


**C-undersøkelse av smoltanlegget:  
Nusfjord**


**Lokalitets-ID: 11213**



**02.10.2022**

<b>Rapporttittel:</b>			
C-undersøkelse av smoltanlegget: Nusfjord		 Hamneveien 5, 9455 Engenes	
<b>Forfatter(e):</b> Rikke Gunnufsen, Helena K. Michelsen	<b>Rapport-ID:</b> SE22-CU-14-1	<b>Rapportdato/sted:</b> 02.02.2023/Harstad	<b>Antall sider:</b> 33 + Vedlegg
<b>Oppdragsgiver:</b> Nordlaks Smolt AS	<b>Kontaktperson:</b> Remi Mathisen	<b>Lokalitet:</b> Nusfjord	<b>Lokalitets-ID:</b> 11213
<b>Revisjonsnummer/grunnlag:</b> 1.00		<b>Avvik/merknad:</b> Ved stasjonene C2-3, REF-1, REF-2 og REF-3 var det vanskeligheter med å få opp godkjente prøver (volum < 5 cm). Disse stasjonene måtte derfor godkjennes med lite materiale.	
<b>Sammendrag:</b>			
<p>Formålet med undersøkelsen var å gjennomføre en overvåkning av miljøforholdene rundt nytt utslippspunkt for smoltanlegget Nusfjord i Nordland fylke. Undersøkelsene ved nytt utslippspunkt besto av hydrografimålinger, geologiske-, kjemiske- og faunaundersøkelser. Prøvetakingen ble utført for 3 stasjoner pluss en referansestasjon.</p> <p>Totalt sett viste C-undersøkelsen at området hvor det er planlagt nytt utslippspunkt har i dag en god tilstand, og vurderes å tåle omsøkt utslippsmengde. Overvåkning over tid vil gi grunnlag for vurdering av reell bæreevne.</p>			
<b>Godkjent av:</b> Tone Rasmussen	<b>Prosjektleder:</b> Tone Rasmussen	<b>Kvalitetskontroll:</b> Tone Rasmussen	

Leverandør	Aktivitet	Akkrediteringsnummer	Personell
Sea Eco AS	Prøvetaking	TEST 311	Tone Rasmussen
Nemko Norlab AS	Geologiske og kjemiske analyser	TEST 032	Johan Ahlin
Sea Eco AS	Grovsortering	TEST 311	Saria R. Ahmadi
Fishlab AS	Artsidentifisering	TEST 578	Kirsten Engell- Sørensen
Sea Eco AS	Utrekning, vurdering og fortolkning av faunaindeksler	TEST 311	Tone Rasmussen
Sea Eco AS	Vurderinger og fortolkninger	TEST 311	Tone Rasmussen



Sea Eco AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunn sediment, grovsortering, utregning av indekser og vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer TEST 311.

Informasjon om rapporten					
Sea Eco AS har gjennomført akkreditert prøvetaking for innhenting av prøvemateriale, grovsortering, utregning av indekser og fortolkninger. Måling av pH/Eh i felt og hydrografisk profil i vannsøylen er ikke akkrediterte, men regnes som støtteparameter ihht. kravene i NS9410. Nemko Norlab AS har foretatt akkrediterte geologiske og kjemiske analyser. Danmark fishlab AS har utført akkreditert artsidentifisering. Strømmålingene er utført i henhold til kravene gitt i NS9425, men er ikke akkrediterte målinger.					
Smoltanleggets navn:	Nusfjord	Dato for undersøkelse:	02.10.2022		
Kommune:	Flakstad	Kartkoordinater N:	68°01.591		
Fylke:	Nordland	Kartkoordinater Ø:	13°22.517		
MTB-tillatelse:	-	Driftssjef:	Remi Mathisen		
Oppdragsgiver:	Nordlaks Smolt AS				
Produksjonsstatus ved tidspunkt for C-undersøkelsen					
Undersøkelse i forkant av nytt utslippspunkt					
Delresultater fra C-undersøkelsen					
Ant. Grabbstasjoner	4 (12)	Ant. Grabbhugg:	40		
Type sediment:	Dominerende	Mindre dominerende	Øvrige		
	Grov sand og skjellsand	Grus	Meget fin sand		
Hovedresultater fra C-undersøkelsen					
Parameter	C1	C2	C3	REF	
Geo-kjemisk	pH	8,0	8,2	7,9	8,1
	E <sub>h</sub>	238	216	217	132
	TK	1	1	1	1
	TOM (%)	3,7	3,7	1,4	2,8
	TOC (mg/g)	1,4	3,2	2,7	2,0
	nTOC (mg/g)	19,22	20,79	19,26	19,98
	TOT-N (mg/kg)	630	610	520	320
	C/N-forholdet	2,22	5,25	5,19	6,25
	TOT-P (mg/kg)	330	440	840	350
	Zn (mg/kg)	7,7	4,8	13	6,9
	Cu (mg/kg)	2,3	11,0	3,4	1,7
Tørrstoff (TS %)	79	53	71	55	
Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l			85,12-93,59	
	%			5,55-5,95	
	TK*			1	
Fauna	Antall arter	23	20	11,5	15
	Antall ind.	104	45,5	24	32,5
	NQI1		0,70	0,65	0,72
	H'		3,64	3,21	3,40
	ES <sub>100</sub>		17,51	10,26	13,08
	ISI <sub>2012</sub>		8,67	7,89	10,40
	NSI		23,00	22,32	25,96
	nEQR		0,738	0,615	0,751
ØT**		II	II	II	
NS 9410:2016	MT***	1			
	Undersøkelses-frekvens	Hver tredje produksjonssyklus			

\*Tilstandsklasse

\*\* Økologisk tilstand

\*\*\* Miljøtilstand

NB: For fargekoder se «Om undersøkelsen».

# INNHOILDSFORTEGNEISE

---

OM UNDERSØKELSEN.....	5
C-undersøkelse .....	5
UNDERSØKELSEOMRÅDET.....	6
Smoltanlegget .....	6
Historisk utvikling.....	8
Bunntopografi .....	9
Strømforhold.....	10
Stasjonsplassering .....	12
RESULTATER OG DISKUSJON .....	14
Geokjemiske analyser .....	14
Sedimentets kornfordeling.....	14
Kjemiske analyser .....	15
Elektrokjemiske parametere.....	15
Kvantitative bunndyrsanalyser .....	16
Hydrografi.....	27
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....	30
UTSTYRSLISTE .....	31
REFERANSER .....	32
COPYRIGHT OG ANSVARSRETT .....	33
VEDLEGG A FELTSKJEMA	
VEDLEGG B BILDER AV PRØVENE	
VEDLEGG C METODE OG KLASSIFISERING	
VEDLEGG D GEOKJEMISK ANALYSE	
VEDLEGG E ARTSIDENTIFISERING (ARTSLISTE)	
VEDLEGG F RÅDATA CTD	

# OM UNDERSØKELSEN

## C-undersøkelse

### NS9410:2016

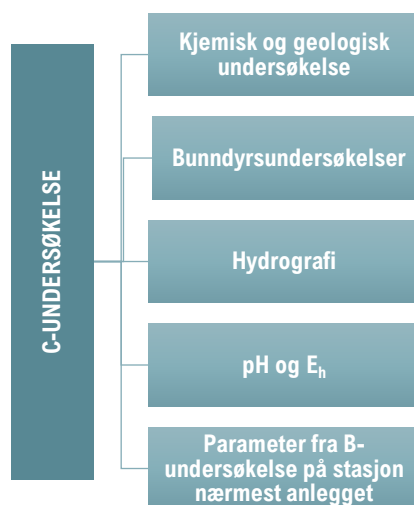
Danner grunnlaget for Fiskeridirektoratets krav om miljødokumentasjon for oppdrettskonsesjoner. Standarden beskriver metodikk for risikobasert miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg, ved trendundersøkelser (B- og C-undersøkelse). B-undersøkelse er en overvåking av bunnforholdene under og nær anlegget, mens C-undersøkelsen overvåker bunnforholdene i overgangssonen, området utenfor anleggs-sonen, for å sikre at påvirkningen holder seg innenfor fastsatte grenseverdier.

Norsk standard NS9410 danner grunnlaget for Fiskeridirektoratets krav om miljødokumentasjon for oppdrettskonsesjoner. Standarden brukes for å overvåke miljøpåvirkningene fra oppdrettsanlegg i forhold til den biologiske bæreevnen i området. Overvåkningsprogrammet er hjemlet i forskrift for drift av akvakulturanlegg. Området under og rundt et oppdrettsanlegg påvirkes i ulik grad av utslippene fra anlegget. Påvirkningen på bunnen er vanligvis størst under og tett på anleggene, og avtar vanligvis med økende avstand. Området omkring oppdrettsanlegget deles derfor inn i soner. Sonene overvåkes av ulike undersøkelser og det brukes ulike metoder og grenseverdier for å vurdere påvirkningen.

C-undersøkelsen er en risikobasert, omfattende trendovervåking i overgangssonen og gir en totalvurdering av belastningen i hele anleggets influensområde f.eks. i et fjordsystem. I undersøkelsen inngår geologiske og kjemiske undersøkelser, samt bunndyrsundersøkelser (Figur 1). I tillegg måles surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ). Desto mer påvirkning desto hyppigere undersøkelsesfrekvens.

Fra hver av stasjonene tas det tre prøver. To av prøvene blir brukt til bunndyrsundersøkelse, og én til geologiske og kjemiske analyser (NS-EN ISO 16665).

Se Vedlegg for mer informasjon om metode og klassifisering for C-undersøkelse.



Figur 1 Oversikt over undersøkte parameter i C-undersøkelse.

# UNDERSØKELSE SOMRÅDET

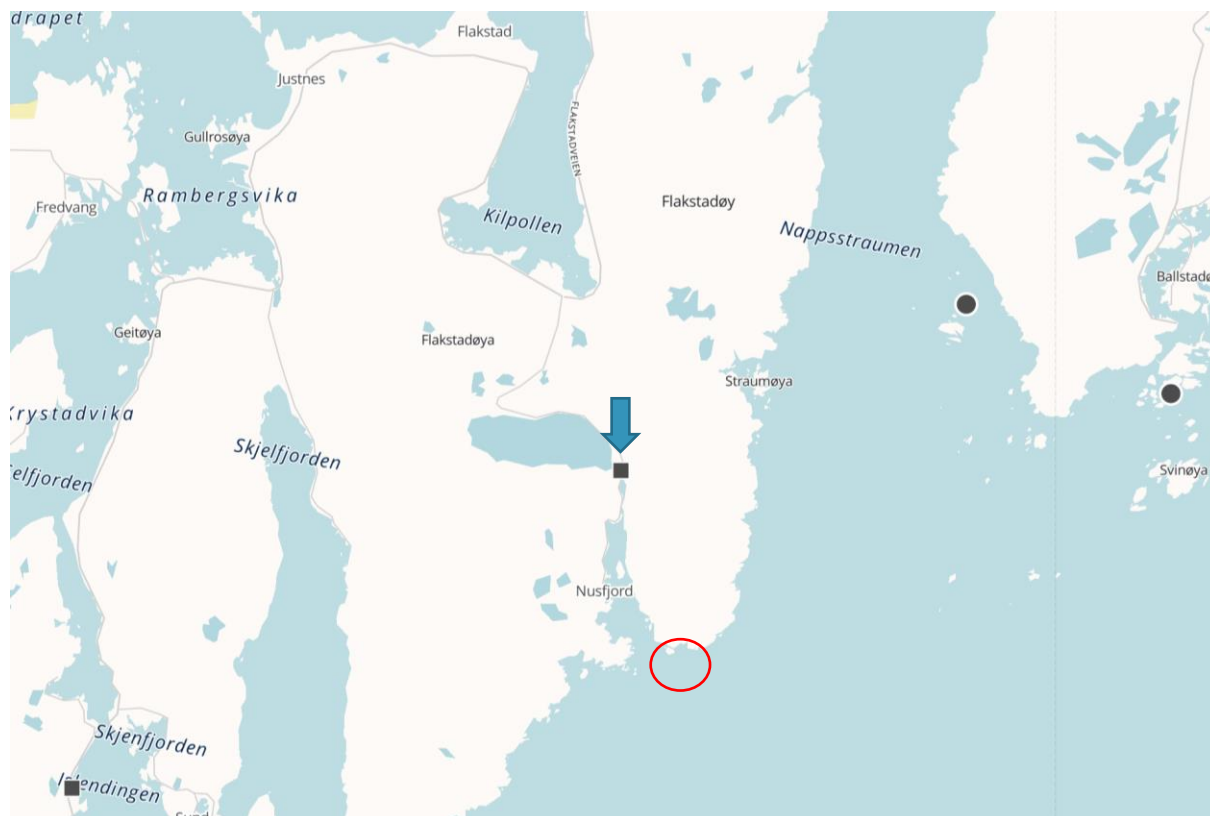
## Smoltanlegget

Smoltanlegget Nusfjord (68°03.000 N/ 13°21.220 Ø) ligger innerst i Nusfjorden i Flakstad kommune (Figur 2). Bakgrunnen for undersøkelsen er å gjennomføre en overvåkning av miljøforholdene i området hvor det er planlagt nytt utslippspunkt for smoltanlegget (rød sirkel i Figur 2).

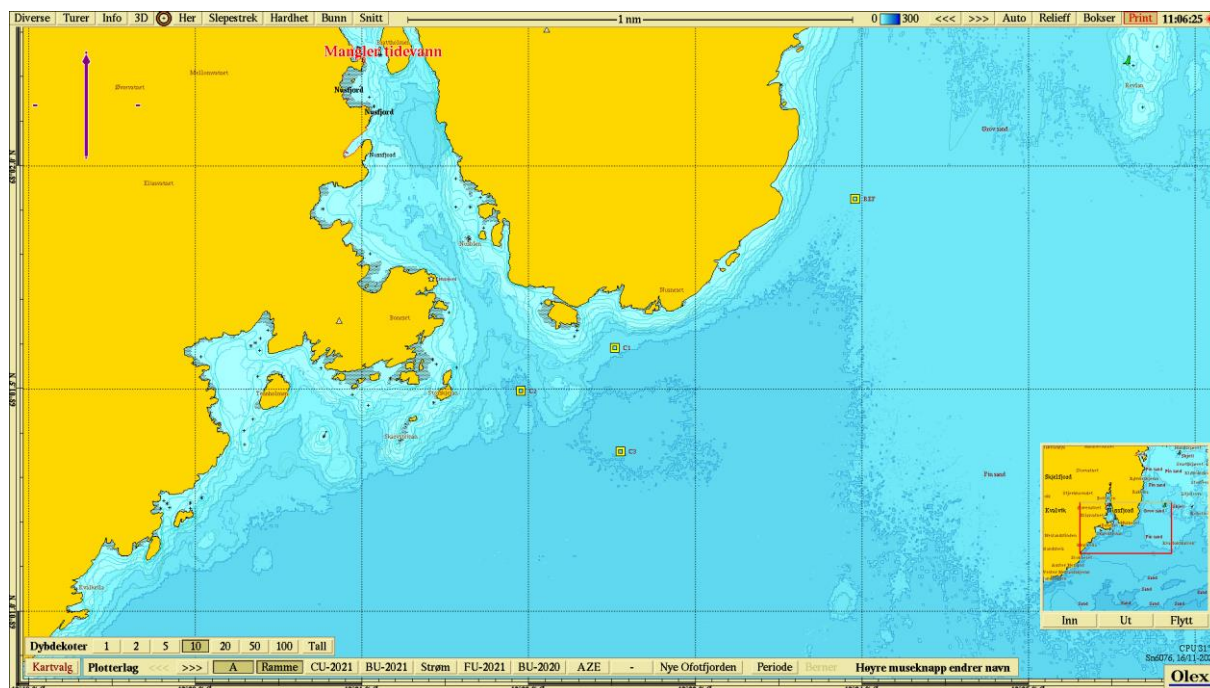
Tabell 1 viser informasjon fra vann-nett.

