Forundersøkelse med C-metodikk. Grøttøy (29096), 2022.

Nordlaks Oppdrett AS

Akvaplan-niva AS Rapport: 2022 64263.01

Generell informasjon

GENERELL INFORMASJON		
Rapportnummer	Rapportdato	Feltdato
2022 64263.01	28.10.2022	13.07.2021 og 06.09.2022
Ny lokalitet	Endring (MTB/areal)	Oppfølgingsundersøkelse
	X (MTB 3600 – 5999 tonn / endring anlegg)	
Revisjonsnummer -	Revisjonsbeskrivelse -	Signatur revisjon -
LOKALITET		
Lokalitetsnavn	Grøttøy	
Lokalitetsnummer	29096	
Anleggssenter (koordinater)	68°26.705' N og 14°49.163' Ø (nåværende anlegg)	
MTB	3120	
Fisketype (art)	Laks	
Kommune	Hadsel	
Fylke	Nordland	
Produksjonsområde	9 – Vestfjorden og Vesterålen	
PRODUKSJON FREM TIL UNDERSØKELSESTIDSPUNKT		
Biomasse ved undersøkelse	0 tonn	
Produsert mengde (tilvekst)	0 tonn	
Utfôret mengde	0 tonn	
Sist brakklagt (dato)	(Fra) 30.06.2022	(Til) -
INFORMASJON FRA VANN-NETT		
Vannforekomst-ID	Økoregion	Vanntype
0365010202-C	Norskehavet Nord	G2
OPPDRAGSGIVER		
Selskap	Nordlaks Oppdrett AS	
Kontaktperson	Remi Mathisen	
OPPDRAGSANSVARLIG		
Selskap	Akvaplan-niva AS. Framsenteret, Pb. 6066 Stakkevollan, 9296 Tromsø. Org.nr. 937 375 158	
Prosjektansvarlig	Vera Remen	
Forfatter (-e)	Hans-Petter Mannvik, Vera Remen	
Godkjent av	Kamila Sztybor Digitally signed by Kamila Sztybor Date: 2022.10.28 09:11:03 +02'00'	
Akkreditering	Feltarbeid, TOM, TOC, TN, korn, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Akvaplan-niva AS, Test 079 (NS-EN ISO/IEC 17025). Metaller: Ja, ALS Laboratory Group, av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) (ISO/IEC 17025)	
Vilkår og betingelser	*Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Akvaplan-niva AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.*	

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en forundersøkelse type C ved oppdrettslokaliteten 29096 Grøttøy. Oppdragsgiver har vært Nordlaks Oppdrett AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra anlegget.

Resultatene rapporteres inn i Vannmiljø etter rapporteringsdatoen.

Akvaplan-niva vil takke Nordlaks Oppdrett AS for godt samarbeid.

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

Tromsø, 28.10.2022

Vera Remen

Vera Remen

Prosjektleder

Sammendrag

Resultatene fra forundersøkelsen type C ved oppdrettslokaliteten Grøttøy i 2021 og 2022 viste at faunaen var påvirket og i tilstandsklasse III "Moderat" på C4 og lite eller ikke påvirket med klasse I "Svært god" (Cref) og II "God" på de andre stasjonene. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet på C1Ø og C1V i anleggssonen viste miljøtilstand 1 (Meget god) for begge stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene tydelig belastet med organisk karbon i klasse IV "Dårlig" på stasjon C2 og C3 og klasse V "Svært dårlig" på C1Ø, C1V, C2alt, C4 og C5. På Cref var det lite belastning med klasse II "God". De høye TOC-nivåene kan forklare dominansen av tolerante og opportunistiske arter ved lokaliteten. Kobbernivåene på C1Ø og C1V var lave og i klasse I "Svært god". Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 28,3 og 69,9 %. Redoks-målingen i sedimentet på C1Ø og C1V ga poeng 0 på begge stasjonene. Oksygenmetningen i september 2021 var god i hele vannsøylen med 74 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse I "Svært god". I september 2022 var oksygenmetningen noe lavere med 63 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse II "God".

Klassifiseringen av faunaen på C2 viste klasse II og for stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) også tilstand II. Ettersom dette er en forundersøkelse, skal neste undersøkelse utføres ved første produksjonssyklus etter oppstart.

Hovedresultat

		Anleggssone		Overgangssone		
		Stasjon C1V	Stasjon C1Ø	Stasjon C3	Stasjon C4	Stasjon C5
Avstand til anlegg (m)		25	25	167	190	216
Dyp (m)		49	58	52	56	67
GPS koordinater (WGS84, grader og desimalminutter (DMM))		68°26.645' 14°48.822'	68°26.650' 14°49.444'	68°26.615' 14°48.492'	68°26.608' 14°49.202'	68°26.703' 14°49.895'
Bunnfauna (Veileder 02:2018 rev. 2020)	Ant. individ	548	288	532	324	396
	Ant. arter	43	38	40	30	48
	H'	3,15	3,29	2,74	2,78	3,68
	nEQR verdi	0,660	0,678	0,637	0,599	0,738
	Gj.snitt nEQR overgangssone			0,658		
Oksygen i bunnvann (% og tilstandsklasse)					74 %	63 %
Organisk stoff nTOC og tilstandsklasse		65,1	75,4	36,4	65,4	74,7
Cu (mg/kg TS) og tilstandsklasse		17,8	16,9			
NS 9410 - Tilstand for C1V og C1Ø		1 – Meget god	1 – Meget god			
Tidspunkt for neste undersøkelse:			Første produksjonssyklus etter oppstart.			

** Tabellen fortsetter på neste side.*

		Ytterst		Referansestasjon
		Stasjon C2	Stasjon C2alt	Stasjon Cref
Avstand til anlegg (m)		500	500	1100
Dyp (m)		45	71	57
GPS koordinater (WGS84, grader og desimalminutter (DMM))		68°26.568' 14°47.961'	68°26.752' 14°50.325'	68°27.029' 14°50.855'
Bunnfauna (Veileder 02:2018 rev. 2020)	Ant. individ	636	647	735
	Ant. arter	41	52	81
	H'	3,25	3,60	4,65
	nEQR verdi	0,609	0,706	0,841
	Gj.snitt nEQR overgangssone			
Oksygen i bunnvann (% og tilstandsklasse)				
Organisk stoff nTOC og tilstandsklasse		34,4	85,8	24,9
Cu (mg/kg TS) og tilstandsklasse				

Innholdsfortegnelse

1 INNLEDNING 9

1.1 Bakgrunn og formål 9
1.2 Drift og produksjon 10
1.3 Tidligere undersøkelser 11
1.4 Strømmålinger 12

2 MATERIALE OG METODE 13

2.1 Faglig program 13
2.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering 14
2.3 Hydrografi og oksygen 18
2.4 Sedimentundersøkelse 18
2.4.1 Feltinnsamlinger 18
2.4.2 Total organisk materiale (TOM) 18
2.4.3 Total nitrogen (TN) 18
2.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling 18
2.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu) 18
2.4.6 Redoks- og pH målinger 19
2.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna 19
2.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn 19
2.5.2 Innsamling og fiksering 19
2.5.3 Kvantitative bunndyrsanalyser 19

3 RESULTATER 21

3.1 Bløtbunnfauna 21
3.1.1 Faunaindekser og økologisk tilstandsklassifisering 21
3.1.2 Anleggssonen 21
3.1.3 Ytterkant overgangssone (C2 og C2alt) 22
3.1.4 Overgangssonen (C3, C4, C5) 23
3.1.5 Referansestasjon 25
3.1.6 Samlet nEQR-resultat 25
3.1.7 Clusteranalyser 26
3.2 Hydrografi og oksygen 26
3.3 Sediment 27
3.3.1 Sensoriske vurderinger 27
3.3.2 Kornfordeling 28
3.3.3 Kjemiske parametere 28

4 DISKUSJON 30

5 REFERANSER 31

6 VEDLEGG 32

6.1 Vedlegg Feltlogg (B-parametere) 32
6.2 Prøvetaking og analyser 36
6.3 Analysebevis 37
6.4 Bunndyrsstatistikk og artslister 46
6.5 Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR) 48
6.6 Referansetilstand 49

6.7 Artslister 50
6.8 CTD rådata 60
6.9 Bilder av prøver ved Grøttøy..... 65

1 Innledning

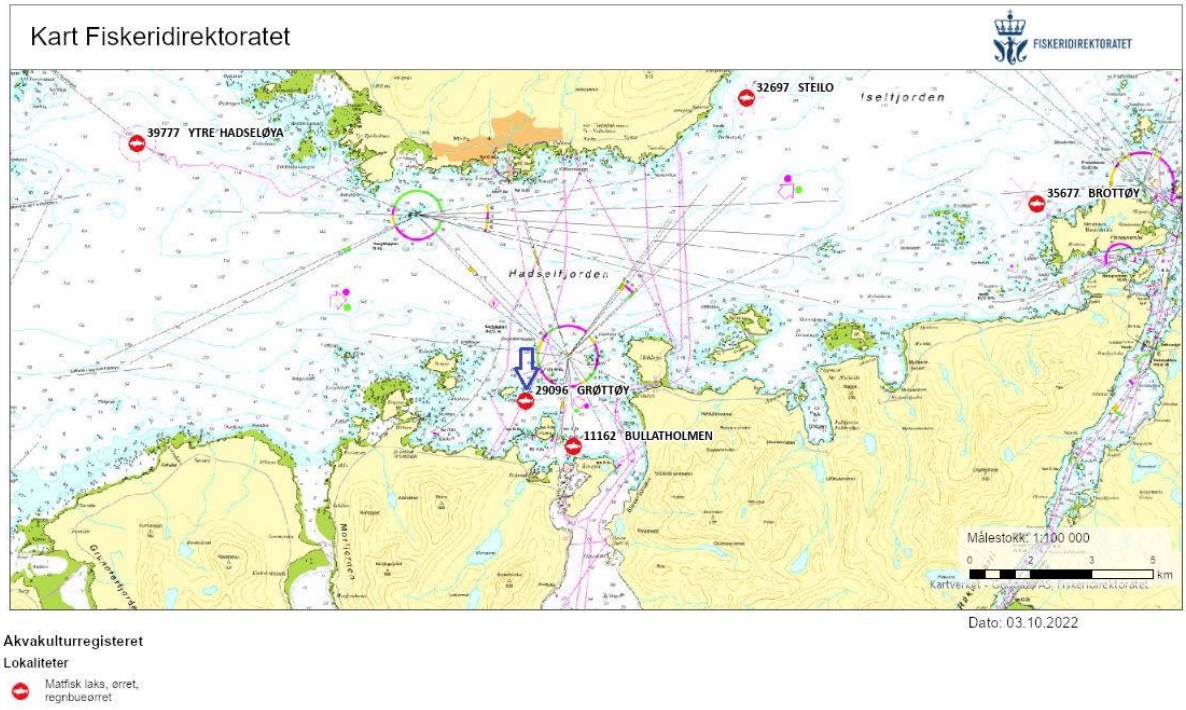
1.1 Bakgrunn og formål

Foreliggende undersøkelser er gjennomført av Akvaplan-niva AS på oppdrag fra Nordlaks Oppdrett AS i forbindelse med bedriftens oppdrettsvirksomhet på lokaliteten 29096 Grøttøy, Hadsel kommune i Nordland fylke.

Oppdretter planlegger å søke om endring av anleggskonfigurasjon og fortøyninger, samt økt MTB, og det er derfor gjennomført en forundersøkelse type – C i forbindelse med fremtidige søknadsprosesser. Endringene vil medføre at nåværende stigefortøyning splittes i to enkeltstående stiger, hvorav den ene stigen vil bli med østlig orientering og den andre stigen med vestlig orientering. Undersøkelsen oppfyller krav ift. MTB innenfor intervallet 3600 til 5999 tonn. Plassering av stasjonene er satt for å dekke resipienten for begge de planlagte stigene, og det er prøvetatt en referansestasjon for sammenligning dersom det i fremtiden skal undersøkes om det er påvirkning utenfor overgangssonen.

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 for området ved Grøttøy er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart for området ved lokaliteten Grøttøy (blå pil). Oppdrettsanleggene er markert med lokalitetsnummer og navn. Kart fra www.fiskeridir.no Fiskeridirektoratet, målestokk 1:100 000. Kartet er nordlig orientert.

Resultatene fra faunaanalysene i undersøkelsen bestemmer tidspunkt for neste undersøkelse (jfr. Tabell 1).

Tabell 1. Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Jfr. NS 9410:2016.

Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4 osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

*Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

1.2 Drift og produksjon

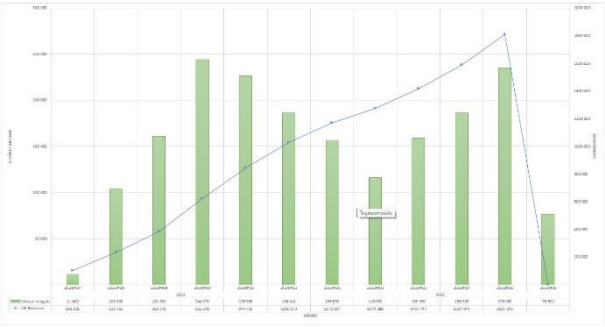
Lokaliteten har vært i drift siden 2008, og har godkjent MTB på 3120 tonn. Ved tidspunktet for undersøkelsen var lokaliteten brakklagt. Nåværende anlegg på lokaliteten består av en stigefortøyning med seks bur hvor det er plass til 12 merder med 100 meters omkrets, og anlegget er orientert fra øst mot vest. Det planlagte anlegget vil bestå av to stiger, som dreies ut fra nåværende anlegg slik at den ene stigen har orientering nordvest mot sørøst (stige øst), og den andre med orientering nordøst mot sørvest (stige vest). Hver av stigene vil bestå av fem bur, og anlegget beregnes for maksimalt 20 stk. 100-metringer. (per. medd. Mathisen).

Produksjonsinformasjon for de tre forutgående generasjonene ved nåværende anlegg på Grøttøy er vist i Tabell 2 og Figur 2

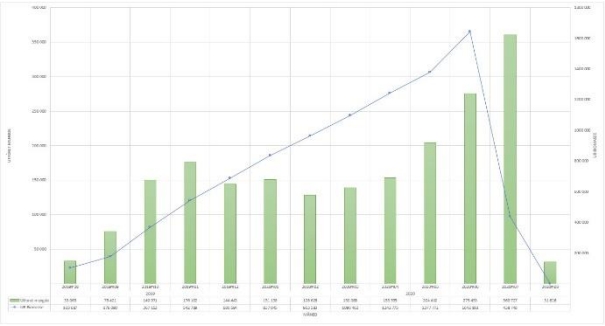
Tabell 2: Driftshistorikk for nåværende anlegg på lokaliteten Grøttøy, med dato for gjennomførte undersøkelse type - C, informasjon om generasjon av fisk, utfôret mengde og produsert mengde fisk (inkl. død fisk) ved undersøkelsestidspunkt. Data er innhentet fra oppdragsgiver.

Dato	Generasjon	Utfôret mengde (tonn)	Produsert mengde (tonn)	Merknader
13.07.2021 og 06.09.2022	-	-	-	Inneværende undersøkelse Forundersøkelse Lokaliteten var brakklagt
29.08.2022	H21	1804	1648	C-undersøkelse gjennomført Lokaliteten var brakklagt 30.06.2022 Rapport ferdigstilles i november 2022
-	H14	1998	1892	Ingen C-undersøkelse gjennomført
-	H12	4355	3266	Ingen C-undersøkelse gjennomført

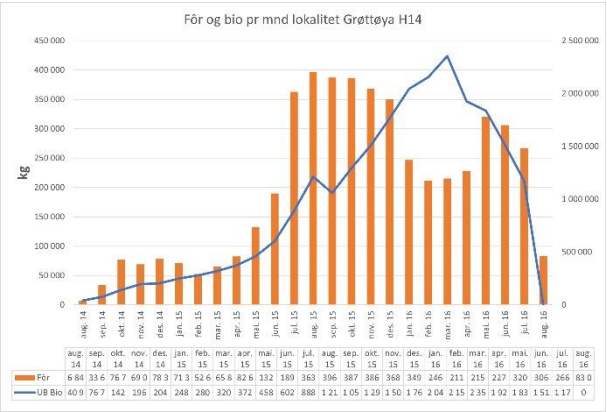
Produksjon H20 Grøttøy



Produksjon H19 Grøttøy



Produksjon H14 Grøttøy



Figur 2. Produksjonsinformasjon for nåværende anlegg på lokaliteten Grøttøy. Generasjon H14, H19 og H21. Linjen indikerer produsert mengde fisk, og stolper indikerer fôrforbruk per måned. Figur er innhentet fra oppdragsgiver. Undersøkelser type – C ble gjennomført etter brakklegging, og derfor ikke avmerket.

