

Forundersøkelse ved lokalitet Ålvund iht. NS9410:2016



Grunnlag for undersøkelse	Ny lokalitet
Dato for prøvetaking/feltarbeid	april-juni 2021
Produksjonsområde	6 Nordmøre og Sør-Trøndelag
Fylke	Møre og Romsdal





Undersøkelse iht. NS9410:2016

GENERELL INFORMASJON		
Rapport nr.	Rapport dato	Felt dato
80/2021	01.10.21	22.06.21
Ny lokalitet	Endring (MTB/areal)	Oppfølgingsundersøkelse
x		
Lokalitet		
Lokalitetsnavn	Ålvund	
Lokalitetsnummer	Omsøkt lokalitet	
Anleggssenter (koordinater)	62°52.769'N 08°23.931'E	
Omsøkt MTB	Opptil 3599 tonn	
Fisketype (art)	Torsk	
Kommune	Sunndal	
Fylke	Møre og Romsdal	
Produksjonsområde	6	
Produksjon frem til undersøkelsestidspunkt		
Biomasse ved undersøkelse	-	
Produsert mengde (tilvekst)	-	
Utført mengde	-	
Sist brakklagt (dato)	(Fra)-	(Til)-
Informasjon fra Vann-Nett		
Vannforekomst-ID	Økoregion	Vanntype
CH3513222	Norskehavet sør	Beskyttet fjord
Oppdragsgiver		
Selskap	Gadus Group AS	
Kontaktperson	Tor Olav Seim	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	STIM AS	
Prosjektansvarlig	Vibeke Lokøy	
Signatur prosjektansvarlig	01.10.2021 <i>Vibeke Lokøy</i>	
Forfatter	Ragni Torvanger, Martin Skarsvåg(under opplæring)	
Godkjent av (kontroll faglige vurderinger/fortolkninger)	01.10.2021 <i>Ragni Torvanger</i>	
Akkreditering	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	
Vilkår og betingelser	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 fra en forundersøkelse i forbindelse med søknad om å etablere ny oppdrettslokalitet for torsk i Ålvundfjorden i Sunndal kommune. Undersøkelsen ble gjennomført i april-juni 2021. B-undersøkelsen og C-undersøkelsen er utført akkreditert, øvrige undersøkelser dekkes ikke av akkrediteringen.

Bergen, 30.09. 2021

SAMMENDRAG

Rapporten presenterer resultatene fra en forundersøkelse fra omsøkt oppdrettslokalitet Ålvund i Ålvundfjorden, Sunndal kommune. Undersøkelsen ble gjennomført april-juni 2021, i forbindelse med søknad om etablering.

Hovedresultatene fra undersøkelsen vises i Tabell 0-1, der de fleste av de målte parameterne som kan klassifiseres er i tilstandsklasse I-II (Bakgrunn/Svært god til God). Det anbefales å følge med på utviklingen ved lokaliteten, samt ved referansestasjonen ÅLV C REF. Pooling/sammenslåing av resultatene for stasjonene i overgangssonen (ÅLV C3 og ÅLV C4) viser en samlet **tilstandsklasse I – Svært god** for lokaliteten.

Undersøkelsesfrekvens

Ved lokalitet Ålvund skal neste C-undersøkelse utføres ved etter inneværende produksjonssyklus, fortrinnsvis i løpet av de siste to måneder av maks produksjon og inntil 2 måneder etter utslakting. Krav til tilstand for overgangssonen er at den minst skal ha tilstand III – Moderat, og dersom tilstand for bløtbunnsfaunaen er dårligere enn dette (slik som i dette tilfellet), skal det ved neste undersøkelse utføres tilleggsundersøkelser for å avdekke utbredelsen av redusert tilstand samt om resultatet skyldes naturtilstand eller påvirkning fra anlegget. Undersøkelsene skal avklares med myndighetene, og kan inkludere sporingstoffer som fosfor, sink, fettsyrer og stabile isotoper.

HOVEDRESULTAT

Oppsummering av resultatene fra bunnprøver innsamlet ved Ålvund, 22.06.21 2021. Miljøtilstand etter NS 9410:2016 og tilstandsklasser etter Veileder 02:2018, glødetap (TOM), normalisert TOC (nTOC), totalt nitrogen (TN), total fosfor (TOT-P), sink (ZN), kobber (Cu), oksygeninnhold i bunnvann (O₂, ml/l) og pH/E_h-tilstand. For de parameterne som har tilstandsklasser er disse fargekodet iht. gjeldende standarder og veiledere (Vedlegg 1).

gjennomført i forbindelse med undersøkelse av vannkvalitet i forbindelse med bygging av						
		Anleggssone	Ytterst	Overgangssone		Referansestasjon
		ÅLV C1	ÅLV C2	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV CREF
Avstand til anlegg (m)		30	402	192	233	1128
Dyp (m)		105	152	135	176	148
Posisjon (WGS84)		62°.52.841N 008°.23.782Ø	62°.53.038N 008°.23.803Ø	62°.52.932N 008°.23.797Ø	62°.52.927N 008°.24.685E	62°.53.405N 008°.23.162Ø
Bun fauna (Veileder 02:2018)	Arter	62	50	54	51	75
	Individer	490	318	356	339	561
	Diversitet (H')	4,62	4,33	4,28	4.01	4,51
	nEQR-verdi	0,857	0,850	0,847	0,842	0,861
	Snitt nEQR overgangssone			0,844		
Oksygen bunnvann ml O ₂ /l og tilstandsklasse					5,78	6,04
TOM % av TS		2,37	3,80	3,26	5,33	2,15
Organisk innhold nTOC mg/g		14,67	n.a.*	n.a.*	n.a.*	n.a.*
TOT-N mg/kg		700	1500	1200	2200	700
TOT-P mg/kg		1010	1110	1030	1070	1190
Zn mg/kg TS		46,1	56,1	48,3	70,5	54,7
Cu mg/kg TS		12,9	22,4	18,5	29,9	19,0
Miljøtilstand C1		I Meget god				
Tidspunkt for neste undersøkelse:			Etter endt produksjonssyklus			

*Kunne ikke leveres fra underleverandør

Resultater fra B-undersøkelse - hovedresultater:						
Dato Feltarbeid		05.05.21	Dato rapport:		13.08.21	
Parametergruppe	Indeks	Tilstand	Bløtbunn %	93,75	Hardbunn%	6,25
Gr. II pH/Eh:	0,0	1	Videre overvåking med B-metodikk er hensiktsmessig			X
Gr. III Sensorisk:	0,2	1				
Gr. II + III:	0,1	1	Videre overvåking med alternativ metodikk er hensiktsmessig			
Lokalitetstilstand (NS 9410:2016)		1				

Strømmålinger			
Leverandør	STIM Miljø	Rapportdato	10.06.21
Dybde strømmålinger	5,15,63,95m	Rapportnummer	40/2021

INNHold

1. INNLEDNING	6
2. OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	7
2.1. Plassering av prøvestasjoner	7
2.2. Kart	10
2.3. Bunnkartlegging	13
2.4. Strømmålinger	13
2.5. B undersøkelse	14
2.6. Drift og produksjon	14
3. C-undersøkelse	15
3.1. Bløtbunnsfauna	15
3.1.1. Anleggssone (ÅLV C1)	16
3.1.2. Ytterkant overgangssone (ÅLV C2)	17
3.1.3. Overgangssonen (ÅLV C3 og ÅLV C4)	18
3.1.4. Referansestasjon (ÅLV CREF)	20
3.2. Hydrografi	22
3.3. Sediment	25
3.3.1. Sensoriske vurderinger	25
3.3.2. Kornfordeling	25
3.3.3. Kjemiske parametere	26
3.3.4. Organisk innhold og næringssalter	26
3.3.5. Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh)	27
4. DISKUSJON	28
5. REFERANSER	30
6. VEDLEGG	31
Vedlegg 1. Feltlogg (B-parametere)	31
Vedlegg 2. Prøvetaking og analyser	33
Vedlegg 3. Analysebevis	37
Vedlegg 4. Indeksbeskrivelser	50
Vedlegg 5. Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR)	53
Vedlegg 6. Referansetilstand	54
Vedlegg 7. Artslister	56
Vedlegg 8. CTD rådata	59
Vedlegg 9. Bilder av sedimentet	61
Vedlegg 10. Avvik	64

1. INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en forundersøkelse ved den omsøkte oppdrettslokaliteten Ålvund i Ålvundfjorden i Sunndal kommune. C-undersøkelsen ble gjennomført 22.06 2021.

Formålet med denne undersøkelsen er å studere de marine miljøforholdene i resipienten i forbindelse med søknad om etablering av oppdrettslokaliteten Ålvund. 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 undersøkelse av vannsøylen (hydrografi) og bunnprøver (bunnfauna, sedimentets organiske innhold og kornfordeling, samt kjemiske forbindelser i sedimentet). Resultatene vurderes både iht. Direktoratets gruppa Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2018) og standarden Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (NS 9410:2016).

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

Tabell 1-1 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		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for overgangssonen (C3, C4 osv.)	Dårligere enn Moderat (III)	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

2. OMRÅDE OG PRØVESTASJONER

Lokaliteten ved Ålvund, i området Ålvundfjorden, i Sunndal kommune (Figur 2-1). Lokaliteten er plassert i Økoregion Norskehavet sør, og vanntype beskyttet fjord (H3). Bunnen under anlegget ligger på ca. 100 m dybde. Bunnen skråner gradvis nedover i vestlig retning hvor den flater ut på et dypere parti på ca. 176 m. Dominerende strømretning er mot nordvest, med en returstrøm mot sørøst (figur 2-2). Prøveinnsamlingene ble utført 22.06.2021. Undersøkelsen ble utført av Vebjørn Borge og Martin Skarsvåg fra STIM Miljø Bergen, samt mannskap Arild Lorch og Sven Melkersen fra Normann båt med båten Harry Borthen.

