



# Supplerende B- og C-undersøkelse ved Vorpeneset

Grunnlag for undersøkelse:	Utvidelse/økt MTB	
Produksjonsområde:	PO 5	
Fylke:	Møre og Romsdal	
Kommune:	Vestnes	
Dato for prøvetaking:	B-undersøkelse	26.01.2023 og 07.06.2023
	C-undersøkelse	26.01.2023

Dokument-ID: 10729. Versjonsnummer: 10

**Vedlegg Prosedyre-505 Endringsrapport****STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering

Dokumentkategori Vedlegg

Sist godkjent dato 21.10.2022 (Øydis Alme)

Dato endret 21.10.2022 (Øydis Alme)



STIM Miljø

**ENDRINGSRAPPORT**

<b>Rapportens navn:</b> Supplerende B- og C-undersøkelse ved lokalitet Vorpeneset, 2023	
<b>Prosjektnummer.:</b> 2379	
<b>Oppdragsgiver (navn og adresse):</b> Ode AS; Ystenesgata 6b, 6003 Ålesund	
<b>Prøvetakssted (område):</b> Vorpeneset	
<b>Dato for prøvetaking:</b> 26.01 og 7.06.2023	
<b>Ansvarlig for prøvetaking (firma):</b> Frida Tronbøl og Martin Skarsvåg	
<b>Avvik/endringer til opprinnelig rapport:</b>  Det ble prøvetatt ytterligere 5 B-stasjoner etter at opprinnelig rapport ble utgitt 12. mars 2023 (STIM Rapport 31-2023, versjon 1). Data og fortolkning av disse B-stasjonene er blitt inkludert i innværende rapport (versjon 2).	
<b>Dato:</b> 27.06.2023	<b>Signatur</b>

STIM Kunnskapstjenester, Miljø  
Thormøhlens gt. 55  
5006 Bergen, Norway

Organisasjonsnr. NO 964 873 755 MVA  
[www.stim.no/tjenester/miljotjenester](http://www.stim.no/tjenester/miljotjenester)  
[miljo@stim.no](mailto:miljo@stim.no)





GENERELL INFORMASJON				
<b>Rapport tittel</b>	Supplerende B- og C-undersøkelse ved lokalitet Vorpeneset, 2023			
	<b>Rapport nr.</b>		<b>Rapport dato</b>	
	31-2023, versjon 2		14.08.23	
<b>Felt dato</b>	<b>B- undersøkelse:</b>	26.01.2023 og 07.06.2023	<b>C- undersøkelse:</b>	26.01.2023
Lokalitet				
<b>Lokalitetsnavn</b>	Vorpeneset			
<b>Lokalitetsnummer</b>	45138			
<b>Omsøkt MTB</b>	Beslattes av kunde. Undersøkelsen bygger på tidligere utført forundersøkelse ved lokaliteten og tilfredsstiller krav opptil 5999 tonn MTB			
<b>Fisketype (art)</b>	Torsk ( <i>Gadus morhua</i> )			
<b>Kommune</b>	Vestnes			
<b>Fylke</b>	Møre og Romsdal			
<b>Anleggskoordinater</b>	62°34.291' N, 7°23.656'Ø			
<b>Produksjonsområde</b>	PO 5			
Informasjon fra Vann-Nett				
<b>Vannforekomst-ID</b>	<b>Økoregion</b>	<b>Vanntype</b>		
0302011400-1-C	Norskehavet Sør	Beskyttet kyst/fjord (H3)		
Oppdragsgiver				
<b>Selskap</b>	Ode AS			
<b>Kontaktperson</b>	Tor Olav Seim			
Oppdragsansvarlig				
<b>Selskap</b>	STIM AS			
<b>Prosjektansvarlig</b>	Frida Tronbøl			
<b>Signatur prosjektansvarlig</b>				
<b>Forfattere</b>	Frida Tronbøl			
<b>Godkjent av (kontroll faglige vurderinger/fortolkninger)</b>				
<b>Akkreditering</b>	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, STIM AS, Test 157 (NS-EN ISO/IEC 17025).		Kjemi: Ja, Eurofins AS, TEST 003 (NS/EN ISO/IEC 17025) med underleverandører	
<b>Vilkår og betingelser</b>	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra STIM 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

---

Rapporten presenterer resultatene av en supplerende B- og C-undersøkelse utført i forbindelse med søknad om å utvide/økt MTB ved oppdrettslokalitet for torsk i Romsdalsfjorden. Undersøkelsen består av 13 B-stasjoner og én C-stasjon og ble gjennomført 26. januar 2023 og 7. juni 2023.

Lokaliteten Vorpeneset ligger i Vestnes kommune i Møre og Romsdal og har i dag MTB tillatelse opptil 3599 tonn. Ode AS har nylig (oktober) satt ut fisk ved anlegget og ønsker å søke om å øke MTB ved lokaliteten. Ode AS har i den forbindelse engasjert STIM i å utføre en supplerende B- og C-undersøkelse for å imøtekomme standardens krav (NS 9410:2016) til antall B- og C-stasjoner sett i sammenheng med ønsket MTB og utstrekning av anleggsrammen.

B- og C-undersøkelsen er utført akkreditert av STIM Miljø på oppdrag fra Ode AS. Vi utfører marine miljøundersøkelser på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og havbruksnæringen. STIM Miljø er akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking, taksonomisk analyse, samt faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Trondheim, august 2023



## SAMMENDRAG

---

Hovedresultatene fra **C-undersøkelsen** vises i Tabell 0.1, der de fleste av de målte parameterne som kan klassifiseres er i tilstandsklasse I-II (Meget god til God). Det ble prøvetatt sedimentet fra én stasjon (VOR C5) i overgangssonen. Analyser av bunnfauna viste at forurensningssensitive og nøytrale arter (NSI I og II) utgjør til sammen mellom 70 % av det totale individantallet ved stasjonen. De resterende individene tilhørte økologiske grupper med tolerante arter og en liten andel av opportunistiske arter. Undersøkelsen av bløtbunnsfauna ved stasjonen viser samlet sett tilstandsklasse **I – Svært god** (Veileder 02:2018). Videre er glødetapet av sedimentet godt innenfor normalen (< 10 %) med 3.96 % glødetap. Verdien av fosfor er vurdert som moderat, mens nitrogennivåene er vurdert som I - god ved stasjonen. Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, tilsvarende nest beste tilstandsklasse for kobber og beste tilstandsklasse for sink. Måling av sedimentets pH og  $E_h$  viste beste tilstandsklasse 1 – Meget god (NS 9410:2016). Samlet sett viser undersøkelsene av miljøtilstanden ved stasjonen lite påvirkning av dagens drift på Vorpeneset. Det vurderes at VOR C5 vil være en hensiktsmessig stasjon å benytte i videre trendovervåking av driften på Vorpeneset.

Resultatene fra **B-undersøkelsen** viste at stasjonene plassert nærmest merdene med produksjon viste størst grad av påvirkning. Stasjon 11, 13, 14 og 21 fikk tilstand 2 – God, mens stasjon 12 fikk tilstand 3 – Dårlig. De resterende stasjonene nordøst i anlegget fikk alle tilstand 1 – Meget god (NS 9410:2016). Ellers ble det registrert moderate mengder børstemark i samtlige prøver med unntak av 11, hvor det ikke ble funnet noen dyr. Det ble funnet skjell ved stasjon 13 og 16, slangestjerner på stasjon 17 og 23, og krepsdyr på stasjon 18. Kjemiske målinger viste meget gode (9 av 11 stasjoner), gode (1 av 11 stasjoner) og dårlige (1 av 11) pH- og  $E_h$ -verdier i sedimentet. Sensoriske parametere viste at sedimentet var grått i fargen på stasjon 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23 og brun/sort på de resterende stasjonene. Det var noe lukt i sedimentet på stasjon 11, 12, 13, 14 og 15, mens det var luktfritt på de resterende stasjonene. Sedimentet var mykt på stasjon 11-18 og fast på stasjon 19-23, men ingen slamlag > 2 cm eller gassbobler ble registrert på noen av stasjonene. Fôr og fekalier ble observert i sedimentet på stasjon 11, 12 og 13, og fekalier ble også observert på stasjon 14. Samlet viser resultatene fra undersøkelsen Lokalitetstilstand **1 – Meget god**, ut fra vurderingskriteriene i NS 9410:2016.

### Undersøkelsesfrekvens

Ved lokalitet Vorpeneset skal neste B-undersøkelse utføres ved første maks belastning og neste C-undersøkelse utføres etter første produksjonssyklus, fortrinnsvis i løpet av de siste to måneder av maks produksjon og inntil 2 måneder etter utslakting.



## HOVEDRESULTAT

**Tabell 0.1** Oppsummering av resultater fra B- og C-undersøkelsen utført ved Vorpeneset 26. januar og 7. juni 2023. Miljøtilstand etter NS 9410:2016 og tilstandsklasser etter Veileder 02:2018. Tabell viser glødetap (TOM), kobber (Cu), sink (Zn), fosfor (TP), nitrogen (TN), oksygeninnhold i bunnvann (O<sub>2</sub>, ml/l) i sedimentet. For de parameterne som har tilstandsklasser er disse fargekodet iht. gjeldende standarder og veiledere (Vedlegg 2.2).

Hovedresultater fra C-undersøkelse	
	<b>Overgangssone</b>
<b>C-stasjoner</b>	<b>VOR C5</b>
<b>Avstand til anlegg (m)</b>	413
<b>Dyp (m)</b>	383
<b>Posisjon (WGS84)</b>	62°34.554 N, 7°23.381 Ø

Bunnfauna (Veileder 02:2018)	<b>Arter (snitt)</b>	41		
	<b>Individer (snitt)</b>	146		
	<b>Diversitet (H')</b>	4,0		
	<b>nEQR-verdi</b>	0,858		
<b>Glødetap (TOM, % TS)</b>		3,96		
<b>Organisk innhold (nTOC, mg/g)</b>		13,1		
<b>Kobber (Cu, mg/kg TS)</b>		29,5		
<b>Sink (Zn, mg/kg)</b>		78,1		
<b>Totalt fosfor (TP, mg/kg)</b>		1100		
<b>Totalt nitrogen (TN, g/kg)</b>		1,3		
<b>I – Svært god</b>	<b>II – God</b>	<b>III – Moderat</b>	<b>IV – Dårlig</b>	<b>V – Meget dårlig</b>

Hovedresultater fra B-undersøkelse			
Parametergruppe	Indeks	Tilstand	
Gr. II pH/Eh:	0,727	1	
Gr. III Sensorisk:	0,880	1	
Gr. II + III:	0,849	1	
<b>Lokalitetstilstand (NS 9410:2016)</b>		<b>1</b>	
<b>1 - Meget god</b>	<b>2 - God</b>	<b>3 - Dårlig</b>	<b>4 - Meget dårlig</b>



# Innhold

1. BAKGRUNN OG FORMÅL .....	8
2. OMRÅDE OG PRØVESTASJONER .....	9
3. B-UNDERSØKELSE .....	12
4. C-UNDERSØKELSE .....	14
4.1 Plassering av prøvestasjoner .....	14
4.2 Bløtbunnsfauna .....	16
4.2.1 Overgangssone (VOR C5).....	16
4.2.2 Økologiske grupper .....	18
4.3 Sediment .....	19
4.3.1 Sensoriske vurderinger.....	19
4.3.2 Kornfordeling.....	19
4.3.3 Kjemiske parametere .....	20
5. DISKUSJON.....	22
6. REFERANSER .....	24
7. VEDLEGG.....	26
Vedlegg 1. B-undersøkelse .....	26
1.1 Faglig program og metodikk.....	26
1.2 Utstyr.....	27
1.3 B1/B2-skjema B-undersøkelse.....	28
1.4 Bilder av sediment B-undersøkelse .....	34
1.5 B-stasjoner fra tidligere undersøkelse .....	37
Vedlegg 2. C-undersøkelse .....	38
2.1 Prøvetaking og analyser .....	38
2.2 Referansetilstand .....	42
2.3 Indeksbeskrivelser .....	43
2.4 Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR) .....	46
2.5 Artslister .....	47
2.6 Analysebevis .....	49
2.7 Bilder av sediment C-undersøkelse .....	52



## 1. BAKGRUNN OG FORMÅL

Formålet med undersøkelsen er å studere de marine miljøforholdene i resipienten til lokaliteten Vorpeneset. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av bunnprøver (bunnfauna, sedimentets organiske innhold og kornfordeling, samt kjemiske forbindelser i sedimentet). Resultatene fra prøveinnsamlingen vurderes både iht. Direktoratsgruppa Vandirektivets indekser (Veileder 02:2018) og standarden Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (NS 9410:2016).

Det ble utført en forundersøkelse på lokaliteten i 2021 (Tabell 1.1). Ved denne forundersøkelsen ble det gjennomført en C-undersøkelse med 4 C-stasjoner og én referansestasjon, samt en B-undersøkelse med prøvetakning av totalt 10 B-stasjoner.

For å søke MTB opptil 5780 tonn skal det ifølge NS 9410:2016 samles prøver fra 5 C-stasjoner og én referansestasjon. Det ble derfor besluttet ved innværende undersøkelse å prøveta ytterligere én C-stasjon i overgangssonen ved lokaliteten (VOR C5), for å imøtekomme standardens krav til antall C-stasjoner. Det ble også besluttet å prøveta ytterligere 13 B-stasjoner for å imøtekomme standardens krav om 18 B-stasjoner for MTB opptil 5780 t, samt å kartlegge bunnforholdene ved utvidelse av anleggsrammen med en rad mot sørøst.

**Tabell 1.1** Innværende og tidligere gjennomførte miljøundersøkelser ved lokalitet Vorpeneset. Det har tidligere blitt utført en B- og C-undersøkelse, samt strømundersøkelse ved lokaliteten i forkant av etablering av anlegg.