1.3 Tidligere undersøkelser

Det ble gjennomført innsamling av prøver for ordinær C-undersøkelse i august 2022 ved nåværende anlegg på lokaliteten, og ettersom den ordinære C-undersøkelsen ferdigstilles i november 2022 er den ikke tatt med her for sammenligning. I 2010 ble det gjennomført en C-undersøkelse etter krav fra Fylkesmannen i Nordland (nå Statsforvalteren i Nordland). Undersøkelsen i 2010 (Guneriussen & Velvin, 2011) ble gjennomført iht. NS 9410:2007, og er dermed ikke direkte sammenlignbar med foreliggende undersøkelse som er gjennomført etter regimet i NS 9410:2016. Det er derfor valgt å ikke legge frem en sammenligning mellom disse to undersøkelse.

En oversikt over tidligere gjennomførte undersøkelser på Grøttøy er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Tidligere gjennomførte undersøkelser type – C ved Grøttøy.

Dato prøvetaking	Rapportnummer, år	Konsulentselskap	Type undersøkelse (ev. merknader)
29.08.2022	APn-62567.01, 2022 (under utarbeiding)	Akvaplan-niva AS	C-undersøkelse (ferdigstilles i november 2022)
17.06.2010	APn-5122-01, 2011	Akvaplan-niva AS	Første C-undersøkelse på lokaliteten (iht. krav fra myndighetene og NS 9410:2007)

1.4 Strømmålinger

Ettersom det planlagte anlegget på Grøttøy består av to stiger som er tenkt plassert i to ulike områder av resipienten, er det gjennomført strømmålinger på posisjoner som er representative for hver av de to stigene. Resultater fra utførte strømmålinger ved Grøttøy er vist i Tabell 4.

For stige plassert mot vest ble det gjennomført målinger av overflatestrøm på 5 meters dyp, utskiftningsstrøm på 15 meters dyp, spredningsstrøm på 42 meters dyp og bunnstrøm på 44 meters dyp (Hermansen & Holen, 2022a).

For stige plassert mot øst ble det gjennomført målinger av overflatestrøm på 5 meters dyp, utskiftningsstrøm på 15 meters dyp, spredningsstrøm på 44 meters dyp og bunnstrøm på 47 meters dyp (Hermansen & Holen, 2022b).

Tabell 4. Strømmålinger. Måling av overflate-, utskiftning-, sprednings- og bunnstrøm for det planlagte anlegget på Grøttøy. Koordinater er oppgitt i WGS84 (grader og desimalminutter (DMM)).

Dato	Dyp (m)	Koordinater	Gj. snitt hastighet (cm/s)	Maks hastighet (cm/s)	Andel nullstrøm (% mellom 0 og 1 cm/s)	Referanse (rapportnr)
09.09 – 10.10.2020	5	68°26.647' N 14°48.910' Ø	7,4	43,1	1,5	Hermansen & Holen, 2022a (Grøttøy stigefortøyning vest, APN-62287.01 Rev.)
	15		7	27,1	1,7	
	42		6,2	22,8	2,3	
	44		6,2	19,9	2,2	
25.09 – 25.10.2020	5	68°26.697' N 14°49.356' Ø	10,5	41,7	1,0	Hermansen & Holen, 2022b (Grøttøy stigefortøyning øst, APN-62287.02 Rev.)
	10		7,6	37,3	1,8	
	44		6,7	21,4	2,3	
	47		6,1	20,6	2,3	

2 Materiale og metode

2.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til NS 9410:2016, samt iht. Miljødirektoratets *Presisering av standard NS9410:2016* og Statsforvalteren i Nordland sine krav ifm. forundersøkelser og søknad om endring ved eksisterende lokalitet i sjø.

Stasjonsplasseringene for de stasjonene som ble prøvetatt i 2021 (C1Ø, C1V, C3, C4 og Cref) ble godkjent av Statsforvalteren i Nordland før gjennomføring av feltarbeidet i 2021. Da oppdretter nylig har opplyst om at de også ønsker å søke om økt MTB til innenfor intervallet 3600 – 5999 tonn, ble det nødvendig å gjennomføre nye prøvetaking av stasjon C2 og C2alt, samt ta med en femte stasjon (C5) i overgangssonen, slik at stasjonsnettet er iht. NS 9410:2016, tabell 4. En oversikt over det faglige programmet er gitt i Tabell 5.

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 (revidert 2020). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til Vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.
- M 608:2016 (revidert 2020). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*.

Tabell 5. Faglig program på stasjonene ved Grøttøy, 2021 og 2022. TOM = totalt organisk materiale, TOC = total organisk karbon, TN = total nitrogen, Cu = kobber, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjon	Type analyse/parametere
C1Ø	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Cu. pH/Eh.
C1V	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Cu. pH/Eh.
C2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C2alt	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.
C4	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Hydrografi/O2.
C5	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN. Hydrografi/O2.
Cref	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOM. TOC. Korn. TN.

For beskrivelse av prøvene jfr. Tabell 19 og bildedokumentasjon av prøver i Vedlegg 6.9.

Feltarbeidet for stasjon C1Ø, C1V, C3, C4 og Cref ble gjennomført 13.07.2021, og det ble gjennomført hydrografimåling på stasjon C4 den 28.09.2021. Feltarbeidet for stasjon C2, C2alt og C5 ble gjennomført 06.09.2022.

2.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

Lokaliteten ligger mellom Grøttøya og Kalvøya i Hadselfjorden. Området under det planlagte anlegget er relativt jevnt og flatt, med dybder som variere fra i underkant av 40 meter til i underkant av 60 meters dyp. Øst for lokaliteten er det et større dypområde som er avgrenset av en terskel ut mot Hadselfjorden.

Stasjonsnettet er satt ut fra strømmålingene gjennomført på spredningsdyp, og målingene av spredningsstrøm for begge stigene er tatt med i betraktning ved fastsettelse av stasjonsplasseringene. Målingene for stige plassert mot vest viser at hovedstrømretning for spredningsstrøm målt på 42 meters dyp er definert mot vest-sørvest, med en sterk returstrøm mot øst-nordøst (Hermansen & Holen, 2022a). Målingene for stige plassert mot øst viser at hovedstrømretning for spredningsstrøm målt på 44 meters dyp er definert mot vest-sørvest, med en nesten like sterk returstrøm mot nord-nordøst (Hermansen & Holen, 2022b).

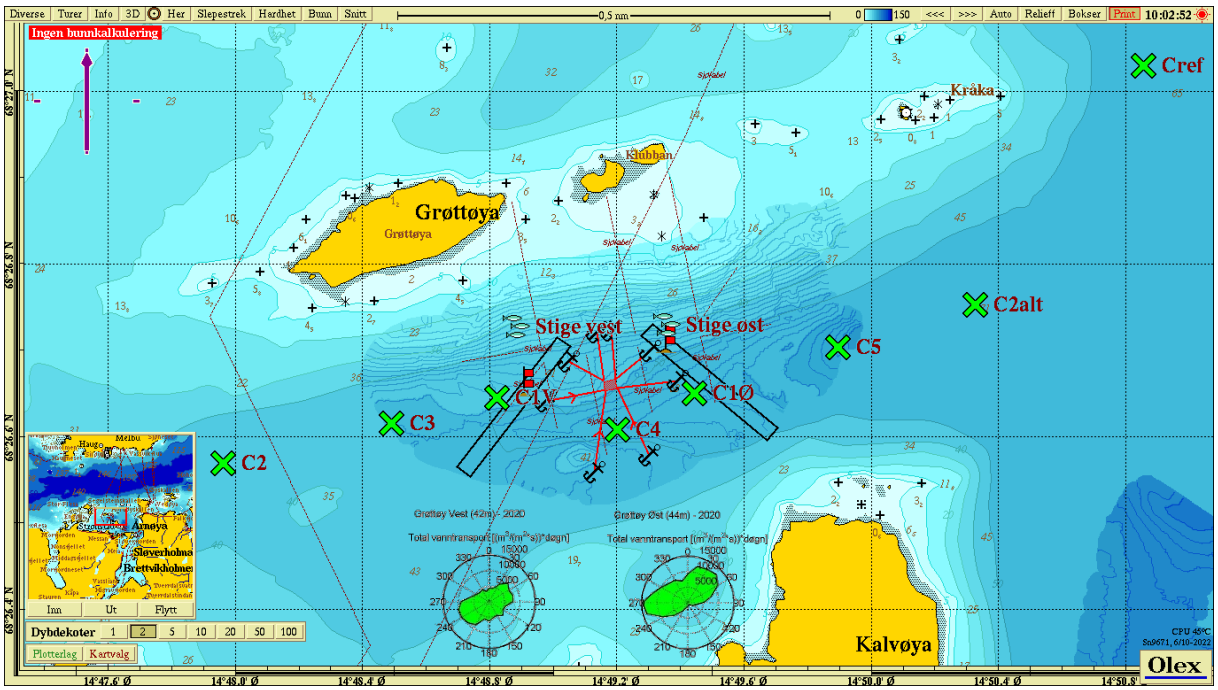
Med bakgrunn i strømmålingene, og plasseringen av planlagt anlegg, ble det satt en felles overgangssone for de to stigene, og følgelig en felles C-undersøkelse for hele anlegget. Dette fordi dersom det skulle settes egne overgangssoner for hver av stigene ville C2 for den østlige stigen havne innenfor anleggsområdet til den vestlige stigen ettersom at hovedretning for spredningsstrøm er mot vest-sørvest. I tillegg ville alternativ C2, som følge av sterk returstrøm mot øst-nordøst, for den vestlige stigen havne innenfor anleggsområdet for den østlige stigen.

Det ble plassert en C1-stasjon i hovedstrømretning ved hver av stigene. For stige mot vest er dette C1V og for stige mot øst er dette C1Ø. C2 ble plassert i ytterkant av overgangssonen, og i hovedstrømretning for stige mot vest. Stasjon C3 ble plassert i overgangssonen, og i hovedstrømretning for den vestlige stigen. Stasjon C4 ble plassert i overgangssonen midt mellom de to stigene. Stasjon C5 ble plassert i overgangssonen motstrøms for den østlige stigen. C4 og C5 ble begge plassert i dypområder i resipienten, og omfattet dermed også hydrografimålinger. På grunn av sterk returstrøm for spredningsstrøm målt for den østlige stigen, ble det valgt å ta inn en alternativ C2 (C2alt) i ytterkant av overgangssonen motstrøms for den østlige stigen. Stasjonen ble plassert i mer østlig retning av anlegget for å unngå skråninger og mulige hardbunnsområder. Samtidig er dette et dypere område i den østlige delen av resipienten som ble vurdert hensiktsmessig å kartlegge. Referansestasjonen Cref ble plassert minimum 1 km fra planlagt anlegg, i et område hvor det er antatt at bunntype og forhold er tilnærmet lik det området som dekkes av forundersøkelsen.

En oversikt over stasjonsdyp og GPS-koordinater er gitt i Tabell 6. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 3.

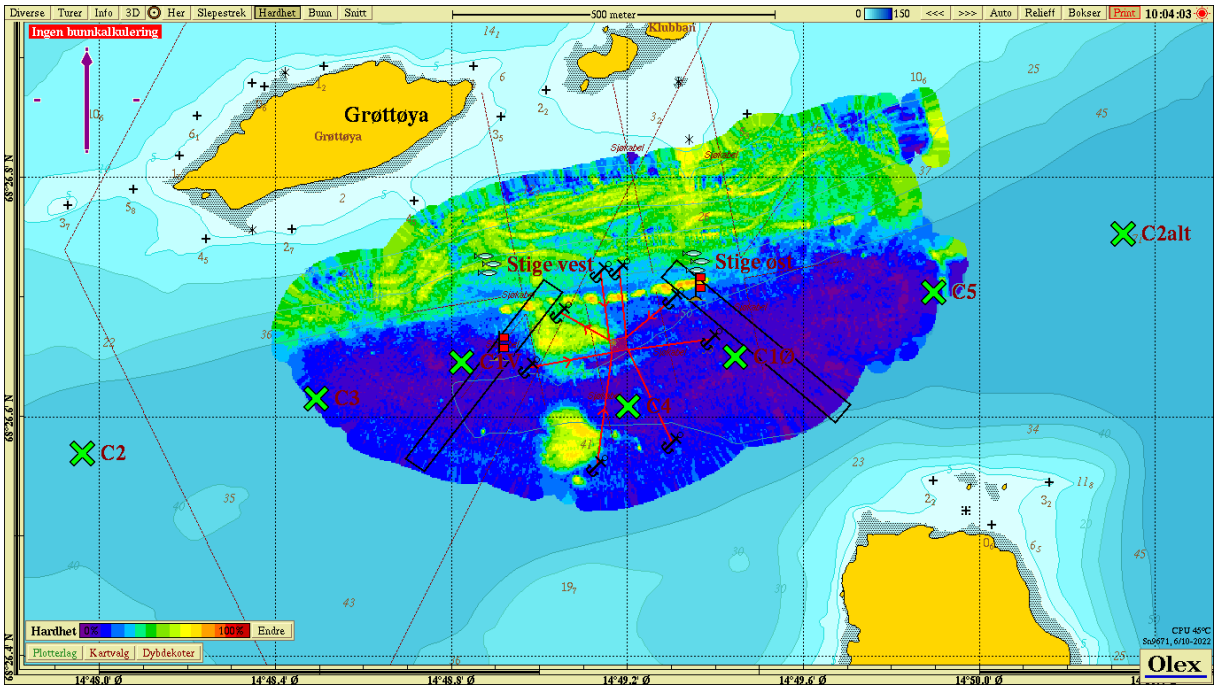
Tabell 6. Stasjonsdyp, avstand til merd og koordinater. Forundersøkelse type – C. Planlagt anlegg, Grøttøy, 2021 og 2022.

Stasjon	Dyp, m	Avstand anlegg, m	Posisjon (WGS84, DMM) N	Ø
C1Ø	55	25	68°26.650'	14°49.444'
C1V	49	25	68°26.645'	14°48.822'
C2	45	500	68°26.568'	14°47.961'
C2alt	71	500	68°26.752'	14°50.325'
C3	49	173	68°26.615'	14°48.492'
C4	54	190	68°26.608'	14°49.202'
C5	67	216	68°26.703'	14°49.895'
Cref	57	1100	68°27.029'	14°50.855'



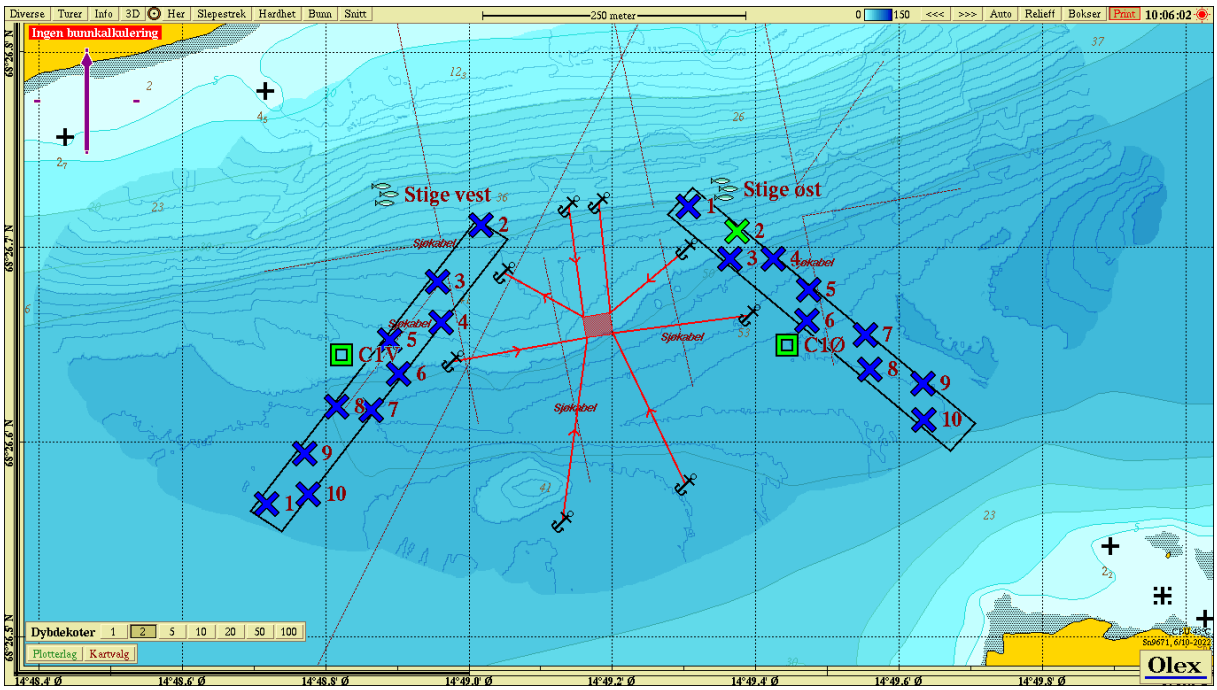
Figur 3. Stasjonskart. Forundersøkelse type – C ved planlagt anlegg, Grøttøy, 2021 og 2022. Strømroser for spredningsstrøm er vist i midtre underkant av bildet, og rødt flagg viser plassering av strømmålere ved de to planlagte stigene. Referansestasjon Cref er avmerket. Bunndata er innhentet fra oppdragsgiver.

