycera lapidum	1		1
		Lagis koreni		1	1
		Lumbrineris aniara	1	1	2
		Malacoceros girardi	1		1
		Mediomastus fragilis	8	4	12
		Oxydromus flexuosus	1	1	2
		Pectinariidae indet.	1		1
		Pholoe baltica	1		1
		Polycirrus norvegicus	1		1
		Prionospio cirrifera	1		1
		Prionospio fallax	5		5
	Oligochaeta	Oligochaeta indet.	14	7	21
CRUSTACEA					
	Malacostraca	Ampelisca sp.		1	1
MOLLUSCA					

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
	Bivalvia	Abra nitida		2	2
		Corbula gibba	6	1	7
		Tellina fabula	1		1
		Thyasira flexuosa		3	3
		Thyasira sarsii	2		2
		Thyasiridae indet.	1		1
		Maks:	279	195	474
		Antall:	22	15	27
		Sum:			776
				TOTAL:	Maks: 924
					Sum: 3859

7.2 Analysebeviser

62367_Kjemirapport C-undersøkelse m klassifisering_Rev_041220.xlsx_220720



Framsenteret
Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø
Foretaksnr.: NO 937 375 158 MVA
Tel: 77 75 03 00
E-post: kjemi@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT Sedimentprøver

Kunde: Lerøy Vest AS
Kunde referanse: Bognøy. B/C/ASC undersøkelse 2020.
Kontaktperson kunde:
e-post:

Kontaktperson Akvaplan-niva: Astrid Harendza

Dato: 04.12.2020

Rapport nr.: 62367_Rev_041220
Analyseparameter(e): Korn, TOM, TOC, TN, Cu, Emamectin benzoat
Kontaktperson: Oda S. B. Wilhelmsen

Analyseansvarlig:  (sign.)

Underskriftsberettiget:  Digitally signed by Lisa Torske
Date: 2020.12.04 13:03:04 +01'00' (sign.)

Prøvene ble sendt/levert til Akvaplan-Niva AS av oppdragsgiver, og merket som angitt i tabellen på side 2.
Resultater av analysene er gitt fra side 3.

MERKNADER:

Prøver til kornanalyse fra stasjon C2 inneholdt mye skjellrester.
Revidert kjemirapport 04.12.20 oppdatert med tilstandsklassifisering ihht. veileder M-608 (Rev. 31.10.2020), samt at resultater fra stasjon C4 er fjernet etter avtale med prosjektleder. Denne rapporten erstatter i sin helhet tidligere rapport (fra 18.11.20)

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat. Nærmere informasjon om analysemetodene (måleusikkerhet, metodeprinsipp etc.) fås ved henvendelse til Akvaplan-Niva AS

Lab-id.	Kundens id.	Beskaffenhet ved mottak	Mottatt lab	Parametere	Analyse-periode
62367/C1	C1	Frossen	11.09.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu, EMB	15.09.20 - 29.09.20
62367/C2	C2	Frossen	11.09.2020	Korn, TOM TOC, TN, Cu	15.09.20 - 16.11.20
62367/C3	C3	Frossen	11.09.2020	Korn, TOM, TOC, TN, Cu, EMB	15.09.20 - 16.11.20

Følgende analysemetoder er benyttet

Parameter	Metoderreferanse
Kornfordeling (splitt i to)	Sikting, basert på Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005. Sediment analysis and seabed characterisation. In: Eleftheriou, A.; McIntyre, A.D. "Methods for the study of marine benthos", 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, UK. ISBN 0-632-05488-3, pp. 43-86
Totalt organisk materiale-TOM	Intern metode basert på NS 4764:1980
Totalt organisk karbon-TOC	NDIR-deteksjon. Intern metode basert på DIN 19539:2016
Totalt bundet nitrogen - Total-N	Elektrokjemisk deteksjon. Intern metode basert på NS-EN 16168:2012. MERK: ved TOC-verdier større enn ca 60 mg/g TS kan TN-resultater bli underestimert
Kobber-Cu (utført av underlev.)	EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010 og SM 3120
Emamectin benzoat (EMB) (utført av NIVA)	Intern metode basert på løsemiddel ekstraksjon for bestemmelse med høyoppløselig væskrokromatografi koblet til tandem massespektroskopi (HPLC-MS/MS)

Resultater

	TOC	TN	TOM	Pelitt	> 0,063 mm	Cu*	EMB**	N TOC	C/N [#]
Kundens id.:	mg/g TS	mg/g TS	% TS	vekt%	vekt%	mg/kg TS	ng/kg TS	mg/g TS	
C1	92	6,5	17,2	22,0	78,0	216	9680	106,0	14,3
C2	16	1,7	4,3	14,4	85,6	23,5	ia	31,4	9,7
C3	29	5,0	9,1	27,8	72,2	124	1710	42,1	5,9

* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia
 Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

** Ikke-akkreditert analyse utført av Norsk Institutt for Vannforskning - NIVA, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo

$$N\ TOC\ (Normalisert\ TOC) = målt\ TOC\ mg/g + 18*(1-F),\ der\ F=andel\ finstoff\ (pelitt)\ gitt\ ved\ %pelitt/100.$$

ia = ikke analysert

[#]) TOC-resultat større enn ca 60 mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi



Tilstandsklassifisering for marine sedimenter ihht. Veileder 02:2018.

Metaller er klassifisert ihht. veileder M-608 (Rev. 31.10.2020)

Normalisert TOC, mg/g TS	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig

Cu, mg/kg TS	< 20	20-84	84 - 147	> 147
	Klasse I	Klasse II	Klasse IV	Klasse V

7.3 Bilder av prøver ved Bognøy

<p><i>St 1</i></p>	
<p><i>St 2</i></p>	
<p><i>St 3</i></p>	