2.1. Plassering av prøvestasjoner

Antall stasjoner og valg av undersøkelsesparametrene er utført iht. gjeldende standard (NS 9410:2016). En oversikt over planlagt faglig program for undersøkelsen er vist i Tabell 2-2. For innsamling av prøver, opparbeiding og analyser er de til enhver tid gjeldende standarder benyttet. Metodikk, analyser og klassifiseringssystemer er beskrevet i Vedlegg 2 og 4 - 6.

Prøvepunktene ble plassert utfra tilgjengelige opplysninger om strøm og topografi for å best mulig dekke et representativt område av overgangssonen. Antall stasjoner settes ut fra MTB, og plassering av stasjoner bør følge anbefaling i iht. NS9410:2016. Med en MTB på 3120 tonn ved Ålvund, er utgangspunktet for prøvetakingsplan 4 ordinære C-stasjoner og en referansestasjon iht. NS9410:2016. Hovedstrømretning for vanntransport i spredningsdyp (38 m) ved Ålvund er mot vest-sørvest med reststrøm mot øst. (STIM rapport 67-2020).

Det ble tatt prøver fra en stasjon ca. 25-30 m fra merdkant ved overgangen fra anleggssonen til overgangssonen (ÅLV C1) like nord for planlagt anleggsramme. Stasjon ÅLV C2 ble plassert i henhold til NS9410:2016 ca. 400 m nord for anlegget, nedstrøms for hovedretningen for spredningsstrømmen.

Tabell 2-1). Stasjon ÅLV C3 ble plassert mellom stasjon ÅLV C1 og ÅLV C2 nedstrøms for hovedretningen for spredningsstrømmen, for å fange opp påvirkning i dette området. Stasjon ÅLV C4 er plassert et stykke øst nordøst for anlegget over et flatere dypområde nedenfor den skrånende bunnen, for å fange opp det som faller nedover den skrånende bunnen under anlegget og legger seg på fjordbunnen. Referansestasjonen ÅLV C REF er plassert over skrånende bløtbunn ca. 1 km nordvest for anlegget for å være representativ for overgangssonen.

Det ble utført hydrografiske målinger av vannsøylen på den dypeste stasjonen, samt ved referansestasjonen og det ble samlet bløtbunnsprøver for kjemiske og biologiske analyser, samt analyser av kornfordeling og organisk innhold i sedimentet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i

Tabell 2-1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved lokaliteten Ålvund i Ålvundfjorden. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder innhentet vha. båtenes ekkolodd. Det er benyttet en van Veen kombigrabb («Duo», grabb nr. XIII) hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre (0,05 m²) og brukes kun til prøver for analyse av sedimentkjemi, kornfordeling og organisk innhold. B-parameterne registrert på hver stasjon.

Stasjon Dato	Avstand til anlegg(m)	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nr	Prøve- volum (l)	Beskrivelse av sediment	Kommentar
ÅLV C1 22.06.21	25-30	62°.52.841N 008°.23.782Ø	105	1	15	Sand og Leire/silt	3 Bomhugg
				2	13	Lys farge, luktfri	0 Forkasta hugg
				3	OK		
ÅLV C2	402	62°.53.038N 008°.23.803Ø	152	1	15	Leire/silt	1 Bomhugg
				2	14	Lys farge, luktfri	0 Forkasta hugg
				3	OK		
ÅLV C3	192	62°.52.932N 008°.23.797Ø	135	1	16	Leire/silt	Bomhugg: 0
				2	15	Lys farge, luktfri	Forkastet: 0
				3	OK		
ÅLV C4	233	62°.52.927N 008°.24.685E	176	1	15	Sand og Leire/silt	1 Bomhugg
				2	14	Lys farge, luktfri	0 Forkastet
				3	OK		
ÅLV C REF	1128	62°.53.405N 008°.23.162Ø	148	1	7,10	Sand og Leire/silt	0 Bomhugg
				2	7,10	Lys farge, luktfri	0 Forkastet
				3	OK		

Tabell 2-2 Planlagt faglig program for C-undersøkelsen ved Ålvund, 22.06.21 2021. Kornf.=kornfordeling, TOM=totalt organisk materiale, TOC=totalt organisk karbon, TN=totalt nitrogen, Tot-P=total fosfor, Zn=sink, Cu=kobber, pH/E_h=surhetsgrad og redokspotensial. I tillegg inneholder det faglige programmet hydrografimålinger v/CTD ved undersøkelsens dypeste stasjon og referansestasjon.

Stasjon	Parametere
C1 (ytterkant anleggssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse (Hugg 1 og 2) , Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E _h (hugg 3)
C2 (ytterkant overgangssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse (Hugg 1 og 2) , Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E _h (hugg 3)
C3, C4 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse (Hugg 1 og 2) , Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E _h (hugg 3)
ref (referansestasjon)	Kvantitativ bunndyrsanalyse (Hugg 1 og 2) , Kornf., TOM, TOC, Tot-P, TN, Zn, Cu, pH/E _h (hugg 3)

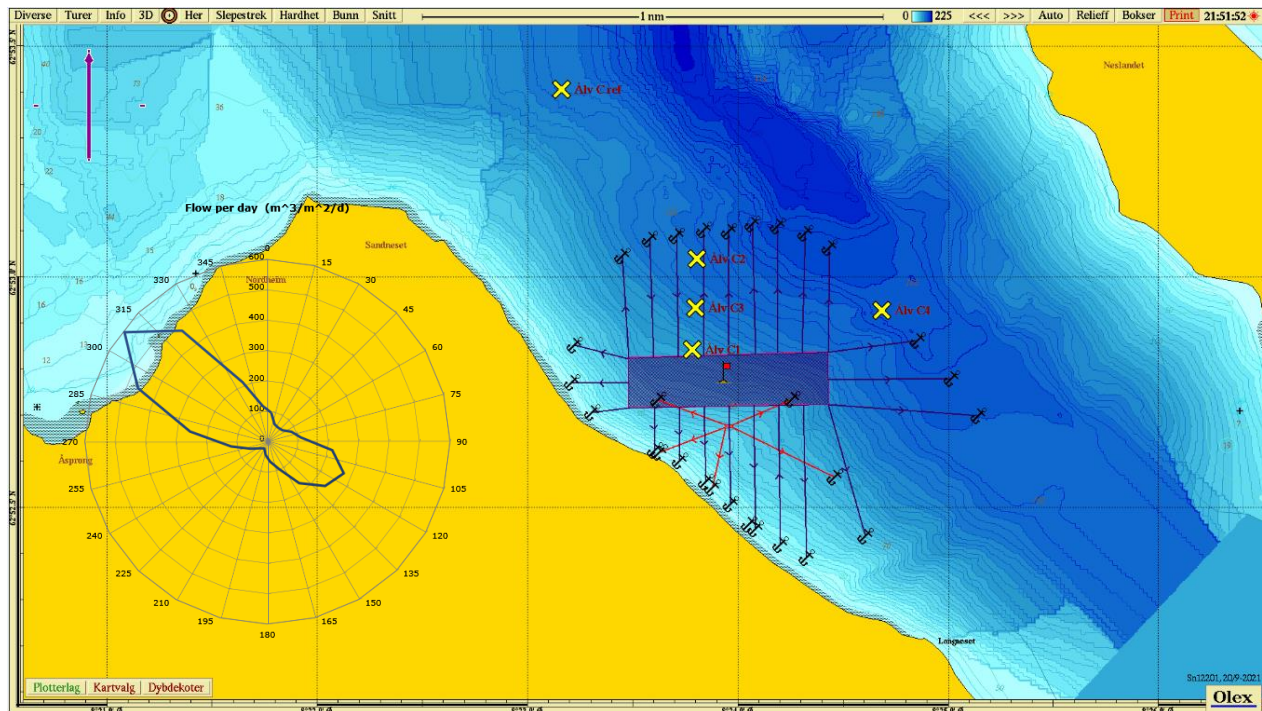
Tabell 2-3 Plassering av prøvestasjoner iht. NS9410:2016, samt begrensinger til plasseringen (Kilde: NS9410:2016).