**Tabell 1** Informasjon fra Vann-Nett (Vann-Nett.no, 2022).

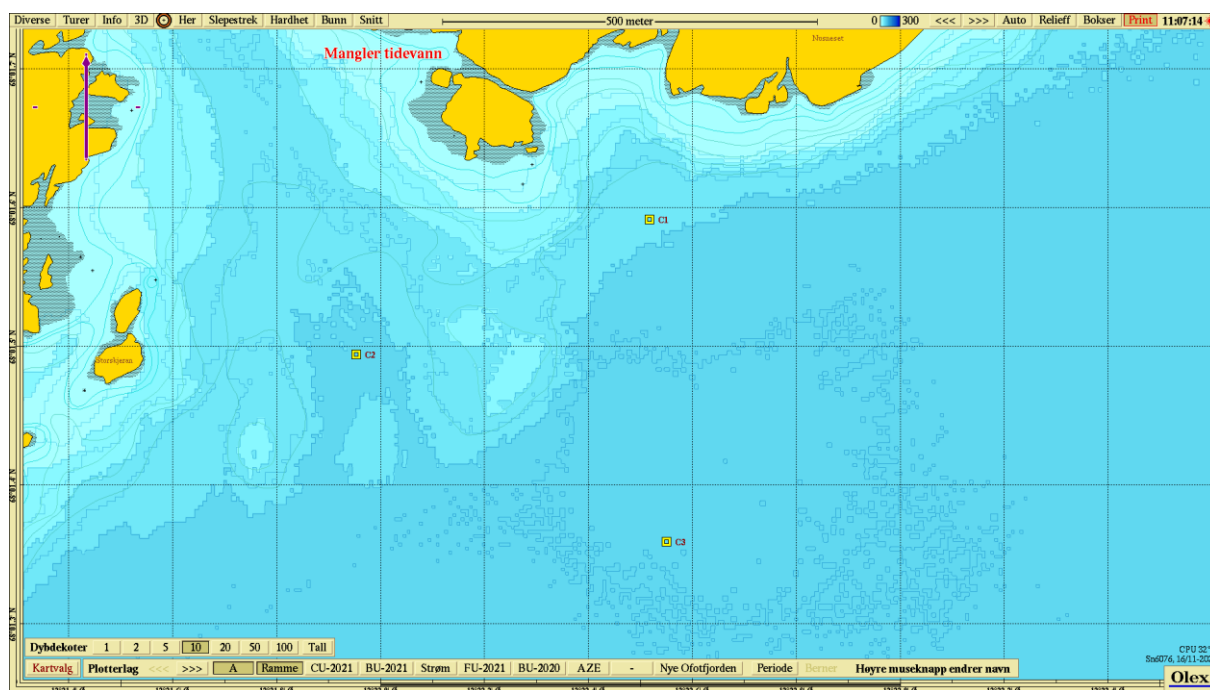
Informasjon fra Vann-Nett		
Vannforekomst-ID	Økoregion	Vanntype
0363000030-12-C	Norskehavet Nord	Åpen eksponert kyst



**Figur 2** Kart over plasseringen av smoltanlegget Nusfjord i Flakstad kommune (Barentswatch.no, 2022). Blå pil indikerer plassering av Nusfjord smoltanlegg og rød sirkel er planlagt nytt utslippspunkt og prøvetakningsområde.



Figur 3 Sjøkart som dekker minst 1,5 km rundt anlegget med angivelse av prøvepunkter. Gule firkanter viser prøvestasjoner (C1-C3, REF) for C-undersøkelsen.



Figur 4 Anleggets plassering. Gule firkanter viser prøvestasjoner (C1-C3) for C-undersøkelsen.

## Historisk utvikling

For å vurdere miljøbelastningen fra produksjonen over tid er det viktig å ha historiske data for belastningen fra smoltanlegget. Tidligere undersøkelser for utslippspunkt fra smoltanlegget er presentert i Tabell 2. Det er kun siste B-undersøkelse (utført 15.10.2021) som er prøvetatt i samme område som nåværende C-undersøkelse.

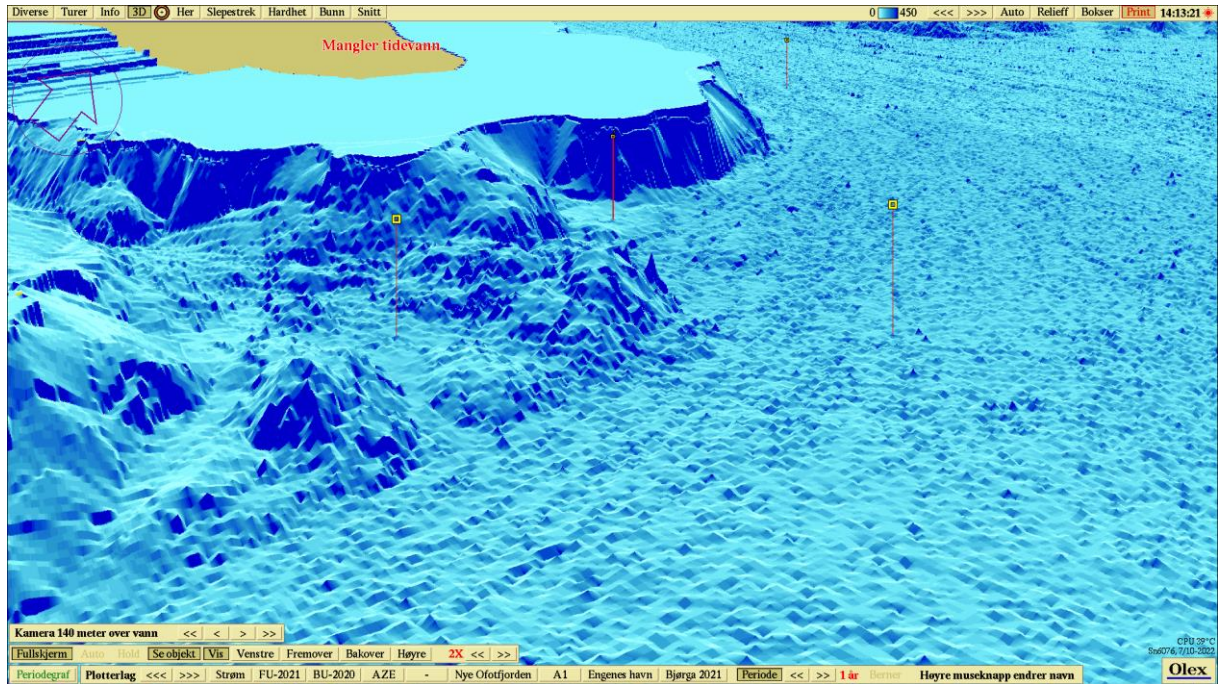
**Tabell 2** Oversikt over undersøkelser ved utslippspunkt for smoltanlegget Nusfjord. Informasjon oppgitt av kunde.

NS9410 - undersøkelser			
Dato	Type:	Tilstand:	Ansvarlig:
30.04.2020	B-undersøkelse	-	STIM Miljø
10.12.2020	C-undersøkelse	1	STIM Miljø
15.10.2021	B-undersøkelse	1	STIM Miljø

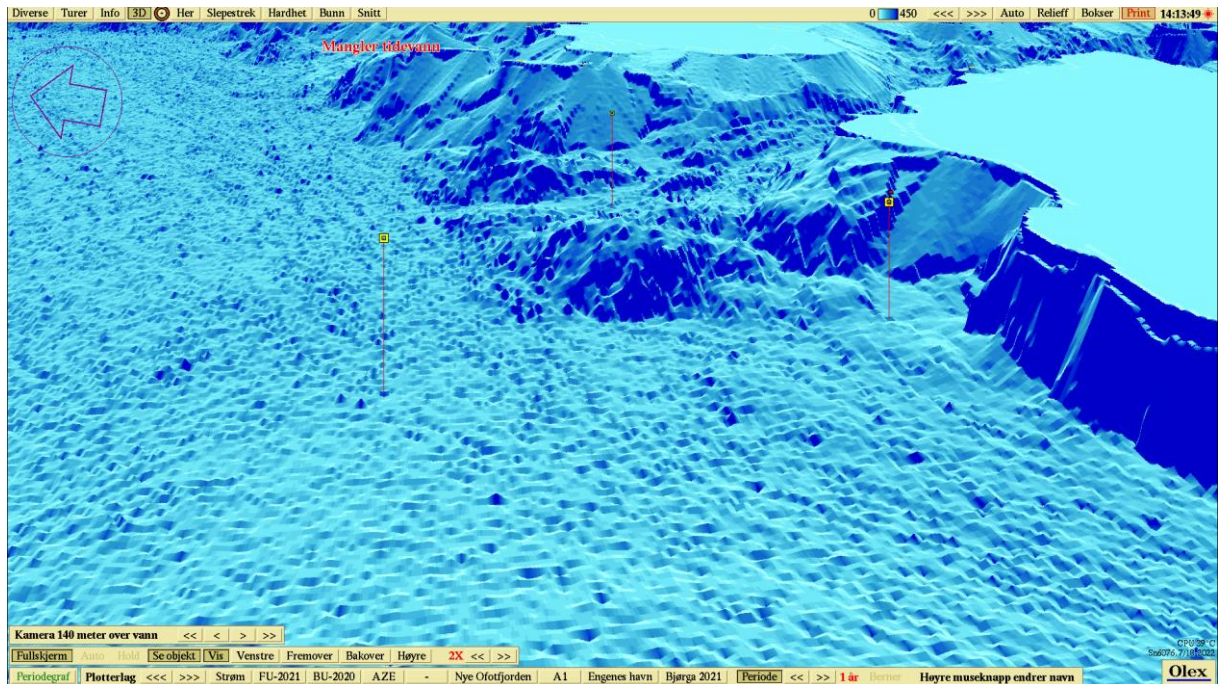


## Bunntopografi

Figur 5 og 6 viser anleggets plassering i forhold til bunntopografien og bunnhardhet. Utslipppet er planlagt på en meget svak helning fra land (Figur 5 og Figur 6). Dybden i undersøkelsesområdet varierer fra ca. 34 meter i de grunneste områdene til ca. 73 meter i de dypeste områdene. Bunnsedimentet i området består hovedsakelig av grus, grov sand og skjellsand, samt noe medium sand.



Figur 5 Bunntopografi ved nytt utslippspunkt i 3D med angivelse av prøvestasjoner. Kartet er orientert i nordøstlig retning.



Figur 6 Bunntopografien ved nytt utslippspunkt i 3D med angivelse av prøvestasjoner. Kartet er orientert i vestlig retning.

## Strømforhold

Strømmålingene benyttet i denne undersøkelsen er utført av STIM AS i 2021 (15.09.2021-15.10.2021). Det ble benyttet en Aquadopp profilmåler og to Aquadopp punktmålere.

Strømmålerigg ble plassert ved posisjon 68°01.591N/13°22.518Ø. Strømmålerne ble plassert på 5, 15, 52 og 57 meters dyp og målte i en måned.

Se Tabell 3 for nøkkeltall for resultater fra strømmålingene ved nytt utslippspunkt. Se Figur 7 og Figur 8 for kart med strømrose for spredningsstrøm.

Overflatestrømmen (5 m) hadde en gjennomsnittshastighet på 7 cm/s og en maksimal strømhastighet på 33 cm/s. Dominerende strømretning var mot sørvest. Målingene for vannutskiftningsstrømmen (15 m) viste en gjennomsnittshastighet på 6 cm/s og en maksimal strømhastighet på 30 cm/s. Dominerende strømretning var mot sørvest.

Ved 52 meters dyp (spredningsstrøm) var gjennomsnittstrømmen på 5 cm/s og maksimal strømhastighet var 20 cm/s. Hovedstrømretning og massetransport av vann for spredningsstrømmen var mot sørvest. Bunnstrømmen (56 m) hadde dominerende strømretning mot vest. Gjennomsnittshastighet på bunnstrømmen var 5 cm/s og maksimal strømhastighet ble målt til 28 cm/s.

Neumann-konstanten beskrives stabiliteten på retningen til strømmen. For spredningsstrømmen var konstanten 0,12. Det vil si at vannet strømmer i en retning 12 % av tiden ved 52 meters dybde.

Gjennomsnittlig spredningsstrøm (5 cm/s) er klassifisert til **liten eksponering (A)** iht. NS 9415.

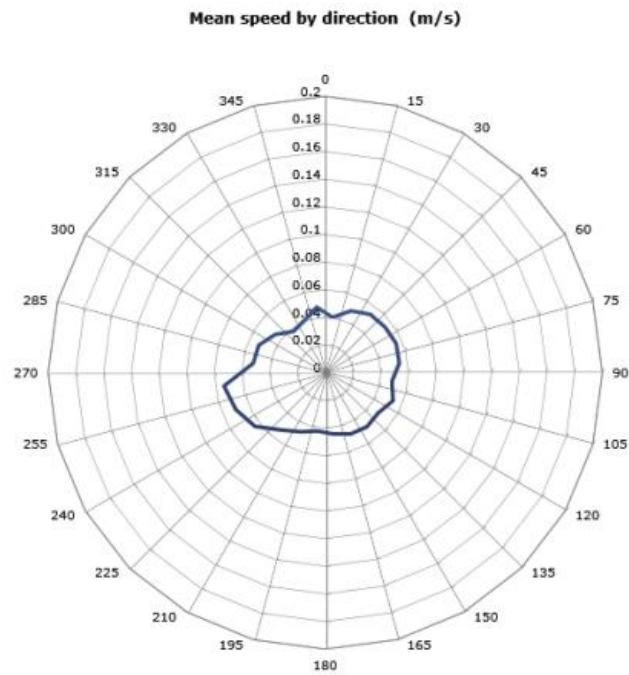
Nullstrøm (målinger mindre enn 1 cm/s) var på 3,09 % på spredningsdybden.

**Tabell 3** Nøkkeltall for resultater fra strømmåling (STIM AS, 2021).

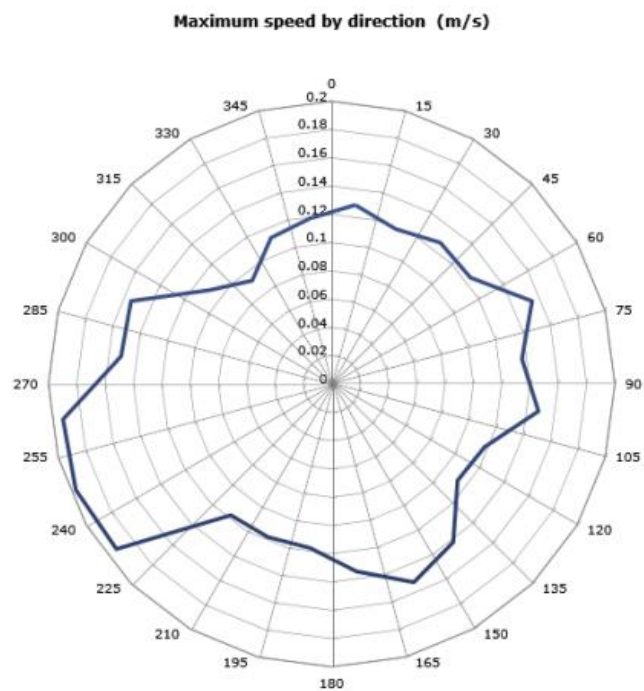
Resultat – Nøkkeltall				
Strømtype	Overflate	Vannutskiftning	Spredning	Bunn
Måledybde (m)	5	15	52	56
Posisjon	68°01.591N 13°22.518Ø			
Instrumenttype	Aquadopp profilmåler		Aquadopp punktmåler	
Middelstrøm (cm/s)/(m/s)	7/0,07	6/0,06	5/0,05	5/0,05
Maksimal strøm (cm/s)/(m/s)	33/0,33	30/0,30	20/0,20	28/0,28
Nullstrøm (% av målinger < 1 cm/s)	2,36	1,99	3,09	2,84
Standardavvik (cm/s)	3	4	3	3
Neumans parameter	0,08	0,08	0,12	0,05

Tilstandsklasser for vurdering av strømdata. Tabellen fra NS 9415 tabell A2, tillegg A s. 72		
Strømklasser	Strømhastighet [m/s]	Betegnelse
A	0,0 – 0,3	Liten eksponering
B	0,3 – 0,5	Moderat eksponering
C	0,5 – 1,0	Stor eksponering
D	1,0 – 1,5	Høy eksponering
E	> 1,5	Svær eksponering



Figur 7 Strømrose av gjennomsnittlig spredningsstrøm (STIM AS, 2021).