Dato prøvetaking	Rapport	Type undersøkelse	Biomasse på und. tidspkt	Lokalitets-tilstand
26.01.2023	Supplerende B/C-undersøkelse, STIM rapport 31-2023	Sup. B/C-undersøkelse	427	1
05.05.2021	B-undersøkelse Åkerblå rapport 102879-01-002	Forundersøkelse	0	1
27.03.2021	C-undersøkelse Åkerblå rapport 102880-01-002	Forundersøkelse	0	-
Jan-mars 2021	Strømundersøkelse Åkerblå rapport 102503-01-001	Forundersøkelse	0	-

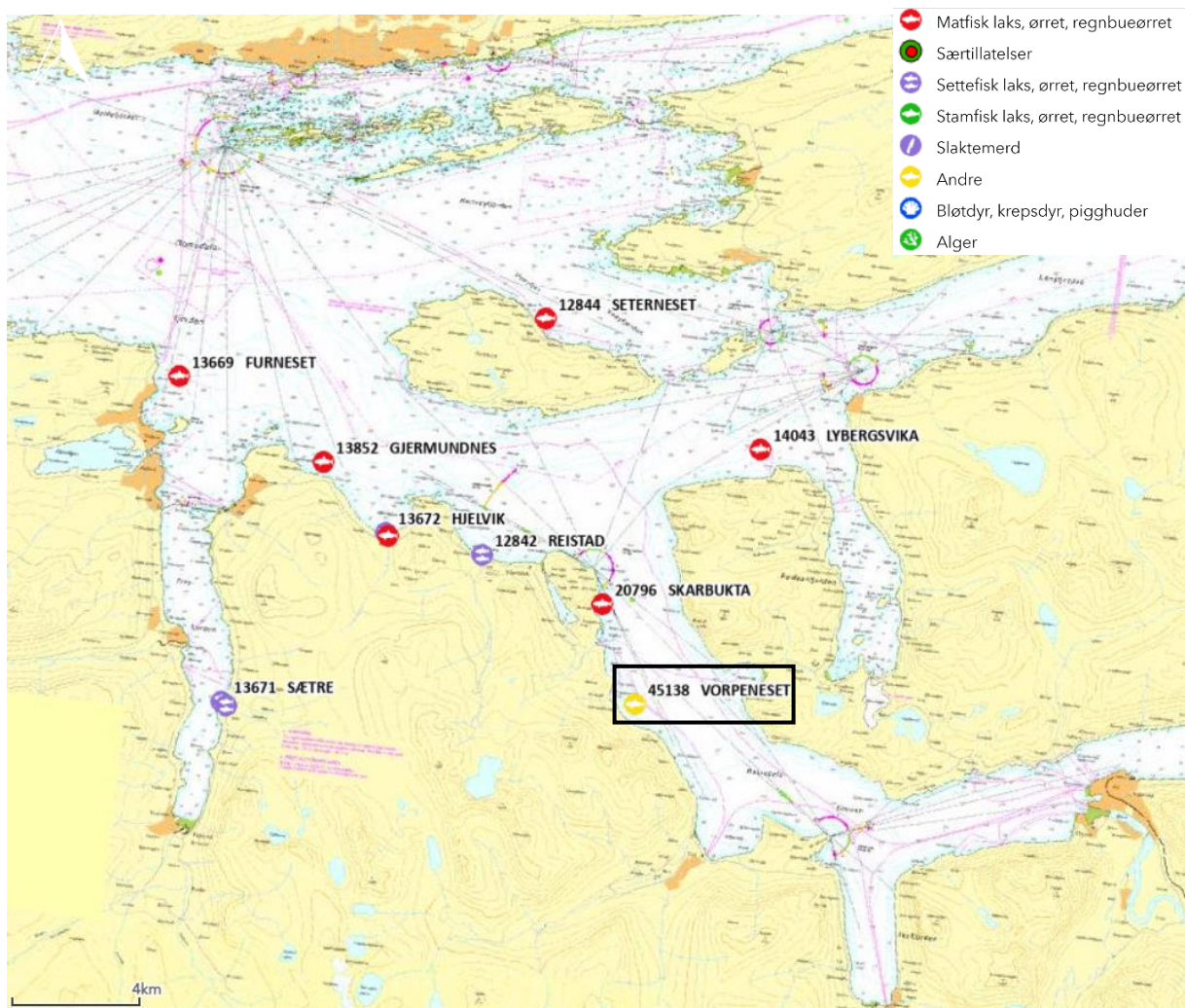




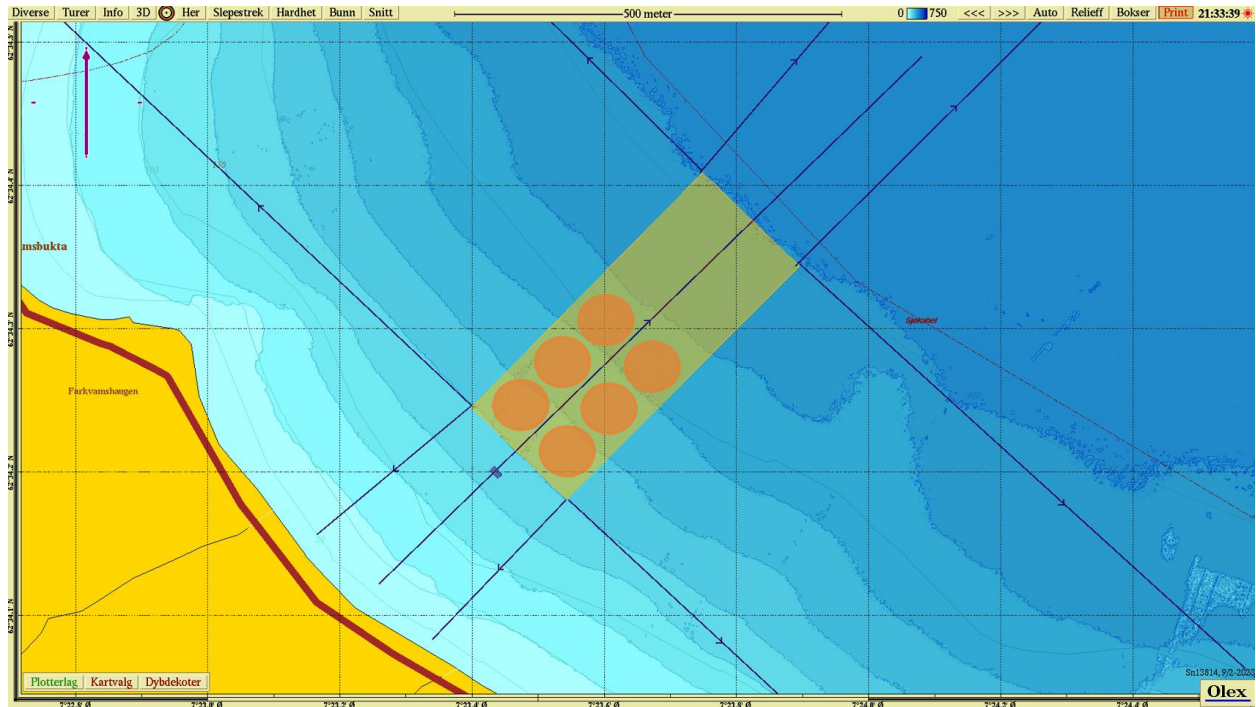
## 2. OMRÅDE OG PRØVESTASJONER

Lokaliteten ligger nordvest i Romsdalsfjorden i Vestnes kommune (Figur 2.1) og er plassert i Økoregion *Norskehavet Sør* og klassifisert som *Beskyttet kyst/fjord*. På lokaliteten ligger et ringanlegg bestående av 6 merder på 120 meter. Anlegget har i dag en MTB-tillatelse på 3599 tonn og har vært i drift siden oktober 2022. Det var fisk i alle 6 merder da undersøkelsen ble gjennomført, med en stående MTB på 427 tonn (Figur 2.2).

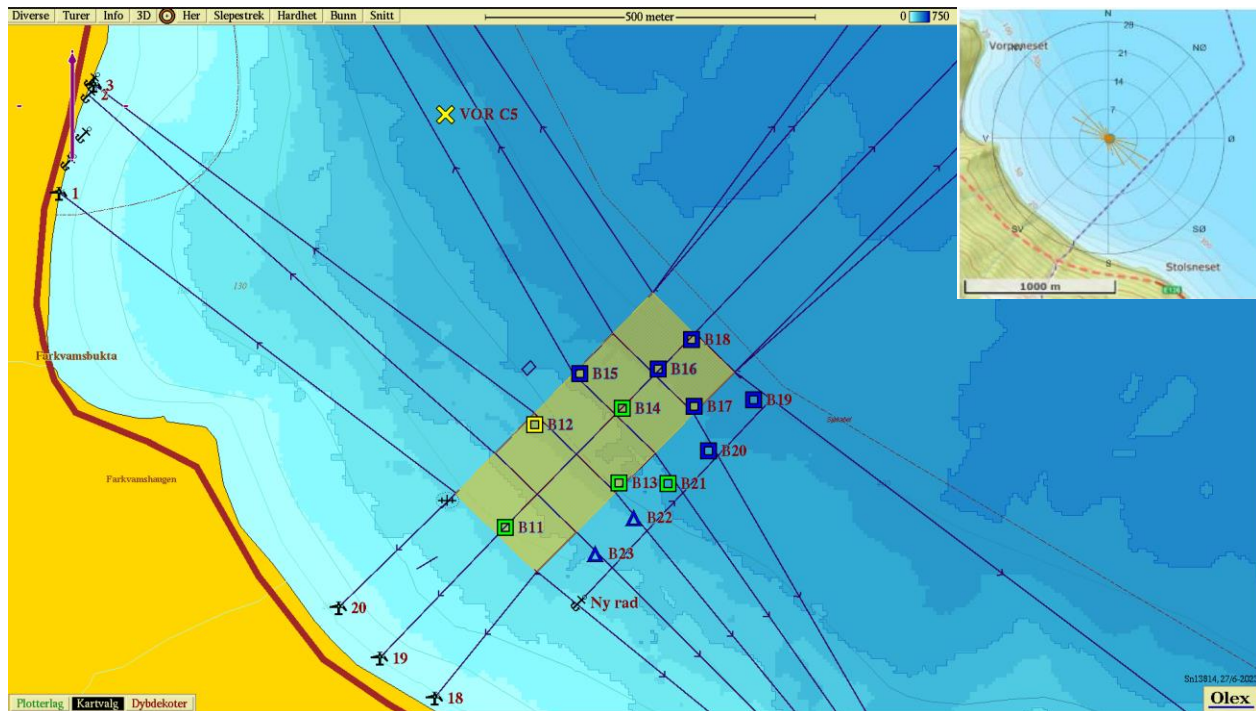
Bunnen under anlegget skrår bratt ned fra land mot midtre del av fjorden hvor det flater ut på omtrent 400 m dyp. Dybden under anlegget går fra ca. 200 m i sørvestlig del til 400 m i nordøstlig del. (Figur 2.2 – Figur 2.5). Strømmålinger utført i januar-mars i 2021 viste en vannføring som gikk langs batymetrien i sørøstlig og nordvestlig retning i måleperioden (Åkerblå AS, 2021b).



**Figur 2.1** Sjøkart som dekker minst 10 km rundt anlegget med angivelse av anleggets plassering (sort firkant) inklusive plassering av andre oppdrettslokaliteter i området. Kartkilde: [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no)

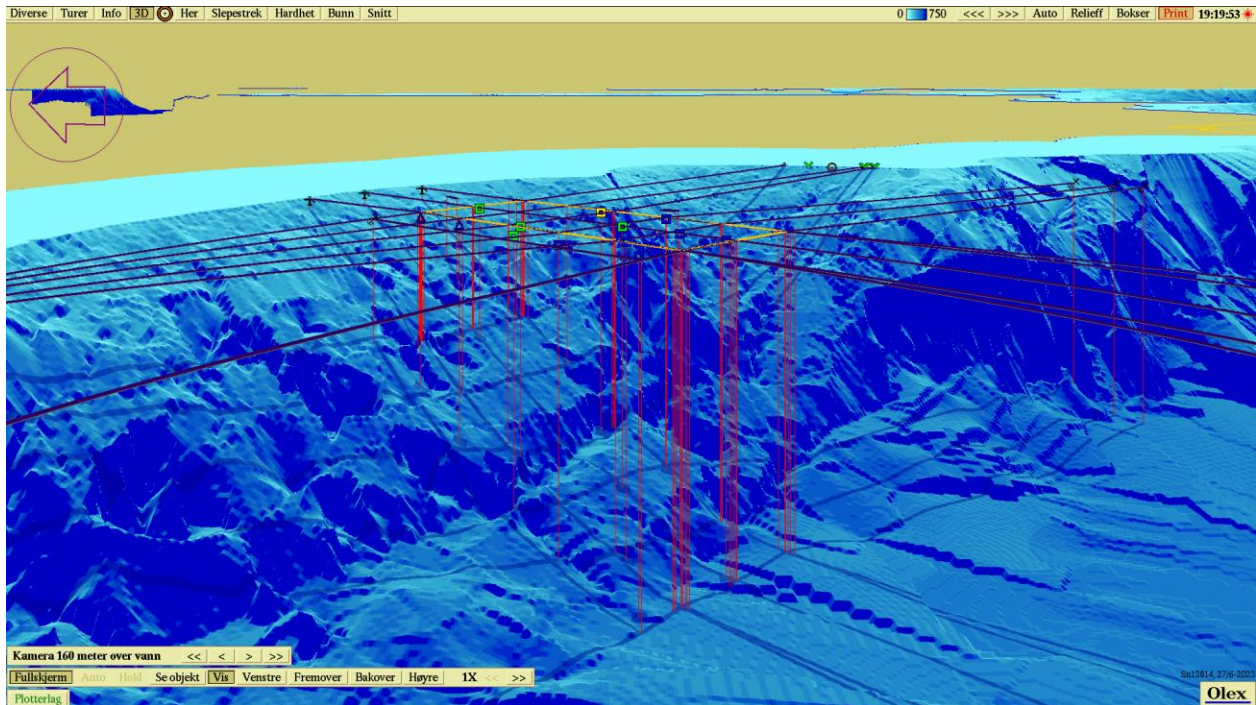


**Figur 2.2** Skisse av anleggsrammen (gult rektangel) med inntegrede merder (oransje sirkler) hvor det var fisk under prøvetakning 26. januar 2023 av B- og C-undersøkelsen.