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.	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.	Plassering avhengig av topografi og strømforhold
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

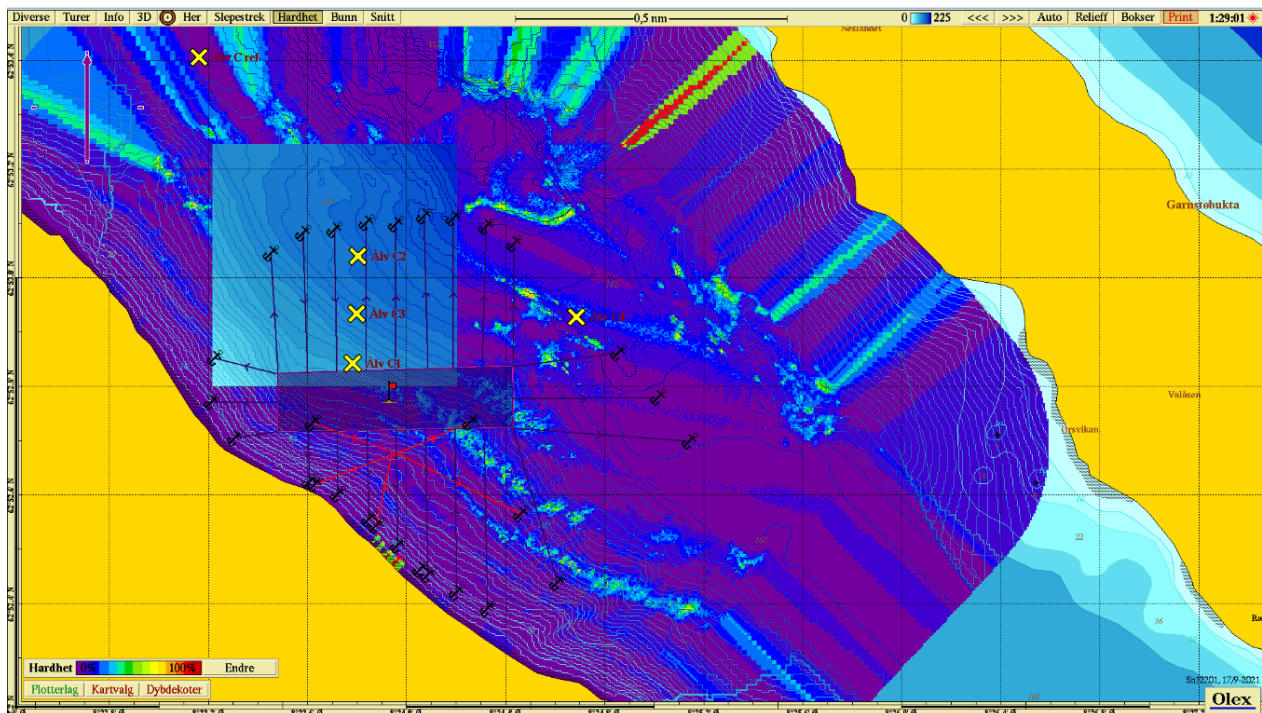
2.2. Kart



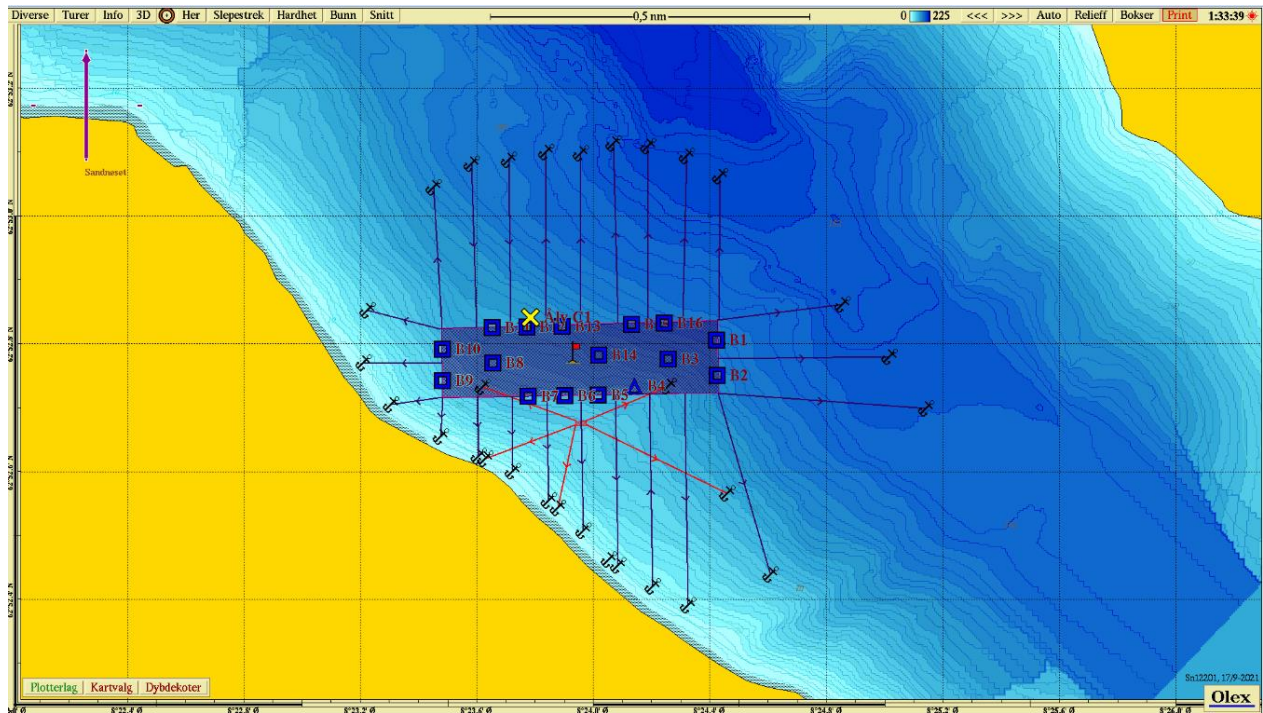
Figur 2-1 Sjøkart som dekker minst 10 km rundt anlegget med angivelse av anleggets plassering (blå sirkel) inklusive plassering av andre anlegg i området. Målestokk: 1:200 000 cm. Kartkilde: www.fiskeridir.no



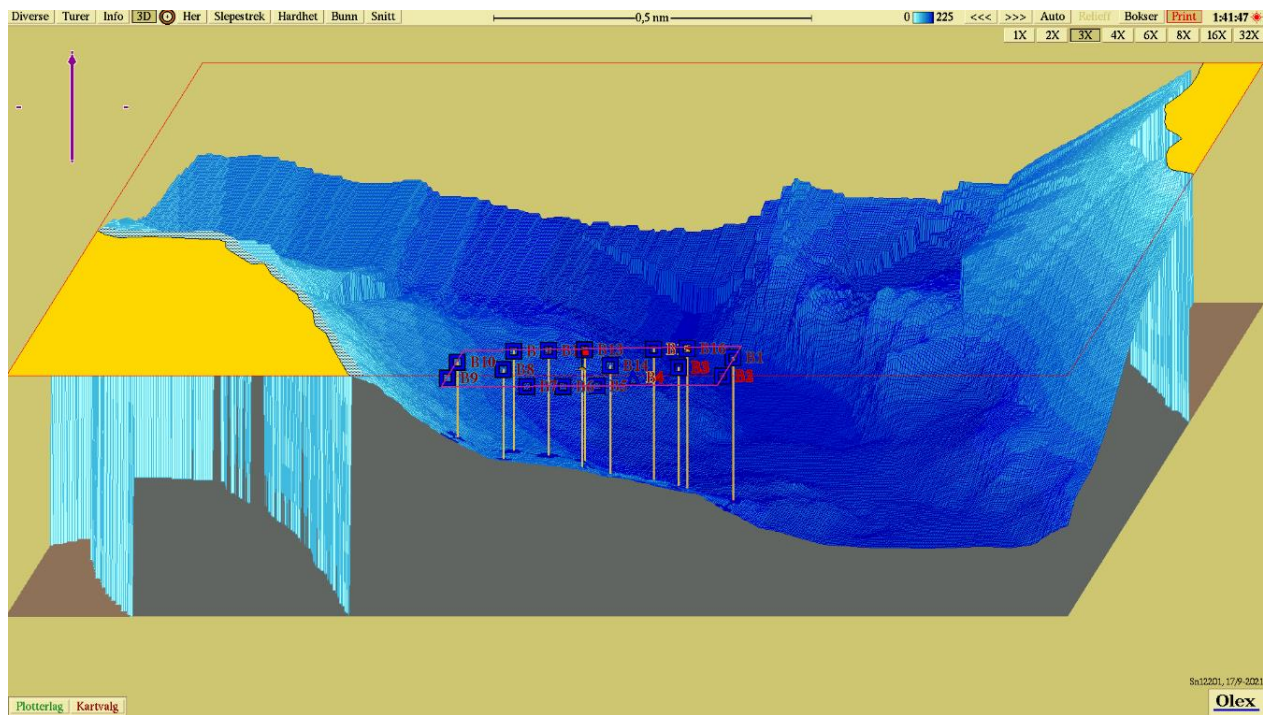
Figur 2-2 Sjøkart som dekker ca. 1,5 km rundt anlegget med plassering av anlegg, fortøyningslinjer, prøvestasjoner for C-undersøkelsen (gule kryss) og strømmålingsstasjon (rødt flagg). Spredningsstrøm (relativ vannfluks i %) er målt ved 63 m, og rødt flagg viser plassering av strømmåler. Kartet er nordlig orientert. Målestokk 1:1852m Kartkilde: Olex.



Figur 2-3 Relativ hardhet på sedimentet rundt anlegget (ramme illustrert med røde rektangler) illustrert med en fargegradient fra rødt (hardbunn) til blått (bløtbunn). Planlagt fortøyningslinjer og anleggs plassering er gitt i kartet. Strømmåling er markert med flagg, prøvestasjoner med gule kryss. Kartet er nordlig orientert. Målestokk 1:926m



Figur 2-4 Sjøkart som dekker ca. 200 m rundt anlegget med plassering av anlegg og fortøyningslinjer samt prøvestasjoner for B-undersøkelsen og C-undersøkelsens innerste stasjon ved lokaliteten Ålvund. Prøvestasjoner er markert med gult kryss for C1 stasjonen, og blå firkanter for B stasjonene. Posisjon for strømmålinger er markert med rødt flagg. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2-1. Kartet er nordlig orientert. Målestokk 1:926m Kartkilde: Olex



Figur 2-5 Tredimensjonalt bunnkart som dekker ca. 200 m rundt anlegget med plassering av anlegg og B-prøvestasjoner (blå firkanter). Kartet er nordvestlig orientert. Målestokk: 1:926 m Kartkilde: Olex

2.3. Bunnkartlegging

Bunndata er levert av Nordic Subsea AS. Det benyttes WASSP Multistrålelodd (multibeam backscatter) for å kartlegge substrattypen. Data blir overført til Olex som kalkulerer bunnkart med topografi og hardhet (oppløsning på data under 10x10). Bunnhardhet i kart oppgis fra 0 % (bløtt) til 100 % (hardt), og gjenspeiler kun det øverste sedimentlaget. Bløtt sediment gir lav refleksjon til ekkoloddet ved kartlegging, og hard bunn gir høy refleksjon. Områder der det er svært bratt gir også lite refleksjon, og kan derfor ofte vises som lav hardhet/bløtt på skalaen. Blå farge i kartleggingen i Olex kan derfor tyde enten bløtt eller bratt.