Figur 8 Strømrose av maksimal spredningsstrøm ved (STIM AS, 2021).

## Stasjonsplassering

Prøvepunktene ble plassert ut fra tilgjengelige opplysninger om strøm og topografi, samt iht. vanlig praksis, for å dekke et mest mulig representativt område.

Stasjonene for prøvetakning ble lagt i området rundt den planlagte plasseringen av nytt utslippspunkt for å dekke området med risiko for spredning. I denne C-undersøkelsen ble det utført undersøkelser fra 3 stasjoner pluss en referansestasjon.

Stasjon C1 er plassert hvor det er planlagt nytt utslippspunkt fra Nusfjord smoltanlegg.

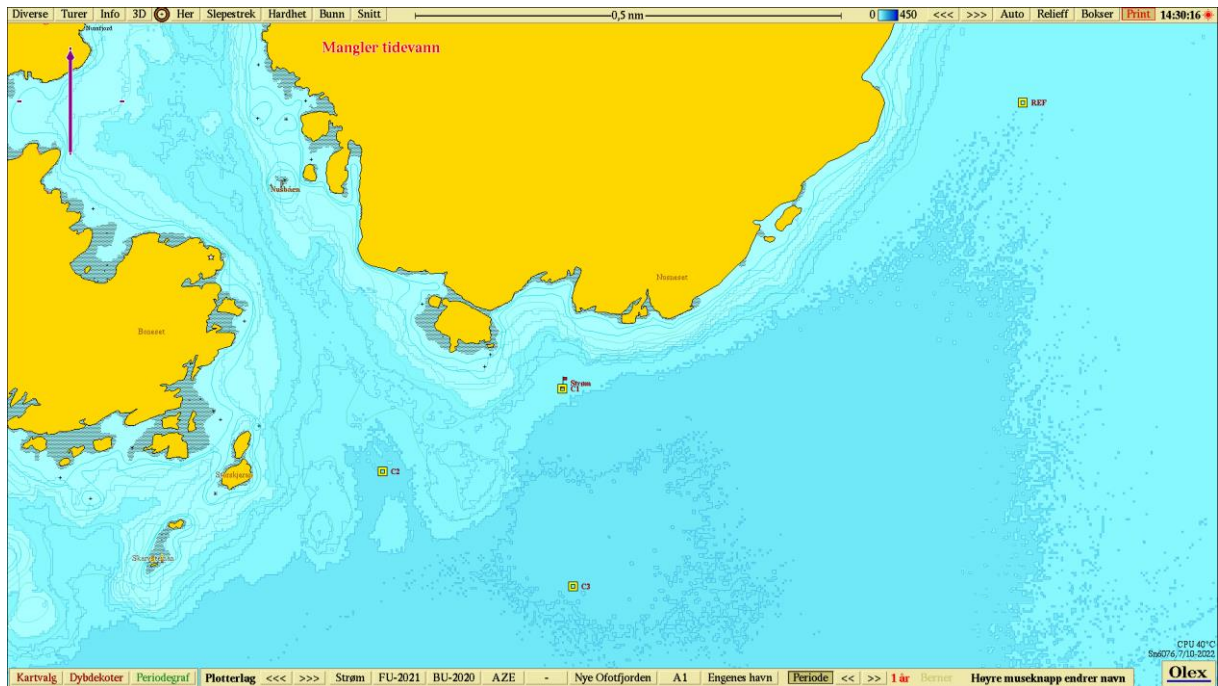
Stasjon C2 måtte plasseres lengre vest en planlagt grunnet store vanskeligheter med å få opp godkjente prøver i området. Dermed ble stasjon C2 plassert 429 meter fra utslippspunktet, hvor det er en liten terskel med en gjennomsnittlig dybde på ca. 40 m mellom den nye (58 m dyp) og planlagte (58 m dyp) plasseringen. Terskelen vil ikke hindre sedimentering, fordi utslippet vil være i vannmasser med salinitet og temperatur som vil spre seg i de øvre vannmasser grunnere enn terskeldybden. Stasjonen plassert i dominerende strømretning for spredningsstrøm (vest-sørvestlig retning) hvor det kan forventes belastning av organisk sedimentering og stasjonen anses derfor som relevant for overvåkning av påvirkning av utslippet.

Stasjon C3 er plassert i dypområdet, 430 meter fra utslippspunktet, hvor det kan forventes akkumulering av organisk materiale.

Se Tabell 4 for stasjonsopplysninger og Figur 9 for kart med prøvepunkter.

**Tabell 4** Stasjonsopplysninger for C-undersøkelse ved nytt utslippspunkt for smoltanlegget. BIO=Kvantitativ bunndyrsanalyse, GEO=Kornfordeling, KJEMI=Kjemiske analyser av TOC, TOM, Tot-P, TN, Zn og Cu, SEN=sensoriske undersøkelse, pH/E<sub>n</sub>=Surhetsgrad og redokspotensialet, CTD=Hydrografisk måling av salinitet, temperatur og oksygen.

	Stasjon	Dato	Posisjon		Avstand fra utslippspunkt (m)	Dybde (m)	Grabbhugg	Volum (cm)	Analyser
Anleggs- sone	C1	02.10.2022	68°01.591	N	0	57	1	12	GEO, KJEMI, pH/Eh, B-undersøkelsesparameter
			13°22.517	Ø			2	17	BIO, pH/Eh,
							3	10	BIO, pH/Eh,
Ytre sone og overgangssone	C2	02.10.2022	68°01.494	N	429	58	1	7	GEO, KJEMI, pH/Eh
			13°21.953	Ø			2	6	BIO, pH/Eh
							3	4	BIO, pH/Eh
	C3	02.10.2022	68°01.359	N	430	72	1	7	GEO, KJEMI, pH/Eh
			13°22.550	Ø			2	7	BIO, pH/Eh
							3	5	BIO, pH/Eh
CTD									
Refe- ranse	REF	02.10.2022	68°01.926	N	1176	57	1	3	GEO, KJEMI, pH/Eh
			13°23.960	Ø			2	3	BIO, pH/Eh
							3	3	BIO, pH/Eh



**Figur 9** Stasjoner for prøvetaking. Gule firkanter (C1-C3, REF) indikerer stasjoner for C-undersøkelse og rødt flagg viser plassering av strømmåler.

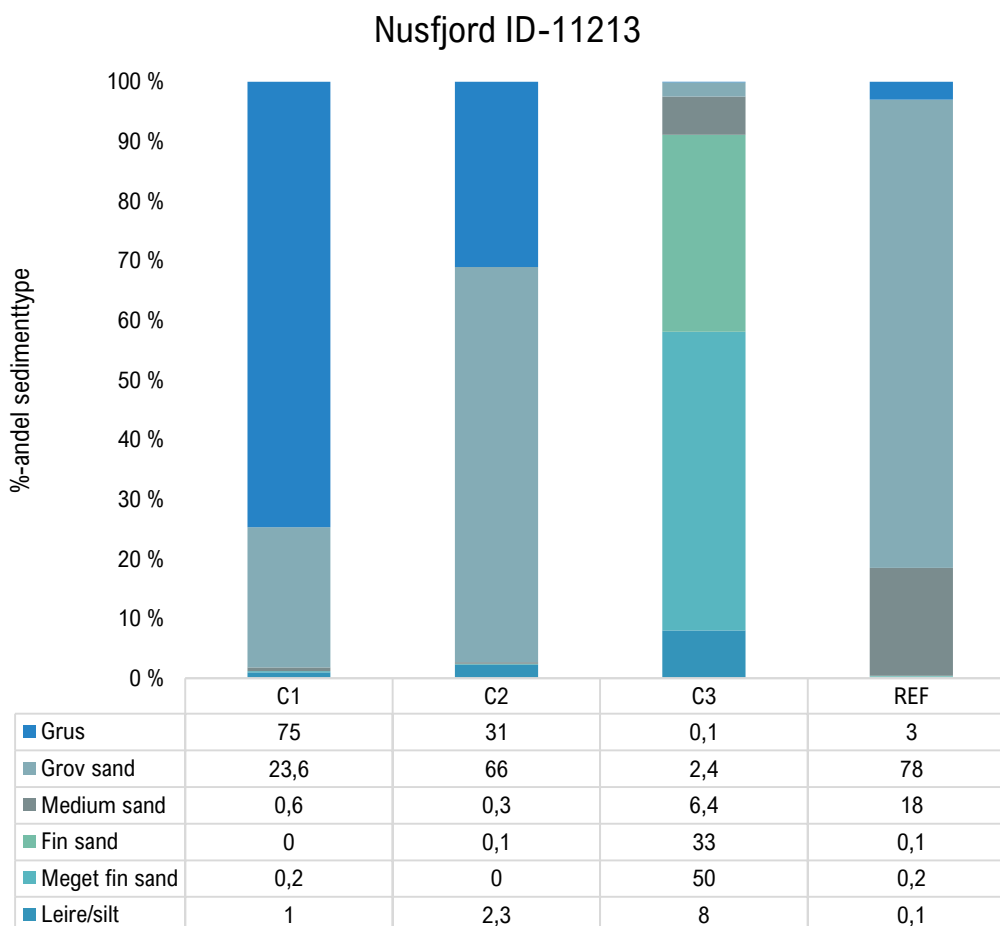
# RESULTATER OG DISKUSJON

## Geokjemiske analyser

Se Vedlegg B for bilder av sedimentprøvene. Se Vedlegg D for fullstendige rapport for geokjemisk analyse levert av Nemko Norlab AS (2022).

### SEDIMENTETS KORNFORDELING

Resultater fra partikkelfordeling er presentert i Figur 10. Ved alle stasjoner er det høy andel grove sedimenter, med unntak av stasjon C3 som har finere sedimenter. Stasjon C3, som også ligger lengst vekk fra land og i et dypområde, består hovedsakelig av meget fin sand (50 %) og fin sand (33 %). Resterende stasjoner består nesten utelukkende av grus og/eller grov sand. De høye andelene med grus og grov sand kommer nok av store mengder med skjellsand sett under felt. Stasjon C1 og C2 har en høy andel grus (hhv. 75 % og 31 %) og grov sand (hhv. 23,6 % og 66 %), og referansestasjonen har høyest andel grov sand (78 %) med noe medium sand (18 %).



**Figur 10** Kornfordeling i prosent for de ulike stasjonene ved smoltanlegget Nusfjord.

## KJEMISKE ANALYSER

Alle stasjoner har verdier for glødetap (TOM) som ligger innenfor normale verdier i norske fjorder (<10% glødetap).

Totalt nitrogen varierer fra 320 til 630 mg/kg, og total fosfor varierer mellom 330 og 840 mg/kg.

nTOC har noe forhøyet verdi ved stasjon C2, og får **god tilstandsklasse (II)**. Resterende stasjoner har lave nTOC verdier som tilsvarer en **meget god tilstandsklasse (I)**.

C/N-forholdet (forholdstallet mellom karbon og nitrogen) til prøvene varierer mellom 2,22 til 6,25. Dette tyder på at der ikke er tilføring av ikke-marint materiale ved noen av stasjonene.

Alle stasjoner får **tilstand Bakgrunn (Klasse I)** for sink- og kobberkonsentrasjon.

Se Tabell 5 for oppsummering av resultater for geokjemiske analyser.

**Tabell 5** Oversikt over resultat for geokjemiske analyser for smoltanlegget Nusfjord (tilstandsklassifisering etter STF Veileder 97:03 og Veileder 02:2018).

Resultat for geokjemiske analyser					
	C1	C2	C3	REF	
TOM (%)	3,7	3,7	1,4	2,8	
TOC (mg/g)	1,4	3,2	2,7	2,0	
nTOC (mg/g)	19,22	20,79	19,26	19,98	
TOT-N (mg/kg)	630	610	520	320	
C/N-forholdet	2,22	5,25	5,19	6,25	
TOT P (mg/kg)	330	440	840	350	
Zn (mg/kg)	7,7	4,8	13	6,9	
Cu (mg/kg)	2,3	11,0	3,4	1,7	
Tørrstoff (TS %)	79	53	71	55	
<b>nTOC</b>	I-Meget god	II – God	III – Meget god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
<b>Sink</b>	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
<b>Kobber</b>	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V

## ELEKTROKJEMISKE PARAMETERE

Det ble foretatt elektrokjemiske målinger ved alle stasjoner. Indeksen for målingene var 0 som gir **meget god tilstand (1)**. Stasjon C1 får **meget god tilstand (1)**. Se Tabell 6.

**Tabell 6** Gjennomsnitt av elektrokjemiske målinger med tilstandsklasse ved stasjon C1.

C1	
pH	8,0
E <sub>h</sub>	238
TK	1

## Kvantitative bunndyrsanalyser

Se Vedlegg C for metode og klassifisering. Feltarbeid og grovsortering utført av Sea Eco AS. Artidentifisering er utført av Danmark fishlab AS. Se Vedlegg E for artsliste fra artsidentifisering. Utregning av indekser og vurderinger og fortolkninger utført av Sea Eco AS.

Nærstasjonen (anleggssone) ble klassifisert som **meget god miljøtilstand (1)** iht. NS 9410:2016 basert på antall individer og artssammensetning. De andre stasjonene fikk alle **god tilstand (II)**.

Se Tabell 7 for hovedresultat fra den kvantitative bunndyrsanalysen.

**Tabell 7** Hovedresultat fra kvantitativ bunndyrsanalyse. Antall arter og individer oppgitt per prøve (sum for stasjon C1 og gjennomsnitt for resterende stasjoner). Tilstandsklassifisering av stasjon C1 iht. NS 9410:2016. Tilstandsklassifisering av stasjon C2-C3 og REF iht. Veileder 02:2018.

	C1	C2	C3	REF
Antall arter	23	20	11,5	15
Antall individer	104	45,5	24	32,5
Miljøtilstand (NS 9410:2016)	1			
Økologisk tilstandsklasse (Veileder 02:2018)		II	II	II
I – Svært god	II – God	III - Moderat	IV - Dårlig	V – Svært dårlig



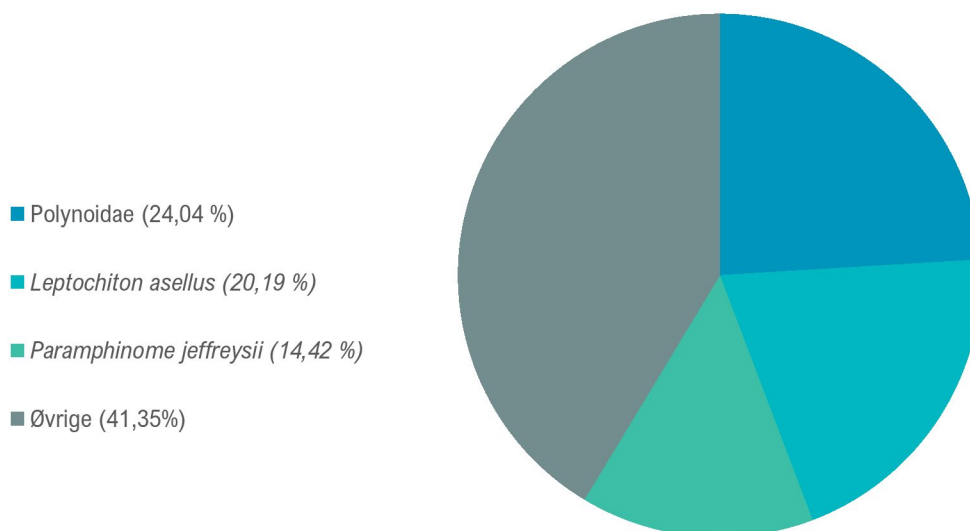
## STASJON C1 - ANLEGGSSONE

Ved stasjon C1 var det registret til sammen 104 individer fordelt på 23 arter. Se Tabell 8 for oversikt over de 12 mest tallrike artene på stasjonen. Stasjonen hadde fire forurensningssensitive arter blant de 12 mest tallrike artene der den nest dominerende arten skallusen *Leptochiton asellus* er sensitiv. Figur 11 viser fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved stasjonen. Børstemark innen familien Polynoidae (nøytral) dominerte på stasjonen etterfulgt av skallusa *Leptochiton asellus* (sensitiv) og børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (tolerant). Det er ingen tilstedeværelse av forurensningsindikerende arter blant de 12 mest tallrike artene.