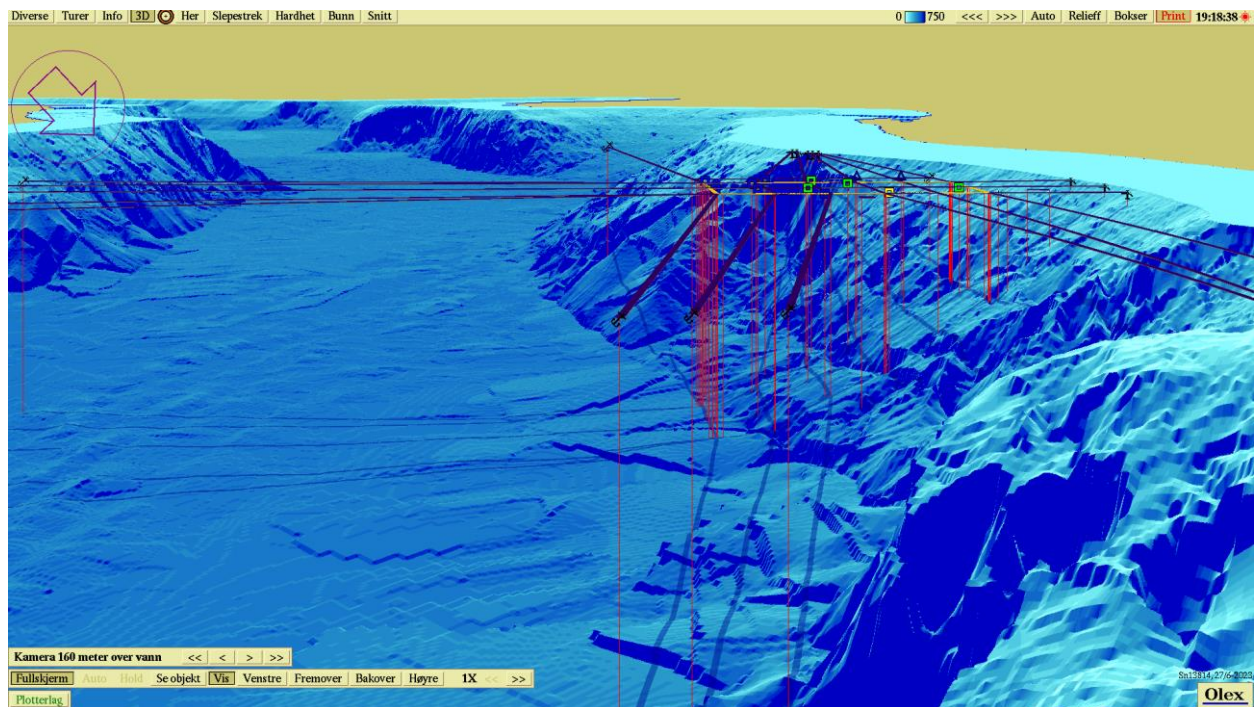


**Figur 2.3** Kart av anleggsplassering ved Vorpeneset med plassering av fortløyningslinjer, prøvestasjoner for C-undersøkelsen (gult kryss) og B-stasjoner (firkanter og trekant som representerer hhv. bløtbunn og hardbunn med farge som indikerer tilstandsklassifisering iht. NS9410). Fem av B-stasjonene (19-23) er plassert utenfor eksisterende ramme der oppdretter ønsker å legge til en ekstra rad (anvist som «ny rad»). Spredningsstrøm (gjennomsnittlig vannforflytning,  $m^3/m^2/d$ ) er målt ved 67 m (Åkerblå AS, 2021b) og anvist som strømrose. Kartet er nordlig orientert. Kartkilde: Olex





**Figur 2.4** Kart av anleggsplassering ved Vorpeneset med plassering av fortøyningslinjer, samt prøvestasjon for C-undersøkelsen (gult kryss) og stasjoner fra B-undersøkelsen (firkanter). Kartet er nordøstlig orientert. Kartkilde: Olex



**Figur 2.5** Tredimensjonalt bunnkart med plassering av anlegg og prøvestasjon for C-undersøkelsen (gult kryss) og B-undersøkelsen (firkanter). Kartet er sørøstlig orientert. Kartkilde: Olex

### 3. B-UNDERSØKELSE

Det ble utført B-undersøkelse på lokaliteten av STIM Miljø 26. januar og 7. juni 2023. Formålet med B-undersøkelsen er å dokumentere miljøtilstanden i lokalitetens anleggssone iht. Norsk Standard NS 9410:2016 - *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Prøvetaking av bunnsediment for biologisk, kjemisk, fysisk og geologiske analyser, samt faglige vurderinger og fortolkninger er utført akkreditert av personell fra STIM Miljø under akkrediteringsnummer Test 157 (se Vedlegg 1 for faglig metodikk, utstyr, B1/B2-skjema og bilder av sediment fra undersøkelsen).

Ved lokalitet Vorpeneset er prøvetakingsplan å prøveta 13 stasjoner jevnt fordelt slik at de best mulig dekker bunnområdet rett under/inntil anlegget. I tillegg til å plassere stasjonene jevnt innenfor anleggsrammen, ble stasjonene plassert nedstrøms (pga. bimodal retningsfordeling: Åkerblå AS, 2021a) i de dypere områdene innenfor anleggsrammen der det forventes størst påvirkning fra drift på lokaliteten (Tabell 3.1; Figur 3.1).

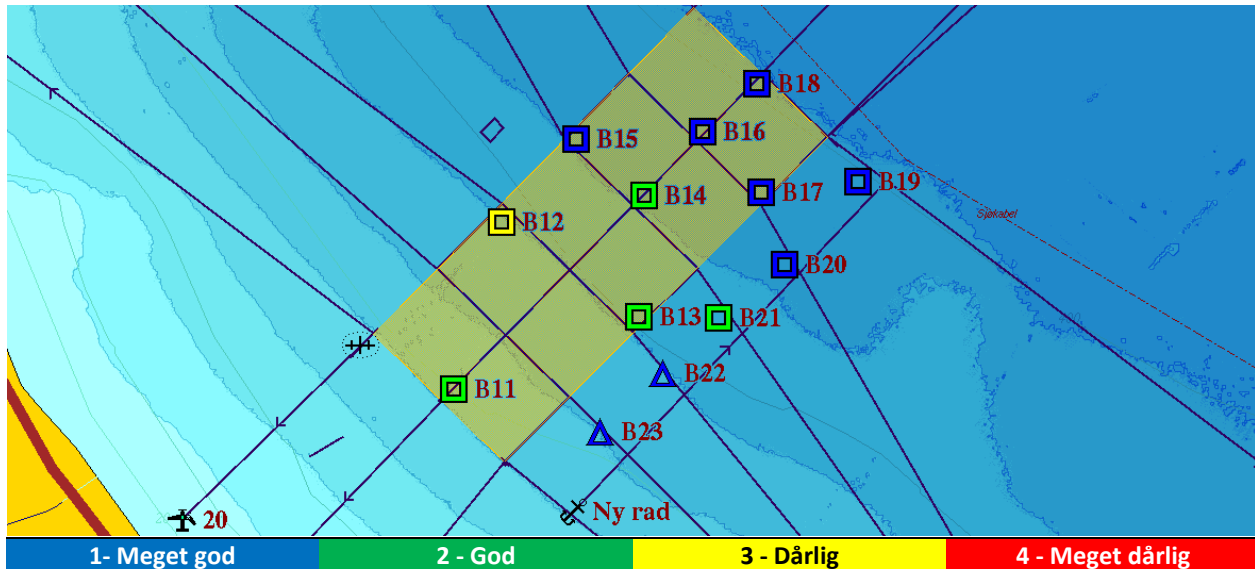
Undersøkelsen ble utført ved to ulike tidspunkt, hvor 8 stasjoner (B11 - B18) ble prøvetatt 26. januar av Frida Tronbøl og 5 stasjoner (B19 – B23) ble prøvetatt av Martin Skarsvåg 6. juni. Båten Dykkerservice 3 fra Frøy Vest AS ble leid inn for prøvetakingen i januar, mens driftsbåt på Vorpeneset ble benyttet ved prøvetakingen i juni.

**Tabell 3.1** Koordinater og dyp av stasjoner for B-undersøkelsen på lokalitet Vorpeneset, 26. januar og 6. juni 2023.

Stasjon	Posisjon (WGS84)		Dyp (m)
B11	62°34.217	7°23.488	215
B12	62°34.301	7°23.540	298
B13	62°34.253	7°23.690	309
B14	62° 34.314	7°23.695	355
B15	62°34.343	7°23.621	355
B16	62°34.346	7°23.759	387
B17	62°34.316	7°23.823	381
B18	62°34.370	7°23.818	399
B19	62°34.321	7°23.928	396
B20	62°34.279	7°23.848	367
B21	62°34.253	7°23.776	331
B22	62°34.218	7°23.715	293
B23	62°34.189	7°23.647	245



Det ble samlet prøver fra totalt 13 stasjoner på lokaliteten (se Figur 3.1 og Vedlegg 1). Samtlige stasjoner unntatt to (B22 og B23) besto av bløtbunn med finere sedimenter av leire og silt (ca. 80 % leire/silt). I prøven fra stasjon B11 og B13 var det ikke nok sediment til å utføre kjemiske målinger, men de sensoriske parameterne ble notert.



**Figur 3.1** Illustrasjon av anleggsrammen med stasjoner inntegnet og markert som bløtbunnsstasjoner (firkant) og hardbunnsstasjoner (trekant). Fem av stasjonene (19-23) er plassert utenfor eksisterende ramme der oppdretter ønsker å legge til en ekstra rad. Tilstanden på stasjonene er beregnet ut fra middelverdi for gruppe II og III og er vist med fargekoder. Kartkilde: Olex

**Gruppe I:** Det ble registrert moderate mengder børstemark i samtlige prøver med unntak av 11 hvor det ikke ble funnet noen dyr. Det ble funnet skjell ved stasjon 13 og 16, slangestjerner på stasjon 17 og 23 og krepsdyr på stasjon 18.

**Gruppe II:** Kjemiske målinger (pH og  $E_h$ ) viste meget gode (9 av 11 stasjoner), gode (1 av 11 stasjoner) og dårlige (1 av 11) pH- og  $E_h$ -verdier i sedimentet. Samlet indeks for bløtbunnsstasjonene ble 0,727. Dette tilsvarer tilstandsklasse 1 for gruppe II.

**Gruppe III:** Sensoriske parametere viste at sedimentet var grått i fargen på stasjon 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23 og brun/sort på de resterende stasjonene. Det var noe lukt i sedimentet på stasjon 11, 12, 13, 14 og 15, mens det var luktfritt på de resterende stasjonene. Sedimentet var mykt på stasjon 11-18 og fast på stasjon 19-23, men ingen slamlag > 2 cm ble registrert på noen av stasjonene. Samlet indeks ble 0.880. Dette tilsvarer tilstandsklasse 1 for gruppe III.

Samlede middelverdier for gruppe II og III ble 0.849. Dette gir samlet Lokalitetstilstand **1 - Meget god** (Tabell 3.2; Vedleggstabell 1.1).

**Tabell 3.2** Hovedresultater fra B-undersøkelsen på lokalitet Vorpeneset 26. januar og 6. juni 2023.

Parameter	Type parameter	Indeks	Tilstand
Gruppe II	pH/ $E_h$	0,727	1
Gruppe III	Sensorisk	0,880	1
Gruppe II+III	Middelverdi	0,849	1
Lokalitetstilstand			1



## 4. C-UNDERSØKELSE

C-undersøkelse med én C-stasjon ble gjennomført samtidig som B-undersøkelsen 26. januar 2023. Det ble samlet bløtbunnsprøver for kjemiske og biologiske analyser, samt analyser av kornfordeling og organisk innhold i sedimentet (se Vedlegg 2 for detaljer rundt metodikk, analyser og klassifiseringssystemer).

### 4.1 Plassering av prøvestasjoner

Antall stasjoner settes ut fra MTB, og plassering av stasjoner følger anbefaling iht. NS 9410:2016. Med en omsøkt MTB på mellom 3600 og 5999 tonn ved Vorpeneset, er utgangspunktet for prøvetakingsplan én ordinær C-stasjon som supplement til forundersøkelsen utført i 2021 (Åkerblå AS, 2021c) (Tabell 4.1). Valg av undersøkelsesparametere er utført iht. gjeldende standard (NS 9410:2016) (Tabell 4.2).