2.4. Strømmålinger

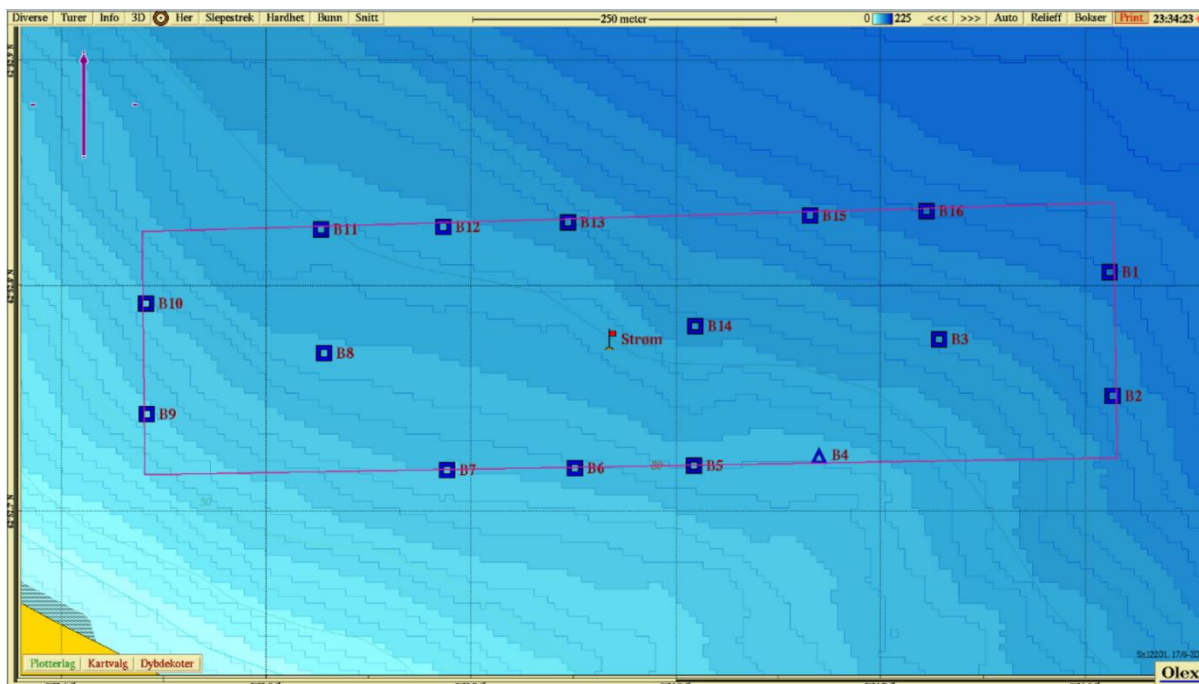
Strømmålingene påviste hovedstrøm i nordvestlig retning på stasjonen både på 5, 15 og 63 m. Ved bunnen på 95m dyp var hovedstrømretning mot øst. Strømhastighet var moderat til lav i alle dyp, med størstedel av målingene rundt 5 cm/s eller lavere, og få målinger over 20 cm/sek. Gjennomsnittlig strømhastighet ble målt til 6 cm/s på 5 m dyp, 4 cm/s på 15 m dyp, 5cm/s på 63 m dyp, og 4cm/s ved bunnen. Andelen målinger med hastighet mindre enn 1 cm/sek (nullmålinger) var 0,94 % på 5 m, 6,24% på 15m, 3,31% på 63m og 7,45% på 95m. Varigheten på nullmålingene (strømstille perioder) oversteg ikke 20 minutt.

Tabell 2-4. Strømmålinger. Måling av overflate-, vannutskiftnings-, sprednings- og bunnstrøm.

Dato	Dyp	Koordinater (WGS84)	Gj.snitt hastighet (cm/s)	Maks. hastighet (cm/s)	Signifikant maks. hast (cm/s)	Andel nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)	Referanser
16.10.- 16.11. 2020	5 m (overflatestrøm)	62°52.769'N 008°23.931'E	6	27	11	0,94	STIM rapport 40 2021
	15m (vannutskiftningsstrøm)		4	24	8	6,24	
	63m (spredningsstrøm)		5	17	7	3,31	
	95m (bunnstrøm)		4	16	6	7,45	

2.5. B undersøkelse

STIM utførte en B-undersøkelse ved lokaliteten i mai 2021. Det har ikke vært drift her tidligere, og B undersøkelsen kan derfor brukes for å dokumentere naturtilstanden i området. Det ble forsøkt tatt prøver 16 stasjoner, hvorav kun en var hardbunn. Sedimentet bestod av leire og silt. Det ble ikke registrert lukt, misfarging eller gassbobling, og alle kjemiske data var gode. Det ble funnet bunndyr i alle grabbhugg, som tyder på gode forhold og resultatet av undersøkelsen ble beste tilstandsklasse **1- Meget god** ut fra kriteriene i NS9410 (Tabell 2-5)



Figur 2-6 Illustrasjon av anlegget med stasjoner inntegnet. Tilstanden er beregnet ut fra middelerdi for gruppe II og III og er vist med fargekoder. Bløtbunnsstasjoner = sirkel og hardbunnsstasjoner = trekant. Kartkilde: Olex

Tabell 2-5 Resultat fra klassifiseringen av (antatt) anleggssone ved omsøkt lokalitet ÅLVUND, MAI 2021.

Param	Type param	Indeks	Tilstand
Gruppe II	pH/Eh	0,0	1
Gruppe III	Sensorisk	0,2	1
Gruppe II+III	Middelverdi	0,1	1
Lokalitetstilstand			1

2.6. Drift og produksjon

Det har ikke vært drift ved lokaliteten.

3. C-undersøkelse

3.1. Bløtbunnsfauna

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3-1 til Tabell 3-9, Figur 3-1 og Figur 3-2, samt i Vedlegg 7. Beregning av indekser og økologisk tilstand er beskrevet i Vedlegg 4, 5 og 6. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i 22.06.21. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning 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 5 og 6). I følge NS9410:2016 er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nært oppdrettsanlegg (ut til 30 m fra anlegg). Vurdering av bunndyrsammfunnet på stasjonen nærmest anlegget (ÅLV C1) baseres iht. NS 9410:2016 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (Vedlegg 6). Da det ikke ennå er drift på lokaliteten, er stasjon ÅLV C1 også vurdert iht. Veileder 02:2018 for å gi et bedre bilde av forholdene på stasjonen.

Både stasjon ÅLV C2 i ytterkant av anleggssonen og sammenslått resultat for overgangssonen gir tilstandsklasse I – Svært god (Tabell 3-10), som også blir den samlede vurderingen for lokaliteten

Tabell 3-1 Makrofauna oppsummeringstabell. Undersøkelse av bunndyr ved lokalitet Ålvund, 22.06.21 2021. Antall individer og arter per 0,1 m², samt diversitet (H', ES100), sensitivitet (NSI og ISI2012) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1). Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av nEQR-verdier på huggnivå (snitt av to replikater) og er markert med fargekoder. *Indekstabell for C1 stasjonen er ikke et krav iht. NS9410:2016

Indekser	Anleggssone*	Ytterkant	Overgangssone		Referansestasjon
	ÅLV C1	ÅLV C2**	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV Cref
Arter	62	50	54	51	75
Individer	490	318	356	339	561
NQI1	0,761	0,744	0,749	0,742	0,761
H'	4,626	4,333	4,283	4,010	4,512
ES ₁₀₀	32,273	30,597	30,003	27,952	31,952
ISI ₂₀₁₂	9,483	10,166	9,655	10,225	10,288
NSI	25,610	25,642	25,901	26,042	25,634
Gjennomsnitt nEQR	0,857	0,850	0,847	0,842	0,861
Pooling av overgangssone	ÅLV C3, ÅLV C4		0,844		I - Svært god

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

3.1.1. Anleggssone (ÅLV C1)

Stasjon ÅLV C1 (dybde 105m) ligger tett opp til anlegget (25-30 m fra) og representerer overgang fra anleggssonen til overgangssonen. Totalt ble det samlet 62 arter med til sammen 490 individer på denne stasjonen. (Tabell 3.1) Den mest dominerende arten (*Mendicula ferruginosa*) utgjorde 19 % av det totale individtallet. Dette er en vanlig musling som trives i dypere områder med liten organisk påvirkning. Basert på artsantall og sammensetning får stasjon ÅLV C1 miljøtilstand I (Meget god) i henhold til NS 9410:2016. Etter veileder 02:2018, får stasjonen beste tilstandsklasse I - **Svært god**.

Tabell 3-2 De mest tallrike artene fra prøvene ved stasjon ÅLV C1 ved lokalitet Ålvund 22.06.21. 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= forurensningsindikatorarter (Rygg og Norling, 2013). n.a.=not available/ikke kjent. Miljøtilstand iht. NS9210:2016. Prøveareal er lik 0,2 m².