**Tabell 8** De 12 mest tallrike artene for stasjon C1. Antall individer, prosent og økologisk gruppe med fargekoding (Rygg og Norling, 2013). n.a. = not available (ikke kjent).

C1	Ant.	%	ØG
Polynoidae	25	24,04	II
<i>Leptochiton asellus</i>	21	20,19	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	15	14,42	III
Cirratulidae	11	10,58	IV
<i>Cirratulus cirratus</i>	5	4,81	IV
<i>Pholoe</i> sp.	3	2,88	II
<i>Psamathe fusca</i>	3	2,88	I
<i>Amphiura filiformis</i>	2	1,92	III
<i>Eunice pennata</i>	2	1,92	I
<i>Phyllodoce maculata</i>	2	1,92	IV
<i>Prionospio</i> sp.	2	1,92	n.a.
<i>Spatangus purpureus</i>	2	1,92	I
<b>Totalt antall individer</b>	<b>104</b>		

Forurensningssensitiv (ØG 1)	Forurensningsnøytral (ØG 2)	Forurensningstolerant (ØG 3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (ØG 4)	Forurensningsindikerende (ØG 5)
------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--	---------------------------------



**Figur 11** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved stasjon C1.

I en C-undersøkelse ligger stasjon C1 nær oppdrettsanlegget og en vil derfor forvente relativt få arter med jevn individfordeling. Klassifisering av stasjonen gjøres på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen. Stasjonen blir klassifisert som **meget god miljøtilstand (1)** iht. NS 9410:2016 (Tabell 9).<sup>1</sup>

**Tabell 9** Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 iht. NS 9410:2016.

Stasjon	Antall arter	Dominerende art (%)	Miljøtilstand (NS 9410:2016)
C1	104	Polynoidae (24,04 %)	<b>1</b>
1 - Meget God	2 – God	3 - Dårlig	4 - Meget dårlig

<sup>1</sup> Se også Vedlegg C s. 4 for bakgrunnen for vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1.

## STASJON C2 – YTTERKANT AV OVERGANGSSONEN

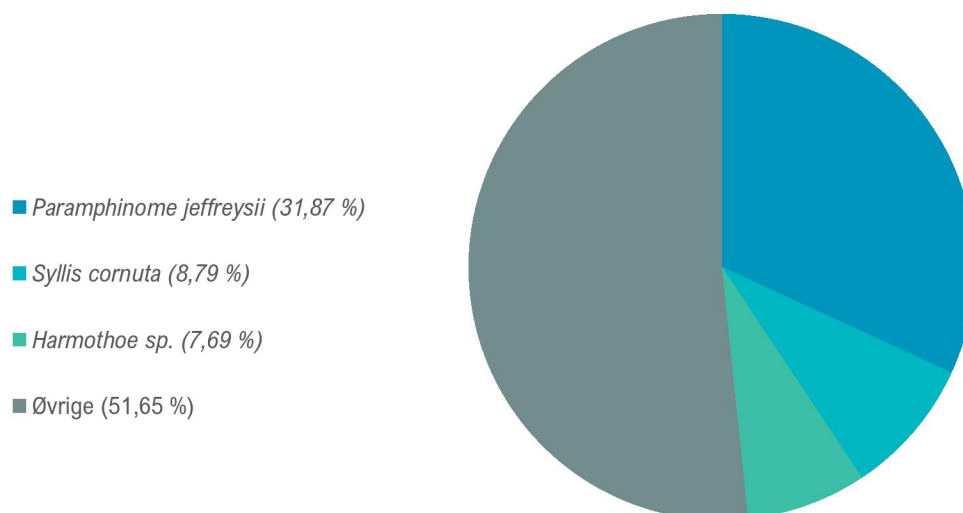
Ved stasjon C2 var det i snitt 45,5 individer fordelt på 20 arter. Se Tabell 10 for oversikt over de 12 mest tallrike artene ved stasjonen. Figur 12 viser at den forurensningstolerante mangebørstemarken *Paramphinome jeffreysii* er den mest tallrike på stasjonen med 31,87 %. Den tolerante børstemarken *Syllis cornuta* og den forurensningssensitive børstemark slekta *Harmothoe* sp. er også representert i figuren med henholdsvis 8,79 % og 7,69 % av individtallet. Det er tilstedeværelse av flere forurensningssensitive arter blant de 12 mest tallrike artene, og en forurensningsindikerende art (*Capitella capitata*).

Stasjonen er klassifisert til **god tilstand (II)** iht. Veileder 02:2018. Se Tabell 11 for alle indeksutregninger for stasjonen.

**Tabell 10** De 12 mest tallrike artene for stasjon C2. Antall individer, prosent og økologisk gruppe med fargekoding (Rygg og Norling, 2013). n.a. = not available (ikke kjent).

C2	Ant.	%	ØG
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	29	31,87	III
<i>Syllis cornuta</i>	8	8,79	III
<i>Harmothoe</i> sp.	7	7,69	I
<i>Heteromastus filiformis</i>	6	6,59	IV
<i>Pisone remota</i>	4	4,40	I
<i>Arenicola marina</i>	3	3,30	IV
<i>Capitella capitata</i>	3	3,30	V
<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	3	3,30	I
<i>Crenella decussata</i>	2	2,20	I
<i>Eteone longa</i>	2	2,20	n.a.
<i>Ophryotrocha</i> sp.	2	2,20	IV
Paraonidae	2	2,20	n.a.
<b>Totalt antall individer</b>	<b>91</b>		

Forurensningssensitiv (ØG 1)	Forurensningsnøytral (ØG 2)	Forurensningstolerant (ØG 3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (ØG 4)	Forurensningsindikerende (ØG 5)
------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--	---------------------------------



**Figur 12** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved stasjon C2.

**Tabell 11** Resultat fra kvantitativ bunndyrsanalyse for stasjon C2 basert på tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018. Resultater for grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Indeksene er normalisert til en økologisk verdi (nEQR).

Indekser	C2-2	C2-3	Gj. snitt	nEQR indekser
Arter	22	18	20	
Individer	36	55	45,5	
NQI1	0,74	0,65	0,70	0,751
H'	4,23	3,06	3,64	0,785
ES <sub>100</sub>	20,63	14,39	17,51	0,643
ISl <sub>2012</sub>	9,81	7,53	8,67	0,793
NSI	24,73	21,28	23,00	0,720
Gjennomsnitt nEQR/Tilstandsklasse				<b>0,738</b>
I – Svært god	II – God	III- Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig

## STASJON C3 - OVERGANGSSONEN

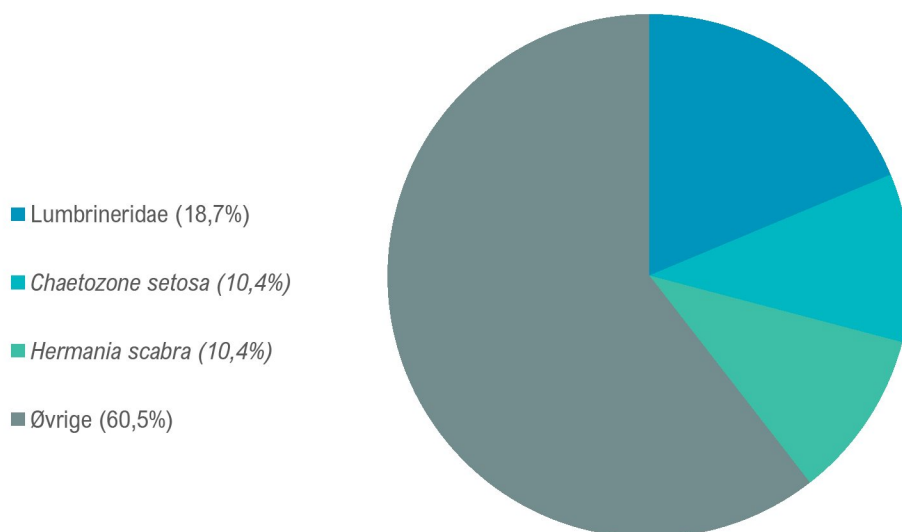
Ved stasjon C3 var det i snitt 24 individer fordelt på 11,5 arter. Se Tabell 12 for oversikt over de ti mest tallrike artene ved stasjonen. Figur 13 viser at forurensningsnøytrale børstemark innen familien Lumbrineridae er den mest tallrike arten på stasjonen med 18,75 % av individtallet. Den tolerante og opportunistiske børstemarken *Chaetozone setosa* og den tolerante muslingen *Hermania scabra* er også representert i figuren med lik prosentandel. Det er ingen tilstedeværelse av forurensningssensitive eller forurensningsindikerende arter blant de ti mest tallrike.

Stasjonen er klassifisert til **god tilstand (II)** iht. Veileder 02:2018. Se Tabell 13 for alle indeksutregninger for stasjonen.

**Tabell 12** De ti mest tallrike artene for stasjon C3. Antall individer, prosent og økologisk gruppe med fargekoding (Rygg og Norling, 2013). n.a. = not available (ikke kjent).

C3	Ant.	%	ØG
Lumbrineridae	9	18,75	II
<i>Chaetozone setosa</i>	5	10,42	IV
<i>Hermania scabra</i>	5	10,42	III
<i>Exogone</i> sp.	4	8,33	n.a.
<i>Lagis koreni</i>	4	8,33	III
<i>Ophiocten affinis</i>	4	8,33	II
Maldanidae	3	6,25	II
<i>Philine</i> sp.	2	4,17	n.a.
<i>Phyllodoce maculata</i>	2	4,17	IV
<i>Prionospio cirrifera</i>	2	4,17	III
<b>Totalt antall individer</b>	<b>48</b>		

Forurensningssensitiv (ØG 1)	Forurensningsnøytral (ØG 2)	Forurensningstolerant (ØG 3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (ØG 4)	Forurensningsindikerende (ØG 5)
---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---	------------------------------------



**Figur 13** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved stasjon C3.

**Tabell 13** Resultat fra kvantitativ bunndyrsanalyse for stasjon C3 basert på tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018. Resultater for grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Indeksene er normalisert til en økologisk verdi (nEQR).

Indekser	C3-2	C3-3	Gj. snitt	nEQR indekser
Arter	11	12	11,5	
Individer	18	30	24	
NQI1	0,69	0,61	0,65	0,649
H'	3,27	3,16	3,21	0,678
ES <sub>100</sub>	9,92	10,60	10,26	0,436
ISI <sub>2012</sub>	7,75	8,03	7,89	0,619
NSI	22,82	21,81	22,32	0,693
Gjennomsnitt nEQR/Tilstandsklasse				<b>0,615</b>
I – Svært god	II – God	III- Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig

## REFERANSESTASJON

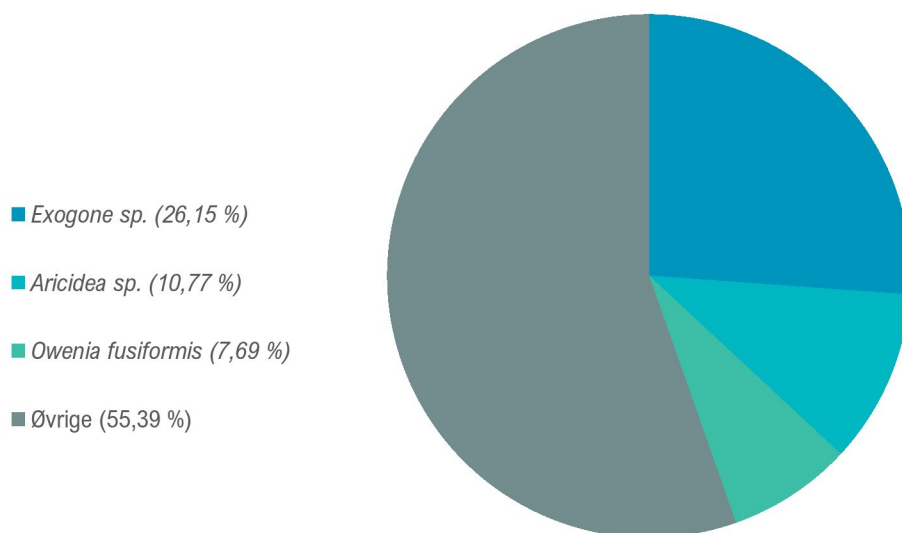
Ved referansestasjonen var det i snitt 32,5 individer fordelt på 15 arter. Se Tabell 14 for oversikt over de 11 mest tallrike artene ved stasjonen. Figur 14 viser at slekta *Exogone* sp. dominerer på stasjonen, den økologiske gruppen til denne slekta er ukjent. Forurensningssensitive børstemark innen slekta *Aricidea* sp. og den tolerante børstemarken *Owenia fusiformis* er også representert i figuren. De 11 mest tallrike artene for stasjonen er dominert av forurensningssensitive arter, og det er ikke tilstedeværelse av noen forureningsindikerende arter.

Stasjonen er klassifisert til **svært god tilstand (I)** iht. Veileder 02:2018. Se Tabell 15 for alle indeksutregninger for stasjonen.

**Tabell 14** De 11 mest tallrike artene for referansestasjon. Antall individer, prosent og økologisk gruppe med fargekoding (Rygg og Norling, 2013). n.a. = not available (ikke kjent).

REF	Ant.	%	ØG
<i>Exogone</i> sp.	17	26,15	n.a.
<i>Aricidea</i> sp.	7	10,77	I
<i>Owenia fusiformis</i>	5	7,69	III
<i>Euspira montagui</i>	3	4,62	I
<i>Nothria conchylega</i>	3	4,62	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	4,62	III
Sipuncula	3	4,62	II
<i>Echinocardium flavescens</i>	2	3,08	II
<i>Heteromastus filiformis</i>	2	3,08	IV
<i>Prionospio cirrifera</i>	2	3,08	III
Terebellidae	2	3,08	I
<b>Totalt antall individer</b>	<b>65</b>		

Forurensningssensitiv (ØG 1)	Forurensningsnøytral (ØG 2)	Forurensningstolerant (ØG 3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (ØG 4)	Forurensningsindikerende (ØG 5)
------------------------------	-----------------------------	------------------------------	--	---------------------------------



**Figur 14** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved referansestasjon.

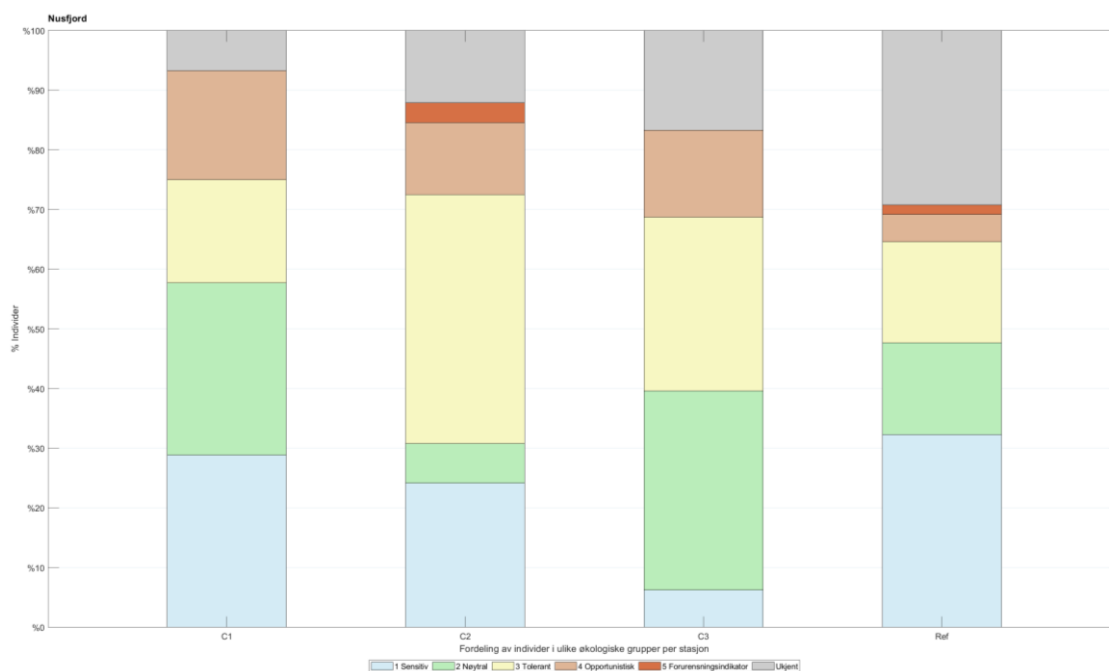
**Tabell 15** Resultat fra kvantitativ bunndyrsanalyse for referansestasjon basert på tilstandsklassifisering iht. Veileder 02:2018. Resultater for grabb 1 og grabb 2 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Indeksene er normalisert til en økologisk verdi (nEQR).