Plassering av C-stasjoner, samt substrattype (relativ hardhet) i resipienten ved planlagt anlegg på lokaliteten Grøttøy er vist i Figur 4.



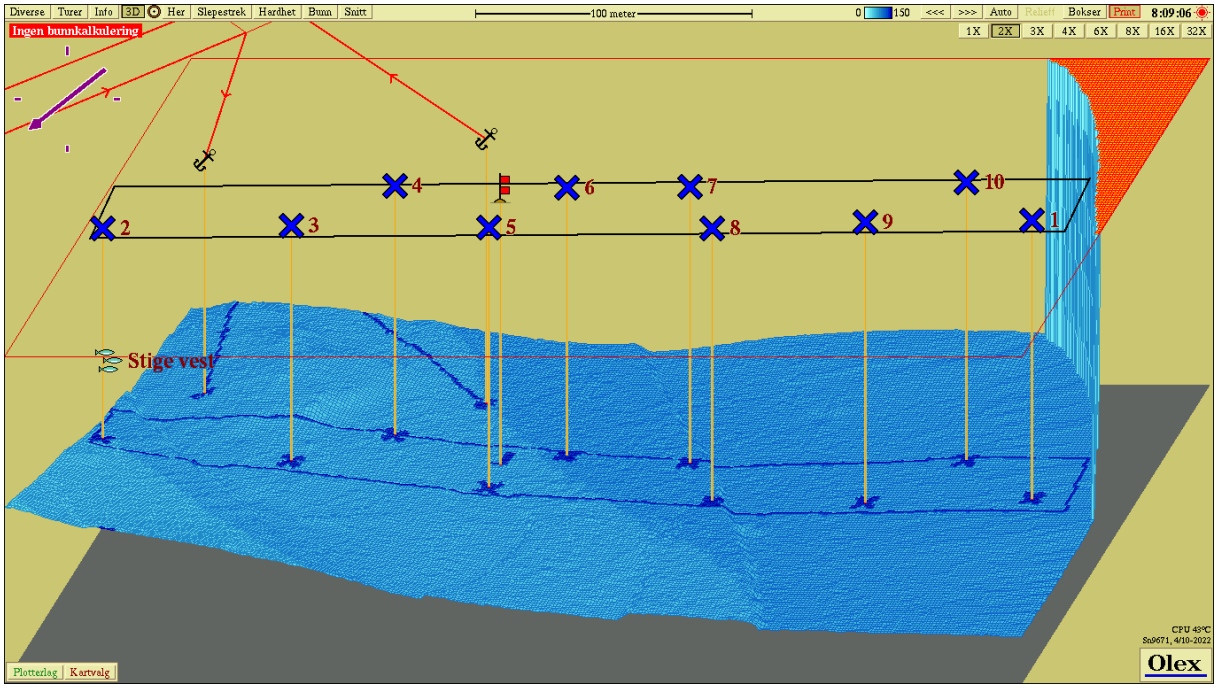
Figur 4. Relativ hardhet for resipienten og stasjonsplassering ved forundersøkelse type – C ved planlagt anlegg, Grøttøy, 2021 og 2022. Fargegradient fra rødt (hardbunn) til blått (bløtbunn). Bunndata / relativ hardhet er innhentet fra oppdragsgiver. Rødt flagg viser plassering av strømmålere (jfr. Figur 3).

Kart med plassering av C1 i forhold til resultatene fra forundersøkelse type - B ved stige tenkt plassert mot vest (Remen, 2022a) og øst (Remen, 2022b) på lokaliteten Grøttøy er vist i Figur 5.



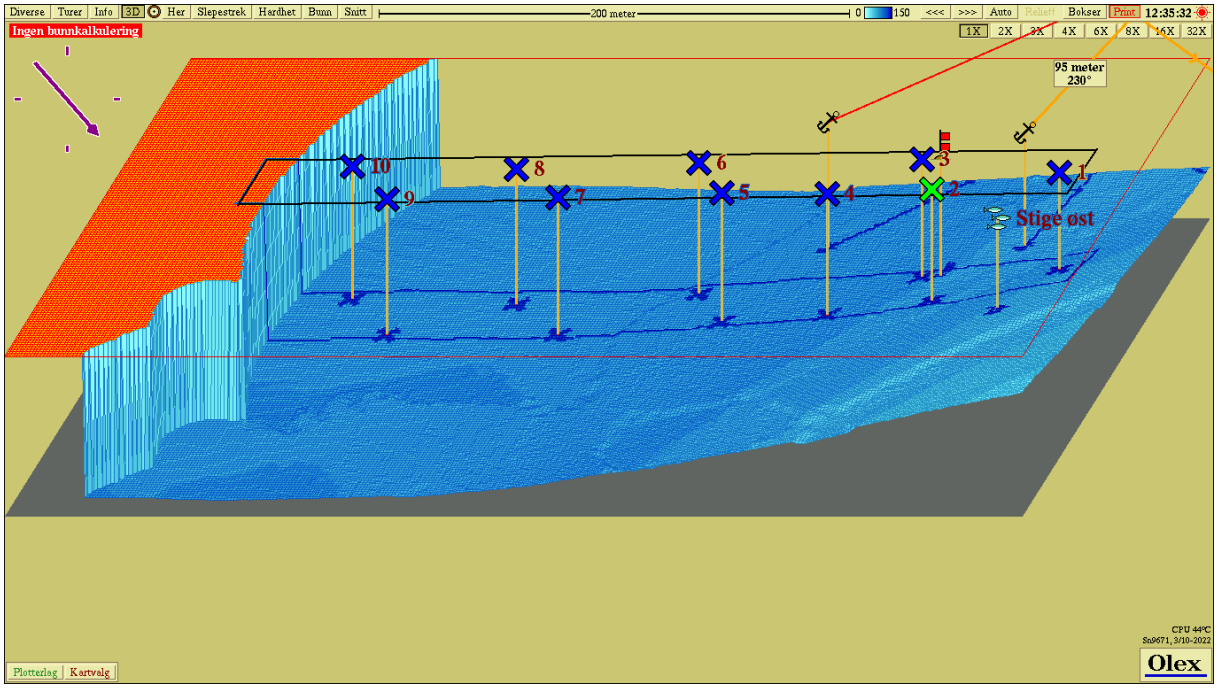
Figur 5. Plassering av C1V og C1Ø (grønne firkanter) i forhold til det planlagte anlegget, samt stasjonsplassering og resultater fra forundersøkelse type B ved stige vest og øst, Grøttøy, 2021 og 2022. B-stasjoner med blått kryss viser at stasjonene fikk tilstand 1 – "Meget god" og grønt kryss viser tilstand 2 – "God".

Tredimensjonalt bunnkart med prøvepunktene fra forundersøkelse type – B ved stige tenkt plassert mot vest (Remen, 2022a) på lokaliteten Grøttøy er vist i Figur 6.



Figur 6. 3-D bunnkart med stige planlagt plassert mot vest og B-stasjoner, Grøttøy, 2021. Figuren er hentet fra APn-rapport 64265.01 (Remen, 2022a).

Tredimensjonalt bunnkart med prøvepunktene fra forundersøkelse type – B ved stige tenkt plassert mot øst (Remen, 2022b) på lokaliteten Grøttøy er vist i Figur 7.



Figur 7. 3-D bunnkart med stige planlagt plassert mot øst og B-stasjoner, Grøttøy, 2021. Figuren er hentet fra APn-rapport 64266.01 (Remen, 2022b).

2.3 Hydrografi og oksygen

På stasjon C4 og C5 ble det, hhv i 2021 og 2022, gjennomført hydrografiske registreringer for vertikalprofiler med hensyn til saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygenmetning fra overflate til bunn. Disse ble gjennomført ved hjelp av en Sensordata CTDO 204 sonde.

2.4 Sedimentundersøkelse

For klassifisering av de enkelte parametere vises det til kapt. 6.6.

2.4.1 Feltinnsamlinger

Prøvene ble hentet med en 0,1 m^2 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 skulle godkjennes. For alle stasjonene, med unntak fra Cref, var det forstyrret sedimentoverflate som følge av penetrering av sediment i grabblukene på alle prøvene. Det ble likevel valgt å ta prøver for analyse. Dette iht. ISO 16665, kap. 4.2.5. Prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

2.4.2 Total organisk materiale (TOM)

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

2.4.3 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 16168:2012 (Slam, behandlet organisk avfall og jord. Bestemmelse av totalnitrogen ved bruk av tørrforbrenning).

2.4.4 Total organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt etter våtsikting av prøvene. Fraksjonen større enn 63 µm ble tørket og siktet i en oppsats av sikter med avtagende maskevidde fra 2 mm ned til 63 µm. Hver siktefraksjon ble veid, og resultatene angitt i prosent av den totale prøven 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 (TOC_{400}, ROC, TIC_{900})). 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).

2.4.5 Metallanalyse - kobber (Cu)

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

2.4.6 Redoks- og pH målinger

På stasjon C1V og C1Ø ble det utført 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).

2.5 Undersøkelse av bløtbunnfauna

2.5.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrsamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyranalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnede 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.

2.5.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene ble tatt med en 0,1 m^2 van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket, og overflaten uforstyrret skulle godkjennes. For alle stasjonene, med unntak fra Cref, var det forstyrret sedimentoverflate som følge av penetrering av sediment i grabblukene på alle prøvene. Det ble likevel valgt å ta prøver for analyse. Dette iht. ISO 16665, kap. 4.2.5. 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.

2.5.3 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 (revidert 2020) 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 (ES_{100}) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI_{2012}), uegnet ved lavt individ/artstall
- Sensitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i NQI1 (AMBI)
- Normalisert EQR (nEQR)
- Clusteranalyser

- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-ti)

Indeksene er beregnet som snitt av to replikater.

Det er også utført en samlet tilstandsklassifisering for stasjonene i overgangssonen iht. kapt. 8.7 i NS 9410:2016. Stasjonene C1V, C1Ø, C2 og C2alt er ikke med i denne beregningen.

3 Resultater

3.1 Bløtbunnfauna

3.1.1 Faunaindekser og økologisk tilstandsklassifisering

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 7.

Antall individ varierte fra 288 (C1Ø) til 735 (Cref) og antall arter fra 30 (C4) til 81 (Cref). På Cref viste de fleste faunaindeksene, inklusiv nEQR, tilstandsklasse I "Svært god" og på C4 klasse III "Moderat". På de andre stasjonene viste de fleste indeksene, inklusiv nEQR, klasse II "God".

Tabell 7. Antall arter og individer pr. 0,2 m², H´ = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES_{100} = Hurlberts diversitetsindeks. NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI_{2012} = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. nEQR = normalisert EQR (ekskl. DI). Grøttøy, 2021 og 2022. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. Veileder 02:2018 (rev 2020) vanntype G2.

St.	C1Ø	C1V	C2	C2alt	C3	C4	C5	Cref
Ant. ind.	288	548	636	647	532	324	396	735
Ant. arter	38	43	41	52	40	30	48	81
H'	3,29	3,15	3,25	3,60	2,74	2,78	3,68	4,65
ES_{100}	21,7	20,3	19,1	22,2	17,9	16,9	23,5	31,8
NQI1	0,654	0,642	0,632	0,667	0,634	0,618	0,691	0,768
ISI_{2012}	8,11	8,22	7,25	8,40	8,42	7,76	8,51	8,92
NSI	20,19	19,84	18,66	18,99	20,33	20,33	19,93	24,03
nEQR	0,678	0,660	0,609	0,706	0,637	0,599	0,738	0,841

3.1.2 Anleggssonen

3.1.2.1 NS 9410 vurdering av bunndyrsamfunnet i anleggssonen.

I hht. NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden i anleggssonen baseres på antall 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 C1Ø og C1V.

Bløtbunnsamfunnet på begge stasjonene ble klassifisert til miljøtilstand 1 "Meget god". Kriteriet for tilstand 1 er tilstedeværelse av minst 20 arter/0,2 m² og at ingen av disse utgjør mer enn 65 % av individene.

Tabell 8. NS 9410:2016. Klassifisering av miljøtilstand i bløtbunnsamfunnene på innerste stasjon C1Ø og C1V, Grøttøy, 2021 og 2022.

Stasjon	Lokalitet	Ant. arter	Dominerende taksa -%	Miljøtilstand-NS 9410
C1Ø	Grøttøy	38	Paramphinome jeffreysii – 35 %	1 – Meget god
C1V	Grøttøy	43	Paramphinome jeffreysii – 43 %	1 – Meget god

Hovedtrekkene i artssammensetningen, vist i form av en ”topp ti” artsliste, fra stasjon C1Ø og C1V er vist i Tabell 9 (forklaring av økologisk gruppe er gitt i Rygg & Norling, 2013).

Faunaen på begge stasjonene var dominert av den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med hhv. 35 og 43 % av individene. De andre mest dominante på stasjonene var hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter.

Tabell 9. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe (EG) for de ti mest dominerende artene på stasjon C1. Grøttøy, 2021 og 2022.

C1-Ø	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	101	35 %
Heteromastus filiformis	IV	55	54 %
Chaetozone setosa	IV	15	59 %
Galathowenia oculata	III	15	64 %
Thyasira sarsii	IV	15	70 %
Nephtys ciliata	III	11	73 %
Diastylis sp.	I	10	77 %
Ampharete borealis	III	9	80 %
Amythasides macroglossus	I	8	83 %
Lumbrineris mixochaeta	IV	7	85 %

C1-V	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	237	43 %
Heteromastus filiformis	IV	84	59 %
Thyasira sarsii	IV	47	67 %
Chaetozone setosa	IV	37	74 %
Diastylis sp.	I	15	77 %
Pseudopolydora nordica	IV	14	79 %
Abra nitida	III	8	81 %
Cossura sp.		8	82 %
Nephtys ciliata	III	8	84 %
Pholoe assimilis	III	8	85 %

Klassifisering C1Ø/C1V (02:2018 rev. 2020)	0,678/0,660

3.1.3 Ytterkant overgangssone (C2 og C2alt)

Grabbverdiene for stasjon C2 og C2alt er vist i Tabell 10 og Tabell 11. De enkelte indeksene var hovedsakelig i klasse II og III og nEQR for begge stasjonene var i tilstandsklasse II "God".

Tabell 10. Resultater fra bunnfauna på C2 (grabb 1 og 2); arts- og individantall for hver grabb og gjennomsnitt nEQR for hver indeks. Grøttøy, 2021 og 2022.

St.	C2_01	C2_02	Grabb gj.snitt	nEQR for indeksene
Ant. ind.	232	404	318	
Ant. arter	30	31	31	
H'	3,32	3,17	3,25	0,687
ES_{100}	20,8	17,3	19,1	0,687
NQI1	0,642	0,621	0,632	0,604
ISI_{2012}	7,31	7,19	7,25	0,522
NSI	18,62	18,71	18,66	0,547
nEQR				0,609

Tabell 11. Resultater fra bunnfauna på C2alt (grabb 1 og 2); arts- og individantall for hver grabb og gjennomsnitt nEQR for hver indeks. Grøttøy, 2021 og 2022.

St.	C2alt_01	C2alt_02	Grabb gj.snitt	nEQR for indeksene
Ant. ind.	287	360	324	
Ant. arter	37	39	38	
H'	3,67	3,53	3,60	0,775
ES_{100}	23,1	21,4	22	0,779
NQI1	0,662	0,672	0,667	0,683
ISI_{2012}	8,46	8,34	8,40	0,733
NSI	18,46	19,51	18,99	0,559
nEQR				0,706

Hovedtrekkene i artssammensetningen, vist i form av en "topp ti" artsliste, fra stasjon C2 og C2alt er vist i Tabell 12.

Faunaen på stasjon C2 var dominert av den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsii* med 28 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var en blanding av nøytrale, tolerante og opportunistiske arter.

Faunaen på stasjon C2alt var dominert av den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med 23 % av individene. De andre mest dominante på stasjonen var hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter.