ÅLV C1	Individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Mendicula ferruginosa</i>	93	19	19	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	39	8	26,9	III
<i>Amphiura chiajei</i>	31	6,3	33,3	II
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	29	5,9	39,2	I
<i>Parathyasira equalis</i>	26	5,3	44,5	III
<i>Levinsenia gracilis</i>	26	5,3	49,8	II
<i>Abra nitida</i>	19	3,9	53,7	III
<i>Tharyx killariensis</i>	18	3,7	57,3	II
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	2,7	2,7	60	I
<i>Amphiura filiformis</i>	2,4	2,4	62,4	III
Miljøtilstand iht. NS9410:2016		1 Meget god		
Forurensnings-sensitiv (NSI I)	Forurensnings-nøytral (NSI II)	Forurensnings-tolerant (NSI III)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI IV)	Forurensnings-indikerende (NSI V)

3.1.2. Ytterkant overgangssone (ÅLV C2)

Stasjonen i ytterkant av overgangssonen ÅLV C2 ligger i dypområdet på 152 mm dyp, 402 m nord for anlegget. På denne stasjonen ble det samlet i snitt 37,5 arter og 159 individer pr hugg (Tabell 3-3). Blant de ti mest tallrike artene finner man syv økologisk forurensingssensitive/nøytrale arter, og ingen forurensingsindikatorarter, som tyder på gode faunaforhold (Tabell 3-4). Beregnet nEQR på grabbhuggnivå gir en tilstandsverdi på 0,850 som tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god (Veileder 02:2018).

Tabell 3-3 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjon ÅLV C2 ved lokalitet Ålvund, 22.06.21. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Antall individer, arter, diversitet (H', ES100), sensitivitet (NSI og ISI₂₀₁₂) og sammensatt indeks for arts mangfold 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	ÅLV C2-1	ÅLV C2-2	Gj.snitt	nEQR indekser
Arter	38	37	37,50	
Individer	163	155	159	
NQI1	0,758	0,729	0,744	0,826
H'	4,126	4,539	4,333	0,870
ES ₁₀₀	30,317	30,877	30,597	0,866
ISI ₂₀₁₂	10,436	9,896	10,166	0,862
NSI	26,129	25,154	25,642	0,826
Gjennomsnitt nEQR				0,850

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

Tabell 3-4 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjon ÅLV C2 ved lokaliteten Ålvund, 22.06.21. 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. Prøveareal er lik 0,2 m².

ÅLV C2	Antall individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Mendicula ferruginosa</i>	64	20,1	20,1	I
<i>Aphelochaeta sp.</i>	26	8,2	28,3	II
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	21	6,6	34,9	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	19	6	40,9	IV
<i>Amphiura chiajei</i>	19	6	46,9	II
<i>Levinsenia gracilis</i>	16	5	51,9	II
<i>Kelliella miliaris</i>	12	3,8	55,7	III
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	10	3,1	58,8	I
<i>Thyasira obsoleta</i>	9	2,8	61,6	I
<i>Nephtys sp.</i>	9	2,8	64,5	II
Forurensnings-sensitiv (NSI I)	Forurensnings-nøytral (NSI II)	Forurensnings-tolerant (NSI III)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI IV)	Forurensnings-indikerende (NSI V)

3.1.3 Overgangssonen (ÅLV C3 og ÅLV C4)

Stasjon ÅLV C3 ligger i overgangssonen, på 135mm dyp ca. 192 m nord for anlegget. Her ble det samlet 38,5arter og 178 individer i snitt per hugg (Tabell 3-5). Blant de ti mest tallrike artene finner man seks økologisk forurensingssensitive eller nøytrale arter, mens de øvrige er tolerante arter (Tabell 3-6). Faunaen domineres av muslingen *Mendicula ferruginosa*, og art (er) i børstemarkslekten *Aphelochaeta* med henholdsvis 25 og 8,4 % av det totale individantallet. Begge disse bunndyrene er vanlig forekommende på dypt vann i områder med lite organisk påvirkning. Beregnet nEQR på grabbnivå gir en tilstandsverdi på 0,847 som tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god (Veileder 02:2018).

Den andre stasjonen i overgangssonen, ÅLV C4 ligger ca. 233 m øst-nordøst for anlegget på 176 mm dyp. Det ble funnet i snitt 36,5 arter individer fordelt på 169,5 individer per hugg (Tabell 3-5). Også her er *Mendicula ferruginosa* og *Aphelochaeta* de mest tallrike artene (Tabell 3-6). Det er som ved ÅLV C3 flest forurensingssensitive/-nøytrale arter blant de mest tallrike, men også én opportunistisk art. Gjennomsnittlig nEQR-verdi på stasjonen er beregnet til 0,842, som plasserer stasjonen i tilstandsklasse I – Svært god iht. Veileder 02:2018.

Overgangssonen poolet:

ÅLV C3-C4 poolet (Tabell3-7) er en sammenslåing av stasjonene i overgangssonen til en felles tilstandsklasse. Beregnet nEQR på grabbnivå (snitt) for ÅLV C3-C4 gir en tilstandsverdi på 0,844 som tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god (Veileder 02:2018).

Tabell 3-5 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjonene i overgangssonen ved lokalitet Ålvund 22.06.21. Hvert grabbhugg representerer prøveareal på 0,1 m². Antall individer, arter, diversitet (H', ES100), sensitivitet (NSI og ISI₂₀₁₂) 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	ÅLV C3-1	ÅLV C3-2	Gjennomsnitt	nEQR indekser
Arter	40	37	38,50	
Individer	217	139	178	
NQI1	0,750	0,748	0,749	0,832
H'	4,133	4,432	4,283	0,865
ES ₁₀₀	27,920	32,086	30,003	0,861
ISI ₂₀₁₂	9,677	9,632	9,655	0,841
NSI	25,935	25,867	25,901	0,836
Gjennomsnitt nEQR				0,847
Indekser	ÅLV C4-1	ÅLV C4-2	Gjennomsnitt	nEQR indekser
Arter	40	33	36,50	
Individer	192	147	169,50	
NQI1	0,750	0,733	0,742	0,824
H'	4,211	3,810	4,010	0,835
ES ₁₀₀	29,435	26,470	27,952	0,843
ISI ₂₀₁₂	10,136	10,314	10,225	0,865
NSI	25,892	26,192	26,042	0,842
Gjennomsnitt nEQR				0,842
I – Svært god II – God III – Moderat IV – Dårlig V – Svært dårlig				

Tabell 3-6 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjonene i overgangssonen ved lokaliteten Ålvund 22.06.21. 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 (Rygge og Norling, 2013). n.a.=not available/ikke kjent. Prøveareal er lik 0,2 m².

ÅLVC3	Individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Mendicula ferruginosa</i>	89	25	25	I
<i>Aphelochaeta sp.</i>	30	8,4	33,4	II
<i>Parathyasira equalis</i>	24	6,7	40,2	III
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	24	6,7	46,9	I
<i>Prionospio dubia</i>	19	5,3	52,2	I
<i>Levinsenia gracilis</i>	17	4,8	57	II
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	15	4,2	61,2	III
<i>Lumbrineridae</i>	12	3,4	64,6	II
<i>Abra nitida</i>	10	2,8	67,4	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	10	2,8	70,2	IV
ÅLV C4	Individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Mendicula ferruginosa</i>	87	25,7	25,7	I
<i>Aphelochaeta sp.</i>	47	13,9	39,5	II
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	27	8	47,5	I
<i>Heteromastus filiformis</i>	24	7,1	54,6	IV
<i>Thyasira obsoleta</i>	15	4,4	59	I
<i>Kelliella miliaris</i>	12	3,5	62,5	III
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	11	3,2	65,8	I
<i>Parathyasira equalis</i>	10	2,9	68,7	III
<i>Notomastus latericeus</i>	10	2,9	71,7	I
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	10	2,9	74,6	III
<i>Nephtys sp.</i>	10	2,9	77,6	II
Forurensnings-sensitiv (NSI I)	Forurensnings-nøytral (NSI II)	Forurensnings-tolerant (NSI III)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI IV)	Forurensnings-indikerende (NSI V)

Tabell 3-7 Gjennomsnittlige bunndyrsindekser for stasjonene i overgangssonen, med antall individer, arter, diversitet (H', ES₁₀₀), sensitivitet (NSI og ISI₂₀₁₂) og sammensatt indeks for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1). Tilstandsklasser er gitt i henhold til Veileder 02:2018 ved bruk av nEQR-verdier på huggnivå og er markert med fargekoder.

Indekser	Snitt ÅLV C3 - C4	nEQR indekser
Arter	37,50	
Individer	173,75	
NQI1	0,745	0,828
H'	4,146	0,850
ES ₁₀₀	28,977	0,852
ISI ₂₀₁₂	9,940	0,853
NSI	25,971	0,839
Gjennomsnitt nEQR		0,844

3.1.4 Referansestasjon (ÅLV CREF)

På stasjon ÅLV CREF (dybde 148m), plassert 1128 m nordvest for anlegget, ble det samlet i snitt 50,5 arter med til sammen 280,5 individer pr hugg (Tabell 3-8). Blant de ti mest tallrike artene finner man syv økologisk forurensingssensitive/nøytrale arter, og én opportunistisk, som tyder på gode forhold (Tabell 3-9). Ingen av artene var spesielt dominerende. Beregnet nEQR på grabbnivå gir en tilstandsverdi på 0,861 som tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god (Veileder 02:2018).