Indekser	REF-2	REF-3	Gj. snitt	nEQR indekser
Arter	12	18	15	
Individer	27	38	32,5	
NQI1	0,76	0,68	0,72	0,800
H'	3,10	3,71	3,40	0,726
ES <sub>100</sub>	10,37	15,79	13,08	0,516
ISI <sub>2012</sub>	11,53	9,26	10,40	0,872
NSI	26,57	25,34	25,96	0,838
Gjennomsnitt nEQR/Tilstandsklasse				<b>0,751</b>
I – Svært god	II – God	III- Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig

### FORDELING AV ØKOLOGISKE GRUPPER

Figur 15 viser fordeling av individer i ulike økologiske grupper (Rygg og Norling, 2013) med fargekoding pr. stasjon for smoltanlegget.

En kan se fra figuren at stasjonene C2 og REF har en liten tilstedeværelse av forurensningsindikerende arter. C1 og C2 har den høyeste andelen av hhv. opportunistiske og tolerante arter. Stasjon C3 har relativ lik andel av nøytrale og tolerante arter, hvor førstnevnte har noe høyere andel. Alle stasjonene har tilstedeværelse av forurensningssensitive arter der C1 og REF har den høyeste andelen av disse.



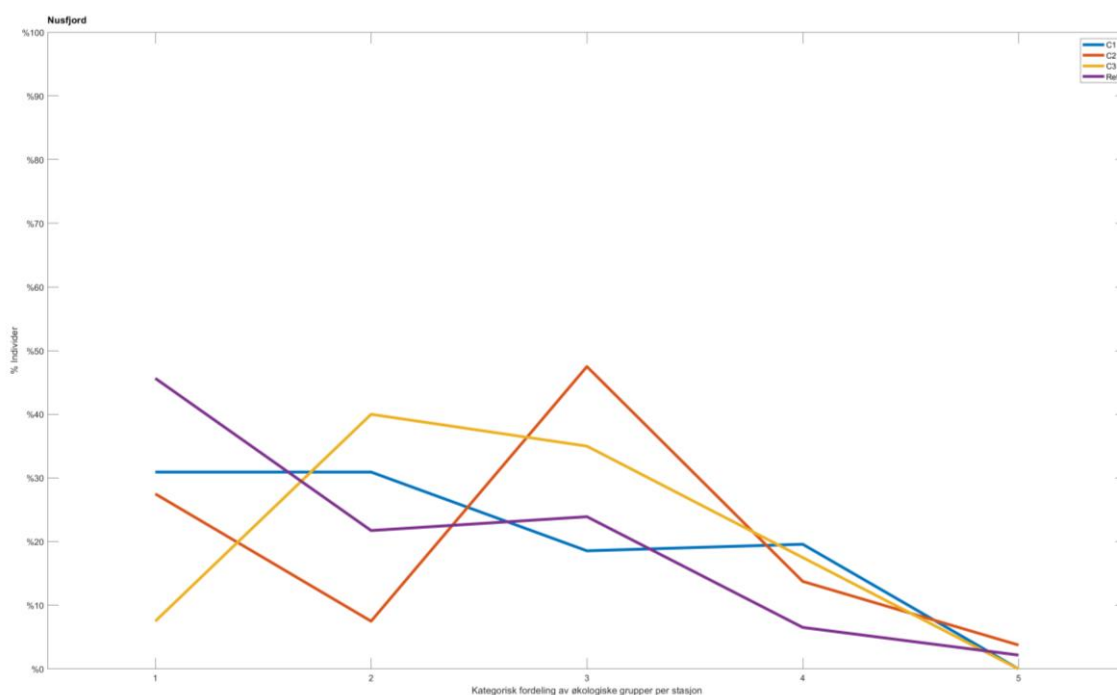
**Figur 15** Fordeling av individer i ulike økologiske grupper (Rygg og Norling, 2013) med fargekoding pr. stasjon.



## FORDELING AV ANTALL INDIVIDER I DE ØKOLOGISKE GRUPPENE PER STASJON

Figur 16 viser prosentvis fordeling av individer i de ulike økologiske gruppene (Rygg og Norling, 2013) for hver stasjon. Hver stasjon har ulik farge, men vær oppmerksom på fargesettingen på disse linjene ikke er knyttet til tilstandsklassifisering.

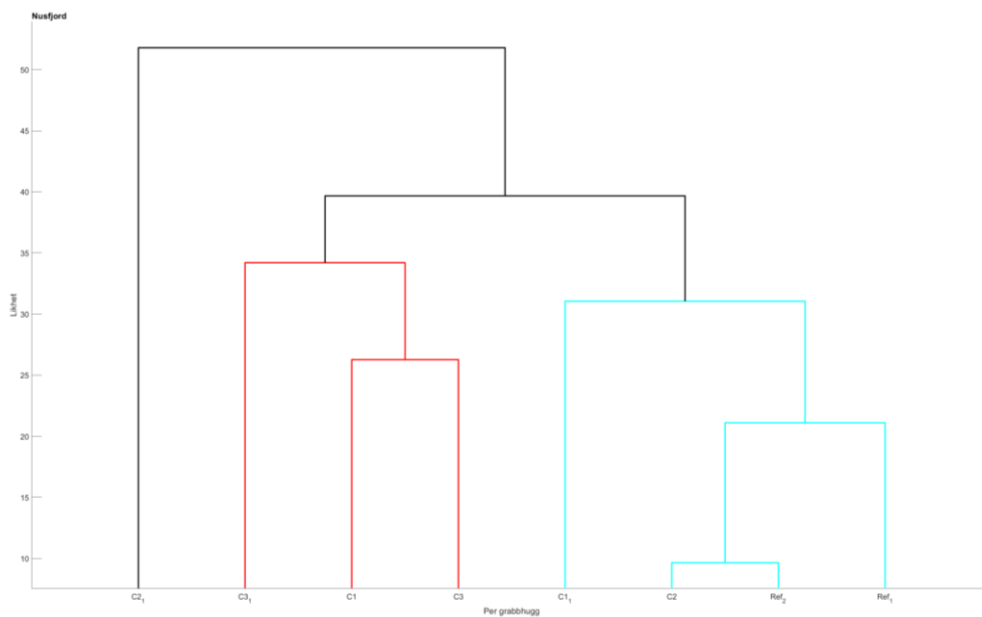
Stasjon C2 (rød linje) skiller seg ut ved å være dominert av forurensningstolerante arter. Stasjon C3 (gul linje) skiller seg også ut noe med en høyere andel forurensningsnøytrale arter.



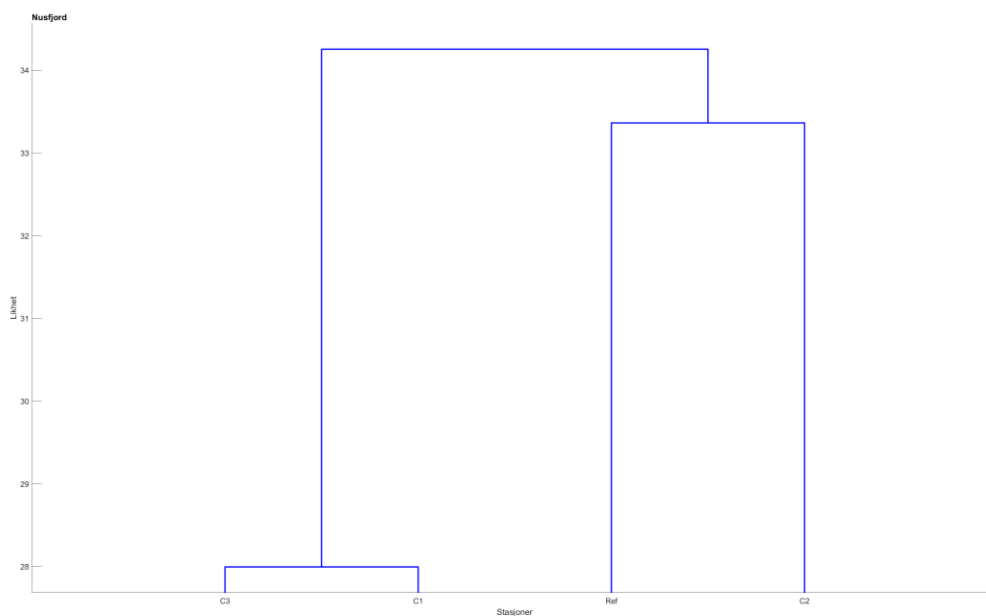
**Figur 16** Prosentvis fordeling av antall individer i de ulike økologiske gruppene (Rygg og Norling, 2013) pr. stasjon. Hver stasjon har ulik farge, men farge er ikke knyttet til tilstandsklassifisering.

## CLUSTERANALYSE

Clusteranalyse blir benyttet for å se på likheten mellom prøvene. To hugg eller to stasjoner som har identiske arts- og individfordeling vil få 0% ulikhet, og to hugg eller to stasjoner som ikke har noen felles arter vil få 100% ulikhet. Ulik farge på strekene tilsier signifikant ulikhet mellom stasjonene. Figur 17 viser at det er ulikheter mellom alle grabbhuggene på hver enkelt stasjon. Prøvene tatt på stasjon C2 skiller seg mest fra de øvrige grabbhuggene. Disse ulikhetene kan forklares med vanskelighetene det var å få opp prøver, samt at volum på de enkelte grabbhuggene varierte. Figur 18 viser at stasjon C1 grupperer seg sammen med C3, og at REF grupperer seg sammen med C2. Dette er som forventet basert på stasjonenes plassering, sedimenttype og dermed faunasammensetning.



**Figur 17** Clusteranalyse for likhet pr. grabbhugg.



**Figur 18** Clusteranalyse for likhet pr. stasjon.

## Hydrografi

Det ble gjennomført hydrografiske registreringer for vertikalprofiler med hensyn til salinitet, temperatur og oksygeninnhold.

Måledyp	Profil
Instrumenttype	CTD Model SD 204 med Oksygen sensor
Måler ID-nr	SN 1588
Prinsipp for temperatursensor	Termistor (Fenwall 112-102 EAJ-B01)
Posisjon	68°01.359 N 13°22.550 Ø
Dyp på målested	72 m
Måleperiode	02.10.2022
Valg av målinger	«Up-cast»

Tabell 16 viser nøkkeltall for vannprofilmålingen. Målingene viser at det er en tydelig lagdeling i vannmassene på grunn av saltholdighet (haloklin) og temperatur (termoklin) ved ca. 35 m (Tabell 16, Figur 19-20).

Saltholdigheten i vannet varierte mellom 31,45 og 32,69‰ ved 1-35 m dybde. Fra 35 m og ned til bunnen (70 m) økte saltholdighet fra 32,69 til 33,93‰.

Vanntemperaturen økte sakte til 11,18°C fra overflaten og ned til 35 meters dybde. Deretter, fra 35 m til bunnen, sank temperaturen til 9,05°C.

Det var økende tetthet fra overflaten og ned til bunn. Tettheten av sjøvannet øker med økende saltholdighet og avtagende temperatur (Breen, 1980). I oktober avtar temperaturen og saltholdigheten øker med dybden. Dette gir en stabil sjikting av vannmassene.

Det er generelt høy oksygenmetning og oksygenkonsentrasjon i hele vannsøylen. Tabell 24 viser at verdiene for oksygen i hele vannsøylen tilsvarer **svært god tilstandsklasse (I)** iht. Veileder 02:2018.

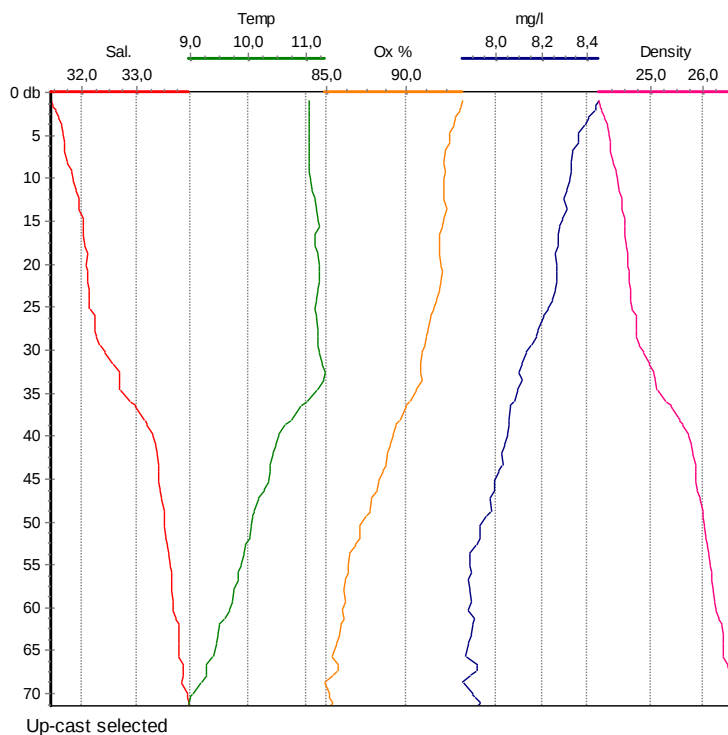
Se Vedlegg F for rådata for målingene.

Tabell 16 Nøkkeltall fra vannprofilmåling.

Resultat - nøkkeltall						
Trykk (dbar)	Saltholdighet (‰)	Temp (°C)	Oksygen (%)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)	Tetthet
1	31,45	11,05	93,59	8,45	5,95	24,01
2	31,52	11,03	93,48	8,43	5,94	24,07
3	31,58	11,03	93,16	8,40	5,92	24,13
5	31,67	11,03	92,77	8,36	5,89	24,20
7	31,69	11,04	92,49	8,34	5,87	24,23
10	31,83	11,07	92,47	8,32	5,86	24,35
15	32,03	11,19	92,42	8,28	5,83	24,50
20	32,08	11,21	92,28	8,26	5,82	24,56
25	32,13	11,13	91,80	8,23	5,80	24,63
30	32,39	11,22	91,05	8,14	5,73	24,84
40	33,30	10,51	89,19	8,05	5,67	25,72
50	33,51	10,06	87,29	7,94	5,59	26,01
60	33,67	9,69	86,03	7,88	5,55	26,24
70	33,93	9,05	85,12	7,90	5,56	26,59

I – Meget god	II – God	III – Mindre god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	------------------	-------------	------------------

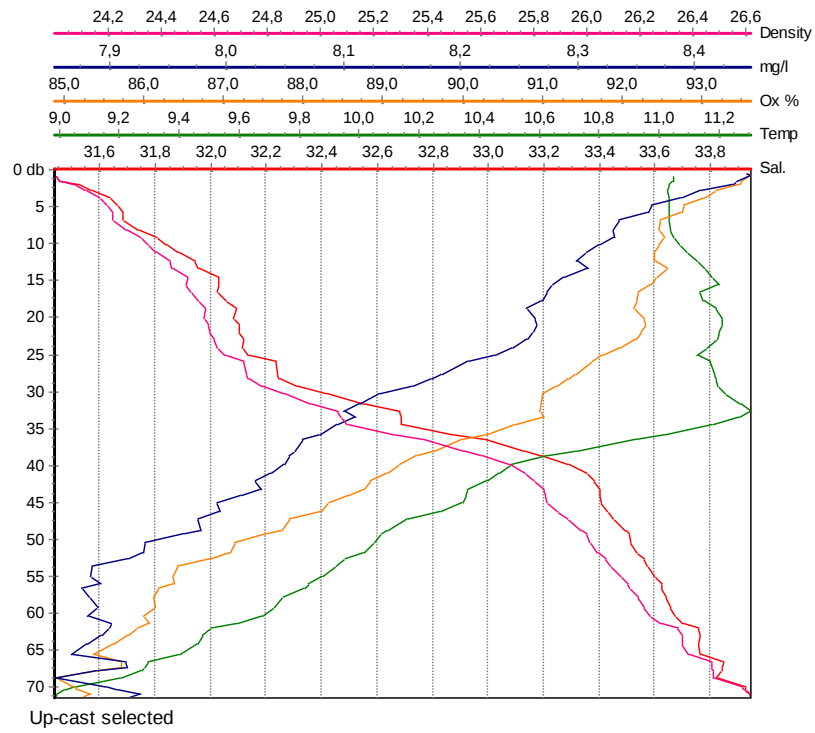
Multigraph - SCTDOXc Ref: 1588 - SE22\_CTD\_Nusfjord021022\_Salangsliia041022  
 Data displayed from: 12:58:41 - 02.Oct-22 (No. 229) To: 13:02:59 - 02.Oct-22 (No: 358)



Figur 19 Tetthet, oksygen, temperatur og salinitet målt fra overflaten og ned til bunnen ved utslippspunktet.