Tabell 12. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe (EG) for de ti mest dominerende artene på stasjon C2 og C2alt. Grøttøy, 2021 og 2022.

C2	EG	Ant. ind.	Kum.
Thyasira sarsii	IV	181	28 %
Heteromastus filiformis	IV	128	48 %
Paramphinome jeffreysii	III	95	63 %
Thyasira flexuosa	III	90	77 %
Praxillella praetermissa	II	16	79 %
Pholoe baltica	III	12	81 %
Nemertea indet.	III	10	83 %
Phyllodoce groenlandica	III	9	84 %
Glycera alba	II	8	86 %
Syllis cornuta	III	8	87 %

C2alt	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	147	23 %
Thyasira sarsii	IV	127	42 %
Pseudopolydora nordica	IV	91	56 %
Heteromastus filiformis	IV	76	68 %
Galathowenia oculata	III	36	73 %
Maldane sarsi	IV	21	77 %
Terebellides sp.		18	80 %
Ampharete borealis	III	15	82 %
Eudorella sp.	I	7	83 %
Praxillella praetermissa	II	7	84 %

3.1.4 Overgangssonen (C3, C4, C5)

Grabbverdiene for stasjon C3, C4 og C5 er vist i Tabell 13 til Tabell 15.

De enkelte faunaindeksene på C3 var i klasse II og III og nEQR for stasjonen var i tilstandsklasse II "God".

På C4 var de enkelte indeksene i klasse II og III og nEQR for stasjonen i tilstandsklasse III "Moderat".

På C5 var de enkelte indeksene i klasse I, II og III og nEQR for stasjonen i tilstandsklasse II "God".

Tabell 13. Resultater fra bunnfauna på C3 (grabb 1 og 2); arts- og individantall for hver grabb og gjennomsnitt nEQR for hver indeks. Grøttøy, 2021 og 2022.

St.	C3_01	C3_02	Grabb gj.snitt	nEQR for indeksene
Ant. ind.	334	198	266	
Ant. arter	25	30	28	
H'	1,94	3,54	2,74	0,571
ES_{100}	14,2	21,7	17,9	0,654
NQI1	0,611	0,657	0,634	0,610
ISI_{2012}	8,26	8,58	8,42	0,739
NSI	20,56	20,10	20,33	0,613
nEQR				0,637

Tabell 14. Resultater fra bunnfauna på C4 (grabb 1 og 2); arts- og individ for hver grabb og gjennomsnitt nEQR for hver indeks. Grøttøy, 2021 og 2022.

St.	C4_01	C4_02	Grabb gj.snitt	nEQR for indeksene
Ant. ind.	96	228	162	
Ant. arter	20	20	20	
H'	3,44	2,12	2,78	0,578
ES_{100}	20,0	13,8	16,9	0,625
NQI1	0,629	0,608	0,618	0,583
ISI_{2012}	7,32	8,20	7,76	0,594
NSI	19,71	20,95	20,33	0,613
nEQR				0,599

Tabell 15. Resultater fra bunnfauna på C5 (grabb 1 og 2); arts- og individ for hver grabb og gjennomsnitt nEQR for hver indeks. Grøttøy, 2021 og 2022.

St.	C5_01	C5_02	Grabb gj.snitt	nEQR for indeksene
Ant. ind.	172	224	198	
Ant. arter	25	41	33	
H'	3,15	4,22	3,68	0,796
ES_{100}	18,6	28,4	23,5	0,805
NQI1	0,669	0,712	0,691	0,735
ISI_{2012}	8,36	8,66	8,51	0,757
NSI	19,34	20,51	19,93	0,597
nEQR				0,738

Hovedtrekkene i artssammensetningen, vist i form av en "topp ti" artsliste, for stasjon C3, C4 og C5 er vist i Tabell 16.

Faunaen på de tre stasjonene var dominert av den tolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med mellom 19 og 56 % av individene. De andre mest dominante på stasjonene var hovedsakelig tolerante og opportunistiske arter sammen med enkelte sensitive og nøytrale arter.

Tabell 16. Antall individer, kumulativ prosent og økologisk gruppe (EG) for de ti mest dominerende artene på stasjon C3, C4 og C5. Grøttøy, 2021 og 2022.

C3	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	297	56 %
Heteromastus filiformis	IV	70	69 %
Chaetozone setosa	IV	25	74 %
Thyasira sarsii	IV	22	78 %
Diastylis sp.	I	13	80 %
Thyasira flexuosa	III	13	83 %
Nephtys ciliata	III	12	85 %
Pholoe baltica	III	10	87 %
Praxillella gracilis	IV	8	88 %
Galathowenia oculata	III	7	90 %

C4	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	163	50 %
Heteromastus filiformis	IV	55	67 %
Chaetozone setosa	IV	20	73 %
Galathowenia oculata	III	19	79 %
Diastylis sp.	I	14	84 %
Nephtys ciliata	III	6	85 %
Euclymeninae indet.	I	5	87 %
Nemertea indet.	III	5	89 %
Thyasira sarsii	IV	5	90 %
Ampharete baltica		3	91 %

C5	EG	Ant. ind.	Kum.
Paramphinome jeffreysii	III	77	19 %
Galathowenia oculata	III	74	38 %
Thyasira sarsii	IV	56	52 %
Heteromastus filiformis	IV	41	62 %
Pseudopolydora nordica	IV	21	68 %
Ampharete borealis	III	16	72 %
Nephtys ciliata	III	9	74 %
Praxillella praetermissa	II	9	76 %
Arrhis phyllonyx	II	7	78 %
Eudorella sp.	I	6	79 %

3.1.5 Referansestasjon

Opplysninger om referansestasjonen som er brukt ved lokaliteten er vist i Tabell 17.

Tabell 17. Opplysninger om referansestasjon brukt ved lokaliteten.

Referansestasjon	Cref
Prøvetatt (dato)	13.07.2021
Koordinater	68°27.029' N 14°50.855' Ø
Resultat nEQR	0,841

3.1.6 Samlet nEQR-resultat

nEQR for C2 og C2alt og stasjonene i overgangssonen (C3, C4, C5) er vist i Tabell 18.

Faunatilstanden på C2 og C2alt var begge i klasse II "God" og samlet for C3, C4 og C5 i overgangssonen også i klasse II "God". Ettersom dette er en forundersøkelse, skal neste undersøkelse ved lokaliteten utføres ved første produksjonssyklus etter oppstart.

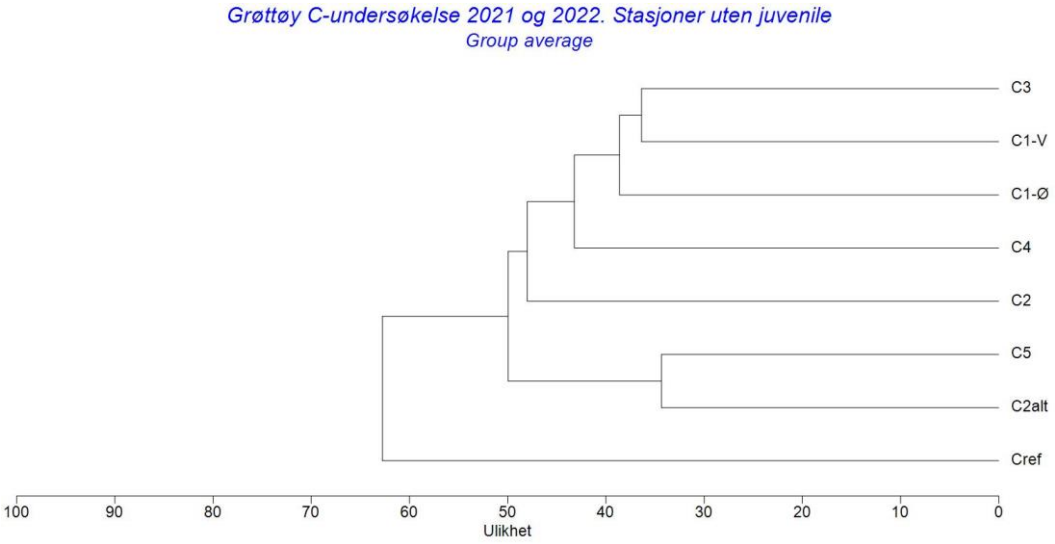
Tabell 18. nEQR-resultat for C2 og samlet for overgangssonen. Grøttøy, 2021 og 2022.

Stasjonbeskrivelse	Stasjon	nEQR
Ytterkant overgangssone	C2/C2alt	0,609/0,706
Overgangssone	C3, C4, C5	0,658

3.1.7 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 8. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale aksen. 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 de fleste stasjonene var mer enn 50 % lik der C2alt og C5 skilte seg litt fra de andre stasjonene. Cref var 37 % lik de syv andre stasjonene.



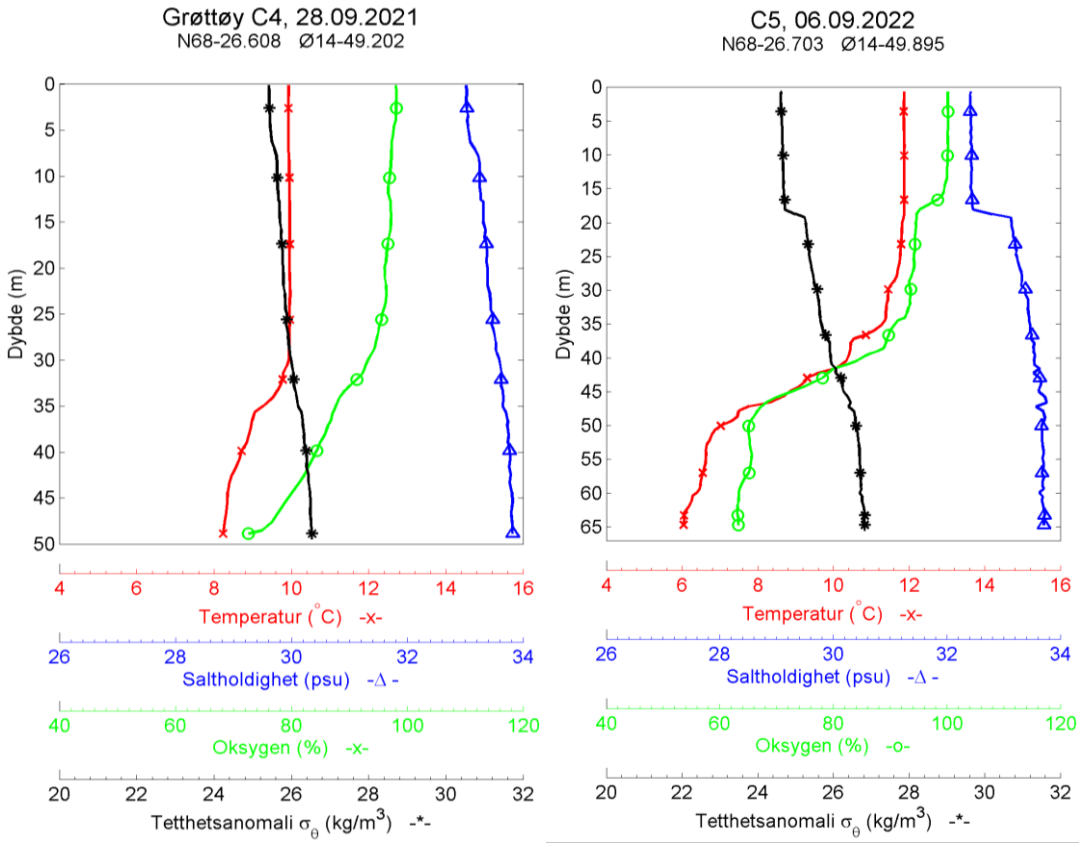
Figur 8. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnfaunaen ved Grøttøy, 2021 og 2022.

3.2 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning fra stasjonene C4 og C5 ved Grøttøy, 2021 og 2022, er vist i Figur 9.

Temperaturen ved C4 sank fra 10 ^{0}C i overflaten til 8 ^{0}C ved bunnen. Oksygenmetningen sank fra 98 % i overflaten til 74 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse I "Svært god".

Temperaturen ved C5 sank fra 12 ^{0}C i overflaten til 6 ^{0}C ved bunnen. Oksygenmetningen sank fra 100 % i overflaten til 63 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse II "God".



Figur 9. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjonene ved Grøttøy, 2021 og 2022.

3.3 Sediment

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentbeskrivelse for stasjonene på lokaliteten er gitt i Tabell 19 og pH/Eh-verdi for C1Ø og C1V er også gitt her. Kun grabbskudd som var godkjente med hensyn til volum ble brukt. Overflate ble godkjent iht. ISO 16665, kap. 4.2.5. (for detaljert beskrivelse se kap. 2.4.1 Feltinnsamlinger). For bilder av prøvene, se Vedlegg 6.9.

Redoksmålingene (pH/Eh) ga poeng 0 iht. Tillegg D i NS 9410:2016 for begge stasjonene.

Tabell 19. Sedimentbeskrivelse for stasjonene på Grøttøy, 2021 og 2022 sammen med pH/Eh for stasjon C1Ø og C1V.

Stasjon	Sedimentbeskrivelse	pH/Eh
C1Ø	Myk mudder i sediment og noe innslag av skjellsand, olivengrønn farge. Ingen avvikende lukt.	7,5/288
C1V	Myk mudder i sediment og noe innslag av skjellsand, olivengrønn farge. Ingen avvikende lukt.	7,6/289
C2	Brun mykt sediment av siltig sand med noe skjell. Flyktig H_2S lukt i nedre lag.	-
C2alt	Myk, mørk olivengrønn silt. Noe H_2S lukt i nedre lag.	-
C3	Myk mudder i overflaten og fastere nedover, noe innslag av skjellsand. Olivengrønn farge. Ingen avvikende lukt.	-
C4	Myk mudder i sediment og noe innslag av skjellsand, olivengrønn farge. Ingen avvikende lukt.	-
C5	Myk lysbrun silt. Noe H_2S lukt i nedre lag.	-
Cref	Olivengrønn myk silt og sand. Ingen avvikende lukt.	-

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen på stasjonene er vist i Tabell 20. Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 28,3 og 69,9 %.

Tabell 20. Kornfordeling på stasjonene ved Grøttøy, 2021 og 2022. Andel pelitt (silt og leire), sand og grus (alle i %).

	C1Ø	C1V	C2	C2alt	C3	C4	C5	Cref
Pelitt	65,0	53,8	58,9	69,9	67,0	60,9	62,4	28,3
Sand	34,6	45,3	40,4	29,7	32,7	38,5	37,4	71,1
Grus	0,4	0,9	0,7	0,7	0,3	0,7	0,2	0,7

3.3.3 Kjemiske parametere

Nivåer av de kjemiske parameterne i sedimentene er presentert i Tabell 21 og måleusikkerhet er oppgitt i analyserapporten i vedlegget.

TOM-nivåene var forholdsvis høye på de fleste stasjonene med verdier mellom 4,8 og 17,4 %. TN-nivåene var lave (2,3 – 5,4 mg/g) mens C/N-forholdene var lave på C2, C3 og Cref og høye på de andre stasjonene. TOC var lett forhøyet på stasjon Cref og i tilstandsklasse II "God" og tydelig forhøyet på de andre stasjonene med klasse IV "Dårlig" og klasse V "Svært dårlig. Kobbernivåene på C1Ø og C1V var lave og i klasse I "Svært god".

Tabell 21. Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sediment. Totalt organisk materiale (TOM), Totalt organisk karbon (TOC), finstoff (pelitt) og nTOC (organisk karbon korrigert for innhold av finstoff). Nitrogen har ikke tilstandsklasser. Karbon-nitrogenforholdet (C/N) er oppgitt som ratio mellom TOC og TN. Kobber (Cu). Tilstandsklasser og farger er angitt etter klassifiseringsveileder 02:2018 (rev. 2020) og M-608:2016 (rev. 2020). Grøttøy, 2021 og 2022.

	C1Ø	C1V	C2	C2alt	C3	C4	C5	Cref
TOM (%)	15,5	13,3	10,6	17,4	11,4	14,3	14,4	4,8
TOC (mg/g)	67	59	27	80	30	58	68	12
Pelitt (%)	53,8	65,0	58,9	69,6	67,0	60,9	62,4	28,3
nTOC	75,4	65,1	34,4	85,8	36,4	65,4	74,7	24,9
TN (mg/g)	3,4	3,0	5,4*	3,6	4,8	3,9	2,9	2,3
C/N	19,5	19,3	5,0	22,6	6,3	14,9	25,3	5,2
Cu (mg/kg)	16,9	17,8	-	-	-	-	-	-

*Ikke akkreditert resultat.