**Tabell 4.1** Plassering av prøvestasjoner iht. NS 9410:2016, samt begrensinger til plasseringen. **Forklaring som er relevant til innværende undersøkelse vises i fet skrift.**

Stasjon	Plassering	Begrensinger
C1	Markerer overgang fra anleggssone til overgangssone, ca. 25-30 m fra merdkant, fortrinnsvis der B-undersøkelsen viser størst påvirkning - ofte mot dypeste del av anleggsområdet, eller nedstrøms i hovedretning for spredningsstrømmen.	Plassering avhengig av topografi og strømforhold
C2	Ytterkant av overgangssonen - ikke dypområde, med mindre dette er representativt for et større område. Avstand til anlegget avhengig av lokalitetens MTB og en vurdering av strømforhold (300-500 m).	Plassering avhengig av topografi og strømforhold
C3, C4, C5 osv.	<b>I overgangssonen der det forventes størst påvirkning, nedstrøms fra anlegget i hovedretning for spredningsstrømmen og i de dypeste områdene der slike finnes. Dersom bunn i overgangssonen er sterkt skrånende, legges det en stasjon i fot av skråning.</b>	<b>Plassering avhengig av topografi og strømforhold</b>
ref	Minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype og forhold som det området som dekkes av forundersøkelsen	Plassering avhengig av topografi og strømforhold

**Tabell 4.2** Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Vorpeneset, januar 2023. Tabellen viser hvilke parametere som innhentes ved hver av C-stasjonene: kornfordeling (Kornf), totalt organisk materiale (TOM), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), total fosfor (TOT-P), sink (Zn), kobber (Cu), surhetsgrad (pH) og redokspotensial (E<sub>h</sub>). I tillegg inneholder det faglige programmet hydrografimålinger v/CTD ved undersøkelsens dypeste stasjon. **Forklaring som er relevant til innværende undersøkelse vises i fet skrift.**

Stasjon	Parametere
C1 (ytterkant anleggssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse, Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E <sub>h</sub>
C2 (ytterkant overgangssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse, Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, Hydrografi/O <sub>2</sub> , pH/E <sub>h</sub>
C3, C4, C5 (overgangssone)	<b>Kvantitativ bunndyrsanalyse, Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E<sub>h</sub></b>
ref (referansestasjon)	Kvantitativ bunndyrsanalyse, Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, Hydrografi/O <sub>2</sub> , pH/E <sub>h</sub>



Hovedstrømretning for spredningsstrøm ved Vorpeneset er bimodal, som viser at vannmassene ved dette dypet beveger seg omtrent like frekvent i to motsatte retninger (nordvest – sørøst). Siden bunnen skrå fra land mot midten av fjorden i nordøstlig retning, er det forventet at størst påvirkning fra anlegget blir i retning nordøst og mot hver av hovedstrømretningene. Siden tidligere prøvetatte C-stasjoner dekker godt området sørøst for lokaliteten, ble C-stasjonen (VOR C5) i denne undersøkelsen plassert nordvest i overgangssonen for anlegget. Stasjonen ble plassert (ut ifra bunnkartleggingen med hardhet) der det var beregnet lavest hardhet, og dermed der en kan forvente at partikler fra anlegget vil deponere. En oppsummering av stasjonsopplysninger er vist i Tabell 4.3.

**Tabell 4.3** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Romsdalsfjorden, Vorpeneset 26. januar. Dybder innhentet vha. båtens ekkolodd. Plassering av prøvestasjonen ble registrert med bruk av toktfartøyets GPS. I tillegg brukes en håndholdt GPS av typen Garmin eTrex 22. Plasseringen til stasjonen er oppgitt med kartkoordinater (WGS84). Prøver er tatt fra stasjonen med minimum 20 m presisjon, i henhold til kravspesifikasjonen (NS-EN-ISO, 16665:2014). Det ble benyttet en van Veen Størksen grabb hvor kammeret utgjør 0,1 m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde).

Stasjon	Avstand til anlegg	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nr.	Prøvevolum (l)	Analyser
VOR C5	413	62°34.554 N 07°23.381 Ø	383	1	20,78	Bunndyrsanalyse
				2	16,5	Bunndyrsanalyse
				3	ok	Kornfordeling, TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/Eh Bomhugg: 0 Forkastet: 0



## 4.2 Bløtbunnsfauna

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 4.4 til Tabell 4.8, samt i Vedlegg 2. Beregning av indekser og økologisk tilstand er beskrevet i Vedlegg 2.1 til 2.4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et øyeblikksbilde av miljøforholdene ved lokaliteten i januar 2023. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i overgangssonen skal vurderes og klassifiseres utfra grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Veileder 02:2018 (Vedlegg 2.2).

### 4.2.1 Overgangssone (VOR C5)

Stasjon VOR C5 er plassert i overgangssonen (dybde 383 m), 413 m nordvest for anlegget. Det ble samlet 41 arter og 249 individer i snitt per hugg. Blant de ti mest tallrike artene ble det funnet fem økologisk forurensingssensitive/nøytrale arter, mens de øvrige er tolerante arter. Faunaen domineres av pølseormen *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* og slangestjernen *Amphilepis norvegica* med hhv. 31,3 og 9,8 % av det totale individantallet (Tabell 4.5). Beregnet nEQR på grabbnivå gir en tilstandsverdi på 0,858 som tilsvarer tilstandsklasse I – **Svært god** (Veileder 02:2018) (Tabell 4.4).

**Tabell 4.4** Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjon VOR C5 ved lokalitet Vorpeneset, januar 2023. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Antall individer, arter, diversitet (H', ES<sub>100</sub>), sensitivitet (NSI og ISI<sub>2012</sub>) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og gjennomsnittlig for stasjonen. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av nEQR-verdier på huggnivå og er markert med fargekoder.

Indekser	VOR C1-1	VOR C1-2	Gj.snitt	nEQR indekser
Arter	32	50	41	
Individer	146	352	249	
NQI1	0,808	0,807	0,808	0,897
H'	4,0	4,1	4,0	0,838
ES <sub>100</sub>	27,1	28,6	27,8	0,842
ISI <sub>2012</sub>	10,0	10,5	10,2	0,866
NSI	25,7	26,6	26,2	0,846
Gjennomsnitt nEQR				0,858
I – Svært god	II – God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Meget dårlig





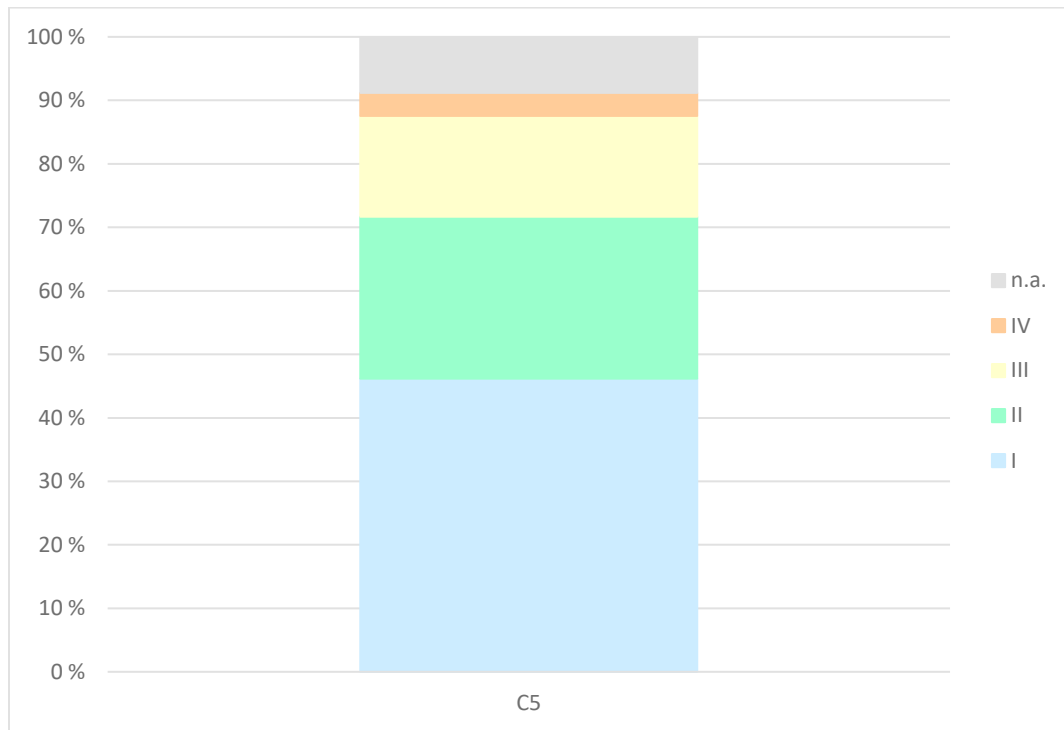
**Tabell 4.5** De mest tallrike artene fra prøvene ved stasjon VOR C5 ved lokalitet Vorpeneset, januar 2023. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for stasjonen, samt økologisk gruppe (Ecological group – EG) for NSI. I = sensitive arter, II = nøytrale arter, III = tolerante arter, IV = opportunistiske arter, V = forurensingsindikatorarter (Rygg og Norling, 2013). n.a.=not available/ikke kjent. Miljøtilstand iht. NS9210:2016. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

VOR C5	Antall individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	156	31,3	31,3	I
<i>Amphilepis norvegica</i>	49	9,8	41,2	II
<i>Mendicula ferruginosa</i>	37	7,4	48,6	I
<i>Kelliella miliaris</i>	27	5,4	54	III
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	19	3,8	57,8	n.a.
Lumbrineridae	17	3,4	61,2	II
<i>Heteromastus filiformis</i>	17	3,4	64,7	IV
<i>Prionospio dubia</i>	16	3,2	67,9	I
<i>Abra nitida</i>	11	2,2	70,1	III
<i>Parathyasira equalis</i>	11	2,2	72,3	III
Forurensnings-sensitiv (NSI I)	Forurensnings-nøytral (NSI II)	Forurensnings-tolerant (NSI III)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI IV)	Forurensnings-indikerende (NSI V)



#### 4.2.2 Økologiske grupper

Det er en relativt høy andel av bunndyr som forbindes med upåvirkede forhold (70 %, NSI gruppe I og II) (Figur 4.1). Ellers er det en betydelig andel forurensningstolerante arter og en lav andel opportunistar, men ingen forurensningsindikerende arter. De tolerante artene er alle erfaringsmessig vanlig forekommende i fjorder av denne typen, og det er derfor lite som tyder på organisk belastning i området utover det man naturlig kan forvente i fjorder.



**Figur 4.1** Prosentvis fordeling av individer i ulike økologiske grupper per stasjon. I = sensitive arter, II = nøytrale arter, III = tolerante arter, IV = opportunistiske arter, V = forurensningsindikatorarter (Rygg og Norling, 2013). n.a. = not available/ikke kjent.

## 4.3 Sediment

### 4.3.1 Sensoriske vurderinger

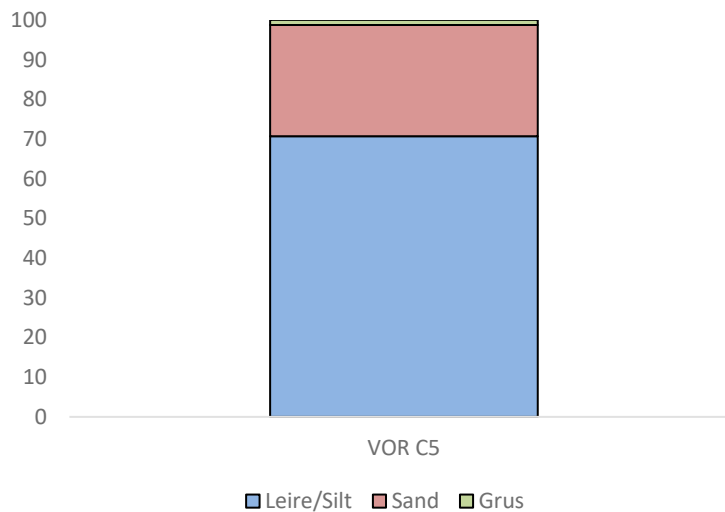
Sedimentet på VOR C5 bestod av leire/silt og sand, med noe innslag av grus. Sedimentet var lyst/grått på farge, luktfritt, hadde fast konsistens og var uten gassbobler. Det var ikke slamlag på stasjonen.

### 4.3.2 Kornfordeling

Resultat fra sedimentundersøkelsen er presentert i Tabell 4.6, Figur 4.2 og Vedlegg 2.6 (se foto av sedimentet i Vedlegg 2.7). Sedimentet er dominert av leire/silt (70,8 %), med noe sand (28,0 %).

**Tabell 4.6** Kornfordeling av sediment på VOR C5. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Summen kan overskride 100 % grunnet feilmarginer i analysemetoden.

Type sediment	VOR C5
Leire/Silt	70,8
Sand	28,0
Grus	1,3



**Figur 4.2** Kornfordeling av sediment på C-stasjon C5 ved Vorpeneset. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm.

### 4.3.3 Kjemiske parametere

#### Tungmetaller i sedimentet

Dersom nøtter har vært satt inn med kobberimpregnering, kan en forvente å se rester av dette i sedimentet. Ved akvakulturlokaliteter kan sink (og fosfor) brukes til å spore hvor langt fra anleggene organiske utslipp kan registreres. Disse stoffene finnes i større mengder i fiskefôr enn i andre marine kilder og siden de ikke inngår i metabolske prosesser, vil de oppkonsentreres i sedimenter som har fått tilførsler av organisk materiale fra oppdrettsanlegg og dermed gi informasjon om hvor store tilførslene har vært (se Vedlegg 2.6 for analyserapport). Målte verdier av metallene kobber og sink ved VOR C5 viste gode verdier, tilstandsklasse **II - God** for kobber (ingen toksiske effekter), og **I - Svært god** tilstandsklasse for sink (Vedleggstabell 2.8).

#### Organisk innhold og næringsalter

Tilstandsklassen for normalisert karbon (nTOC) er **III- Moderat** for VOR C5. Normalisert karbon er ikke alltid like godt egnet som måleparameter i fjorder pga. avrenning fra land. Det bør derfor heller fokuseres på glødetap når organisk påvirkning skal vurderes (Johansen & Isaksen, 2014). Normale verdier i norske fjorder er < 10 % glødetap. Stasjon VOR C5 viser 3.96 % glødetap og er derfor innenfor normalen (Tabell 4.7).