# SEA ECO

Multigraph - SCTDOXc Ref: 1588 - SE22\_CTD\_Nusfjord021022\_Salangslia041022  
Data displayed from: 12:58:41 - 02.Oct-22 (No: 229) To: 13:02:59 - 02.Oct-22 (No: 358)



**Figur 20** Tetthet, oksygen, temperatur og salinitet målt fra overflaten og ned til bunnen ved utslippspunktet.

## SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

---

Formålet med undersøkelsen var å gjennomføre en overvåking av miljøforholdene ved nytt utslippspunkt for smoltanlegget Nusfjord i Nordland fylke. Undersøkelsene ved utslippspunktet besto av hydrografimålinger, geologiske, kjemiske- og faunaundersøkelser. Prøvetakingen ble utført for 4 stasjoner pluss en referansestasjon.

- Strømundersøkelse ved nytt utslippspunkt viser at den vanligste overføringen av vannmasser for spredningsstrøm er i sørvestlig retning. Gjennomsnittshastigheten på spredningsstrøm er 5,0 cm/s.
- Prøvene var i hovedsak av grovt material for alle stasjoner med unntak av stasjon C3 som hadde finere sediment. Fra partikkelfordelingen var det høy andel av grus og grov sand som nok kommer av store mengder med skjellsand sett under felt. Alle prøvene framsto som friske, og det ble ikke registret hverken slam eller lukt.
- De kjemiske analysene av sedimentene viste forhøyet innhold av nTOC ved stasjon C2, og fikk **god tilstandsklasse (II)**. Resterende stasjoner hadde lave verdier og fikk **meget god tilstandsklasse (I)**.
- Alle stasjoner hadde lave sink- og kobberkonsentrasjoner, og fikk **Klasse I**.
- Det ble foretatt elektrokjemiske målinger ved alle stasjoner. Indeksen for målingene var 0 som gir **meget god tilstand (1)**.
- Stasjon C1 hadde en variert sammensetning av arter der ingen dominerte. Stasjonen fikk derfor en **meget god tilstand (1)** iht. NS 9410:2016.
- Stasjon C2, C3 og REF fikk **god tilstand (II)** iht. Veileder 02:2018.
- Hydrografimålingene viser gode resultater for oksygen-konsentrasjon ved nytt utslippspunkt. Det var høy konsentrasjon av oksygen i hele vannsøyla som ga **meget god tilstandsklasse (I)**.

# UTSTYRSLISTE

---

## Feltarbeid

- Van Veen grabb, 1000 cm SEA ECO® (Intern-ID: Grabb nr.3)
- Sil med 1 mm perforert platebunn (Intern-ID: Sil nr.1).
- ODEON RANGE pH/redox-meter, digital sensor (Intern-ID: pH-meter nr. 3).
- Kamera
- Ass. feltutstyr for dokumentasjon og analyser.
- SD204 CTD-Oksygen (Intern-ID: SN 1588).

## Programvare

- OLEX Ver. 14.14 (kontorversjon)
- IndexCalc. Internutviklet. Ver. 1.0.

## REFERANSER

---

Barentswatch.no (2022) *Fiskehelse – Kart*. Hentet fra: <https://www.barentswatch.no/fiskehelse/>

Breen, O. (1980). *Oseanografi*. Fabritius Forlagshus.

Internprosedyrer SEA ECO AS.

Miljødirektoratet (2019) *Presisering av standard NS9410:2016*. Utgitt 24.04.2019

Nemko Norlab AS (2022) *Prøvsrapport P2211370 datert 11.11.2022 – Kornfordeling og Kjemiske analyser*

NS 9410:2016. Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.

NS 9415:2021. *Flytende akvakulturanlegg – Lokalitetsundersøkelse, prosjektering, utførelse og bruk*. Standard Norge.

NS-EN-ISO 16665:2014 *Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*. Standard Norge.

NS-EN-ISO 5667-19:2004: *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge.

STIM AS (2021) *Strømmålinger ved Nusfjord, Periode: 15.09.2021-15.10.2021*.

TA 1467/1997. Veileder nr. 97:03. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann*. Statens forurensningstilsyn, SFT 1997.

Vann-Nett.no (2022) *Informasjon om vann i Norge*, hentet fra: <https://vann-nett.no/portal/>

Veileder 02:2018 (2018) *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktorsgruppa for gjennomføring av vanndirektivitet 2018.

Veileder M-608 (2016) *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020*. Miljødirektoratet.



# COPYRIGHT OG ANSVARSRETT

---

Sea Eco har utarbeidet denne rapport for utelukkende bruk av oppdragsgiver i samsvar med vilkårene og avtalebetingelsene. Ingen annen garanti, uttrykt eller underforstått, er gjort med hensyn til det faglige råd som inngår i denne rapporten eller andre tjenester levert av Sea Eco. Denne rapporten kan ikke påropes av noen annen part uten tidligere eller eksplisitt skriftlig avtale fra Sea Eco.

Metoder og kilder som Sea Eco har benyttet for å tilby sine tjenester er beskrevet i denne rapporten. Arbeidet som er beskrevet i denne rapporten er basert på de tilstedeværende forhold og informasjonen som var tilgjengelig under nevnte tidsperiode. Omfanget av denne rapporten og tjenestene tilbydd er derfor begrenset av dette.

Stasjoner benyttet under feltarbeidet, som bare undersøker et lite volum av grunnen i forhold til størrelsen på området, kan bare gi en generell indikasjon på forholdene på stedet. De kommentarer og anbefalinger gitt i denne rapporten er basert på bunnforholdene på benyttede stasjoner. Det kan være andre forhold andre steder på områder som ikke er blitt avslørt av denne undersøkelsen, og som derfor ikke har vært tatt i betraktning i denne rapporten.

Undersøkelsen i seg selv ble utformet generelt for å oppfylle målene for undersøkelsen, som definert av NS 9410 Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Meningene som er uttrykt i denne rapporten angående eventuelle forurensinger og risikoen som oppstår på bakgrunn av den er basert på gjeldene god praksis, enkel statistisk vurdering, sammenligning med tilgjengelige veiledningsverdier, Sea Eco sine vurderingskriterier og andre veiledningsverdier.

Copyright © Sea Eco har opphavsrett til denne rapporten. Uautorisert reproduksjon eller bruk av noen person annet enn adressaten er ikke tillatt.

## VEDLEGG

---

- **Vedlegg A:** Feltskjema
- **Vedlegg B:** Bilder av prøver
- **Vedlegg C:** Metode og klassifisering
- **Vedlegg D:** Geokjemisk analyse
- **Vedlegg E:** Artsidentifisering (artsliste)
- **Vedlegg F:** Rådata CTD

# VEDLEGG A

## FELTSKJEMA

Kunde	Nordlaks Smolt AS			Dato	02.10.2022			Prøvetakingsutstyr ID		
Lokalitet	Nusfjord			Klokkeslett start/slutt	10:30-16:30			Grabb:	Nr. 3	
ID	11213			Værforhold	Tungsjø/regn			Sil:	Nr. 1	
Toktleder	Tone Rasmussen			Sjøvann pH [-]	8,177			pH:	Nr. 3	
Prøvetaker(e)	Tone Rasmussen			Sjøvann Temp [°C]	11,69			Eh:	Nr. 3	
				Sjøvann Eh [mV]	245,1			Kalibrering:	02.10.2022	
Stasjons nr.	C1			C2			C3			
Posisjon N	68°01.591			68°01.494			68°01.359			
Posisjon Ø	13°22.517			13°21.953			13°22.550			
Dybde (m)	57			58,2			72			
Huggnr.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ant. forsøk	1	3	4	4	5	4	2	1	4	
Godkjent grabbhastighet	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	ja	ja	ja	ja	ja	nei	ja	ja	ja	
Volum (cm)	12	17	10	7	6	4	7	7	5	
pH	7,98	7,83	7,93	8,23	8,153	8,104	7,89	7,78	8,37	
Eh (mv)	238	223	235	216	211	213	217	220	179	
Temp. sediment	11,43	11,41	11,49	11,35	11,38	11,37	11,31	11,32	11,31	
Sediment	Sand									
	Silt									
	Leire									
	Skjellsand	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Grus									
Farge	Steinbunn									
	Lys/grå	x	x	x	x	x	x	x	x	
Lukt	Brun/sort									
	Ingen	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Noe									
Konsistens	Sterk									
	Fast	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Myk									
Antall prøvebøtter:	2	1	1	2	1	1	2	1	1	
Kommentar: <i>(merknader, e.g. gassbobler, funn av beggiota, før, fekalier)</i>	C1-3: vanskelig å få opp prøve, men rikelig med materiale.			Vanskelig bunn - ikke nok materiale.			C3-3: vanskelig å få opp materiale, byttet grabb og tau.			

## SEA ECO

<b>Kunde</b>	Nordlaks Smolt AS	<b>Dato</b>	02.10.2022	<b>Prøvetakingsutstyr ID</b>		
<b>Lokalitet</b>	Nusfjord	<b>Klokkeslett start/slutt</b>	10:30-16:30	<b>Grabb:</b>	Nr. 3	
<b>ID</b>	11213	<b>Værforhold</b>	Tungsjø/regn	<b>Sil:</b>	Nr. 1	
<b>Toktleder</b>	Tone Rasmussen	<b>Sjøvann pH [-]</b>	8,177	<b>pH:</b>	Nr. 3	
<b>Prøvetaker(e)</b>	Tone Rasmussen	<b>Sjøvann Temp [°C]</b>	11,69	<b>Eh:</b>	Nr. 3	
		<b>Sjøvann Eh [mV]</b>	245,1	<b>Kalibrering:</b>	02.10.2022	
<b>Stasjons nr.</b>	<b>REF</b>					
<b>Posisjon N</b>	68°01.926					
<b>Posisjon Ø</b>	13°23.960					
<b>Dybde (m)</b>	57					
<b>Huggnr.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			
<b>Ant. forsøk</b>	6	3	3			
<b>Godkjent grabbhastighet</b>	ok	ok	ok			
<b>Akkreditert hugg overflate (ja/nei)</b>	ja	ja	ja			
<b>Akkreditert hugg volum (ja/nei)</b>	nei	nei	nei			
<b>Volum (cm)</b>	3	3	3			
<b>pH</b>	8,143	8,183	8,159			
<b>Eh (mv)</b>	132	169	165			
<b>Temp. sediment</b>	11,41	11,43	11,42			
<b>Sediment</b>	<b>Sand</b>					
	<b>Silt</b>					
	<b>Leire</b>					
	<b>Skjellsand</b>	x	x	x		
	<b>Grus</b>					
	<b>Steinbunn</b>					
<b>Farge</b>	<b>Lys/grå</b>	x	x	x		
	<b>Brun/sort</b>					
<b>Lukt</b>	<b>Ingen</b>	x	x	x		
	<b>Noe</b>					
	<b>Sterk</b>					
<b>Konsistens</b>	<b>Fast</b>	x	x	x		
	<b>Myk</b>					
	<b>Løs</b>					
<b>Antall prøvebøtter:</b>	2	1	1			
<b>Kommentar:</b> <i>(merknader, e.g. gassbobler, funn av beggiota, för, fekalier)</i>	Veldig vanskelig å få opp materiale - måtte godkjenne med lite volum.					

# VEDLEGG B

## BILDER AV PRØVENE

---

Bildene viser større kontrast og sedimentene kan virke mørkere enn de er i dagslys. Farge notert i felt.  
Bildene viser hhv. usilt prøve og silt prøve.

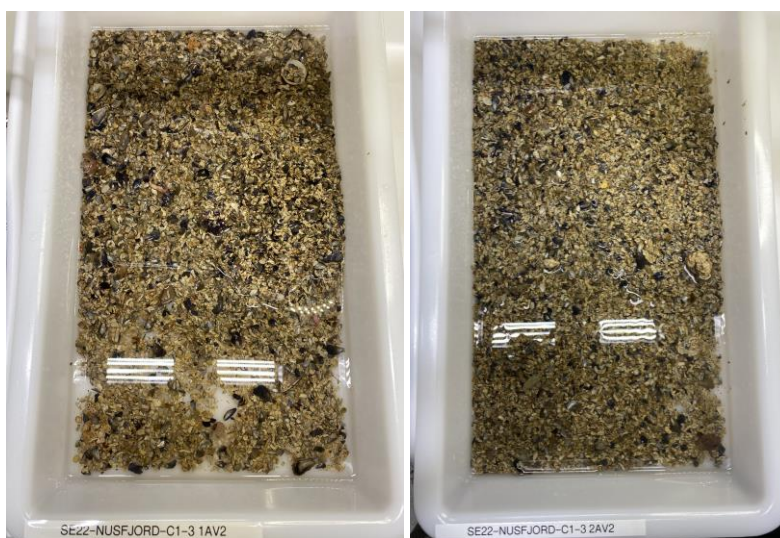
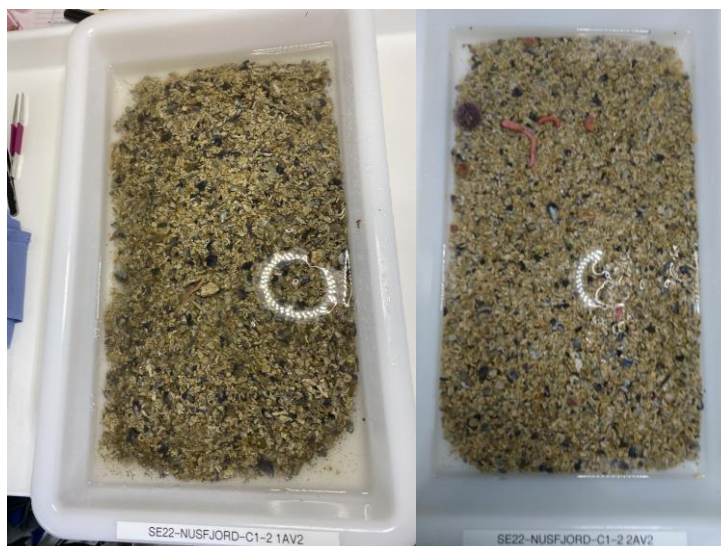
Bilder Stasjon C1



Fra felt, usilt prøve:



Fra grovsortering, silt prøve:



Bilder Stasjon C2



Fra felt, usilt prøve:



Fra grovsortering, silt prøve:



Bilder Stasjon C3



Fra felt, usilt prøve:



Fra grovsortering, silt prøve:



Bilder Stasjon REF



Fra felt, usilt prøve:



Fra grovsortering, silt prøve:





# VEDLEGG C

## METODE OG KLASSIFISERING

### Om prøvetaking

Det tas prøver fra bunnen i området fra anleggssonen til ytterkant av overgangssonen. Posisjonene oppgis ved båtens posisjon på overflaten og kan avvike noen meter fra posisjon for bunntreff pga. strømforhold. Posisjonene fremstilles på kart både i forhold til plassering i fjordsystemet, posisjon i overflate, bunnhardhet (om tilgjengelig) og 3-dimensjonalt (undervannslandskap). Til prøvetaking brukes det en Van Veen-grabb (1000 cm).