4 Diskusjon

Resultatene fra forundersøkelsen ved oppdrettslokaliteten Grøttøy i 2021 og 2022 viste at faunaen var påvirket og i tilstandsklasse III "Moderat" på C4 og lite eller ikke påvirket med klasse I "Svært god" (Cref) og II "God" på de andre stasjonene. NS 9410:2016-vurdering av samfunnet på C1Ø og C1V i anleggssonen viste miljøtilstand 1 (Meget god) for begge stasjonene. Det ble ikke registrert forurensningsindikatorer blant topp-10 på noen av stasjonene. Blant støtteparameterne var sedimentene tydelig belastet med organisk karbon i klasse IV "Dårlig" på stasjon C2 og C3 og klasse V "Svært dårlig" på C1Ø, C1V, C2alt, C4 og C5. På Cref var det lite belastning med klasse II "God". De høye TOC-nivåene kan forklare dominansen av tolerante og opportunistiske arter ved lokaliteten. Kobbernivåene på C1Ø og C1V var lave og i klasse I "Svært god". Sedimentene var moderat grov- til moderat finkornet med pelittandel mellom 28,3 og 69,9 %. Redoks-målingen i sedimentet på C1Ø og C1V ga poeng 0 på begge stasjonene. Oksygenmetningen i september 2021 var god i hele vannsøylen med 74 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse I "Svært god". I september 2022 var oksygenmetningen noe lavere med 63 % i bunnvannet, noe som tilsvarer tilstandsklasse II "God".

Klassifiseringen av faunaen på C2 viste klasse II og for stasjonene i overgangssonen (C3, C4 og C5) også tilstand II. Ettersom dette er en forundersøkelse, skal neste undersøkelse utføres ved første produksjonssyklus etter oppstart.

5 Referanser

Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson. J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B & Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93.*

Direktoratgruppen, 2018 (revidert 2020). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018 – rev 2020.

Guneriussen, A. & R. Velvin, 2011. Nordlaks Oppdrett AS. C-undersøkelse på oppdrettslokaliteten Grøttøy, 2010. APn-rapport 5122-01

Hermansen, S. & V. Holen, 2022a. Strømmålinger ved Grøttøy Vest, (29096), 2020. Nordlaks Oppdrett AS. APn-62287.01 Rev.

Hermansen, S. & V. Holen, 2022b. Strømmålinger ved Grøttøy Øst, (29096), 2020. Nordlaks Oppdrett AS. APn-62287.02 Rev.

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.

M 608:2016 (revidert 2020). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020. Miljødirektoratet, 13 s.

Miljødirektoratet, 2019. Presisering av standard NS9410:2016. Datert 24.04.2019. Referanse: 2019/4341

NS 9410:2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Remen, V., 2022a. Forundersøkelse med B-metodikk ved 29096 Grøttøy stige vest, september 2022. Nordlaks Oppdrett AS. APn-rapport 64265.01.

Remen, V., 2022b. Forundersøkelse med B-metodikk ved 29096 Grøttøy stige øst, september 2022. Nordlaks Oppdrett AS. APn-rapport 64266.01.

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.

Pers. medd. Remi Mathisen, Prosjektleder, Nordlaks Oppdrett AS.

www.fiskeridir.no

www.statsforvalteren.no

6 Vedlegg

6.1 Vedlegg Feltlogg (B-parametere)

Prøveskjema B.1

Firma:	Nordlaks Oppdrett AS	Dato:	6.9.2022*
Lokalitet:	Grøttøy vest	Lokalitetsnr:	29096
Prøvetakingsansvarlig:	Vera Remen (prosjektleder)		

Gr	Parameter	Poeng	Prøvepunkt 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Indeks B%	H%
	Bunntype: B (bløt) eller H (hard)		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100	0
I	Dyr > 1mm	Ja (0) Nei (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II	pH	verdi	7,39	7,90	7,70	7,70	7,60	7,30	7,50	7,80	7,60	7,60		
	Eh (mV)	ORP	76	104	96	83	50	10	30	41	35	49		
		med ref. verdi	276	304	296	283	250	210	230	241	235	249		
	pH/Eh	fra figur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand, gruppe II	1	Buffer-temp	17,0 C		Sjø-temp	11,7 C		Sediment-temp	C			
		pH sjø 7,8	ORP sjø	278 mV		Eh sjø	478 mV		Referanse-elektrode	200 mV				
III	Gassbobler	Ja (4) Nei (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Brun/sort (2)												
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Noe (2)												
		Sterk (4)												
	Konsistens	Fast (0)												
		Myk (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		Løs (4)												
	Grabb-volum (v)	v < 1/4 (0)		0										
		1/4 <v < 3/4 (1)			1	1								
		v > 3/4 (2)	2				2	2	2	2	2	2		
	Tykkelse på slamlag	t < 2 cm (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		2 < t < 8 cm (1)												
		t > 8 cm (2)												
		Sum	4,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		
		Korrigert (*0,22)	0,9	0,4	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,79	
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand gruppe III	1											
		Middelverdi gruppe II og III	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,40	
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand gruppe II og III	1											

pH/Eh Korr.sum Indeks Middelverdi	Tilstand
< 1,1	1
1,1 - <2,1	2
2,1 - <3,1	3
≥3,1	4

LOKALITETSTILSTAND: 1

Grabb ID	K23 og K-4
pH / Eh ID	2, (utlån 1) og 23

side 1 av 2 sider

Prøveskjema B.2

Firma:	Nordlaks Oppdrett AS	Dato	6.9.2022*
Lokalitet:	Grøttøy vest	Lokalitetsnr:	29096
Prøvetakingsansvarlig:	Vera Remen (prosjektleder)		

Prøvepunkt		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (m)		38	38	42	46	48	50	52	51	51	49
Antall forsøk		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Bobling (i prøve)											
Sedimenttype	Leire										
	Silt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sand	(X)									
	Grus										
	Skjellsand	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fjellbunn											
Steinbunn											
Pigghuder, antall		2				1			1		
Krepsdyr, antall		1									
Skjell, antall											
Børstemark, antall		30	5	10	10	5	5	5	10	5	10
Andre dyr, total antall											
Beggiatoa											
Fôr											
Fekalier											

Kommentar

***Pga. nylig informasjon om endringer av planlagt anlegg ble feltarbeid for st. 1 gjennomført 6.9.2022 med grabb K-4 (0,04m²) og YSI-måler 23 . For de øvrige stasjonene var feltdato 13.7.2021, med grabb K-23 (0,025m²) og YSI-måler 2 (utlån 1).**

St.2) Første forsøk; grabb ikke utløst. Andre forsøk, bomskudd; skjell i grabbkjeften. **St.1-10)** Fargen på sedimentet fremstod som naturlig brunlig, og er derfor satt som lys/grå.

Grabb	Areal [m²]	0,025 og 0,04	Grabb ID	K23 og K-4

Signatur prøvetakingsansvarlig: Vera Remen rosjektleder

Prøveskjema B.1

Firma:	Nordlaks Oppdrett AS
Lokalitet:	Grøttøy Øst
Prøvetakingsansvarlig:	Vera Remen (prosjektleder)

Dato:	6.9.2022*
Lokalitetsnr:	29096

Gr	Parameter	Poeng	Prøvepunkt 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Indeks B%	Indeks H%
	Bunntype: B (bløt) eller H (hard)		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100	0
I	Dyr > 1mm	Ja (0) Nei (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II	pH	verdi	7,68	7,20	7,60	7,60	7,80	7,60	7,40	7,50	7,60	7,60		
	Eh (mV)	ORP	254	-130	55	49	52	48	-10	-5	23	-5		
		med ref. verdi	454	70	255	249	252	248	190	195	223	195		
	pH/Eh	fra figur	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	
		Tilstand prøve	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand, gruppe II	1	Buffer-temp	17,0 C		Sjø-temp	11,7 C		Sediment-temp	C			
		pH sjø 7,8	ORP sjø	278 mV		Eh sjø	478 mV		Referanse-elektrode		200 mV			
III	Gassbobler	Ja (4) Nei (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Farge	Lys/grå (0)	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
		Brun/sort (2)		2										
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Noe (2)												
		Sterk (4)		4										
	Konsistens	Fast (0)												
		Myk (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
		Løs (4)												
	Grabb-volum (v)	v < 1/4 (0)	0											
		1/4 < v < 3/4 (1)		1										
		v > 3/4 (2)			2	2	2	2	2	2	2	2		
	Tykkelse på slamlag	t < 2 cm (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		2 < t < 8 cm (1)												
		t > 8 cm (2)												
		Sum	2,0	9,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		
		Korrigert (*0,22)	0,4	2,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95	
		Tilstand prøve	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand gruppe III	1											
		Middelverdi gruppe II og III	0,2	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,52	
		Tilstand prøve	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Tilstand gruppe II og III	1											

pH/Eh Korr.sum Indeks Middelverdi	Tilstand
< 1,1	1
1,1 - <2,1	2
2,1 - <3,1	3
≥3,1	4

LOKALITETSTILSTAND: 1

Grabb ID	K-23 og K-4
pH / Eh ID	2 (utlån1) og 23

side 1 av 2 sider

Prøveskjema B.2

Firma:	Nordlaks Oppdrett AS	Dato	6.9.2022*
Lokalitet:	Grøttøy Øst	Lokalitetsnr:	29096
Prøvetakingsansvarlig:	Vera Remen (prosjektleder)		

Prøvepunkt		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (m)		42	48	50	52	55	56	57	55	55	53
Antall forsøk		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bobling (i prøve)											
Sedimenttype	Leire										
	Silt			X	X	X	X	X	X	X	X
	Sand	X	X								
	Grus										
	Skjellsand			X	X	X	X	X	X	X	X
Fjellbunn											
Steinbunn											
Pigghuder, antall					1			1			2
Krepsdyr, antall			1			1					
Skjell, antall											
Børstemark, antall		5	50	5	5	5	5	5	5	5	5
Andre dyr, total antall											
Beggiatoa			X								
Fôr											
Fekalier											

Kommentar

***Pga. nylig informasjon om endringer av planlagt anlegg ble feltarbeid for st. 1 og 2 gjennomført 6.9.2022 med grabb K-4 (0,04m²) og YSI-måler 23 . For de øvrige stasjonene var feltdato 13.7.2021, med grabb K-23 (0,025m²) og YSI-måler 2 (utlån 1).**

St.1: ett bomskudd pga. stein i grabbkjeften. **St.2:** bakteriebelegg i sedimentoverflaten. **St.1 og 3-10:** Fargen på sedimentet fremstod som naturlig, og derfor satt som lys/grå.

Grabb	Areal [m²]	0,025 og 0,04	Grabb ID	K-23 og K-4

Signatur prøvetakingsansvarlig: Vera Remen Prosjektleder

side 2 av 2 sider

6.2 Prøvetaking og analyser

Prøvetakingsutstyr

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	0,1 m^2 van Veen grabb
pH-måler	Elektrode, YSI Professional Plus
Eh-måler	Elektrode, YSI Professional Plus
Sikt	1 mm sikter med runde hull
GPS og kart	GPS map 62s. For posisjoner på stasjoner. Kart er laget ved bruk av olex.
Konservering	Fauna: 4 % formalin tilsatt boraks (nøytralisering) og Bengal rosa (farging)
CTD	Sensordata CTDO 204 sonde.
Digitalkamera	Ricoh W6-30

Oversikt over arbeid utført og underleverandører som er brukt.

	Leverandør	Personell	Akkreditering	Metodikk prøvetaking	Metodikk analyser
Feltarbeid	Akvaplan-niva	Vera Remen og Rikke Stabell	TEST079	NS-EN ISO 16665	
Hydrografi	Akvaplan-niva	Stine Hermansen og Felipe Matos	Nei	Interne prosedyrer	
Sortering fauna	Akvaplan-niva	Ansvarlig Kristine H. Sperre	TEST079	NS-EN ISO 16665	
Artsidentifisering	Akvaplan-niva	Ansvarlig Kristine H. Sperre	TEST079	NS-EN ISO 16665	
Statistikk	Akvaplan-niva	Rune Palerud	TEST079	NS-EN ISO 16665	
Vurdering og fortolkning fauna	Akvaplan-niva	Hans-Petter Mannvik	TEST079		NS9410:2016, Klassifiseringsveileder 02:2018 (rev. 2020)
Kobber	ALS Laboratory	Ansvarlig Torgeir Røsand	Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)	NS-EN ISO 11885	US EPA 200.7 / ISO 11885 / US EPA 6010 / SM 3120
Kornstørrelse	Akvaplan-niva	Ansvarlig Lisa Torske	TEST079	NS-EN ISO 16665	Bale, A.J. & Kenny, A.J. 2005
Totalt organisk materiale, TOM	Akvaplan-niva	Ansvarlig Lisa Torske	TEST079	NS-EN ISO 16665	NS-4764
Totalt organisk karbon, TOC	Akvaplan-niva	Ansvarlig Lisa Torske	TEST079	NS-EN ISO 16665	DIN 19539:2016
Total nitrogen, TN	Akvaplan-niva	Ansvarlig Lisa Torske	TEST079	NS-EN ISO 16665	NS-16168:2012

6.3 Analysebevis

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	Rapport nr.:	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	Revisjon:	2
Client person:	Remi Mathisen	Rapportdato	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	Ankomst dato	2022-10-10

Lab-id. P2100094-02

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C1V	63304 - Grøttøy C-undersøkelse		2021-07-16

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	59	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	DIN 19539:2016	±5.9
TNb	3.0	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	NS-EN 16168:2012	±0.5
N TOC	65.1	mg/g TS	2021-08-26	2021-08-26	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	19.3		2021-08-23	2021-08-23		
TOM	13.3	% TS	2021-08-23	2021-08-24	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	0.2	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	0.2	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.250 mm	1.5	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.125 mm	9.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.5
Vekt% 0.063 mm	23.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.2
Vekt% < 0.063 mm	65.0	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.2
Sand	34.6	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Pelitt	65.0	% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode	
Kobber (Cu) [a]	17.8	mg/kg TS	2021-07-31	2021-07-31	Intern metode	

[a] Prøvingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

* = Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2100094-01

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C1Ø	63304 - Grøttøy C-undersøkelse		2021-07-16

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	67	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	DIN 19539:2016	±6.7
TNb	3.4	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	NS-EN 16168:2012	±0.5
N TOC	75.4	mg/g TS	2021-08-26	2021-08-26	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	19.5		2021-08-23	2021-08-23		
TOM	15.5	% TS	2021-08-23	2021-08-24	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	0.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	0.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.250 mm	3.6	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt% 0.125 mm	15.8	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.8
Vekt% 0.063 mm	24.2	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.2
Vekt% < 0.063 mm	53.8	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±2.7
Sand	45.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Pelitt	53.8	% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode	
Kobber (Cu) [a]	16.9	mg/kg TS	2021-07-31	2021-07-31	Intern metode	

[a] Prøvingen er utført av eksternt laboratorium, ALS Laboratory Group

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2100094-05

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C3	63304 - Grøttøy C-undersøkelse		2021-07-16

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	30	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	DIN 19539:2016	±3.0
TNb	4.8	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	NS-EN 16168:2012	±0.7
N TOC	36.4	mg/g TS	2021-08-26	2021-08-26	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	6.3		2021-08-23	2021-08-23		
TOM	11.4	% TS	2021-08-23	2021-08-24	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	0.6	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	0.5	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.250 mm	2.0	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.125 mm	7.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.4
Vekt% 0.063 mm	22.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.1
Vekt% < 0.063 mm	67.0	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.3
Sand	32.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Pelitt	67.0	% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode	

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2100094-06

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C4	63304 - Grøttøy C-undersøkelse		2021-07-16

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	58	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	DIN 19539:2016	±5.8
TNb	3.9	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	NS-EN 16168:2012	±0.6
N TOC	65.4	mg/g TS	2021-08-26	2021-08-26	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	14.9		2021-08-23	2021-08-23		
TOM	14.5	% TS	2021-08-23	2021-08-24	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	0.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	0.2	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.250 mm	1.8	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.125 mm	11.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.6
Vekt% 0.063 mm	24.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.2
Vekt% < 0.063 mm	60.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.0
Sand	38.5	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Pelitt	60.9	% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode	

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	**2022-10-10**
Prosjektnr.:	**64263**	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2200150-01

Objekt	**Kundens ID**	**Beskrivelse**	**Notering**	**Mottatt lab**
Sediment	C2	64263 - Grøttøy C-undersøkelse 2022, FU del 2		2022-08-25