Tabell 3-8 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved stasjon ÅLV CREF ved lokalitet Ålvund, 22.06.21. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Antall individer, arter, diversitet (H', ES100), sensitivitet (NSI og ISI₂₀₁₂) og sammensatt indeks for arts mangfold 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	ÅLV Cref-1	ÅLV Cref-2	Gj.snitt	nEQR indekser
Arter	43	58	50,5	
Individer	314	247	280,5	
NQI1	0,756	0,767	0,761	0,846
H'	4,231	4,793	4,353	0,890
ES ₁₀₀	27,214	36,690	31,952	0,878
ISI ₂₀₁₂	9,829	10,746	10,288	0,868
NSI	26,316	24,952	25,634	0,825
Gjennomsnitt nEQR				0,861

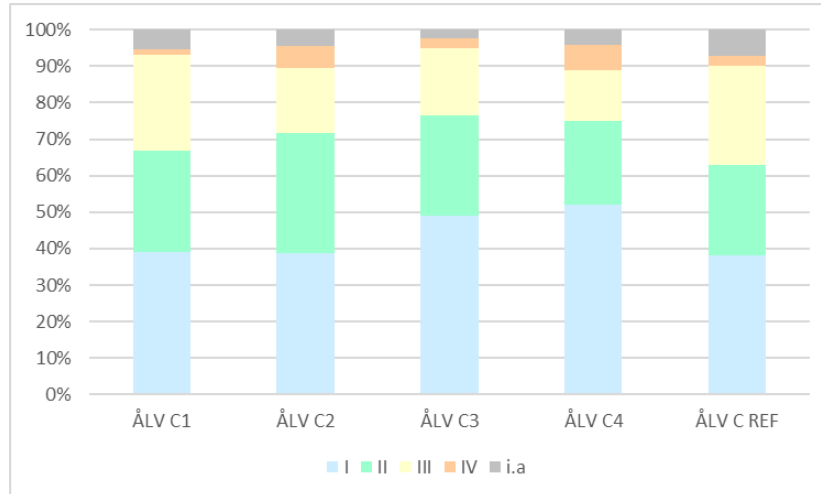
I – Svært god	II – God	III – Moderat	IV – Dårlig	V – Svært dårlig
---------------	----------	---------------	-------------	------------------

Tabell 3-9 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved stasjon ÅLV CREF ved lokaliteten Ålvund 22.06.21. 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. Prøveareal er lik 0,2 m².

ÅLV CREF	Antall individer	%	Kum. %	NSI EG
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	96	17,1	17,1	III
<i>Mendicula ferruginosa</i>	56	10	27,1	I
<i>Aphelocheata sp.</i>	53	9,4	36,5	II
<i>Amythasides macroglossus</i>	43	7,7	44,2	I
<i>Amphiura chiajei</i>	33	5,9	50,1	II
<i>Onchnesoma steenstrupii steenstrupii</i>	29	5,2	55,3	I
<i>Thyasira obsoleta</i>	20	3,6	58,8	I
<i>Parathyasira equalis</i>	20	3,6	62,4	III
<i>Heteromastus filiformis</i>	14	2,5	64,9	IV
<i>Prionospio dubia</i>	13	2,3	67,2	I
Forurensnings-sensitiv (NSI I)	Forurensnings-nøytral (NSI II)	Forurensnings-tolerant (NSI III)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI IV)	Forurensnings-indikerende (NSI V)

Økologiske grupper – NSI

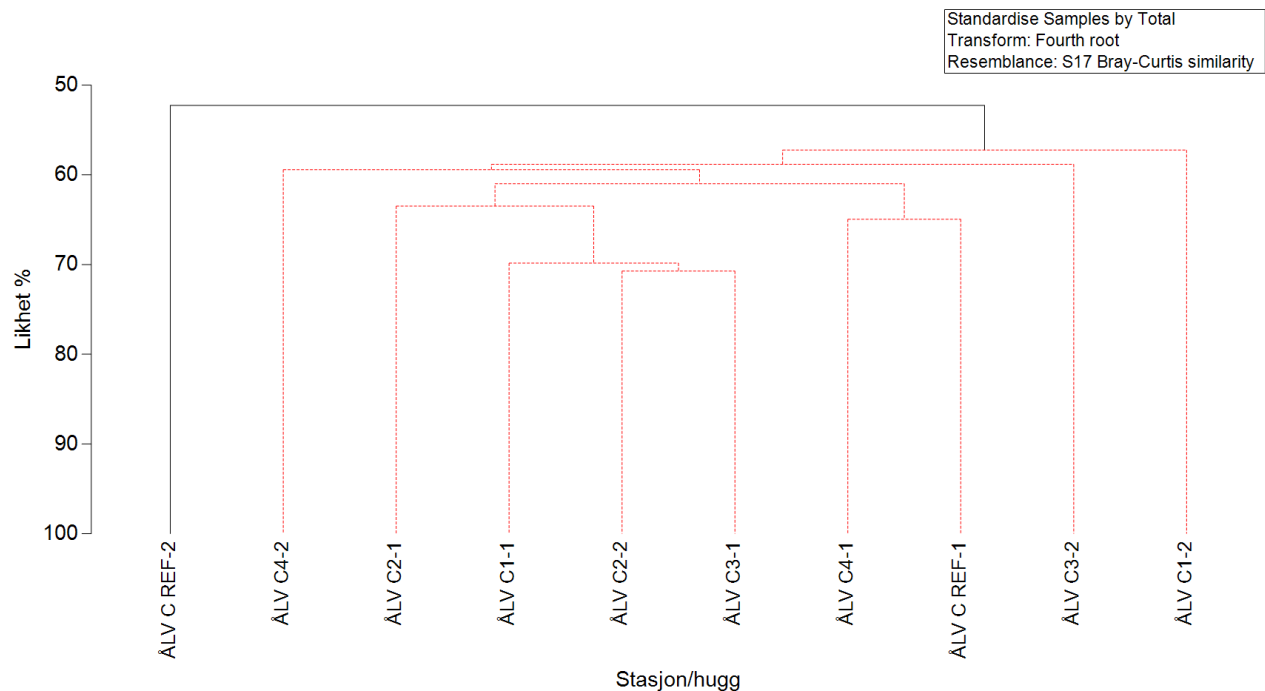
Figur 3-1 viser en oversikt over prosentvis fordeling av individer i de ulike økologiske gruppene i prøvene fra lokalitet Ålvund, 22.06.21. Samtlige stasjoner har en høy andel forurensningsnøytrale og sensitive arter, Det er ingen forurensingsindikatorer og svært lav andel av opportunistiske arter på stasjonene, som tyder på gode forhold.



Figur 3-1 Prosentvis fordeling av individer i ulike økologiske grupper, I = sensitive, II = nøytrale, III = tolerante, IV = opportunistiske, , n.a. = ikke tildelt NSI-verdi.

Clusteranalyse

De multivariate analysene (Figur 3-2) viser relativt stor likhet mellom stasjonene på over 50%. Det ene grabbhugget ved referansestasjonen skiller seg noe ut ved å være mindre likt de øvrige huggene.



Figur 3-2 Clusterplot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt ved Ålvund, 22.06.21. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Plotet viser faunalikhet mellom de ulike stasjoner, basert på Bray-Curtis likhetsindeks.