### Stasjonsplassering

Stasjonene for C-undersøkelse legges i området fra anleggssonen til ytterkant av overgangssonen og skal dekke områder med risiko for spredning. Det skal tas hensyn til tilgjengelige opplysninger om strøm, topografi og tidligere undersøkelser for å dekke et representativt område. Før prøvetakingen er det gjort en vurdering av bunnforholdene i OLEX. Antall stasjoner bestemmes ut fra MTB og fra NS 9410:2016 sine anbefalinger om stasjonsplassering. Se Tabell 1.

Stasjonene blir plassert som følger:

- Stasjon C1: Plasseres 25-30 meter fra merdkant der siste B-undersøkelse har vist at det er mest belastning.
- Stasjon C2: Plasseres i ytterkant av overgangssonen. Avstand avhenger av MTB på lokalitet.
- Stasjon C3—C6: Plasseres inne i overgangssonen der det er forventet mer belastning.

I tillegg skal det tas en referansestasjon minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype som en har ved prøvestasjonene for C-undersøkelser som er en del av en forundersøkelse.

**Tabell 1** Veiledende antall prøvestasjoner som skal tas per anlegg på grunnlag av MTB og veiledende avstand fra anlegg til ytre sone. Gjengitt fra NS 9410:2016.

MTB på lokalitet (tonn)	Veiledende avstand fra akvakulturanlegget til ytterste prøvestasjon (C2) (m)	Veiledende antall prøvestasjoner for C-undersøkelser
<1999	300	3
2000 til 3599	400	4
3600 til 5999	500	5
>6000	500	6

## Geokjemiske og kjemiske analyser

### KORNFORDELING

Geologiske undersøkelser blir gjort for å se på kornfordelingen i sedimentet. Prøvetaking til analyse av kornfordeling i sedimentet utføres i henhold til NS-EN-ISO 16665:2014. Prøvene blir sendt til akkreditert laboratorium for analysering.

Partikkelstørrelsen i sedimentet kan gi nyttig informasjon om strømforhold, samt et grunnlag for å forstå artssammensetning og forholdet til organisk innhold eller sporstoff/innhold av forurensning.

Klassifisering av kornstørrelse i sedimentet baseres på partikkelstørrelsene som er oppgitt i NS-EN-ISO 16665:2014 (se Tabell 2).

Organisk materiale i sedimentet blir målt som prosent glødetap. I beregningen er dette differansen mellom vekt tørket prøve og prøve etter brenning ved 550°C (aske).

**Tabell 2** Klassifisering av kornstørrelse i sediment. Gjengitt fra NS-EN-ISO 16665:2014.

Type	Leire/silt	Sand (meget fin sand)	Fin sand	Medium sand	Grov sand		Grus
					grov	veldig grov	
<b>Størrelse</b>	< 63µm	63 - 125 µm	125 - 250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1mm - 2mm	> 2mm

### SEDIMENTKJEMI

Prøvetaking til analyse av kjemiske parameter utføres i henhold til NS-EN-ISO 5667-19:2004. Prøvene blir sendt til akkreditert laboratorium for analysering.

Miljøgifter en finner i sedimenter er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Det blir analysert for fosfor (P), sink (Zn), kobber (Cu) og karbon (TOC).

### NORMALISERT TOC

Totalt organisk karbon (TOC) blir benyttet som et supplement til bunndyrsanalysen for å få informasjon om organisk belastning. Beregning av normalisert TOC utføres iht. Veileder 02:2018 og SFT Veileder 97:03. TOC må korrigeres for sedimentets innhold av finstoff før tilstandsklassifisering.

$$nTOC = \text{målt TOC} + 18 * (1-F)$$

hvor F er andel finstoff (Aure et. al., 1993).

For grenseverdier og tilstandsklassifisering av normalisert TOC i marine sedimenter se Tabell 3.

**Tabell 3** Tilstandsklassifisering for normalisert TOC i marine sedimenter. Gjengitt fra STF Veileder 97:03.

Tilstandsklasse	I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV - Dårlig	V – Meget dårlig
nTOC mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41

## SEA ECO

### SINK

---

For grenseverdier og tilstandsklassifisering av sink (Zn) i marine sedimenter se Tabell 4.

**Tabell 4** Tilstandsklassifisering og grenseverdier for sink i sediment. Gjengitt etter veileder M-608 (2016).

Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Sink mg/kg	0-90	90-139	139-750	750-6690	>6690

### KOBBER

---

For grenseverdier og tilstandsklassifisering av kobber (Cu) i marine sedimenter se Tabell 5.

**Tabell 5** Tilstandsklassifisering og grenseverdier for kobber i sediment. Gjengitt etter veileder M-608 (2016).

Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Kobber mg/kg	0-20	84		84-147	>147

### ELEKTROKJEMISKE MÅLINGER

---

Elektrokjemiske målinger blir målt i overflatesedimentet (ca. 1-2 cm ned). Belastede sedimenter er sure. I slike sedimenter er pH-verdien lavere enn 7,0. I sure sediment vil det også være lavt redokspotensial ( $E_h$ ), noe som betyr at det er lavt innhold av oksygen i sedimentet. Måling av pH/ $E_h$  blir gjort like under overflaten (1-2 cm) i sedimentprøven gjennom luke i grabb. pH/ $E_h$  blir lest av når verdiene stabiliseres. Surhet (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ) får poeng beregnet etter beskrivelse i Figur D1 i NS 9410:2016.

## Kvantitative bunndyrsanalyser

Metoder for innsamling av bløtbunnsfauna, grovsortering, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med NS 9410:2014, NS-EN-ISO 16665:2015 og Veileder 02:2018. Ved innsamling av bløtbunnsfauna benyttes Van Veen grabb 1000 cm. Grabbinnholdet vaskes i sil eller på et spesielt vaskebord med 1 mm hullstørrelse. Prøvene med bunndyr over 1 mm blir deretter skånsomt overført til egnede prøvebeholdere og fiksert med en formalinløsning (bufret med boraks og tilsatt bengalrosa). I laboratoriet blir prøvene igjen siktet, og dyrene grovsorteres før de sendes videre til artsidentifisering.

Bløtbunnsfauna som blir undersøkt i denne undersøkelsen er virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på overflaten eller graver i bunnen. De vanligste dyregruppene er børstemark (Polychaeta), muslinger (Bivalvia), snegler (Gastropoda), krepsdyr (Crustacea) og pigghuder (Echinodermata). Det vil normalt være mellom 50 og 300 dyr i en prøve på 0,1 m<sup>2</sup>, som representerer mellom 25 og 75 arter.

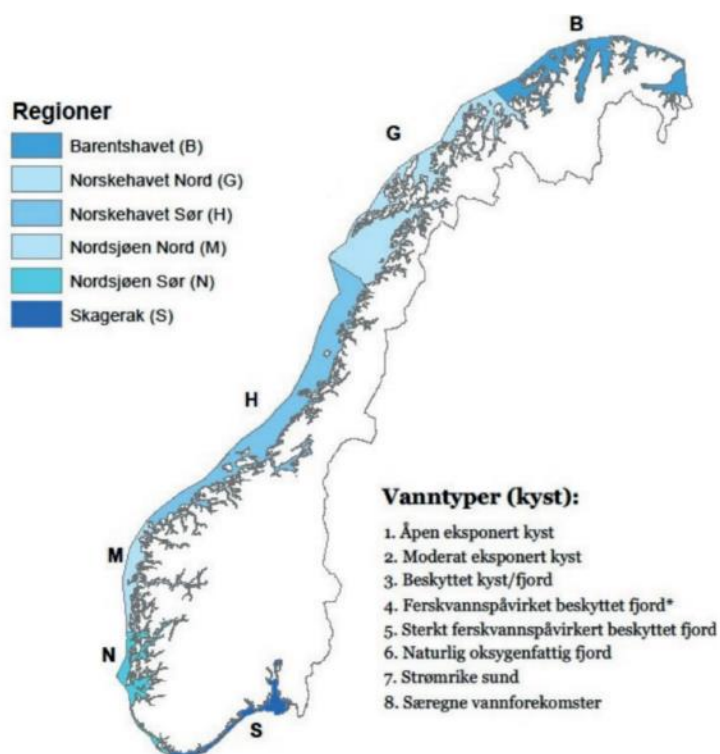
Når det er forurensningspåvirkning blir først de forurensningssensitive artene borte, og artsmangfoldet vil synke i takt med økende grad av forurensning. Det vil da gjerne bli ett større individtall av enkelte forurensningstolerante arter. Når mange av de forurensningssensitive artene blir borte, vil den økologiske tilstanden på prøven blir redusert. Ved svært dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter til stede i prøven. Det blir samlet inn to replikanter til kvantitative bunndyrsanalyser for å være sikker på at de resultatene en får er representative.

Prøvestasjon C1 (nærmest anlegget - 25 til 30 m fra merdkant) er som regel påvirket av driften på lokaliteten fordi undersøkelsen skal foretas to mnd. før eller etter maksimal biomasse av fisk (når det er mest organisk avfall (belastning)). Stasjon C1 er derfor ofte dominert av forurensningstolerante arter. Miljøtilstand på prøvestasjon C1 skal vurderes i henhold til NS 9410:2016 (Tabell 6). De øvrige stasjonene er plassert i overgangssonen og i eventuelle dypområder et stykke fra anlegget, der en også hensyntar strømretning og forventer at forurensingen samles. Disse stasjonene skal avdekke eventuell forurensning utenfor anlegget og skal derfor ha økologisk tilstand iht. Veileder 02:2018.

Bunndyrene blir kvantifisert og artsbestemt akkreditert av underleverandør.

**Tabell 6** Vurderinger av faunaprøver for prøvestasjon C1. Gjengitt fra NS 9410:2016.

Miljøtilstand		Krav
1	<b>Meget god</b>	Minst 20 arter av makrofauna i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; Ingen av artene skal utgjøre mer enn 65% av det totale individtallet.
2	<b>God</b>	5 til 19 arter av makrofauna på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; Mer enn 20 individer på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> ; Ingen av artene skal utgjøre mer enn 90 % av det totale individantallet.
3	<b>Dårlig</b>	1 til 4 arter av makrofauna på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .
4	<b>Meget dårlig</b>	Ingen makrofauna på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .



Figur 1 Kart med oversikt over økoregion-gruppe i Norge. Gjengitt fra veileder 02:2018

Økologisk tilstandsklassifisering baseres på indeksverdier fra Veileder 02:2018. Hver lokalitet blir gitt en økoregiongruppe (Figur 1). Sammen med vanntype gir dette grunnlag for hvilke grenseverdier som benyttes for tilstandsklassifisering av bløtbunnsfauna.

Sea Eco AS gjør i hovedsak undersøkelser i region G (Norskehavet Nord). For tilstandsklasse i denne region se Tabell 7.

Tabell 7 Klassegrenser for bløtbunnsfauna i Økoregion Norskehavet Nord (G). Gjengitt fra Veileder 02:2018.

Indeks	Vanntype G 1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQ11	0,9-0,72	0,72-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	5,9-3,9	3,9-3,1	3,1-2	2-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	52-26	26-18	18-10	10-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	13,1-8,5	8,5-7,6	7,6-6,3	6,3-4,5	4,5-0
NSI	29-24	24-19	19-14	14-10	10-0
Indeks	Vanntype G 4-5				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQ11	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 <sub>100</sub>	46-23	23-16	16-9	9-5	5-0
ISI <sub>2012</sub>	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

## FAUNAINDEKSER

## DIVERSITET

Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) beskriver artsrikdom i prøven og hvor jevnt fordelt artene er.  $H'$  går fra 0 (svært artsfattig samfunn) til 5,7 (svært artsrikt samfunn).

Diversitetsindeksen  $H'$  har følgende formel:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}, \quad n_i = \text{antall individer av art } i, \quad N = \text{totalt antall individer i prøven}, \quad S = \text{totalt antall arter i prøven}.$$

Hurlberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) viser antall arter blant 100 tilfeldig valgte i en prøve.

Diversitetsindeksen  $ES_{100}$  har følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

$$N = \text{antall individer}, \quad S = \text{antall arter}, \quad N_i = \text{antall individer av art } i$$

## ØMFINTLIGHET

$ISI_{2012}$  (Indicator Species Index) er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til arter som er til stede, men ikke antallet.

$ISI_{2012}$  har følgende formel:

$$ISI = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

$$ISI_i = ISI_{2012} - \text{verdien for art } i, \quad S_{ISI} = \text{antall arter tilordnet sensitivitetsverdier}$$

NSI (Norwegian Sensitivity Index) er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art blir tilordnet en sensitivetsverdi.

NSI har følgende formel:

$$NSI = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{N_i \times NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

$$N_i = \text{antall individer}, \quad NSI_i = \text{NSI-verdi for art } i, \quad N_{NSI} = \text{antall individer tilordnet sensitivitetsverdier}$$

AMBI (Azti Marine Biotic Index) er en sensitivetsindeks hvor artene tilordnes en toleranseklasse.

AMBI har følgende formel:

$$AMBI = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{N_i \times AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

$$AMBI_i = \text{toleranseverdien (0; 1,5; 3; 4,5 eller 6)}$$

## SAMMENSETTE INDEKSER

NQI1 (Norwegian Quality Index) er en sammensatt indeks. Den inneholder indikatorene for sensitivitet, diversitet og antall arter og individer i en prøve. NQI1 kan ha en verdi mellom 0 og 1.

NQI1 har følgende formel:

$$NQI1 = \left[ 0,5 \times \left( 1 - \frac{AMBI}{7} \right) + 0,5 \times \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) \times \left( \frac{N}{N+5} \right) \right]$$

N=antall individer, S=antall arter

## ØKOLOGISK TILSTANDSKLASSIFISERING (NEQR)

Hver stasjon blir gitt en økologisk tilstandsverdi ved å benytte gjennomsnittlig normalisert EQR-verdi.

Basert på grabbgjennomsnitt beregnes normalisert EQR (nEQR) etter formel:

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens indre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} \times 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nedre indeksverdi og klassens øvre indeksverdi er nedre og øvre grenseverdi for tilstandsklassen stasjonen har. Klassens nEQR basisverdi er nedre grenseverdi for klassens nEQR-verdier. Se Tabell 8.

**Tabell 8** Klassens nEQR basisverdi. Gjengitt fra Veileder 02:2018.

Type	Tilstandsklasser				
Basisverdi	I-Svært god	II-God	III-Moderat	IV-Dårlig	V-Svært dårlig
	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0

Økologisk tilstandsklassifisering blir gitt etter grenseverdier for nEQR. Se Tabell 9.

**Tabell 9** Tilstandsklassifisering av nEQR. Gjengitt fra Veileder 02:2018.

Type	Tilstandsklasser				
nEQR	I-Svært god	II-God	III-Moderat	IV-Dårlig	V-Svært dårlig
	1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

## Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold blir målt på den dypeste stasjonen ved en C-undersøkelse. Det benyttes en STD/CTD SD 204 med påmontert oksygensensor for å undersøke disse parameterne. Ved overflaten sørger utjevning med luft for en oksygenmetning på ~100%. Metningen synker ned i vannsøylen som følge av oksygenforbrukende organismer. Unntak finner vi i forbindelse med algeoppblomstring eller sterk omrøring. Stor tilførsel av organisk materiale kan føre til lavt oksygeninnhold i vannet. I denne sammenhengen vil oksygenkonsentrasjon i dypvann være av spesielt viktighet for å kunne si noe om den helhetlige miljøtilstanden i området. Omregningsfaktor fra mlO<sub>2</sub>/l til mgO<sub>2</sub>/l er 1,42. Klassifisering av oksygen i vann kan sees i Tabell 10.