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	**27**	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	DIN 19539:2016	±2.7
TNb	***5.4**	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	NS-EN 16168:2012	±1.6
N TOC	**34.4**	mg/g TS	2022-09-17	2022-09-17	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	**5.0**		2022-09-15	2022-09-15		
TOM	**10.6**	% TS	2022-09-12	2022-09-14	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	**0.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	**0.4**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	**0.3**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.250 mm	**1.5**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.125 mm	**9.6**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.5
Vekt% 0.063 mm	**28.6**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.4
Vekt% < 0.063 mm	**58.9**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±2.9
Pelitt	**58.9**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±2.9
Sand	**40.4**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±2.0
Grus	**0.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2100094-07

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	Cref	63304 - Grøttøy C-undersøkelse		2021-07-16

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	12	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	DIN 19539:2016	±1.2
TNb	2.3	mg/g TS	2021-08-17	2021-08-19	NS-EN 16168:2012	±0.3
N TOC	24.9	mg/g TS	2021-08-26	2021-08-26	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	5.2		2021-08-23	2021-08-23		
TOM	4.8	% TS	2021-08-23	2021-08-24	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	0.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 0.500 mm	1.9	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.250 mm	6.5	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.3
Vekt% 0.125 mm	20.4	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.0
Vekt% 0.063 mm	41.2	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±2.1
Vekt% < 0.063 mm	28.3	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.4
Sand	71.1	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Grus	0.7	wt% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	
Pelitt	28.3	% TS	2021-08-23	2021-08-26	Intern metode	

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	**2022-10-10**
Prosjektnr.:	**64263**	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2200150-02

Objekt	**Kundens ID**	**Beskrivelse**	**Notering**	**Mottatt lab**
Sediment	C2alt	64263 - Grøttøy C-undersøkelse 2022, FU del 2	TOC resultat større enn ca. 60mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi.	2022-08-25

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	**80**	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	DIN 19539:2016	±8.0
TNb	**3.6**	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	NS-EN 16168:2012	±1.1
N TOC	**85.8**	mg/g TS	2022-09-17	2022-09-17	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	**22.6**		2022-09-15	2022-09-15		
TOM	**17.4**	% TS	2022-09-12	2022-09-14	Intern metode	±0.1
Vekt% 2 mm	**0.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	**2.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.500 mm	**3.2**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt% 0.250 mm	**4.1**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt% 0.125 mm	**7.8**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.4
Vekt% 0.063 mm	**12.0**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.6
Vekt% < 0.063 mm	**69.6**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.5
Pelitt	**69.6**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.5
Sand	**29.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.5
Grus	**0.7**	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

Lab-id. P2200150-03

Objekt	Kundens ID	Beskrivelse	Notering	Mottatt lab
Sediment	C5	64263 - Grøttøy C-undersøkelse 2022, FU del 2	TOC resultat større enn ca. 60mg/g TS kan gi underestimert TN-resultat og derved gi forhøyet C/N-verdi.	2022-08-25

Analyseresultat

Parameter	Resultat	Enhet	Analysedato start	Analysedato slutt	Standard	Måleusikkerhet
TOC	68	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	DIN 19539:2016	±6.8
TNb	2.9	mg/g TS	2022-09-12	2022-09-14	NS-EN 16168:2012	±0.9
N TOC	74.7	mg/g TS	2022-09-17	2022-09-17	Veileder 02:2018	
C/N - forhold	23.3		2022-09-15	2022-09-15		
TOM	14.4	% TS	2022-09-12	2022-09-14	Intern metode	±0.0
Vekt% 2 mm	0.2	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0
Vekt% 1 mm	1.2	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.500 mm	1.8	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.1
Vekt% 0.250 mm	3.5	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.2
Vekt% 0.125 mm	10.3	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.5
Vekt% 0.063 mm	20.6	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.0
Vekt% < 0.063 mm	62.4	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.1
Pelitt	62.4	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±3.1
Sand	37.4	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±1.9
Grus	0.2	wt% TS	2022-09-12	2022-09-15	Intern metode (Bale/Kenny 2005)	±0.0

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

ANALYSERAPPORT

Kunde:	Nordlaks Oppdrett AS	**Rapport nr.:**	P2200183
Kundemerking:	Grøttøy C-und 2022	**Revisjon:**	2
Client person:	Remi Mathisen	**Rapportdato**	2022-10-10
Prosjektnr.:	64263	**Ankomst dato**	2022-10-10

NTOC er klassifisert ihht. veileder 02:2018. Metall(er) er klassifisert ihht. veileder M-608 (Rev. 31.10.2020)

Analyse	Standard	Grenseverdi - farger				
N TOC	Veileder 02:2018	<20	20 - 27	27 - 34	34 - 41	>41
Kobber (Cu)	Intern metode	<20	20 - 84	84 - 147	>147	

Analyseansvarlig: Ingar H. Wasbotten

Signatur: Ingar H. Wasbotten

Katrin Bluhm

Underskriftsberettiget:

Signatur: Katrin Bluhm

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

* – Ikke akkreditert resultat

Akvaplan-niva
Framsenteret
Postboks 6606 Stakkevollan
9296 Tromsø

kjemi@akvaplan.niva.no
www.akvaplan.niva.no

tel: +47 77 75 03 00
NO 937 375 158 MVA

Analyserapporten er digitalt undertegnet av:
Katrin Bluhm

kpb@akvaplan.niva.no

6.4 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 indeksen 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.

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

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):

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

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 trediagram (dendrogram).

Sensitivitet og tetthet

NSI (Norwegian Sensitivity Index; Rygg og Norling 2013) er utviklet med basis i norske faunadata og innført i 2012. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi). En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven. Formelen for utregning er gitt ved:

$$\mathrm{NSI} = \sum_{i}^{S} \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

ISI$_{2012}$ (Indicator Species Index; Rygg og Norling 2013) en sensitivitetsindeks. Grunnlaget for beregningen av ISI (Rygg 2002) ble utvidet og artsnomenklaturen standardisert i 2012. Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som tar hensyn til hvilke arter som er tilstede, men ikke individtallet av dem. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven hvor ISI_i er ISI_{2012} verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier.

$$\mathrm{ISI} = \sum_{i}^{S} \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

AMBI (Azti Marine Biotic Index; Borja m.fl. 2000) er en sensitivitetsindeks (egentlig en toleranseindeks) der artene tilordnes en toleranseklasse (økologisk gruppe, EG). EG I = sensitive arter, EG II = "indifferente" arter, EG III = tolerante arter, EG IV = opportunistiske arter, EG V = forurensningsindikerende arter. I Norge brukes AMBI bare i kombinasjonsindeksen NQI1 og har derfor ingen egen klassifisering. AMBI er en kvantitativ indeks som tar hensyn til individtallet av artene.

AMBI = (0 * EG I) + (1,5 * EG II) + (3 * EG III) + (4,5 * EG IV) + (6 * EG V) hvor EGI er andelen av individer som tilhører gruppe I, etc. Tallene angir toleranseverdiene.

Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved:

$$AMBI = \sum_{i}^{S}\left[\frac{N_i * AMBI_i}{N_{AMBI}}\right]$$

Sammensatt indeks

NQI1 (Norwegian Quality Index; Rygg 2006) inneholder indikatorer som omfatter sensitivitet (AMBI), og artsmangfold (S = antall, N = antall individer) i en prøve. NQI1 er interkalibrert mellom alle land som tilhører NEAGIG. NQI1 er gitt ved formelen:

$$NQI1 = \left[\left(0{,}5 * \left(1 - \frac{AMBI}{7}\right) + 0{,}5 * \left(\frac{\left[\frac{ln\,(S)}{ln(ln(N))}\right]}{2.7}\right) * \left(\frac{N}{N+5}\right)\right]\right]$$

I prøver som har veldig lave individtall (færre enn seks), kan ikke NQI1 brukes. Det er i slike tilfeller mulig å bruke N+2 i stedet for N i formelen for å unngå uriktige indeksverdier (Rygg et al. 2011).

6.5 Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR)

Stasjonene inne i overgangssonen (C3, C4 osv) skal klassifiseres ved bruk av indeksene for bløtbunnsfauna i henhold til den til enhver tid gjeldende klassifiseringsveileder etter vannforskriften (www.vannportalen.no).

Prosedyrene for å beregne økologisk tilstand er beskrevet i klassifiseringsveilederen etter vannforskriften (Veileder 02:2018 (rev. 2020)).

Det følger av klassifiseringsveileder 02:2018 (side 168) at "*gjennomsnittet av grabbenes indeksverdier (grabbgjennomsnitt) skal ligge til grunn for tilstandsvurderingen av en stasjon*".

Miljøtilstanden inne i overgangssonen, altså samlet tilstand for C3-C_n-stasjonene skal beregnes på følgende måte:

- Alle gjeldende indekser (Shannon Wiener, Hurlberts etc) beregnes enkeltvis for hver grabbprøve
- Deretter beregnes gjennomsnittet av grabbenes indeksverdier for hver av indeksene
- Gjennomsnittet av hver indeks normaliseres til nEQR verdi for hver av stasjonene i overgangssonen.
- Gjennomsnittet av nEQR verdien for hver av stasjonene i overgangssonen sammenstilles ("pooles").

6.6 Referansetilstand

Økologisk tilstandsklassifisering av fauna basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2018 rev. 2020) vanntype G2.

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´	5,5 – 3,7	3,7 – 2,9	2,9 – 1,8	1,8 - 0,9	0,9 - 0
ES_{100}	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
ISI_{2012}	13,4 – 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
nEQR	1,0 – 0,8	0,8 – 0,6	0,6 – 0,4	0,4 – 0,2	0,2 – 0,0

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment (Veileder 02:2018 rev. 2020).

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

Tilstandsklassifisering for metaller i marine sedimenter (M-608:2016 rev. 2020).

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

Tilstandsklassifisering for oksygen i dypvann (Veileder 02:2018 rev. 2020).

O_2 %	> 65 Klasse I	65 - 50 Klasse II	50- 35 Klasse III	35 - 20 Klasse IV	< 20 Klasse V

6.7 Artslister

Artsliste pr stasjon

Grøttøy forundersøkelse 2021 og 2022

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat: 01	02	-	Sum
Stasjonsnr.: C1-Ø							
NEMERTINI							
			Nemertea indet.		2	-	2
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Orbiniida					
			Leitoscoloplos mammosus	1		-	1
			Paradoneis eliasoni		1	-	1
		Cossurida					
			Cossura sp.	1	2	-	3
		Spionida					
			Chaetozone setosa	5	10	-	15
			Pseudopolydora nordica		1	-	1
		Capitellida					
			Capitella capitata		2	-	2
			Heteroclymene robusta		1	-	1
			Heteromastus filiformis	28	27	-	55
		Phyllodocida					
			Nephtys ciliata	6	5	-	11
			Pholoe assimilis		2	-	2
			Phyllodoce groenlandica		1	-	1
			Polynoidae indet.		1	-	1
		Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	46	55	-	101
		Eunicida					
			Lumbrineris mixochaeta	2	5	-	7
		Oweniida					
			Galathowenia oculata	5	10	-	15
		Terebellida					
			Ampharete baltica		2	-	2
			Ampharete borealis	3	6	-	9
			Ampharete lindstroemi		1	-	1
			Amythasides macroglossus	1	7	-	8
			Glyphanostomum pallescens		1	-	1
			Sosane wahrbergi		1	-	1
			Terebellides sp.	1	1	-	2
		Sabellida					
			Chone sp.		1	-	1
CRUSTACEA							
	Malacostraca						
		Cumacea					
			Diastylis sp.	1	9	-	10
		Amphipoda					
			Arrhis phyllonyx	1	1	-	2
			Oedicerotidae indet.		1	-	1
			Wimvadocus torelli	1		-	1
		Isopoda					
			Pleurogonium rubicundum		1	-	1
MOLLUSCA							
	Opistobranchia						
		Cephalaspidea					
			Philine denticulata	1	2	-	3
	Bivalvia						
		Nuculoida					
			Nuculana pernula	1	1	-	2
			Yoldiella lucida		1	-	1
		Veneroida					
			Abra nitida	1	1	-	2
			Macoma calcarea		1	-	1
			Parathyasira equalis		1	-	1
			Thyasira flexuosa		3	-	3
			Thyasira sarsii	7	8	-	15
			Thyasiridae indet.		1	-	1
ECHINODERMATA							
	Echinoidea						

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
		Spartangoida						
			Spatangoida indet. juv.			1	-	1
				Maksverdi:	46	55		101
				Antall arter/taxa:	18	37		39
				Sum antall individ:				289

Stasjonsnr.: C1-V

CNIDARIA							
	Anthozoa						
			Edwardsia sp.	1	-		1
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	2	1	-	3
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Orbiniida					
			Scoloplos armiger		1	-	1
		Cossurida					
			Cossura pygodactylata		1	-	1
			Cossura sp.	4	4	-	8
		Spionida					
			Chaetozone setosa	23	14	-	37
			Prionospio cirrifera	2		-	2
			Pseudopolydora nordica	1	13	-	14
		Capitellida					
			Heteroclymene robusta	1	1	-	2
			Heteromastus filiformis	39	45	-	84
			Praxillella gracilis	1	4	-	5
		Phyllodocida					
			Eteone flava/longa	5	1	-	6
			Glycera alba	2		-	2
			Harmothoe sp.	1		-	1
			Nephtys ciliata	4	4	-	8
			Nephtys hystricis		3	-	3
			Nephtys paradoxa	1		-	1
			Pholoe assimilis	5	3	-	8
			Pholoe baltica	5	2	-	7
			Polynoidae indet.	1	2	-	3
		Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	139	98	-	237
		Eunicida					
			Lumbrineris mixochaeta	1	1	-	2
			Parougia eliasoni	1		-	1
		Oweniida					
			Galathowenia oculata		2	-	2
		Terebellida					
			Ampharete baltica	3		-	3
			Ampharete borealis		4	-	4
			Ampharete lindstroemi		3	-	3
			Amythasides macroglossus	3		-	3
			Anobothrus gracilis	1		-	1
			Proclea graffii	1		-	1
		Sabellida					
			Chone sp.		1	-	1
CRUSTACEA							
	Malacostraca						
		Cumacea					
			Diastylis sp.	9	6	-	15
		Amphipoda					
			Arrhis phyllonyx	3		-	3
			Oedicerotidae indet.		2	-	2
			Wimvadocus torelli	1	1	-	2
MOLLUSCA							
	Opistobranchia						
		Cephalaspidea					
			Hermania sp.		1	-	1
	Bivalvia						
		Veneroida					
			Abra nitida	6	2	-	8
			Macoma calcarea	1		-	1
			Thyasira flexuosa	3	4	-	7

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Thyasira sarsii		22	25	-	47
			Thyasiridae indet.		3	1	-	4
ECHINODERMATA								
	Echinoidea							
		Spartangoida						
			Echinocardium cordatum			1	-	1
			Echinocardium flavescens			2	-	2
				Maksverdi:	139	98		237
				Antall arter/taxa:	31	32		43
				Sum antall individ:				548

Stasjonsnr.: C2

NEMERTINI								
			Nemertea indet.		7	3	-	10
ANNELIDA								
	Polychaeta							
		Orbiniida						
			Leitoscoloplos mammosus			2	-	2
			Scoloplos armiger		1	3	-	4
		Cossurida						
			Cossura sp.			1	-	1
		Spionida						
			Chaetozone setosa		2	4	-	6
			Chaetozone sp.		2		-	2
			Pseudopolydora nordica		2	2	-	4
			Spio limicola		2	1	-	3
		Capitellida						
			Heteromastus filiformis		48	80	-	128
			Mediomastus fragilis			2	-	2
			Praxillella gracilis		2	5	-	7
			Praxillella praetermissa		5	11	-	16
			Rhodine gracilior			1	-	1
		Phyllodocida						
			Glycera alba		4	4	-	8
			Nephtys ciliata		2	1	-	3
			Oxydromus vittatus			2	-	2
			Pholoe assimilis		1	2	-	3
			Pholoe baltica		7	5	-	12
			Phyllodoce groenlandica		2	7	-	9
			Syllis cornuta			8	-	8
		Amphinomida						
			Paramphinome jeffreysii		18	77	-	95
		Oweniida						
			Galathowenia oculata		2		-	2
			Owenia sp.		1		-	1
		Flabelligerida						
			Diplocirrus glaucus			1	-	1
		Terebellida						
			Ampharete baltica		1	4	-	5
			Terebellides sp.		2	6	-	8
		Sabellida						
			Hydroides norvegica			1	-	1
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.		2		-	2
			Eudorella sp.			1	-	1
		Amphipoda						
			Oedicerotidae indet.		1		-	1
MOLLUSCA								
	Caudofoveata							
			Caudofoveata indet.			1	-	1
	Bivalvia							
		Nuculoida						
			Nuculana pernula		1		-	1
		Veneroida						
			Abra nitida		3	2	-	5
			Astarte borealis		1	1	-	2
			Thyasira flexuosa		33	57	-	90
			Thyasira sarsii		73	108	-	181