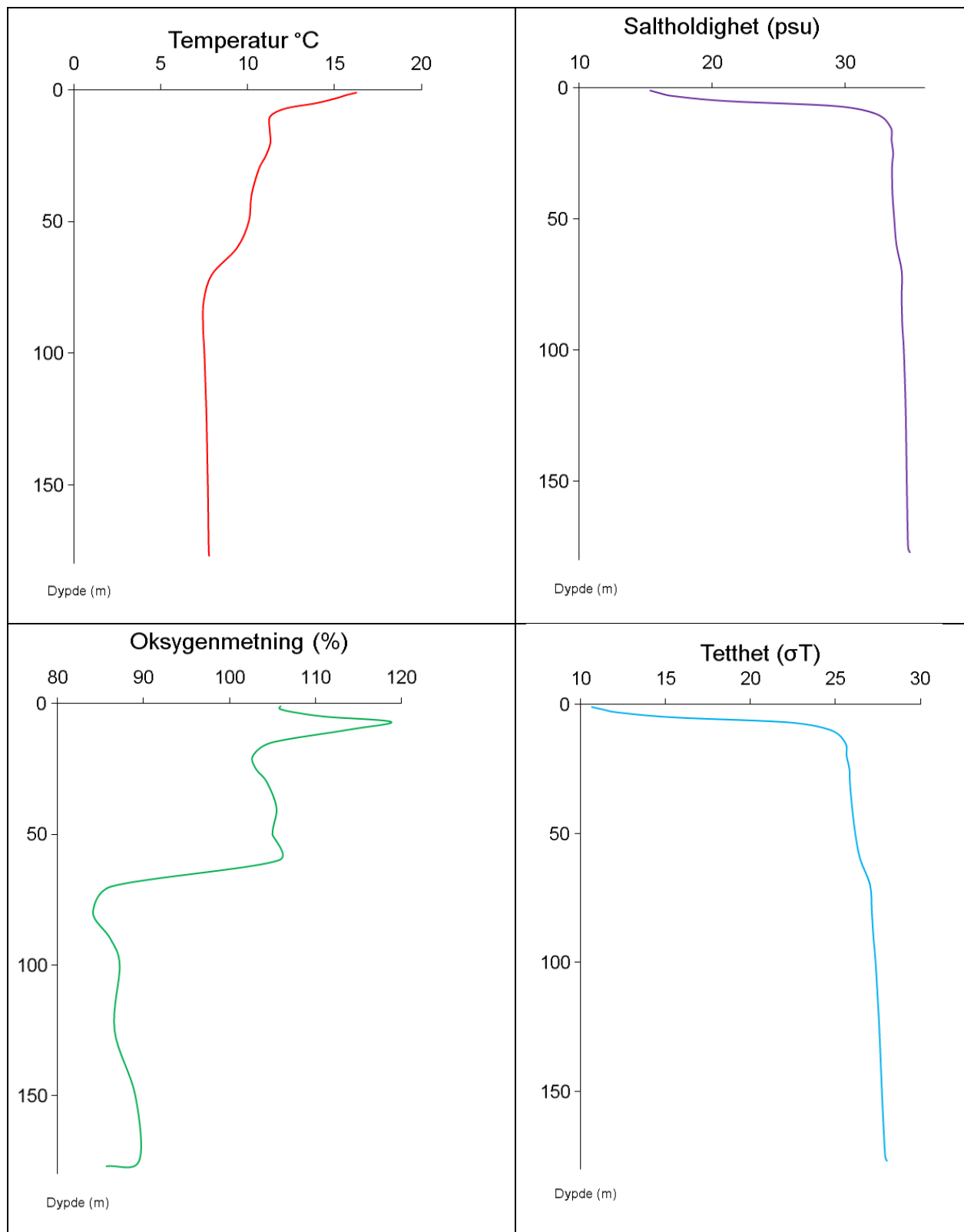
3.2. Hydrografi

Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på den dypeste stasjonen undersøkt (ÅLV C4), samt ved referansestasjonen (ÅLV CREF) 22.06.2021. Resultatene fra denne undersøkelsen er presentert i Figur 3-3. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedlegg 8.

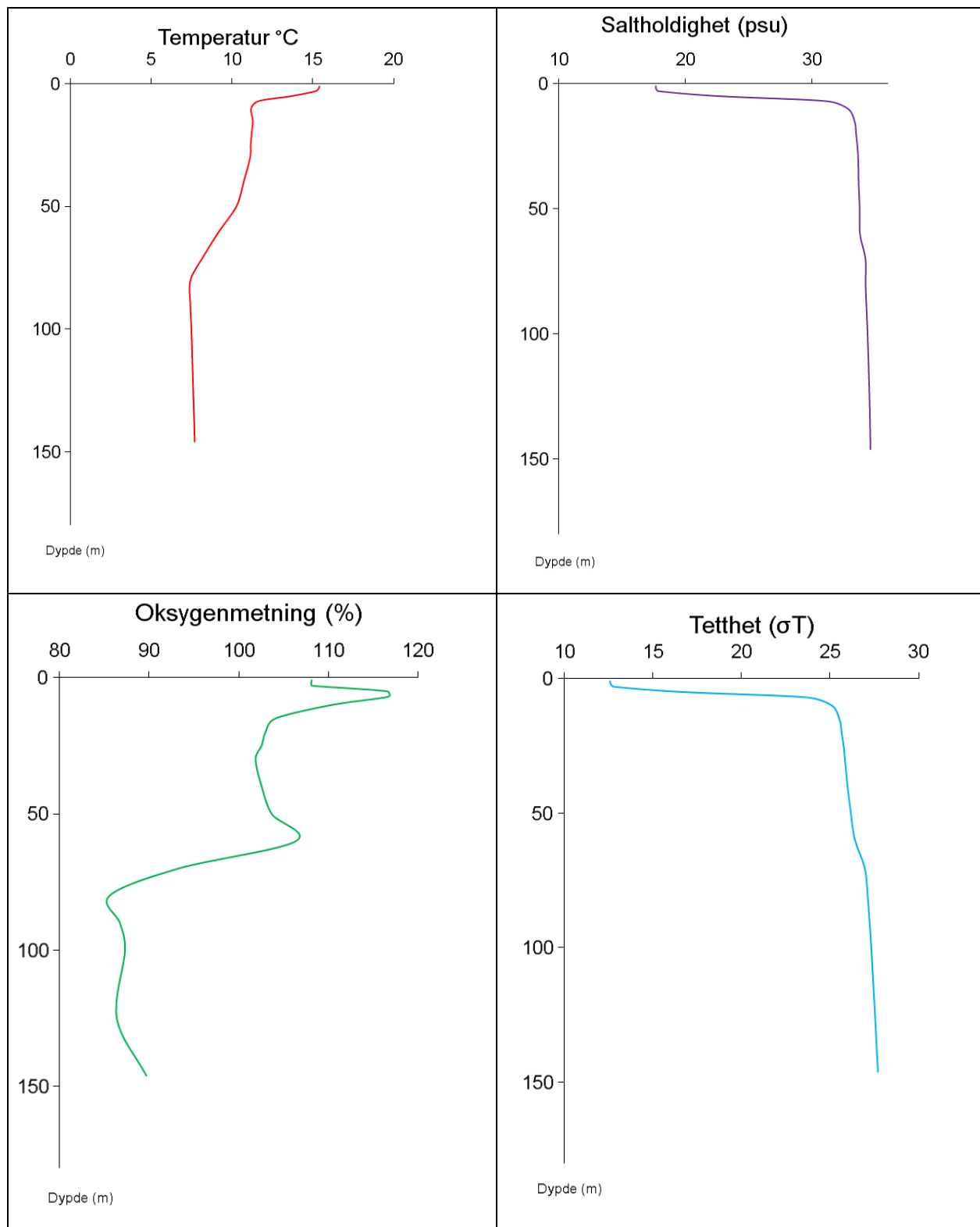
Oksygeninnholdet i vannsøylen på stasjon ÅLV C4 er høyest i det øvre vannlaget. De høyest registrerte oksygenverdiene viser metning på over 100% (oksygen innhold 6,69 -7,19 ml O₂/liter) på de øverste 10 meterne. Tendensene viser avtagende oksygeninnhold på dybder under 10 m. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av småskala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Måling av bunnvann viste oksygeninnhold (5,78ml/l) og oksygenmetning (85,68%), noe som tilsvarer tilstandsklasse I (svært god) for begge parameterne i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende veileder (Veileder 02:2018), se Vedlegg 4.

Både temperatur- oksygen- og saltholdighetsstratifiseringer er svært lik og varierer i liten grad. Det er tydelige sprangsjikt (pyknoklin) på 1-10 m dyp og et dypere sprangsjikt på dyp mellom 60-70 m som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet ved stasjonen hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Ved referansestasjonen ÅLV CREF var oksygennivåene høyest i de øvre vannlagene. De høyeste registrerte oksygenverdiene viser metning på over 100 % (6,97-7,43 ml/l) på de øverste 10 meterne. Det var avtagende oksygeninnhold fra 10m og nedover. Måling av bunnvann viste oksygeninnhold 6,04ml/l og metning på 89,75%, som gir tilstandsklasse I (svært god). Temperatur og salinitet var ganske like, og viste begge et sprangsjikt de øverste 10 meterne, og et dypere sprangsjikt mellom 60 og 70 m dyp.



Figur 3-3 Vertikalprofiler. Saltholdighet (‰), temperatur (°C) og oksygenmetning (%) og tetthet på stasjon ÅLV C4. Målt med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor.



Figur 3-4 fort Vertikalprofiler. Saltholdighet (‰), temperatur (°C) og oksygenmetning (%) og tetthet på stasjon ÅLV CREF. Målt med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor.

3.3. Sediment

3.3.1. Sensoriske vurderinger

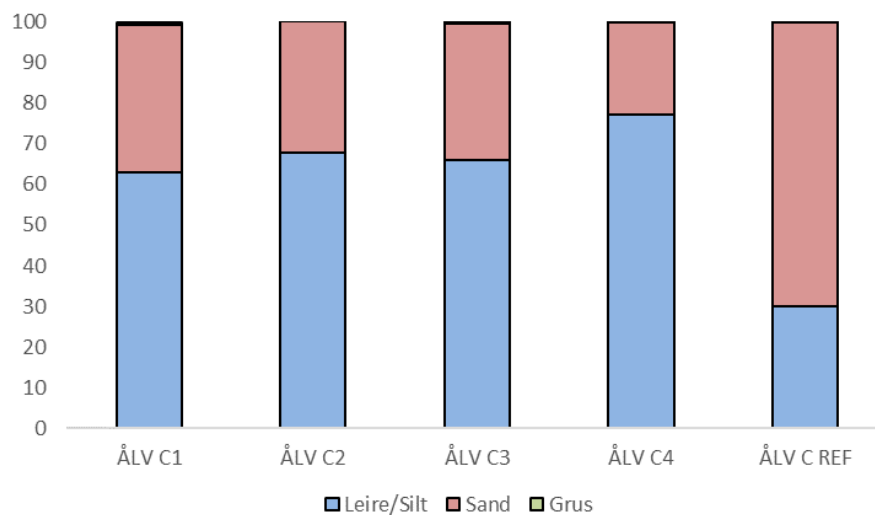
Sedimentet bestod i hovedsak av leire og silt, med en relativ høy andel sand. Fargen var lys grå og konsistensen fast ved samtlige stasjoner. Det ble ikke registrert lukt eller organisk materiale. Alle grabbhugg var godkjente for overflate og volum.

3.3.2. Kornfordeling

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3-10, Figur 3-4 og Vedlegg 3. Foto av sedimentet finnes i Vedlegg 9.

Tabell 3-8 Kornfordeling. 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.

	ÅLV C1	ÅLV C2	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV C REF
Leire og silt (%)	62,80	67,90	65,9	77,10	30,00
Sand (%)	36,40	32,20	33,6	22,60	69,90
Grus (%)	0,70	0,00	0,50	0,30	0,10



Figur 3.4 Kornfordeling for prøvene ved Ålvund, juni 2021.