**Tabell 10** Klassifisering av oksygeninnhold i dypvann. Gjengitt etter Veileder 02:2018.

		Tilstandsklasse				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Dypvann	Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	<20

## Sensorisk vurdering

Iht. NS 9410:2016 skal parameterne fra B-undersøkelsen inkluderes på stasjonen nærmest akvakulturanlegget (C1).

Sensorisk vurdering er en registrering for lukt fra sedimentet, sedimentets konsistens (bløt eller hard) og farge (grå, brun eller sort), samt grabbvolum og om og hvor mye deponert slam som er på overflaten. Alle vurderingene føres opp i skjema og er vedlagt rapporten. C-undersøkelsen gir en tilstandsklassifisering av hver enkelt prøvestasjon og av hele anleggsområdet.



## REFERANSER

---

Borgersen et al. (2019) *Oppdatering av bløtbunnsartenes sensitivetsverdier*. NIVA RAPPORT L.NR. 7366-2019

Internprosedyrer SEA ECO AS.

Miljødirektoratet (2019) *Presisering av standard NS 9410:2016*. Utgitt 24.04.2019

NS 9410:2016. *Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Standard Norge.

NS-EN-ISO 16665:2014 *Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*. Standard Norge.

NS-EN-ISO 5667-19:2004: *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge.

Rygg, B. & Norling, K. (2013) *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*. NIVA report SNO 64-75-2013

Shannon, C.E & Weaver, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*, Univ, Illinois Press, Urbana.

TA 1467/1997. Veileder nr. 97:03. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann*. Statens forurensningstilsyn, SFT 1997.

Veileder 02:2018 (2018) *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktorsgruppen for gjennomføring av vanddirektivitet 2018.

Veileder M-608 (2016) *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020*. Miljødirektoratet.

SEA ECO

# VEDLEGG D

## GEOKJEMISK ANALYSE

---

Sea Eco AS  
Tore Hunds gt. 7  
9404 Harstad

Utstedt dato 2022-11-11  
Prøve nr P2211370  
Versjon 1  
Rapport godkjent 2022-11-11  
PO.nr/Ref.nr Nufsfjord

## P2211370-01 Prøvested: Nufsfjord C1 GEO

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-11-07	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Kornstørrelse <63 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	1.0	%	$\pm 0.2$	
Kornstørrelse 63-125 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.20	%	$\pm 0.04$	
Kornstørrelse 125-250 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.00	%		
Kornstørrelse 250-500 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.60	%	$\pm 0.12$	
Kornstørrelse 500-1000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	2.6	%	$\pm 0.52$	
Kornstørrelse 1000-2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	21	%	$\pm 4.1$	
Kornstørrelse >2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	75	%	$\pm 15.02$	

<sup>a</sup> Utført ved Nemko Norlab, Glomfjord, TEST 032

## P2211370-02 Prøvested: Nufsfjord C1 Kjemi

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-10-21	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	330	mg/kg TS	$\pm 83$	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	2.3	mg/kg TS	$\pm 0.70$	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	7.7	mg/kg TS	$\pm 1.5$	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	630	mg N/kg TS	$\pm 94$	
Tørrestoff	NS 4764	79	g/100 g	$\pm 5.5$	
Glødetap	NS 4764	3.7	% av TS	$\pm 0.15$	
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>b</sup>	NS-EN 15936:2012	1400	mg/kg TS	$\pm 350$	

<sup>b</sup> Utført ved Nemko Norlab, Mo i Rana, TEST 032

### Hovedkontor:

Halvor Heyerdahls vei 50  
NO-8626 Mo I Rana

info@nemkonorlab.com  
www.nemkonorlab.com

tel: +47 404 84 100  
NO 953 018 144 MVA

Sea Eco AS  
Tore Hunds gt. 7  
9404 Harstad

Utstedt dato 2022-11-11  
Prøve nr P2211370  
Versjon 1  
Rapport godkjent 2022-11-11  
PO.nr/Ref.nr Nufsfjord

## P2211370-03 Prøvested: Nufsfjord C2 GEO

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-11-07	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Kornstørrelse <63 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	2.3	%	$\pm 0.46$	
Kornstørrelse 63-125 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.00	%		
Kornstørrelse 125-250 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.10	%	$\pm 0.02$	
Kornstørrelse 250-500 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.30	%	$\pm 0.06$	
Kornstørrelse 500-1000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	12	%	$\pm 2.44$	
Kornstørrelse 1000-2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	54	%	$\pm 10.78$	
Kornstørrelse >2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	31	%	$\pm 6.24$	

<sup>a</sup> Utført ved Nemko Norlab, Glomfjord, TEST 032

## P2211370-04 Prøvested: Nufsfjord C2 Kjemi

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-10-21	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	440	mg/kg TS	$\pm 110$	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	11	mg/kg TS	$\pm 3.4$	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	4.8	mg/kg TS	$\pm 0.97$	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	610	mg N/kg TS	$\pm 92$	
Tørrstoff	NS 4764	53	g/100 g	$\pm 3.7$	
Glødetap	NS 4764	3.7	% av TS	$\pm 0.15$	
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>b</sup>	NS-EN 15936:2012	3200	mg/kg TS	$\pm 800$	

<sup>b</sup> Utført ved Nemko Norlab, Mo i Rana, TEST 032

### Hovedkontor:

Halvor Heyerdahls vei 50  
NO-8626 Mo i Rana

info@nemkonorlab.com  
www.nemkonorlab.com

tel: +47 404 84 100  
NO 953 018 144 MVA

Sea Eco AS  
Tore Hunds gt. 7  
9404 Harstad

Utstedt dato 2022-11-11  
Prøve nr P2211370  
Versjon 1  
Rapport godkjent 2022-11-11  
PO.nr/Ref.nr Nufsfjord

## P2211370-05 Prøvested: Nufsfjord C3 GEO

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-11-07	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Kornstørrelse <63 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	8.0	%	$\pm 1.6$	
Kornstørrelse 63-125 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	50	%	$\pm 10.04$	
Kornstørrelse 125-250 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	33	%	$\pm 6.58$	
Kornstørrelse 250-500 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	6.4	%	$\pm 1.28$	
Kornstørrelse 500-1000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	1.7	%	$\pm 0.34$	
Kornstørrelse 1000-2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.70	%	$\pm 0.14$	
Kornstørrelse >2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.10	%	$\pm 0.02$	

<sup>a</sup> Utført ved Nemko Norlab, Glomfjord, TEST 032

## P2211370-06 Prøvested: Nufsfjord C3 Kjemi

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-10-21	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	840	mg/kg TS	$\pm 210$	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	3.4	mg/kg TS	$\pm 1.0$	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	13	mg/kg TS	$\pm 2.6$	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	520	mg N/kg TS	$\pm 78$	
Tørrstoff	NS 4764	71	g/100 g	$\pm 4.9$	
Glødetap	NS 4764	1.4	% av TS	$\pm 0.02$	
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>b</sup>	NS-EN 15936:2012	2700	mg/kg TS	$\pm 680$	

<sup>b</sup> Utført ved Nemko Norlab, Mo i Rana, TEST 032

### Hovedkontor:

Halvor Heyerdahls vei 50  
NO-8626 Mo i Rana

info@nemkonorlab.com  
www.nemkonorlab.com

tel: +47 404 84 100  
NO 953 018 144 MVA

Sea Eco AS  
Tore Hunds gt. 7  
9404 Harstad

Utstedt dato 2022-11-11  
Prøve nr P2211370  
Versjon 1  
Rapport godkjent 2022-11-11  
PO.nr/Ref.nr Nufsfjord

## P2211370-07 Prøvested: Nufsfjord REF GEO

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-11-07	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Kornstørrelse <63 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.10	%	$\pm 0.02$	
Kornstørrelse 63-125 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.20	%	$\pm 0.04$	
Kornstørrelse 125-250 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	0.10	%	$\pm 0.02$	
Kornstørrelse 250-500 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	18	%	$\pm 3.68$	
Kornstørrelse 500-1000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	64	%	$\pm 12.8$	
Kornstørrelse 1000-2000 <sup>a</sup>	Intern metode	14	%	$\pm 2.84$	
Kornstørrelse >2000 $\mu\text{m}$ <sup>a</sup>	Intern metode	3.0	%	$\pm 0.6$	

<sup>a</sup> Utført ved Nemko Norlab, Glomfjord, TEST 032

## P2211370-08 Prøvested: Nufsfjord REF Kjemi

### Merking

Prøvetaking	Prøvetaker	Mottak	Utført fra	Til	Objekt	Prøvetype
2022-10-02	Ann-Kristin	2022-10-06	2022-10-06	2022-10-21	Sediment	Sedimenter
Kulseng						

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	350	mg/kg TS	$\pm 87$	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	1.7	mg/kg TS	$\pm 0.50$	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	6.9	mg/kg TS	$\pm 1.4$	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Intern /Kjeldahl-N	320	mg N/kg TS	$\pm 48$	
Tørrstoff	NS 4764	55	g/100 g	$\pm 3.8$	
Glødetap	NS 4764	2.8	% av TS	$\pm 0.11$	
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>b</sup>	NS-EN 15936:2012	2000	mg/kg TS	$\pm 500$	

<sup>b</sup> Utført ved Nemko Norlab, Mo i Rana, TEST 032

### Hovedkontor:

Halvor Heyerdahls vei 50  
NO-8626 Mo i Rana

info@nemkonorlab.com  
www.nemkonorlab.com

tel: +47 404 84 100  
NO 953 018 144 MVA

Sea Eco AS  
Tore Hunds gt. 7  
9404 Harstad

Utstedt dato 2022-11-11  
Prøve nr P2211370  
Versjon 1  
Rapport godkjent 2022-11-11  
PO.nr/Ref.nr Nufsfjord

Med vennlig hilsen

*Johan Ahlin*

Chief engineer

[namdal@nemkonorlab.com](mailto:namdal@nemkonorlab.com)

Tlf:74212440

#### Kopi til

[anne@sea-eco.no](mailto:anne@sea-eco.no), [tone@sea-eco.no](mailto:tone@sea-eco.no)

\* = Ikke akkreditert | CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn | MPN = Det mest sannsynlige antall

Resultater gjelder utelukkende de prøvede objekt(er). Dersom laboratoriet ikke er ansvarlig for prøvetaking og/eller prøveuttak, gjelder resultatet slik de prøvede objekt(er) ble mottatt. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produkt- eller driftsgodkjenning. Rapporteres i henhold til Nemko Norlab AS sine standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.nemkonorlab.com](http://www.nemkonorlab.com) for disse betingelser. Laboratoriet er ikke akkreditert for vurdering og fortolkning av prøveresultater. Måleusikkerhet ved resultater angitt som større enn (>) eller «ikke påvist» er ukjent og kan ikke beregnes. Måleusikkerhet og prøvetakningsmetodikk fås ved henvendelse laboratoriet.

#### Hovedkontor:

Halvor Heyerdahls vei 50  
NO-8626 Mo I Rana

[info@nemkonorlab.com](mailto:info@nemkonorlab.com)  
[www.nemkonorlab.com](http://www.nemkonorlab.com)

tel: +47 404 84 100  
NO 953 018 144 MVA

## VEDLEGG E

### ARTSIDENTIFISERING (ARTSLISTE)

Nusfjord Side 1 av 2	C1-2	C1-3	C2-2	C2-3	C3-2	C3-3	REF-2	REF-3	Total
Akera bullata							1		1
Ampharetidae					1				1
Amphiura filiformis	2						1		3
Arctica islandica	1								1
Arenicola marina				3					3
Aricidea								7	7
Astarte crenata			1					1	2
Asteroidea						1			1
Brachiopoda	1		1						2
Capitella capitata				3				1	4
Caulleriella				1					1
Chaetozone setosa		1			3	2			6
Cirratulidae		11							11
Cirratulus cirratus	1	4							5
Crenella decussata			2						2
Dipolydora coeca				1					1
Dorhynchus thomsoni		1							1
Echinidea	1								1
Echinocardium flavescens								2	2
Eteone longa			2						2
Eunice pennata	2								2
Euspira montagui				1			1	2	4
Euspira nitida								1	1
Exogone					2	2	9	8	21
Glycera			1						1
Glycera capitata								1	1
Golfingia							1		1
Harmothoe			4	3					7
Hermania scabra					1	4			5
Hesionidae			1						1
Heteromastus filiformis			4	2				2	8
Hippomedon propinquus			1						1
Holothuroidea		1					1		2
Lagis koreni						4			4
Leptochiton asellus	5	16	1						22
Levinsenia gracilis			1						1
Lumbrineridae	1					9			10
Lysianassidae					1				1
Macandrevia cranium		1							1
Maldanidae					3				3



## SEA ECO

Nusfjord Side 2 av 2	C1-2	C1-3	C2-2	C2-3	C3-2	C3-3	REF-2	REF-3	Total
Nephtyidae					1				1
Nothria conchylega			1				3		4
Ophiactis balli		1							1
Ophiocten affinis					3	1			4
Ophiura			1						1
Ophryotrocha			1	1				1	3
Owenia fusiformis							3	2	5
Paradoneis			1				1		2
Paramphinome jeffreysii	2	13	4	25				3	47
Paraonidae			1	1				1	3
Pectinariidae					1				1
Phascolion (Phascolion) strombus strombus			2	1					3
Philine						2			2
Pholoe		3		1					4
Phylodoce groenlandica					1				1
Phylodoce maculata	1	1			1	1			4
Pisione remota			2	2				1	5
Polycirrus								1	1
Polynoidae	14	11							25
Prionospio	2								2
Prionospio cirrifera						2		2	4
Psamathe fusca		3							3
Pygospio elegans			1						1
Sipuncula				1			3		4
Spatangus purpureus	1	1							2
Spiophanes kroyeri				1					1
Steromphala cineraria		1							1
Sthenelais limicola							1		1
Streblosoma				1					1
Syllidae	1							1	2
Syllis				1					1
Syllis cornuta			2	6					8
Terebellidae			1				2		3
Tharyx killariensis								1	1
Thyasira						1			1
Westwoodilla caecula						1			1
<b>Individer total</b>	<b>35</b>	<b>69</b>	<b>36</b>	<b>55</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>308</b>
<b>Taxa total</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>76</b>



## SEA ECO

SD204, Serial No 1588											
Ser	Meas	Sal.	Cond.	Temp	Ox %	mg/l	Density	S. vel.	Press	Date	Time
1	345	31.94	36.08	11.126	92.41	8.30	24.432	1490.33	12.33	02.Oct-22	13:02:33
1	346	31.88	35.98	11.091	92.41	8.31	24.380	1490.10	11.22	02.Oct-22	13:02:35
1	347	31.84	35.92	11.067	92.46	8.32	24.350	1489.96	10.15	02.Oct-22	13:02:37
1	348	31.81	35.87	11.049	92.54	8.33	24.323	1489.84	9.07	02.Oct-22	13:02:39
1	349	31.74	35.79	11.038	92.47	8.33	24.266	1489.70	8.09	02.Oct-22	13:02:41
1	350	31.68	35.73	11.034	92.49	8.34	24.218	1489.59	6.75	02.Oct-22	13:02:43
1	351	31.68	35.73	11.034	92.76	8.36	24.214	1489.58	5.75	02.Oct-22	13:02:45
1	352	31.66	35.71	11.033	92.78	8.36	24.195	1489.54	4.69	02.Oct-22	13:02:47
1	353	31.64	35.68	11.032	93.05	8.39	24.169	1489.48	3.70	02.Oct-22	13:02:49
1	354	31.57	35.61	11.030	93.19	8.41	24.113	1489.38	2.79	02.Oct-22	13:02:51
1	355	31.52	35.56	11.033	93.48	8.43	24.069	1489.32	2.02	02.Oct-22	13:02:53
1	356	31.45	35.51	11.049	93.50	8.44	24.015	1489.29	1.53	02.Oct-22	13:02:55
1	357	31.45	35.50	11.047	93.63	8.45	24.006	1489.26	0.78	02.Oct-22	13:02:57
1	358	31.44	35.49	11.044	93.56	8.44	24.001	1489.24	0.69	02.Oct-22	13:02:59
1	359	31.49	35.50	11.003	96.44	8.71	24.040	1489.14	0.00	02.Oct-22	13:03:01