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Thyasiridae indet.			1	-	1
		Scaphopoda						
			Dentaliida					
			Antalis entalis		1		-	1
ECHINODERMATA								
		Ophiuroidea						
			Ophiurida					
			Amphiura filiformis		3		-	3
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	-	2
		Echinoidea						
			Spartangoida					
			Echinocardium cordatum		1		-	1
			Echinocardium flavescens		2		-	2
			Spatangoida indet. juv.		3	1	-	4
				Maksverdi:	73	108		181
				Antall arter/taxa:	32	33		43
				Sum antall individ:				642

Stasjonsnr.: C2alt

NEMERTINI								
			Nemertea indet.		1		-	1
ANNELIDA								
		Polychaeta						
			Orbiniida					
			Scoloplos armiger			2	-	2
			Spionida					
			Chaetozone setosa			2	-	2
			Pseudopolydora nordica		44	47	-	91
			Trochochaeta multisetosa			2	-	2
			Capitellida					
			Heteromastus filiformis		45	31	-	76
			Maldane sarsi		10	11	-	21
			Praxillella gracilis		2	1	-	3
			Praxillella praetermissa		4	3	-	7
			Phyllodocida					
			Eteone barbata		1		-	1
			Glycera alba		1		-	1
			Nephtys ciliata		3	3	-	6
			Pholoe assimilis		2		-	2
			Pholoe baltica		2		-	2
			Phyllodoce groenlandica		2	1	-	3
			Polynoidae indet.		4	2	-	6
			Syllis cornuta			1	-	1
			Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii		32	115	-	147
			Eunicida					
			Lumbrineridae indet.		1		-	1
			Lumbrineris mixochaeta		3	1	-	4
			Oweniida					
			Galathowenia oculata		9	27	-	36
			Myriochele malmgreni/olgae			6	-	6
			Owenia sp.		1	2	-	3
			Flabelligerida					
			Diplocirrus longisetosus		1		-	1
			Terebellida					
			Ampharete baltica			1	-	1
			Ampharete borealis		7	8	-	15
			Ampharete octocirrata		2		-	2
			Ampharetidae indet.			1	-	1
			Amphicteis gunneri		1		-	1
			Glyphanostomum pallescens			2	-	2
			Laphania boecki		3	2	-	5
			Melinna cristata			1	-	1
			Proclea graffii		2	1	-	3
			Terebellides sp.		8	10	-	18
			Sabellida					
			Chone sp.		2	1	-	3
			Euchone papillosa		5	1	-	6
			Euchone sp.			2	-	2
CRUSTACEA								

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.			3	-	3
			Eudorella sp.		2	5	-	7
			Leucon sp.			2	-	2
		Amphipoda						
			Ampelisca sp.		1		-	1
			Arrhis phyllonyx		1	3	-	4
			Caprellidae indet.		2		-	2
			Oedicerotidae indet.			2	-	2
			Syrrhoe crenulata			2	-	2
MOLLUSCA								
	Caudofoveata							
			Caudofoveata indet.			1	-	1
	Bivalvia							
		Nuculoida						
			Ennucula tenuis		1	1	-	2
		Mytiloida						
			Musculus niger		2	2	-	4
		Veneroida						
			Abra nitida		2	1	-	3
			Parathyasira equalis		1		-	1
			Thyasira flexuosa		1		-	1
			Thyasira sarsii		76	51	-	127
ECHINODERMATA								
	Ophiuroidea							
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	-	2
				Maksverdi:	76	115		147
				Antall arter/taxa:	38	40		53
				Sum antall individ:				649

Stasjonsnr.: C3

PLATYHELMINTHES								
			Platyhelminthes indet.			1	-	1
NEMERTINI								
			Nemertea indet.		4		-	4
ANNELIDA								
	Polychaeta							
		Orbiniida						
			Leitoscoloplos mammosus			1	-	1
			Levinsenia gracilis		2		-	2
		Cossurida						
			Cossura sp.			1	-	1
		Spionida						
			Chaetozone setosa		13	12	-	25
			Prionospio cirrifera		1	1	-	2
			Spio limicola		1	2	-	3
		Capitellida						
			Heteroclymene robusta		4	3	-	7
			Heteromastus filiformis		32	38	-	70
			Mediomastus fragilis		2		-	2
			Praxillella gracilis		2	6	-	8
		Phyllodocida						
			Nephtys ciliata		3	9	-	12
			Pholoe assimilis		1		-	1
			Pholoe baltica		1	9	-	10
			Phyllodoce groenlandica			1	-	1
			Polynoidae indet.			1	-	1
		Amphinomida						
			Paramphinome jeffreysii		236	61	-	297
		Eunicida						
			Lumbrineris mixochaeta			3	-	3
		Oweniida						
			Galathowenia oculata		3	4	-	7
		Terebellida						
			Ampharete baltica		1	3	-	4
			Ampharete borealis		2		-	2

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Ampharetidae indet.		1		-	1
			Proclea graffii			1	-	1
			Terebellides sp.			2	-	2
		Sabellida						
			Dialychone sp.			1	-	1
			Jasmineira caudata		1		-	1
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.		5	8	-	13
			Eudorella sp.			1	-	1
		Amphipoda						
			Hippomedon sp.		1		-	1
			Oedicerotidae indet.			1	-	1
MOLLUSCA								
	Prosobranchia							
		Mesogastropoda						
			Euspira montagui		1		-	1
	Opistobranchia							
		Cephalaspidea						
			Hermania sp.			1	-	1
	Bivalvia							
		Veneroida						
			Abra nitida		4	1	-	5
			Macoma calcarea			1	-	1
			Thyasira flexuosa		4	9	-	13
			Thyasira sarsii		8	14	-	22
			Bivalvia indet.			1	-	1
ECHINODERMATA								
	Ophiuroidea							
		Ophiurida						
			Ophiura albida			1	-	1
	Echinoidea							
		Spartangoida						
			Echinocardium flavescens		1		-	1
				Maksverdi:	236	61		297
				Antall arter/taxa:	25	30		40
				Sum antall individ:				532

Stasjonsnr.: C4

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	-	Sum
NEMERTINI							
			Nemertea indet.	5		-	5
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Orbiniida					
			Paradoneis eliasoni	1		-	1
		Spionida					
			Chaetozone setosa	15	5	-	20
			Pseudopolydora nordica		1	-	1
		Capitellida					
			Euclymeninae indet.	2	3	-	5
			Heteromastus filiformis	20	35	-	55
			Mediomastus fragilis	1		-	1
			Praxillella gracilis		3	-	3
		Phyllodocida					
			Eteone flava/longa	1		-	1
			Glycera alba		1	-	1
			Nephtys ciliata	4	2	-	6
			Nephtys paradoxa		1	-	1
			Polynoidae indet.		2	-	2
		Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	20	143	-	163
		Oweniida					
			Galathowenia oculata	10	9	-	19
		Terebellida					
			Ampharete baltica	2	1	-	3
			Ampharete borealis	2		-	2
			Ampharetidae indet.		2	-	2
			Terebellides sp.	2		-	2
		Sabellida					

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Sabellidae indet.			1	-	1
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.		3	11	-	14
			Eudorella sp.			2	-	2
		Amphipoda						
			Arrhis phyllonyx		1	1	-	2
			Oedicerotidae indet.			2	-	2
			Protomedeia fasciata			1	-	1
MOLLUSCA								
	Opistobranchia							
		Cephalaspidea						
			Volvulella acuminata		1		-	1
	Bivalvia							
		Veneroida						
			Abra nitida		1		-	1
			Tellimya ferruginosa		1		-	1
			Thyasira sarsii		3	2	-	5
ECHINODERMATA								
	Echinoidea							
		Spartangoida						
			Echinocardium flavescens		1		-	1
				Maksverdi:	20	143		163
				Antall arter/taxa:	20	20		30
				Sum antall individ:				324

Stasjonsnr.: C5

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	-	Sum
CNIDARIA							
	Anthozoa						
			Edwardsia sp.		1	-	1
NEMERTINI							
			Nemertea indet.		1	-	1
ANNELIDA							
	Polychaeta						
		Spionida					
			Chaetozone setosa		1	-	1
			Pseudopolydora nordica		21	-	21
			Pseudopolydora pulchra		1	-	1
			Trochochaeta multisetosa		2	-	2
		Capitellida					
			Heteromastus filiformis	17	24	-	41
			Maldane sarsi	1	3	-	4
			Praxillella gracilis		1	-	1
			Praxillella praetermissa	2	7	-	9
			Rhodine gracilior		2	-	2
		Phyllodocida					
			Eteone flava/longa	1		-	1
			Nephtys ciliata	5	4	-	9
			Phyllodoce groenlandica	1	3	-	4
			Polynoidae indet.		1	-	1
		Amphinomida					
			Paramphinome jeffreysii	45	32	-	77
		Eunicida					
			Lumbrineris mixochaeta	2	3	-	5
			Mammiphitime cosmetandra	1	1	-	2
			Parougia eliasoni	1		-	1
		Oweniida					
			Galathowenia oculata	32	42	-	74
			Myriochele malmgreni/olgae	1	1	-	2
			Owenia sp.	2	1	-	3
		Flabelligerida					
			Pherusa plumosa		1	-	1
		Terebellida					
			Ampharete baltica		5	-	5
			Ampharete borealis	7	9	-	16
			Ampharete octocirrata	1		-	1
			Ampharetidae indet.		1	-	1
			Glyphanostomum pallescens		2	-	2
			Laphania boecki	1	5	-	6

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Terebellides sp.		1	2	-	3
		Sabellida						
			Claviramus oculatus			1	-	1
			Euchone incolor			2	-	2
			Euchone papillosa		1	2	-	3
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.		1	3	-	4
			Eudorella sp.			6	-	6
			Leucon sp.			1	-	1
		Amphipoda						
			Arrhis phyllonyx		2	5	-	7
			Hippomedon sp.			1	-	1
			Oedicerotidae indet.			1	-	1
			Syrrhoe crenulata			1	-	1
			Wimvadocus torelli		3		-	3
MOLLUSCA								
	Prosobranchia							
		Mesogastropoda						
			Euspira montagui			1	-	1
	Bivalvia							
		Veneroida						
			Abra nitida		1		-	1
			Thyasira sarsii		40	16	-	56
			Thyasiridae indet.			5	-	5
			Bivalvia indet.			2	-	2
	Scaphopoda							
		Dentaliida						
			Antalis entalis		1		-	1
ECHINODERMATA								
	Ophiuroidea							
			Ophiuroidea indet. juv.		1	1	-	2
	Echinoidea							
		Spartangoida						
			Echinocardium flavescens		2		-	2
				Maksverdi:	45	42		77
				Antall arter/taxa:	26	42		49
				Sum antall individ:				398

Stasjonsnr.: Cref

CNIDARIA								
	Anthozoa							
			Actiniaria indet.			1	-	1
			Actiniaria indet. juv.			1	-	1
			Cerianthus lloydii		1	1	-	2
NEMERTINI								
			Nemertea indet.		8	10	-	18
SIPUNCULIDA								
			Golfingiidae indet.		1	1	-	2
			Phascolion strombus		2	1	-	3
			Sipuncula indet.		1		-	1
ANNELIDA								
	Polychaeta							
		Orbiniida						
			Aricidea quadrilobata		2		-	2
			Leitoscoloplos mammosus		1		-	1
			Levinsenia gracilis		2		-	2
		Cossurida						
			Cossura sp.		1		-	1
		Spionida						
			Chaetozone setosa		15	31	-	46
			Cirratulus cirratus			1	-	1

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Dipolydora sp.		1	1	-	2
			Prionospio cirrifera		18	6	-	24
			Pseudopolydora nordica		4	3	-	7
			Spio limicola		1		-	1
			Spiophanes kroyeri		6	1	-	7
		Capitellida						
			Euclymeninae indet.		6	4	-	10
			Heteromastus filiformis		22	25	-	47
			Maldane sarsi		1	4	-	5
			Maldanidae indet.		2		-	2
			Notomastus latericeus		1	1	-	2
			Praxillella gracilis			1	-	1
			Praxillella praetermissa		1		-	1
			Rhodine sp.		46	30	-	76
		Phyllodocida						
			Eulalia tjalfiensis		1		-	1
			Exogone verugera		7	7	-	14
			Glycera alba			1	-	1
			Glycera lapidum		1		-	1
			Nephtys ciliata		8	3	-	11
			Pholoe assimilis		1	2	-	3
			Pholoe baltica			2	-	2
		Amphinomida						
			Paramphinome jeffreysii		13	10	-	23
		Eunicida						
			Lumbrineris mixochaeta		2		-	2
			Nothria conchylega		27	25	-	52
		Oweniida						
			Galathowenia fragilis		5	1	-	6
			Galathowenia oculata		27	31	-	58
			Myriochele malmgreni/olgae		32	36	-	68
			Owenia sp.		23	71	-	94
		Flabelligerida						
			Diplocirrus glaucus		1	1	-	2
			Diplocirrus longisetosus		11	8	-	19
		Terebellida						
			Ampharete borealis		1	3	-	4
			Ampharetidae indet.		7		-	7
			Anobothrus gracilis		2	2	-	4
			Glyphanostomum pallescens			1	-	1
			Lanassa venusta			1	-	1
			Melinna cristata			2	-	2
			Melinna elisabethae			1	-	1
			Polycirrus sp.			1	-	1
			Proclea graffii			3	-	3
			Streblosoma intestinale			3	-	3
			Terebellides sp.			7	-	7
		Sabellida						
			Chone sp.		3	2	-	5
			Jasmineira caudata		1	1	-	2
			Sabellidae indet.		1	1	-	2
			Siboglinum fiordicum			1	-	1
CRUSTACEA								
	Malacostraca							
		Cumacea						
			Diastylis sp.		6	7	-	13
			Leucon sp.		1	1	-	2
		Tanaidacea						
			Tanaidacea indet.			1	-	1
		Amphipoda						
			Gammaridea indet.			2	-	2
			Haploops sp.		1	3	-	4
			Perioculodes longimanus			1	-	1
MOLLUSCA								
	Caudofoveata							
			Caudofoveata indet.			3	-	3
	Prosobranchia							
		Mesogastropoda						
			Euspira montagui		1	1	-	2
			Euspira nitida			1	-	1
		Neogastropoda						
			Propebela sp.			1	-	1
	Opistobranchia							
		Cephalaspidea						
			Philine denticulata			1	-	1

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	Replikat:	01	02	-	Sum
			Volvulella acuminata			1	-	1
	Bivalvia							
		Nuculoida						
			Yoldiella lucida			2	-	2
		Mytiloida						
			Musculus sp. juv.			1	-	1
		Arcoida						
			Bathyarca glacialis			1	-	1
		Ostreoidea						
			Similipecten similis		1		-	1
		Veneroida						
			Lucinoma borealis			1	-	1
			Parathyasira equalis		1	2	-	3
			Parvicardium minimum			4	-	4
			Tellimya ferruginosa			1	-	1
			Thyasira flexuosa		3	1	-	4
			Thyasira sarsii		1	4	-	5
	Scaphopoda							
		Dentaliida						
			Antalis entalis		1		-	1
ECHINODERMATA								
	Ophiuroidea							
		Ophiurida						
			Amphiura filiformis		4	4	-	8
			Ophiuroidea indet. juv.		1	2	-	3
	Echinoidea							
		Spartangoida						
			Echinocardium flavescens		2	2	-	4
			Spatangoida indet. juv.		1	1	-	2
	Holothuroidea							
		Apodida						
			Leptosynapta inhaerens			2	-	2
				Maksverdi:	46	71		94
				Antall arter/taxa:	55	71		85
				Sum antall individ:				742