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg TS i kystnære strøk (SAM Marin, 2014). Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg TS anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg TS anses som meget høye. I henhold til (Johansen & Isaksen, 2014) hadde stasjonen VOR C5 **moderat** nivå (13100 mg/kg) (Tabell 4.7).

Det er foreløpig ikke utarbeidet en gyldig klassifisering for nitrogen i sediment. Resultatene gis en vurdering etter en tidligere veileder (Rygg, 1993) hvor det finnes klassegrenser for nitrogen. I henhold til Rygg (1993) klassifiseres VOR C5 som **I - God** (< 2,7 g/kg).

**Tabell 4.7** Analyser av tungmetaller, næringsstoffer og organisk innhold i sedimentet ved Vorpeneset, januar 2023. Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 og er markert med fargekoder.

Parameter	VOR C5			
TOM (%)	3,96			
TOC (mg/g)	13,1			
Finstoff (%)	70,8			
nTOC (mg/g)	31,1			
Total nitrogen (g/kg)	1,3			
C:N	10,1			
Kobber (mg/kg)	29,6			
Total fosfor (mg/kg)	1100			
Sink (mg/kg)	78,1			
I – Svært god	II – God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig



## Måling av surhetsgrad og redokspotensial

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ) i sedimentet viser meget gode verdier (miljøtilstand **I – Meget god**) ved VOR C5 (Tabell 4.8) (se Vedlegg 1.1 og 1.3).

**Tabell 4.8** Måling av pH og  $E_h$  i sedimentet ved Vorpeneset, januar 2023.

Parameter	VOR C1			
pH	7,56			
Eh (mV)	180.4			
pH/Eh poeng	0			
Tilstand	1			
I – Meget god	II – God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Meget dårlig



## 5. DISKUSJON

---

Innværende undersøkelse viser miljøforholdene ved utvalgte stasjoner på oppdrettslokaliteten Vorpeneset i Romsdalsfjorden, Vestnes kommune. Formålet med undersøkelsen er å supplere tidligere utført forundersøkelse med tilstrekkelig antall B- og C-stasjoner til søknad om å øke MTB ved lokaliteten. Siden lokaliteten hadde vært i drift i ca. 3 mnd ved undersøkelsestidspunktet, gir den også en indikasjon på hvordan resipienten responderer på utslipp fra anlegget i denne perioden. Innværende undersøkelse beskriver miljøtilstanden i området basert på bunndyrsundersøkelser, sedimentkarakteristikk, organisk innhold og tungmetaller i sedimentet. I C-undersøkelsen ble det samlet prøver fra én ordinær C-stasjon og i B-undersøkelsen ble det tatt prøver fra 8 stasjoner.

### B-undersøkelse

Ved tidligere utført B-undersøkelse (som del av forundersøkelse) fikk Vorpeneset Lokalitetstilstand 1 – Meget god i mai 2021, før anlegget ble satt i drift. Innværende B-undersøkelse er ment som en supplerende undersøkelse til forundersøkelsen som ble utført i 2021, ved at det er blitt prøvetatt ytterligere 13 B-stasjoner jevnt fordelt innenfor anleggsrammen, som kan følges opp og overvåkes ved fremtidige B-undersøkelser.

Generelt viser undersøkelsen at stasjonene plassert nærmest merdene med produksjon viste størst grad av påvirkning. Stasjon 11, 13, 14 og 21 fikk tilstand 2 – God, mens stasjon 12 fikk tilstand 3 – Dårlig. De resterende stasjonene nordøst i anlegget fikk alle tilstand 1 – Meget god (iht. NS 9410). Ellers ble det registrert moderate mengder børstemark i samtlige prøver med unntak av 11, hvor det ikke ble funnet noen dyr. Det ble funnet skjell ved stasjon 13 og 16, slangestjerner på stasjon 17 og 23, og krepsdyr på stasjon 18. Kjemiske målinger viste meget gode (9 av 11 stasjoner), gode (1 av 11 stasjoner) og dårlige (1 av 11) pH- og  $E_h$ -verdier i sedimentet. Sensoriske parametere viste at sedimentet var grått i fargen på stasjon 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23 og brun/sort på de resterende stasjonene. Det var noe lukt i sedimentet på stasjon 11, 12, 13, 14 og 15, mens det var luktfritt på de resterende stasjonene. Sedimentet var mykt på stasjon 11-18 og fast på stasjon 19-23, men ingen slamlag > 2 cm ble registrert på noen av stasjonene. Det ble heller ikke observert gassbobler på noen av stasjonene. Fôr og fekalier ble observert i sedimentet på stasjon 11, 12 og 13, og fekalier ble også observert på stasjon 14.

Resultatene fra undersøkelsen gir Lokalitetstilstand **1 – Meget god**, ut fra vurderingskriteriene i NS9410:2016. Prøvetaking for neste B-undersøkelse vil være ved **første maksimale belastning** (NS9410:2016).



## C-undersøkelse

### Stasjon VOR C5 - overgangssone

Sedimentet på VOR C5 i overgangssonen besto av hovedsakelig av leire og silt (70,8 %), sand (28,0 %) og noe grus (1.3 %). Måling av sedimentets pH og  $E_h$  viste beste tilstandsklasse 1 – Meget god (NS 9410:2016). Glødetapet av sedimentet er godt innenfor normalen (< 10 %) med 3.96 % glødetap (Johansen & Isaksen, 2014). Videre er verdien av fosfor vurdert som moderat (Johansen & Isaksen, 2014), mens nitrogennivåene er vurdert som I - god ved stasjonen (Rygg, 1993). Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, tilsvarende nest beste tilstandsklasse for kobber og beste tilstandsklasse for sink (Veileder 02:2018). Analyser av bunnfauna viste at forurensningssensitive og nøytrale arter (NSI I og II) utgjør til sammen mellom 70 % av det totale individantallet ved stasjonen. De resterende individene tilhørte økologiske grupper med tolerante arter og en liten andel av opportunistiske arter. Undersøkelsen av bløtbunnsfauna ved stasjon C5 viser tilstandsklasse **I – Svært god** (Veileder 02:2018). Samlet sett viser undersøkelsene av miljøtilstanden på stasjonen at den er lite påvirket av driften ved anlegget.

Sammenlikning med forundersøkelsen utført i 2021 viser at artssammensetningen og økologiske grupper ved C5 (innværende undersøkelse) er svært lik som på stasjonene prøvetatt og analysert i 2021 (og da særlig ved stasjon Cref). I tillegg til likhet i artssammensetning og økologiske grupper, er også antall arter og individer i prøvene tilsvarende det Åkerblå observerte i 2021 (Åkerblå AS, 2021c). For kjemiske parametere er glødetapet, nitrogen, fosfor og kobber lavere ved stasjon C5 enn ved stasjonene prøvetatt i forundersøkelsen, mens nTOC og sink er noe høyere for stasjon C5. Sedimentet på C5 hadde høyere andel av finstoff enn stasjonene i forundersøkelsen, med unntak av Cref (som er plassert enda lenger nordvest).

Samlet sett vurderes C5 å være en hensiktsmessig stasjon til prøvetakning og analyse i trendovervåkingen av driften på Vorpeneset.



## 6. REFERANSER

---

Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018. *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.* Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet. 360 s.

Hovgaard, P. (1973). *A new system of sieves for benthic samples.* Sarsia 53. 15-18 s.

Johansen, P-O., Isaksen, T-E., 2014. *Vurdering av totalt organisk karbon (TOC) og totalt organisk materiale (TOM) som støtteparameter ved miljøgranskinger etter MOM-C metodikk.* SAM Notat 11-2014.

Johnsen, TM. Oug, E. 1997. *Resipientundersøkelse i Ulvikfjorden 1996.* NIVA Rapport 3698-97. 28 s

Mattilsynet, 2019. *Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. Etableringsøknader – saksbehandling i tilsynet.* Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m.

NS 4764:1980. *Vannundersøkelse - Tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter.* Standard Norge. 8 s.

NS 9410:2016. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg.* Standard Norge. 27 s.

NS-EN 13137:2001. *Karakterisering av avfall - Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter.* Standard Norge. 24 s.

NS-EN 14346:2006. *Karakterisering av avfall - Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold.* Standard Norge. 24 s.

NS-EN-ISO 16665:2014 (2.utg 15/1-2015). *Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)* Standard Norge. 40 s.

NS-EN-ISO 17294-2:2004. *Vannundersøkelse - Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) - Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer (ISO 17294-2:2004).* Standard Norge. 32 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.* Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO/IEC 17025:2017. *Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse.* Standard Norge. 48 s.

Rygg B., Norling K., 2013. *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI).* NIVA rapport 64752013

Rygg, Brage, 1993. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Organisk materiale i bunnsediment og oksygen i dypvann. Grunnlagsrapport.* Niva rapport 2959. 27 s.

TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.* Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

TA 1883/2002. *Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99).* Rapport 848/02. Statlig program for forurensningsovervåking, 2002. 138 s.

Vann-nett, [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)

WoRMS, [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)





Åkerblå AS (2021a). *B-undersøkelse for lokalitet Vorpeneset*. 102879-01-001. Forfatter(e): Sperre, N.

Åkerblå AS (2021b). *Strømrappport. Måling av overflate- (5m) dimensjonering- (15m), sprednings- og bunnstrøm ved Vorpeneset i januar-mars 2021*. SR-0421-GS-Vorpeneset-102503-01-001. Rapportansvarlig: Stokke, M.

Åkerblå AS (2021c). *C-undersøkelse for Vorpeneset*. C GS Vorpeneset 102880-01-001. Forfatter(e): Langvatn, V.A, Alvsvåg, D.M.



## 7.VEDLEGG

### Vedlegg 1. B-undersøkelse

#### 1.1 Faglig program og metodikk

B-undersøkelser er trendovervåking av bunnforholdene i anleggssonen til oppdrettsanlegg i sjø. Alle lokaliteter som er i bruk skal regelmessig overvåkes i henhold til Akvakulturforskriften §35 etter metodikk beskrevet i den til enhver tid gjeldende NS9410. Denne undersøkelsen er gjennomført i henhold til gjeldende standard (NS9410:2016). Et gitt antall stasjoner undersøkes med hensyn på tre grupper sediment-parameter;

**Gruppe I:** Forekomst eller fravær av dyr (krepser, børstemark, pigghuder, snegler, skjell) større en 1 mm i sedimentet. Kun dyr som lever nede i sedimentet (gravende dyr, infauna) er gjeldende.

**Gruppe II:** Kjemisk undersøkelse omfatter måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet ( $E_h$ ) i sedimentet.

**Gruppe III:** Sensorisk undersøkelse av sediment prøvene omfatter registrering av gassbobler, farge, lukt, konsistens, grabbvolum og slamtykkelse.

Parameterne gis poeng (skala 1-4) etter hvor mye sedimentet er påvirket av organisk stoff, der høy poengsum indikerer sterk påvirkning og lav poengsum indikerer liten påvirkning (Se Vedlegg 1.3) Antall prøvestasjoner bestemmes av lokalitetens MTB, og snitt av poengsum for alle prøvene angir lokalitetstilstand. Lokalitetstilstanden avgjør videre overvåkningsnivå (Vedleggstabell 1.1).

**Vedleggstabell 1.1** Undersøkelsesfrekvens for B-undersøkelser i forhold til lokalitetstilstand iht. NS9410:2016.

Lokalitetstilstand	Overvåkingsfrekvens for B-undersøkelser iht. NS9410:2016
<b>1 - Meget god</b>	Ved neste maksimale belastning
<b>2 - God</b>	Før utsett og igjen ved maksimal belastning
<b>3 - Dårlig</b>	Før utsett Dersom undersøkelsen før utsett gir: - tilstand 1 - undersøkelse utføres ved neste maks belastning - tilstand 2 - undersøkelse utføres ved halv maksbelastning og ved maks organisk belastning - tilstand 3 - undersøkelse utføres ved halv maks belastning og ved maks belastning. I forhold til neste produksjonssyklus planlegges tiltak Dersom noen av undersøkelsene viser tilstand 4, vil det være overbelastning
<b>4 - Meget dårlig</b>	Overbelastning. Myndighetene beslutter tiltak.

## 1.2 Utstyr

Følgende utstyr ble anvendt i undersøkelsen:

**Vedleggstabell 1.2** Utstyr anvendt i B-undersøkelsen.

Utstyr	Beskrivelse
Grabb	Van Veen grabb (0,025m <sup>2</sup> ) # XXII og # XXIV
Sikt m/runde hull 1mm	#VIII #XIV
pH-måler	ODEON pH/E <sub>h</sub> meter # 2 og # 4
Eh-måler	ODEON pH/E <sub>h</sub> meter # 2 og # 4
Utstyr for koordinatfesting av stasjoner	Garmin eTrex30 GPS; Olex, dybder registrert ved båtens ekkolodd
Kamera	Samsung S21 og Samsung A51
Hvit plastbalje, hevert, nummerlapper, desinfeksjonsmidler, elektrodeoppsats, linjal	



### 1.3 B1/B2-skjema B-undersøkelse

Dokument-ID: 10731. Versjonsnummer: 9

**Vedlegg SF-505 Prøverapport B-undersøkelse****STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering  
Sist godkjent dato 02.09.2019 (Ragni Torvanger)  
Dato endret 07.06.2019 (Anonymous User)

Dokumentkategori Vedlegg



**STIM Miljø Bergen**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Mail: [miljo.bergen@stim.no](mailto:miljo.bergen@stim.no)



## PRØVERAPPORT FRA B-UNDERSØKELSE

**Prøvetaksstedssted:** Vorpeneset**Prøvetaksdato:** 26.01.2023**Oppdragsgiver****Navn:** Gadus Group AS**Adresse:** Rasmus Rønnebergs gate 21, 6002 Ålesund**Kontaktperson:** Tor Olav Seim**Prosjekt nr.:** 2379**Artene/faunagruppene er identifisert av:** Frida Tronbøl

Undersøkelsen er utført i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9410:2016.

**Følgende er utført akkreditert:****Prøvetaking:** Ja**Analyser:** Ja**Rapportering:** Ja

Rapporten starter på neste side og består av 2 sider

Signatur:.....  
Ansvarlig for feltarbeid



Dokument-ID: 10751. Versjonsnummer: 8

**Vedlegg Prosedyre-834 Vedleggstabell B1, B2 med 10 plasser NS9410:2016** **STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Prøvetaking / I felt / på tokt / Tokt

Dokumentkategori Vedlegg

Sist godkjent dato 07.01.2022 (Anonymous User)

Dato endret 08.12.2021 (Frida Tronbøl)

<b>PRØVESKJEMA B.1</b>		<b>Prosjektnr.:</b>		2379							
<b>Firma:</b>		Gadus Group AS		<b>Dato:</b>		26.01.2023					
<b>Lokalitet</b>		Vorpeneset		<b>Lokalitetsnr.:</b>		45138					
<b>Gr.</b>	<b>Parameter</b>	<b>Poeng</b>	<b>Prøvenr.</b>						<b>% Hardbunn</b>		
			B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	
	Bunntype: B (bløt) eller H (hard)		B	B	B	B	B	B	B	B	
<b>I</b>	Dyr	Ja= 0 Nei= 1	1	0	0	0	0	0	0	0	
<b>II</b>	pH	Målt verdi	-	6.94	-	7.48	7.72	7.54	7.57	7.61	<b>Indeks</b>
	$E_h$ (mv)	Målt verdi	-	-138.0	-	-10.53	176.3	201.7	218.4	228.7	
	pH/ $E_h$	Fra figur D.1	-	3	-	1	0	0	0	0	
	Tilstand prøve		-	3	-	1	1	1	1	1	
<b>Tilstand gruppe II</b>			<b>1</b>								
		Buffertemp:	18.0	Temp. sjø:	5.14	Temp. sediment:	6.92				
		pH sjø:	8.03	$E_h$ sjø:	180.4	Ref. elektrode:	0				
Kalibrering pH-elektrode (dato og signatur):											
<b>III</b>	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grå = 0 Brun/Sort = 2	2	2	2	2	2	0	0	0	
	Lukt	Ingen = 0 Noe = 2 Sterk = 4	2	2	2	2	2	0	0	0	
	Konsistens	Fast = 0 Myk = 2 Løs = 4	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Grabbvolum	< 1/4 = 0 1/4 - 3/4 = 1 ≥ 3/4 = 2	0	1	0	2	2	2	2	2	
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0 2 - 8 cm = 1 ≥ 8 cm = 2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	SUM			6	7	6	8	8	4	4	4
Korrigert sum (*0,22)			1.32	1.54	1.32	1.76	1.76	0.88	0.88	0.88	
Tilstand prøve			2	2	2	2	2	1	1	1	
<b>Tilstand gruppe III</b>			<b>2</b>								
Middelverdi gruppe II og III			1.32	2.27	1.32	1.38	0.88	0.44	0.44	0.44	
Tilstand prøve			2	3	2	2	1	1	1	1	
Utstyr brukt i undersøkelsen:											
pH/ $E_h$			Grabdtype/nr.:		Van Veen XIII		Sikt 1mm nr.:		VIII		
Korr. Sum			Kamera/mobil:		Samsung S21		pH-måler nr.:		Odeon #2		
Indeks			Dybderegistrering:		Ekkolodd		Eh-måler nr.:		Odeon #2		
Middelverdi			Posisjonering:		GPS båt		GPS nr.:		Etrex 30x		
			Annet:		Hevert, hvit balje, elektrodeoppsats, desinfeksjonsmidl.						
			<b>LOKALITETSTILSTAND</b>								

Korrekturlest: 02.02.2023  
datoFT  
Sign.MS  
Sign.

Dokument-ID: 10751. Versjonsnummer: 8

**Vedlegg Prosedyre-834 Vedleggstabell B1, B2 med 10 plasser NS9410:2016** **STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Prøvetaking / I felt / på tokt / Tokt

Dokumentkategori Vedlegg

Sist godkjent dato 07.01.2022 (Anonymous User)

Dato endret 08.12.2021 (Frida Tronbøl)

PRØVESKJEMA B.2										Prosjektnr.:	2379
Firma:		Gadus Group AS								Dato:	26.01.2023
Lokalitet:		Vorpeneset								Lokalitetsnr.:	45138
Prøvenr.		B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18		
Dyp (m)		215	298	309	355	381	387	381	399		
Antall grabbskudd		2	1	1	1	1	1	2	1		
Bobling (ved prøvetaking) (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		
Sediment Type (%)	Leire		20	40	20	35	40	40	40		
	Silt		20	40	20	35	40	40	40		
	Sand		30	15	30	20	15	15	15		
	Grus		10	5	10	10	5	5	5		
	Skjellsand										
Steinbunn											
Fjellbunn											
Pigghuder (antall)								4			
Krepsdyr (antall)									1		
Skjell (antall)				1			1				
Børstemark (antall)			20+	50+	20+	50+	30+	100+	30+		
Andre dyr (totalt antall)											
Beggiatoa (hvit bakt.matte) (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		
Fôr (JA/NEI)		JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI		
Fekalier (JA/NEI)		JA	JA	JA	JA	NEI	NEI	NEI	NEI		
Kommentarer		Kun organisk materiale (fôr og fekalier). For lite sediment for Eh/pH		For lite sediment til pH/Eh				1 bomhugg (grabbe åpen). Slangestjerner			

Dokument-ID: 10731. Versjonsnummer: 10

**Vedlegg Prosedyre-505 Prøverapport B-undersøkelse****STIM Miljø**

**Sted og prosess** Test 157 / Rapportering / Rapportering  
**Sist godkjent dato** 06.02.2023 (Øydis Alme)  
**Dato endret** 06.02.2023 (Øydis Alme)

**Dokumentkategori** Vedlegg



**STIM Miljø**  
miljo@stim.no



## Prøverapport fra B-undersøkelse

**Prøvetakingssted:** Vorpeneset

**Prøvetakingsdato:** 7.06.2023

**Oppdragsgiver**

**Navn:** Ode AS

**Adresse:** Ystenesgata 6b, 6003 Ålesund

**Kontaktperson:** Tor Olav Seim

**Prosjekt nr.:** 2379

**Artene/faunagruppene er identifisert av:** Martin Skarsvåg

Undersøkelsen er utført i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9410:2016.

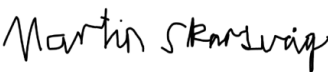
**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking:** Ja

**Analyser:** Ja

**Rapportering:** Ja

Rapporten starter på neste side og består av 2 sider

**Signatur:**   
.....  
Ansvarlig for feltarbeid

Dokument-ID: 10751. Versjonsnummer: 8

**Vedlegg Prosedyre-834 Vedleggstabell B1, B2 med 10 plasser NS9410:2016** **STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Prøvetaking / I felt / på tokt / Tokt

Dokumentkategori Vedlegg

Sist godkjent dato 07.01.2022 (Anonymous User)

Dato endret 08.12.2021 (Frida Tronbøl)

<b>PRØVESKJEMA B.1</b>							Prosjektnr.:	2379			
Firma:	Ode AS					Dato:	7.06.2023				
Lokalitet	Vorpeneset					Lokalitetsnr.:	45138				
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenr.					% Hardbunn			
			B19	B20	B21	B22	B23				
	Bunntype: B (bløt) eller H (hard)		B	B	B	H	H				0,154
I	Dyr	Ja= 0 Nei= 1	0	0	0	1	0				
II	pH	Målt verdi	7,629	7,649	7,812	0	0				Indeks
	E <sub>h</sub> (mv)	Målt verdi	-47,99	-63,43	-104,5	0	0				
		+ ref. verdi	-47,99	-63,43	-104,5	0	0				
	pH/E <sub>h</sub>	Fra figur D.1	1	1	2	0	0				0,727
	Tilstand prøve		1	1	2	1	1				
	Tilstand gruppe II										
	Buffertemp:		18,8 °C	Temp. sjø:		9,62 °C	Temp. sediment:		10,6 °C		
	pH sjø:		8,0	E <sub>h</sub> sjø:		95 mV	Ref. elektrode:		0		
	Kalibrering pH-elektrode (dato og signatur):										
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0				
	Farge	Lys/Grå = 0 Brun/Sort = 2	0	0	0	0	0				
	Lukt	Ingen = 0 Noe = 2 Sterk = 4	0	0	0	0	0				
	Konsistens	Fast = 0 Myk = 2 Løs = 4	0	0	0	0	0				
	Grabb-volum	< 1/4 = 0 1/4 - 3/4 = 1 ≥ 3/4 = 2	2	2	1	0	0				
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0 2 - 8 cm = 1 ≥ 8 cm = 2	0	0	0	0	0				
	SUM		2	2	1	0	0				
	Korrigert sum (*0,22)		0,44	0,44	0,22	0,00	0,00				0,880
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1				
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,72	0,72	1,11	0,00	0,00				0,849
	Tilstand prøve		1	1	2	1	1				
	Utstyr brukt i undersøkelsen:										
	pH/E <sub>h</sub> Korr. Sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Grabbtype/nr.:	Van Veen/ XXIV	Sikt 1mm nr.:	XIV					
			Kamera/mobil:	Samsung Galaxy A51	pH-måler/elektrode nr.:	Odeon #4					
			Dybderegistrering:	Ekkolodd	Eh-måler/elektrode nr.:	Odeon #4					
			Posisjonering:	Båtens system	GPS nr.:	Garmin FG05					
			Annet:	Hvert, hvit balje, elektrodeoppsats, desinfeksjonsmidl.							
	< 1,1	1									
	1,1 - <2,1	2									
	2,1 - < 3,1	3									
	≥ 3,1	4									
	LOKALITETSTILSTAND										1

Korrekturlest: 15.06.023  
datoMSK  
Sign.LV  
Sign.



Dokument-ID: 10751. Versjonsnummer: 8

**Vedlegg Prosedyre-834 Vedleggstabell B1, B2 med 10 plasser NS9410:2016****STIM Miljø**

Sted og prosess Test 157 / Prøvetaking / I felt / på tokt / Tokt

Dokumentkategori Vedlegg

Sist godkjent dato 07.01.2022 (Anonymous User)

Dato endret 08.12.2021 (Frida Tronbøl)

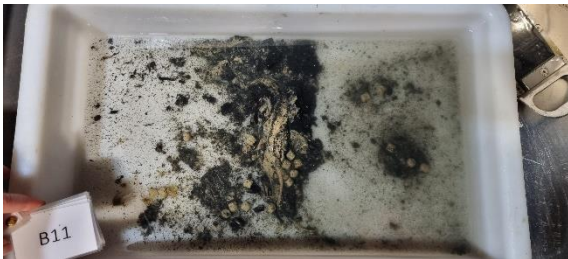
PRØVESKJEMA B.2						Prosjektnr.:	2379				
Firma:		Ode AS				Dato:	7.06.2023				
Lokalitet:		Vorpeneset				Lokalitetsnr.:	45138				
Prøvenr.		B19	B20	B21	B22	B23					
Dyp (m)		396	367	331	293	243					
Antall grabbskudd		1	1	2	4	2					
Bobling (ved prøvetaking) (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI					
Sediment Type (%)	Leire	80	70	70		10					
	Silt	15	25	25		90					
	Sand	5	5	5							
	Grus										
	Skjellsand										
Steinbunn											
Fjellbunn											
Pigghuder (antall)											
Krepsdyr (antall)											
Skjell (antall)											
Børstemark (antall)		25-30	20-25	5-10		1-5					
Andre dyr (totalt antall)						1					
Beggiatoa (hvit bakt.matte) (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI					
Fôr (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI					
Fekalier (JA/NEI)		NEI	NEI	NEI	NEI	NEI					
Kommentarer		Rørbyggere. Bildet merket B5	Rørbyggere. Bildet merket B4	Første grabbskudd kom opp åpen, rørbyggende børstemark. Bildet er merket B3.	Byttet grabb til nr. XX. I Forsøk lukket med kun vann, og deretter åpen.	Ophiura sp.. Lite sediment. Bildet er merket B1					

### 1.4 Bilder av sediment B-undersøkelse

Bilder av sedimentet før og etter siling ved B-stasjonene på Vorpeneset 26. januar 2023.

**Før sikting**

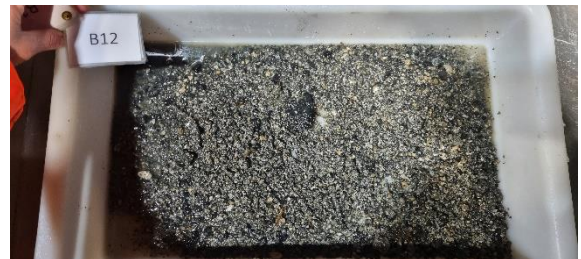
**Etter sikting**



B11



B12



B13



B14



B15





B16



B17



B18



Bilder tatt av sediment ved undersøkelsen 07.06.2023 viser en annen nummerering på merkelapper (B1-B5) enn nummerering av faktiske prøvetakingsstasjoner (B19-B23). Dette er kun fordi riktige merkelapper ikke var tilgjengelig. Merkelapper i bildene bør derfor ignoreres.