6.8 CTD rådata

Stasjon C4, 28.09.2021

Tid	Trykk (dB)	Temperatur (deg C)	Salinitet (psu)	Oksygen (%)	Oksygen (mg/l)	Tetthet (kg/m3)	Fluorescence (µg/l)
07:49:22	49.39	8.237	33.82	72.63	7	26.54	0.24
07:49:24	49.02	8.248	33.81	74.96	7.22	26.529	0.14
07:49:26	48.12	8.278	33.81	76.64	7.38	26.515	0.17
07:49:28	47.02	8.322	33.8	77.81	7.48	26.495	0.17
07:49:30	45.91	8.346	33.82	78.95	7.59	26.502	0.15
07:49:32	44.85	8.356	33.81	80.18	7.71	26.489	0.15
07:49:34	43.75	8.393	33.77	81.41	7.82	26.45	0.16
07:49:36	42.88	8.468	33.79	82.31	7.89	26.445	0.16
07:49:38	42.02	8.577	33.76	82.96	7.94	26.401	0.17
07:49:40	41.19	8.657	33.78	83.69	7.99	26.408	0.17
07:49:42	40.29	8.713	33.77	84.38	8.05	26.386	0.21
07:49:44	39.37	8.847	33.74	84.98	8.08	26.336	0.19
07:49:46	38.52	8.903	33.75	85.81	8.15	26.331	0.19
07:49:48	37.61	8.957	33.73	86.29	8.19	26.303	0.2
07:49:50	36.92	8.994	33.74	86.87	8.24	26.299	0.23
07:49:52	36.05	9.053	33.71	87.22	8.26	26.267	0.22
07:49:54	35.38	9.274	33.65	87.66	8.26	26.179	0.27
07:49:56	34.48	9.514	33.66	88.28	8.28	26.146	0.35
07:49:58	33.67	9.639	33.65	89.26	8.35	26.11	0.34
07:50:00	33.11	9.717	33.62	90.15	8.42	26.07	0.41
07:50:02	32.45	9.775	33.62	91.28	8.51	26.063	0.36
07:50:04	31.73	9.793	33.63	92.37	8.61	26.06	0.46
07:50:06	30.97	9.883	33.61	92.77	8.63	26.024	0.45
07:50:08	30.17	9.948	33.59	93.32	8.67	25.995	0.53
07:50:10	29.55	9.952	33.55	93.93	8.73	25.965	0.51
07:50:12	28.97	9.952	33.53	94.42	8.78	25.946	0.58
07:50:14	28.38	9.958	33.53	94.65	8.8	25.938	0.65
07:50:16	27.59	9.957	33.51	94.92	8.82	25.92	0.67
07:50:18	26.92	9.957	33.49	95.11	8.84	25.901	0.73
07:50:20	26.29	9.965	33.45	95.36	8.87	25.868	0.7
07:50:22	25.89	9.961	33.48	95.6	8.89	25.886	0.85
07:50:24	25.24	9.956	33.48	95.67	8.9	25.887	0.8
07:50:26	24.71	9.956	33.44	95.96	8.92	25.853	0.95
07:50:28	23.81	9.96	33.44	96.34	8.96	25.846	0.9
07:50:30	23.01	9.974	33.43	96.44	8.97	25.838	1.24
07:50:32	22.09	9.972	33.39	96.37	8.96	25.796	0.99
07:50:34	21.07	9.963	33.39	96.1	8.94	25.8	0.93
07:50:36	20.24	9.958	33.39	96.1	8.94	25.793	0.97
07:50:38	19.51	9.957	33.37	96.38	8.97	25.775	1.03
07:50:40	18.57	9.958	33.38	96.49	8.98	25.778	1.1
07:50:42	17.58	9.962	33.37	96.66	8.99	25.763	1.04
07:50:44	16.83	9.966	33.34	96.86	9.01	25.74	0.96
07:50:46	15.98	9.969	33.35	97.14	9.04	25.742	1.26
07:50:48	15.13	9.964	33.31	97.22	9.05	25.711	1.3
07:50:50	14.36	9.963	33.31	97.23	9.05	25.701	1.35

07:50:52	13.58	9.962	33.31	97.16	9.04	25.698	1.07
07:50:54	12.89	9.961	33.31	97.16	9.04	25.696	1.13
07:50:56	12.7	9.959	33.27	97.08	9.04	25.665	1.29
07:50:58	12.08	9.957	33.27	96.77	9.01	25.665	1.39
07:51:00	11.26	9.955	33.25	96.73	9.01	25.647	1.67
07:51:02	10.28	9.953	33.25	96.99	9.03	25.637	1.63
07:51:04	9.55	9.953	33.25	97.13	9.04	25.634	1.38
07:51:06	8.7	9.95	33.25	97.2	9.05	25.633	1.63
07:51:08	7.87	9.943	33.23	97.29	9.06	25.62	1.65
07:51:10	7.14	9.926	33.17	97.35	9.08	25.568	1.7
07:51:12	6.36	9.927	33.09	97.36	9.08	25.5	2.1
07:51:14	5.45	9.929	33.07	97.55	9.1	25.479	2.43
07:51:16	4.67	9.929	33.05	97.72	9.12	25.46	2.47
07:51:18	3.9	9.929	33.04	97.99	9.14	25.448	2.25
07:51:20	3.99	9.927	33.04	98.05	9.15	25.451	2.47
07:51:22	3.42	9.93	33.05	98.07	9.15	25.453	2.43
07:51:24	2.67	9.93	33.03	98.12	9.15	25.434	2.37
07:51:26	1.82	9.931	33.02	98.15	9.16	25.43	2.04
07:51:28	0.89	9.932	33.03	98.17	9.16	25.433	1.79
07:51:30	0.15	9.933	33.02	98.07	9.15	25.421	1.69

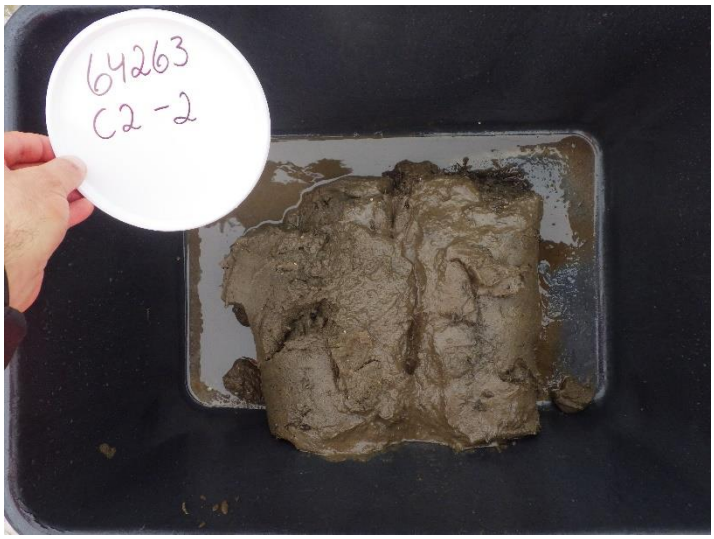
Stasjon C5, 06.09.2022

Tid	Trykk (dB)	Temperatur (deg C)	Salinitet (psu)	Oksygen (%)	Oksygen (mg/l)	Tetthet (kg/m3)	Fluorescence (µg/l)
12:50:52	65.35	6.05	33.71	63.28	6.58	26.83	0.16
12:50:54	63.96	6.05	33.68	63.15	6.57	26.80	0.16
12:50:56	63.92	6.05	33.69	63.34	6.59	26.81	0.15
12:50:58	64.31	6.06	33.70	63.38	6.59	26.82	0.16
12:51:00	64.19	6.05	33.68	63.35	6.59	26.80	0.15
12:51:02	64.23	6.05	33.70	63.31	6.59	26.82	0.15
12:51:04	64.11	6.05	33.69	63.27	6.58	26.81	0.16
12:51:06	64.12	6.05	33.70	63.33	6.59	26.82	0.15
12:51:08	64.06	6.04	33.70	63.23	6.58	26.82	0.16
12:51:10	64.07	6.04	33.71	63.30	6.59	26.82	0.16
12:51:12	64.06	6.04	33.70	63.29	6.59	26.82	0.15
12:51:14	64.11	6.05	33.72	63.35	6.59	26.83	0.15
12:51:16	64.07	6.05	33.71	63.30	6.59	26.82	0.16
12:51:18	64.07	6.05	33.72	63.23	6.58	26.83	0.16
12:51:20	64.05	6.05	33.73	63.19	6.57	26.84	0.17
12:51:22	64.08	6.05	33.73	63.10	6.56	26.84	0.14
12:51:24	64.05	6.05	33.71	63.19	6.57	26.82	0.15
12:51:26	64.04	6.05	33.73	62.99	6.55	26.84	0.14
12:51:28	63.99	6.05	33.70	63.19	6.57	26.82	0.16
12:51:30	63.97	6.05	33.71	63.14	6.57	26.82	0.15
12:51:32	63.95	6.05	33.72	63.20	6.58	26.83	0.15
12:51:34	63.95	6.04	33.72	63.16	6.57	26.83	0.16
12:51:36	63.66	6.05	33.73	63.10	6.56	26.84	0.15
12:51:38	62.45	6.20	33.70	63.16	6.55	26.79	0.15
12:51:40	61.75	6.26	33.68	63.30	6.56	26.76	0.15
12:51:42	61.03	6.27	33.69	63.32	6.55	26.76	0.15
12:51:44	60.53	6.39	33.63	63.35	6.54	26.70	0.16
12:51:46	59.95	6.47	33.71	63.47	6.54	26.75	0.14
12:51:48	59.5	6.49	33.69	63.73	6.56	26.73	0.14
12:51:50	58.83	6.50	33.69	64.10	6.60	26.72	0.13
12:51:52	58.25	6.52	33.71	64.44	6.63	26.73	0.14
12:51:54	57.55	6.54	33.68	64.73	6.66	26.71	0.13
12:51:56	57.57	6.55	33.68	65.15	6.70	26.71	0.15
12:51:58	56.78	6.59	33.70	65.35	6.72	26.71	0.13
12:52:00	56.08	6.62	33.70	65.44	6.72	26.70	0.12
12:52:02	55.36	6.63	33.69	65.58	6.73	26.69	0.14
12:52:04	54.69	6.64	33.70	65.63	6.74	26.70	0.15
12:52:06	54.15	6.63	33.70	65.48	6.72	26.69	0.14
12:52:08	53.31	6.65	33.69	65.28	6.70	26.68	0.14
12:52:10	52.63	6.74	33.68	65.28	6.69	26.66	0.16
12:52:12	51.79	6.80	33.68	65.11	6.66	26.65	0.15
12:52:14	51.26	6.86	33.68	65.09	6.65	26.63	0.15
12:52:16	50.56	7.02	33.67	65.04	6.62	26.60	0.15
12:52:18	49.82	7.31	33.71	65.35	6.60	26.59	0.14
12:52:20	49.24	7.46	33.73	65.95	6.64	26.58	0.13
12:52:22	48.34	7.50	33.70	66.61	6.70	26.55	0.13
12:52:24	47.66	7.77	33.57	67.31	6.74	26.40	0.13

12:52:26	47.05	8.34	33.76	68.20	6.73	26.46	0.12
12:52:28	46.21	8.67	33.73	70.20	6.88	26.38	0.12
12:52:30	45.38	8.86	33.62	72.74	7.10	26.27	0.12
12:52:32	44.73	9.09	33.64	74.80	7.27	26.25	0.11
12:52:34	44	9.24	33.67	76.68	7.42	26.24	0.13
12:52:36	43.4	9.30	33.64	78.13	7.55	26.20	0.13
12:52:38	42.66	9.60	33.53	79.05	7.60	26.07	0.12
12:52:40	41.98	10.06	33.64	80.11	7.62	26.07	0.12
12:52:42	41.37	10.23	33.54	82.54	7.83	25.96	0.14
12:52:44	40.81	10.35	33.54	84.22	7.97	25.93	0.14
12:52:46	39.94	10.41	33.55	86.02	8.12	25.93	0.14
12:52:48	39.41	10.44	33.53	87.71	8.28	25.91	0.14
12:52:50	38.99	10.45	33.53	88.86	8.39	25.91	0.15
12:52:52	38.11	10.46	33.54	89.25	8.42	25.91	0.16
12:52:54	37.51	10.55	33.48	89.44	8.43	25.84	0.14
12:52:56	36.98	10.86	33.50	89.78	8.40	25.80	0.15
12:52:58	36.35	11.08	33.47	89.99	8.38	25.73	0.19
12:53:00	35.55	11.27	33.47	90.70	8.42	25.70	0.20
12:53:02	34.82	11.36	33.45	91.36	8.46	25.66	0.22
12:53:04	34.42	11.39	33.45	92.56	8.57	25.65	0.23
12:53:06	33.64	11.39	33.44	93.00	8.61	25.64	0.23
12:53:08	32.87	11.40	33.43	93.25	8.63	25.63	0.23
12:53:10	32.29	11.41	33.43	93.53	8.65	25.62	0.24
12:53:12	31.67	11.44	33.43	93.47	8.64	25.61	0.24
12:53:14	30.84	11.45	33.39	93.61	8.66	25.58	0.23
12:53:16	30.17	11.45	33.39	93.64	8.66	25.58	0.24
12:53:18	29.54	11.51	33.31	93.42	8.63	25.50	0.27
12:53:20	29	11.60	33.32	93.34	8.61	25.49	0.29
12:53:22	28.16	11.68	33.32	93.82	8.64	25.47	0.31
12:53:24	27.52	11.70	33.31	94.01	8.65	25.45	0.36
12:53:26	26.76	11.72	33.28	94.25	8.67	25.42	0.39
12:53:28	26.21	11.75	33.26	94.27	8.67	25.40	0.43
12:53:30	25.49	11.77	33.24	94.18	8.66	25.38	0.55
12:53:32	24.89	11.77	33.22	94.18	8.66	25.36	0.51
12:53:34	24.36	11.78	33.23	94.41	8.68	25.37	0.57
12:53:36	23.4	11.79	33.20	94.39	8.68	25.34	0.66
12:53:38	22.86	11.80	33.20	94.39	8.67	25.33	0.68
12:53:40	22.19	11.81	33.17	94.42	8.68	25.31	0.75
12:53:42	21.56	11.81	33.17	94.51	8.68	25.30	0.81
12:53:44	20.71	11.82	33.14	94.59	8.69	25.28	0.79
12:53:46	20.22	11.82	33.14	94.54	8.69	25.27	0.82
12:53:48	19.42	11.86	33.13	94.66	8.69	25.25	0.80
12:53:50	18.89	11.88	32.80	94.69	8.71	24.99	0.96
12:53:52	18.22	11.87	32.46	95.27	8.78	24.72	1.18
12:53:54	17.46	11.87	32.45	96.91	8.94	24.71	1.39
12:53:56	16.78	11.87	32.45	98.40	9.07	24.71	1.43
12:53:58	16.21	11.86	32.43	99.12	9.14	24.70	1.33
12:54:00	15.52	11.87	32.44	99.47	9.17	24.69	1.47
12:54:02	14.81	11.87	32.42	99.64	9.19	24.68	1.35
12:54:04	14.16	11.87	32.43	99.82	9.20	24.68	1.21
12:54:06	13.5	11.87	32.43	100.03	9.22	24.68	1.34

12:54:08	12.76	11.87	32.43	100.06	9.23	24.67	1.35
12:54:10	12.15	11.87	32.44	100.05	9.22	24.68	1.25
12:54:12	11.49	11.87	32.43	100.14	9.23	24.67	1.33
12:54:14	10.82	11.87	32.42	100.17	9.24	24.66	1.33
12:54:16	10.18	11.87	32.44	100.15	9.23	24.67	1.21
12:54:18	9.44	11.88	32.43	100.25	9.24	24.66	1.30
12:54:20	8.76	11.88	32.44	100.21	9.24	24.67	1.35
12:54:22	8.15	11.87	32.42	100.20	9.24	24.65	1.31
12:54:24	7.43	11.87	32.43	100.17	9.24	24.66	1.30
12:54:26	6.84	11.87	32.42	100.15	9.24	24.65	1.27
12:54:28	6.04	11.87	32.43	100.21	9.24	24.65	1.19
12:54:30	5.33	11.87	32.42	100.23	9.24	24.64	1.33
12:54:32	4.73	11.87	32.42	100.18	9.24	24.64	1.26
12:54:34	4.12	11.86	32.43	100.22	9.24	24.64	1.30
12:54:36	3.59	11.86	32.41	100.20	9.24	24.62	1.15
12:54:38	3.09	11.87	32.42	100.22	9.24	24.62	1.33
12:54:40	2.58	11.87	32.41	100.21	9.24	24.62	1.15
12:54:42	1.95	11.87	32.41	100.17	9.24	24.61	1.20
12:54:44	1.25	11.87	32.41	100.21	9.24	24.61	1.31
12:54:46	0.66	11.87	32.42	100.25	9.24	24.61	1.13
12:54:48	0.65	11.87	32.42	100.28	9.25	24.61	1.05
12:54:50	0.7	11.87	32.42	100.21	9.24	24.61	1.10
12:54:52	0.69	11.87	32.43	100.21	9.24	24.62	1.03
12:54:54	0.71	11.87	32.44	100.19	9.24	24.63	1.14
12:54:56	0.73	11.87	32.42	100.22	9.24	24.62	1.20
12:54:58	0.67	11.87	32.42	100.19	9.24	24.61	1.03
12:55:00	0.67	11.87	32.42	100.24	9.24	24.62	1.04

6.9 Bilder av prøver ved Grøttøy

C1V	
C1Ø	
C2	

C2alt	
C3	
C4	

C5	
Cref	