B19





B20



B21



**Hardbunn**

B22

**Hardbunn**



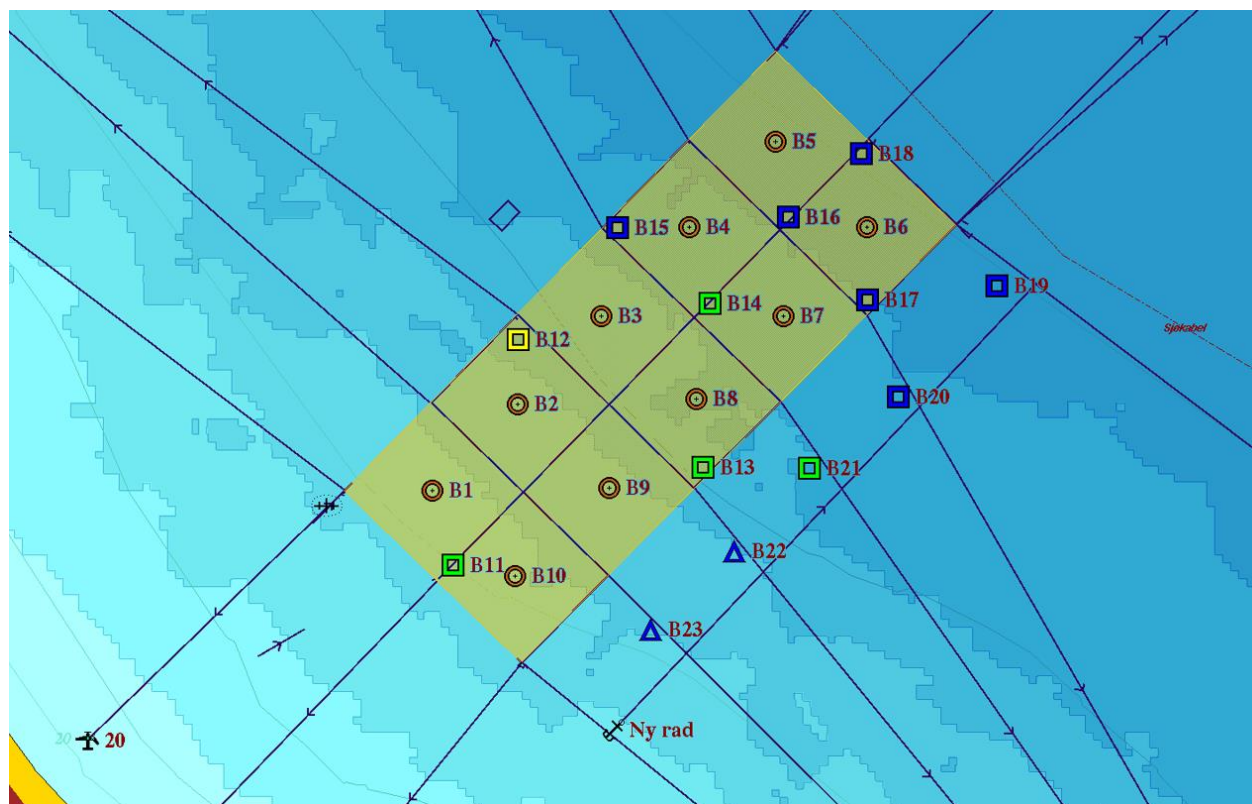
B23



## 1.5 B-stasjoner fra tidligere undersøkelse

**Vedleggstabell 1.5** Koordinater av stasjonene prøvetatt ved utført forundersøkelse i 2021.

Stasjon	Posisjon (WGS84)	
B1	62°34.245	07°23.471
B2	62°34.277	07°23.540
B3	62°34.310	07°23.608
B4	62°34.343	07°23.679
B5	62°34.375	07°23.749
B6	62°34.343	07°23.823
B7	62°34.310	07°23.755
B8	62°34.279	07°23.685
B9	62°34.246	07°23.614
B10	62°34.213	07°23.538



**Figur 1.5** Skisse av anleggsrammen (gult triangel) med inntegnede stasjoner for innværende undersøkelse (firkanter og trekkanter) og fra tidligere utført B-undersøkelse ved Vorpeneset (røde sirkler).

## Vedlegg 2. C-undersøkelse

### 2.1 Prøvetaking og analyser

#### Bløtbunnsundersøkelse – Prøvetaking og analyser

Bløtbunnsundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av kornfordeling, glødetap, kjemiske forbindelser og bunndyr. Prøvetakingen utføres akkreditert i samsvar med NS-EN-ISO 16665:2014 «Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna» og NS-EN-ISO 5667-19:2004 «Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder».

Bunnprøver for kornfordeling, organisk innhold, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen-grabb med justerbare vekter. Det brukes da en eller flere av disse grabbtypene:

- Grabb med åpning på 0,1 m<sup>2</sup> og maks volum 16.5 liter KC Denmark AS mod. 12.210 modifisert med 0.5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene).
- Grabb med åpning 0.1 m<sup>2</sup> og maks volum 18 liter Størksengrabb modifisert med 0.5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene.
- Modifisert van Veen-grabb (0.15 m<sup>2</sup> åpning og 0.5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemiprøver og prøver til kornfordeling og organisk innhold i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0.1 m<sup>2</sup>, mens det minste kammeret har prøveareal på 0.05 m<sup>2</sup> som er tilstrekkelig for prøver til kornfordeling, organisk innhold og kjemiprøver.
- Ekman grabb (KC Denmark mod. 12.001, 0.04 m<sup>2</sup>) brukt for geologi/kjemi.

Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> (NS 9410:2016). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup> blir det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon. Dersom volum av siktet prøve er mer enn 2 liter, splittes prøven iht. NS-EN-ISO 16665:2014 samt STIM Miljø interne prosedyrer ved vårt laboratorium før videre analyse. Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 0-10 cm av sedimentet. Bitedybden til en grabbprøve må derfor være minst 5 cm (evt. prøvevolum på 5 liter) i sediment med fast konsistens eller minst 7 cm (evt. prøvevolum på 10 liter) i sediment med løs konsistens for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN-ISO 16665:2014). Prøver med mindre bitedybde kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene. Alle huggprøver kontrolleres med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabbhugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for analyser av biologi (bunnsfauna), kornfordeling, organisk innhold og kjemiske forbindelser i henhold til akkrediteringskravene. Det er særlig viktig at øvre sedimentlag i grabbprøver som skal brukes til analyse av kornfordeling, organisk innhold og kjemianalyser er uforstyrret (NS-EN-ISO 5667-19:2004). I områder med særlig myk bunn (f.eks. mudder) kan det være vanskelig å få prøver med uforstyrret overflate siden grabben ofte blir fylt helt opp med sediment. I slike tilfeller kan det brukes en Ekman grabb (KC Denmark AS, mod. 12.002) for innsamling av prøver til kornfordeling, organisk innhold og kjemiske analyser. Tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder markeres i Vedlegg 2.10 angående Avvik. Bearbeiding av prøver og analysering av bløtbunnsparametrene (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN-ISO 16665:2014 er vist i **Feil! Fant ikke referanse kilde..**

**Vedleggstabell 2.1** Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN-ISO 16665:2014).

Silt / leire	Meget fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Meget grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råtten lukt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen. Det samles sedimentprøver fra hver stasjon i undersøkelsen. Prøvetaking og analyse utføres etter gjeldende standarder NS-EN-ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980.



**Sedimentkjemi (metaller, organiske stoffer, pH/E<sub>h</sub>)**

Det tas ut sediment fra det ene grabbhugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN-ISO 5667-19:2004 og i samsvar med NS EN ISO 16665. Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Prøvene sendes til akkreditert lab for videre analyser. Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2:2004. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137:2001 og beregning av normalisert TOC i henhold til gjeldende veileder. For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Vedleggstabell 2.8. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte parametere som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997, Veileder 02:2018). Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (E<sub>h</sub>) i marint sediment kan si noe om grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorganismer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensial i sedimentprøvene måles med to portable SevenGo™ pH/E<sub>h</sub> metere (Mettler Toledo). Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i B-undersøkelser i henhold til NS9410:2016.

**Bunndyr (biologi)**

Bunndyr (bløtbunnsfauna) i denne undersøkelsen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver fra uforurensete områder vil det normalt være mellom 25-75 arter i en grabbprøve. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN-ISO 16665:2014. For innsamling av bunnprøver er det brukt grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd-løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i STIM Miljø sine lokaler ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år. Opparbeidning av det biologiske materialet utføres i samsvar med vår akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedlegg 2.7). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen inkluderes i artslisten, utelates fra analysene.

For prøvepunkt i overgang mellom anleggssone og overgangssone (ofte kalt C1 – plassert ca. 25-30 m fra anlegget) er det utarbeidet en egen standard for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2016) (Vedleggstabell 2.10). For de resterende prøvepunktene, har Direktorsgruppen Vanddirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 02:2018). Denne veilederen erstatter Veileder 2:2013 (revidert 2015) og på sikt gjeldende SFT veileder TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2018 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES<sub>100</sub>), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQ11, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI<sub>2012</sub> samt AMBI (komponent i NQ11). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Vedlegg 2.2. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Vedlegg 2.3: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Vedleggstabell 2.6.



## Følgende utstyr ble anvendt i C-undersøkelsen:

**Vedleggstabell 2.3** Prøvetakingsutstyr anvendt i C-undersøkelsen.

Utstyr benyttet i C-undersøkelsen	Beskrivelse	Kontrollert (dato)
Sedimentprøvetaker	Størksen XIX, Danske XIII	
Sikt m/runde hull 1mm	#VIII	
Sikt m/runde hull 5mm	#VII	
pH-måler	ODEON pH/E <sub>h</sub> meter # 2	25.01.2023
E <sub>h</sub> -måler	ODEON pH/E <sub>h</sub> meter # 2 Kalibrert/kontrollert 25. januar 2023.	25.01.2023
CTD 204	#1646	25.01.2023
Kart og Utstyr for å koordinatfeste stasjoner (GPS)	posisjon registrert ved båtens posisjonering og dybder registrert ved båtens ekkolodd	
Kamera	Samsung galaxy S21	
Annet:	Hevert, tommestokk, prøveskjeer, desinfeksjonsmidler, elektrodeoppsats	



**Vedleggstabell 2.4** Oversikt over arbeid utført og underleverandører som er benyttet i C-undersøkelsen.

	Leverandør	Personell	Akkreditering	Metodikk prøvetaking	Metodikk analyser
Feltarbeid	STIM AS	Frida Tronbøl	P 3003 Prøvetakning bunnsediment	NS-EN ISO 16665	
Grovsortering	STIM AS	Linda Jensen Ragna Tveiten	P 21 Taksonomi	NS-EN ISO 16665	
Arts-identifisering	STIM AS	Martin Skarsvåg Øydis Alme	P 21 Taksonomi	NS-EN ISO 16665	
Statistiske utregninger	STIM AS	Frida Tronbøl	P 32 Faglige vurderinger og fortolkninger	NS-EN ISO 16665	
Vurdering og tolkning av bunnfauna	STIM AS	Martin Skarsvåg	P 32 Faglige vurderinger og fortolkninger		NS9410:2016, Klassifiseringsveileder 02:2018
Kobber	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 11885	NS-EN ISO 17294-2
TOM	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
TOC/Partikkelfordeling	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Total Nitrogen	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Total Fosfor	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Sink (Zn)	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør	Kristine Fiane Johnsson	P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 11885	NS-4770

Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelsen fastsettes etter resultater fra forrige trendovervåkning (Tabell 2.5).

**Vedleggstabell 2.5** Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Jfr. NS9410:2016

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



## 2.2 Referansetilstand

Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene.

**Vedleggstabell 2.6** Klassegrense for bløtbunnsfauna for Økoregion Norskehavet Sør og vanntype Beskyttet kyst/fjord (H3) iht. Tabell 9.22 i klassifiseringsveileder 02:2018. Klassegrensene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier.

Indeks	Vanntype H 1-3				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,90 - 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

**Vedleggstabell 2.7** nEQR-basisverdi for hver av tilstandsklassene. Iht. Vedlegg 9.4 til klassifiseringsveileder 02:2018.

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

**Vedleggstabell 2.8** Klassegrenser for de ulike undersøkte parametrene som inngår i C-undersøkelsen iht. klassifiseringsveileder 02:2018 for nTOC (Tabell 9.23), kobber i sediment (Tabell 11.11) og sink.

Type	Tilstandsklasser				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Organisk innhold i marine sediment (nTOC)	0 – 20 mg/g	20 – 27 mg/g	27 – 34 mg/g	34 – 41 mg/g	41 – 200 mg/g
Kobber (Cu)	< 20 mg/kg TS	20-84 mg/kg TS	84 – 147 mg/kg TS	>147 mg/kg TS	
Sink (Zn)	0 – 90 mg/kg TS	90 – 139 mg/kg TS	139 – 750 mg/kg TS	750 – 6690 mg/kg TS	>6690 mg/kg TS

**Vedleggstabell 2.9** Klassegrenser for oksygen i dypvann.

Type	Tilstandsklasser				
	Svært god I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært dårlig V
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

**Vedleggstabell 2.10** Vurdering av miljøtilstanden på stasjonen i overgang fra anleggssone til overgangssone (C1) ved oppdrettsanlegg iht. NS9410:2016.

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (Meget god)	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (God)	- 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - Mer enn 20 individer utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (Dårlig)	- 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (Meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .



## 2.3 Indeksbeskrivelser

Beskrivelse og formler for indeksene for bløtbunnsfauna i kystvann (Se Vedlegg 9.4.1 i Klassifiseringsveileder 02:2018)

### Diversitet og jevnhet

**H'** (Shannonindeksen; Shannon Weaver 1963) beskriver artsrikdommen (S, totalt antall arter i en prøve) og hvor jevnt fordelt individene er (J, fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene). Høy dominans av enkeltarter vil redusere diversitetsindeksen.

Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = \sum \left[ \left( \frac{N_i}{N} \right) * \log_2 \left( \frac{N_i}{N} \right) \right]$$

**ES<sub>100</sub>** (Hurlbert diversitetsindeks; Hurlbert 1971) viser forventete antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N (individer), S (arter) og N<sub>i</sub> (individer av i-ende art).

Diversitetsindeksen er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_i \left[ 1 - \left( \frac{N - N_i}{100} \right) \right]$$

### 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:

$$NSI = \sum_i \left[ \frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

**ISI<sub>2012</sub>** (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<sub>i</sub> er ISI<sub>2012</sub> verdien for arten i og S<sub>ISI</sub> er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier.

$$ISI = \sum_i \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

**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).

### **Multivariate analyser**

For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

### **Klassifikasjon og ordinasjon**

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis, 1957) gitt i % som:

Hvor:

S<sub>jk</sub> = likheten mellom to prøver, j og k

y<sub>ij</sub> = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y<sub>ik</sub> = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises.



I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

Hvor:  $d_{jk}$  = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten  $d_{jk}$  gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = Meget god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

## Litteratur

- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin **40** (12). 1100–1114 s.
- Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.
- Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.
- Pearson, T.H. og Rosenberg, R. 1978. *Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment*. Oceanography and Marine Biology an Annual Review **16**. 229-311 s.
- Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.
- Shannon, C.E. og Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.



## 2.4 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](http://www.vannportalen.no)).

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

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<sub>n</sub>-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").

Eksempel på utregning av totaltilstand (nEQR<sub>total</sub>) for bunnfauna i overgangssonen CTD rådata

**Antall prøvetakingsstasjoner: 5 (totalt)**

**C1, C2 og 3 stasjoner i overgangssonen (C3, C4 og C5)**

**For hver stasjon skal det tas to grabbskudd (G1 og G2)**

$$\text{Snitt nEQR (C3)} = \frac{\text{nEQR (C3G1)} + \text{nEQR (C3G2)}}{2}$$

$$\text{Snitt nEQR (C4)} = \frac{\text{nEQR (C4G1)} + \text{nEQR (C4G2)}}{2}$$

$$\text{Snitt nEQR (C5)} = \frac{\text{nEQR (C5G1)} + \text{nEQR (C5G2)}}{2}$$

**Snitt nEQR (total) for overgangssonen**

$$= \frac{\text{Snitt nEQR (C3)} + \text{Snitt nEQR (C4)} + \text{Snitt nEQR (C5)}}{3}$$



## 2.5 Artslister

Vorpeneset prosjekt 2379

Side 1 av 2

Station	Vor C5	Vor C5
Date	26.01.2023	26.01.2023
Depth (m)	383	383
Sample	1	2
<b>AMPHIPODA</b>		
Eriopisa elongata		3
Eusirus sp.		1
Harpinia sp.		1
Pardalisca sp.		1
<b>BIVALVIA</b>		
Abra longicallus	1	2/3
Abra nitida	5	6
Adontorhina similis	5	
Kelliella miliaris	14	13
Mendicula ferruginosa	11	26
Nucula tumidula	1	7
Parathyasira equalis	7	3/1
Thyasira obsoleta		2
<b>CAUDOFOVEATA</b>		
Caudofoveata	3	5
<b>CHAETOGNATHA</b>		
* Chaetognatha	2	4
<b>COPEPODA</b>		
* Calanoidea	22	2
<b>CUMACEA</b>		
Cumacea		1
Diastylodes serratus		1
Eudorella hirsuta	1	1
<b>DECAPODA</b>		
Calocarides coronatus		1
<b>ECHINOIDEA</b>		
Spatangoida		0/1
<b>EUPHAUSIACEA</b>		
* Euphausiacea	2	
<b>GASTROPODA</b>		
Hermania sp.		1
Melanella sp.	1	
Retusa umbilicata		1
<b>NEMATODA</b>		
* Nematoda	1	1
<b>NEMERTEA</b>		
Nemertea	1	5
<b>OPHIUROIDEA</b>		
Amphilepis norvegica	11/3	27/8
<b>OSTRACODA</b>		
Macrocypris minna	2	
<b>PLATYHELMINTHES</b>		



## Vorpeneset prosjekt 2379

Side 2 av 2

Station	Vor C5	Vor C5
Date	26.01.2023	26.01.2023
Depth (m)	383	383
Sample	1	2
Platyhelminthes	1	
<b>POLYCHAETA</b>		
Ampharetidae		2
Aphelochaeta sp.	1	10
Aricidea (Acmira) catherinae		2
Capitellidae	1	9
Chaetozone monteverdii	2	3
Diplocirrus glaucus		1
Euclymeninae	1	1
Flabelligeridae		1
Galathowenia oculata	1	
Hesionidae		1
Heteromastus filiformis	6	11
Levinsenia flava		2
Levinsenia gracilis		6
Lumbrineridae	4	13
Nephtyidae	4	2
Octobranthus sp.		1
Paradiopatra fiordica	1	
Paradiopatra quadricuspis		1
Paramphinome jeffreysii	1	1
Pectinaria belgica	1	
Pholoe baltica		1
Pholoe pallida	3	4
Phylo norvegicus	2	
Prionospio sp.		1
Prionospio dubia	3	13
Rhodine loveni	1	2
Spiochaetopterus bergensis	5	14
Spiophanes kroyeri		0/1
Terebellides sp.	2	4
<b>SCAPHOPODA</b>		
Entalina tetragona		2
<b>SIPUNCULIDEA</b>		
Nephasoma (Nephasoma) minutum		5
Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	40	116
Sipunculus (Sipunculus) norvegicus		1





## 2.6 Analysebevis



STIM. AS, avd Bergen  
Thormøhlensgt. 55  
5008 BERGEN  
Attn: Rapportmottaker

**Eurofins Environment Testing Norway  
(Bergen)**  
F. reg. NO9 651 416 18  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

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

**AR-23-MX-003501-01**

**EUNOBE-00061864**

Prøvemottak: 02.02.2023  
Temperatur: 02.02.2023 11:49 -  
Analyseperiode: 10.02.2023 03:30

Referanse: Frida Tronbøl (2379)

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0202-052	Prøvetakingsdato:	26.01.2023		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Frida Tronbøl		
Prøvemerkning:	VOR C5 GEO	Analysestartdato:	02.02.2023		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	3.96	% TS	0.02	20%	NS 4764
Total tørrstoff	48.3	%	0.02	10%	NS 4764
<b>Kornfordeling 2000 - 63 µm, 7 fraksjoner</b>					
Fraksjon >2000 µm	1.3	%	0.5	90%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 1000 - 2000 µm	2.8	%	0.5	20%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 500-1000 µm	6.1	%	0.5	20%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 250 - 500 µm	7.7	%	0.5	20%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 125 - 250 µm	6.0	%	0.5	20%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 63 - 125 µm	5.3	%	0.5	30%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 63-2000 µm	28.0	%	0.5	0%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Kornstørrelse < 63 µm	70.8	%	0.5	40%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
<b>Kornfordeling 2000 - 63 µm, 7 fraksjoner</b>					
Fraksjon >2000 µm	<0.5	g TS	0.5		Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 1000 - 2000 µm	0.8	g TS	0.5	40%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 500-1000 µm	1.8	g TS	0.5	40%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR-001 v 189



AR-23-MX-003501-01

EUNOBE-00061864



Fraksjon 250 - 500 µm	2.2 g TS	0.5	40%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 125 - 250 µm	1.7 g TS	0.5	40%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 63 - 125 µm	1.5 g TS	0.5	70%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Fraksjon 63-2000 µm	8.1 g TS	0.5	0%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Kornstørrelse < 63 µm	20.4 g TS	0.5	75%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012
Prøvemengde	28.9 g TS		0%	Intern metode basert på NS-EN 933-1:2012

Bergen 10.02.2023

-----  
 Kristine Fiane Johnson

Produksjonsleder

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området. For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet. Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e). Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 2 av 2

AR-001 v 188





STIM. AS, avd Bergen  
Thormøhlensgt. 55  
5008 BERGEN  
Attn: Rapportmottaker

**Eurofins Environment Testing Norway  
(Bergen)**  
F. reg. NO9 651 416 18  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

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

**AR-23-MX-004361-01**

**EUNOBE-00061864**

Prøvemottak: 02.02.2023  
Temperatur:  
Analyseperiode: 02.02.2023 11:49 -  
21.02.2023 12:15

Referanse: Frida Tronbøl (2379)

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0202-053	Prøvetakingsdato:	26.01.2023		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	Frida Tronbøl		
Prøvemerking:	VOR C5 KJEMI	Analysesstartdato:	02.02.2023		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>a) Tørrstoff</b>					
a) Tørrvekt steg 1	53.8	% rv	0.1	2.69	NF EN 12880
a) Kobber (Cu)	29.6	mg/kg TS	5	5.04	NF EN ISO 11885, Internal Method, NF EN ISO 54321, NF EN ISO 54321
a) Sink (Zn)	78.1	mg/kg TS	5	16.41	NF EN ISO 11885, Internal Method, NF EN ISO 54321, NF EN ISO 54321
<b>a) Total Fosfor</b>					
a) Phosphorus (P)	1100	mg/kg TS	1	143	NF EN ISO 11885, Internal Method, NF EN ISO 54321, NF EN ISO 54321
<b>a) Total nitrogen - Kjeldahl</b>					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.3	g/kg TS	0.5	0.28	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	13100	mg/kg TS	1000	2594	NF EN 15936 - Méthode B

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,

**Bergen 21.02.2023**

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.  
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).  
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

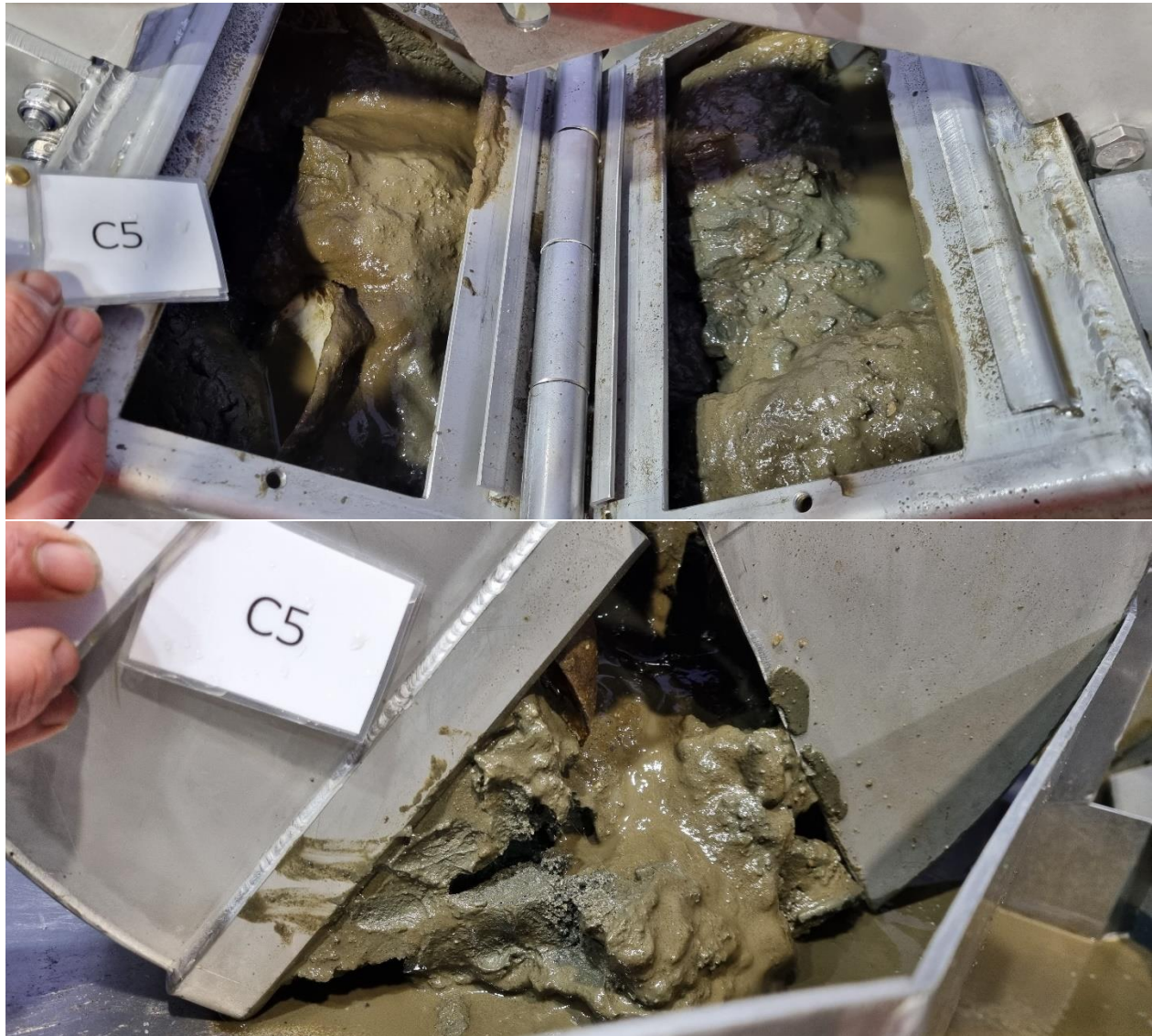
Side 1 av 1

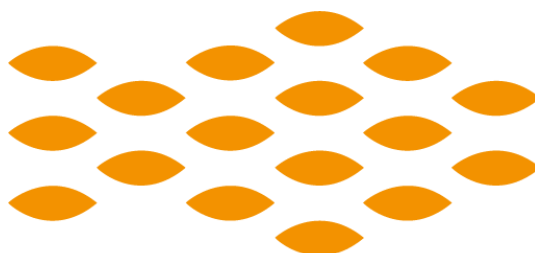
AR-001 v 189



## 2.7 Bilder av sediment C-undersøkelse

Bilder av bunnsediment fra C-undersøkelsen (stasjon VOR C5) ved Vorpeneset, 26. januar 2023.





STIM utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, samt fjæreundersøkelser, bruk av blåskjell i bur, taksonomisk analyse og faglig vurdering og fortolkning under akkrediteringsnummer Test 157.

Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, risikovurdering av forurenset sediment, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser og rådgivingstjenester.

[www.STIM.no](http://www.STIM.no)