3.3.3. Kjemiske parametere

Tungmetaller i sedimentet

Verdiene av metallene kobber og sink er målt for samtlige undersøkte stasjoner. For sink viste samtlige stasjoner viser svært gode verdier (tilstandsklasse I, Bakgrunnsnivå). For kobber lå nivåene innenfor godt nivå (tilstandsklasse II – God) ved to av stasjonene (ÅLV C2, ÅLV C4). Ved de resterende stasjonene var verdiene innenfor den beste tilstandsklassen (I- Bakgrunnsnivå).

3.3.4. Organisk innhold og næringssalter

Samtlige stasjoner har verdier for glødetap som ligger innenfor normale verdier i norske fjorder (<10 % glødetap). De høyeste nivåene ble funnet på den dypeste stasjonen ÅLV C4 (5,33 % TOM) og ved ÅLV C2 C4 (3,80 % TOM). Organisk innhold målt som total organisk karbon (TOC) kunne kun bestemmes ved ÅLV C1. Her var nivåene innenfor beste tilstandsklasse.

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA 1883/2002). Det påpekes også i Veileder 02:2018 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare. Resultater fra de to metodene for analyse av organisk innhold samsvarer ikke. Grunnet begrensninger i TOC-metodikken anbefales det at fokuset ligger på resultatene fra glødetapsanalysen (TOM) (SAM Marin, 2014).

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 svært mye. Alle de 5 undersøkte stasjonene har fosforverdier innenfor det som betraktes som moderat. De høyeste konsentrasjonene er funnet på referansestasjonen ÅLV CREF, og ved ÅLV C2.

Det finnes for tiden ikke 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 denne ville samtlige målinger ha blitt klassifisert som tilstandsklasse 1 – God (under 2700 mg/kg). Også for nitrogen er de høyeste nivåene funnet på stasjonen ÅLV C4, og ved ÅLV C2.

Forholdet mellom karbon og nitrogen i sediment (C/N-forholdet) kan gi en indikasjon på materialets opprinnelse, fordi ulike typer materiale har forskjellig innhold av nitrogen. Materiale som hovedsakelig stammer fra planteplanktonproduksjon i sjøen er relativt rikt på nitrogen og har forholdstall på 6-10. Plantemateriale fra land er derimot relativt nitrogenfattig og sediment som tilføres betydelige mengder materiale fra land vil ha C/N-verdier over 10. Karbon nitrogen forholdet kunne bare beregnes ved ÅLV C1. Her var forholdet høyere enn 10 som tyder på terrestrisk opprinnelse. Nedbryting/omsetning av organisk materiale går raskest når C/N-forholdet er lavt (NIVA 3698-97).

Tabell 3-9. Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sediment. Totalt organisk materiale (TOM), Totalt organisk karbon (TOC), finstoff og nTOC (organisk karbon korrigert for innhold av finstoff). Fosfor og nitrogen har ikke tilstandsklasser. Karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom TOC og TN. Tilstandsklasser og farger er angitt etter klassifiseringsveileder 02:2018.

Param	ÅLV C1	ÅLV C2	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV C REF
TOM (%)	2,37	3,80	3,26	5,33	2,15
Finstoff (%)	62,80	67,90	65,90	77,10	30,00
nTOC mg/g	14,67	*	*	*	*
TOC ₆₃ Tilstandsklasse*	I				
TN (total -nitrogen) mg/kgTS	700	1500	1200	2200	700
C:N	11,4	**	**	**	**
Cu (kobber) mg/kgTS	12,9	22,4	18,5	29,9	19,0
Cu tilstandsklasse	I	II	I	II	I
TP (total fosfor) mg/kgTS	1010	1110	1030	1070	1190
Zn (Sink) mg/kgTS	46,1	56,1	48,3	70,5	54,7
Zn tilstandsklasse	I	I	I	I	I

*Kunne ikke leveres fra underleverandør

**mangler pga *

3.3.5. Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh)

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensial (E_h) (Ikke krav)

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en B-undersøkelse (NS 9410:2016) er vist i vedlegg 1

Tabell 3-10 Resultater for surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (eh) målt i sedimentet ved Ålvund juni 2021.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
ÅLV C1	7,43	144,9	0	1
ÅLV C2	7,45	148	0	1
ÅLV C3	7,46	71,3	1	1
ÅLVC4	7,46	71,3	1	1
ÅLV C REF	7,43	91,9	1	1

4. DISKUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Ålvund i området Ålvundfjorden, Sunndal kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på bunndyrsundersøkelser, sedimentkarakteristikk, organisk innhold og tungmetaller i sedimentet, samt undersøkelse av vannsøylen utført 22.06.2021. Det ble samlet prøver fra fire ordinære C-stasjoner, samt en referansestasjon. **Stasjon ÅLV C1 – ytterkant anleggssone**

Sedimentet på stasjonen er i hovedsak fint, dominert av leire og silt, men også en del sand. Dette tyder på middels gode til gode strømforhold på stasjonen. Stasjonen har lavt glødetap, og lavt nivå av nTOC som tyder på lav organisk belastning ved stasjonen. Fosfor-nivået er moderat, og nitrogen-nivået er lavt. C/N-forholdet ved stasjonen er noe høyt, og indikerer at sedimentet i all hovedsak har terrestrisk opprinnelse. Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, tilsvarende beste tilstandsklasse. Analyser av bunnfauna viser **miljøtilstand 1 – meget god** for stasjonen (NS9410:2016).

Stasjon ÅLV C2 – ytterkant overgangssone

Sedimentet på stasjonen er fint, dominert av leire og silt, men med en høy andel sand. Dette viser at det er middels gode til gode strømforhold på stasjonen. Både fosfor- og nitrogen-nivået er innenfor det normale. Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, og beste tilstandsklasse for sink ved begge stasjonene. For kobber er nivåene innenfor nest beste tilstandsklasse II god. Analyser av bunnfauna viser svært gode forhold med og får **tilstandsklasse I – svært god** (Veileder 02:2018). De dominerende bunndyrene er arter som forbindes med lite påvirkede områder.

Stasjon ÅLV C3, ÅLV C4 overgangssone

Hydrografiske målinger viser beste tilstand for oksygenkonsentrasjon i bunnvannet ved den dypeste stasjonen (ÅLV C4). Sedimentet på begge stasjonene i overgangssonen (ÅLV C3, ÅLV C4) sedimentet på begge stasjonene er relativt fint, dominert av leire og silt, men med en viss andel sand som tyder på middels gode til gode strømforhold i området. Begge stasjonene i overgangssonen har lavt glødetap. På grunn av begrensinger ved metoden for beregning av nTOC, anbefales det å sette søkelys på glødetapet før nTOC. Fosforverdien er moderat ved begge. Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, og beste tilstandsklasse for sink ved begge stasjonene. For kobber er nivåene innenfor tilstandsklasse II god ved stasjon ÅLV C4, og i beste tilstandsklasse ved stasjon ÅLV C3. Analyser av bunnfauna viser svært gode forhold ved begge stasjonene. Det er dominans av bunndyr som forbindes med upåvirkede forhold, og området fremstår som lite påvirket av organisk belastning. Begge stasjonene får **tilstandsklasse I – svært god** (Veileder 02:2018).

Stasjon ÅLV CREF – Referansestasjon

Hydrografiske målinger viser beste tilstand for oksygenkonsentrasjon i bunnvannet ved stasjonen. Sedimentet på stasjonen er grovt, dominert av sand, og med en lav andel av silt og leire. Dette viser at det er svært gode strømforhold på stasjonen. Denne stasjonen har det groveste sedimentet av de undersøkte stasjonene i 2021. Nitrogennivået er innenfor normalen, mens fosfornivåene ligger på et moderat nivå i likhet med de resterende stasjonene. Analyser av miljøgifter viser lave nivåer av kobber og sink, tilsvarende beste tilstandsklasse. Totalt sett var faunaforholdene gode, og stasjonen ble klassifisert med **tilstandsklasse I – svært god**.

Vurdering av lokaliteten til oppdrettsformål

Forundersøkelsen ved Ålvund består av bunnkartlegging, strømmåling og undersøkelser av kjemisk og biologisk tilstand i anleggssonen og overgangssonen ved hjelp av B- og C-undersøkelser.

Kartlegging av topografi og hardhet med multistråle bunnkartlegging viste at bunnen under anlegget er ganske flat og stort sett består av bløtbunn. I B-undersøkelsen viste 15/16 prøver bløtbunn. Dette gjør området godt egnet for både B og C prøvetakning i NS9410:2016. Det ble påvist svært gode forhold for bunndyr i både B og C undersøkelsen. I C undersøkelsen ble stasjonene plassert i områder der det forventes organisk påvirkning. Strømhastighetene på spredningsstrøm (63 m), og bunnstrøm (93 m) var noe lave, men det var likevel få strømsvake perioder. Ved C stasjonene indikerer kornstørrelsen i sedimentet middels gode strømforhold ved bunnen. Oksygennivået i bunnvannet var godt innenfor beste tilstandsklasse, og der det var mulig å måle, var den organiske belastningen lav. Dette tyder på at vannutskiftningen i området er god. Det er heller ingen terskler i nærheten av det planlagte anlegget som vil begrense vannutskiftningen, og området burde derfor være godt egnet for drift.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Resipientens evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt en evt. pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet.

De noe lave gjennomsnittlige strømmålingene på vannutskiftningsstrømmen (5 og 15m), kan tyde på at en viss sedimentering av organisk materiale under anlegget vil kunne skje, som vil kunne påvirke bunndyrsammfunnet nærmest anlegget. Graden av eventuell påvirkning vil avhenge av produksjonsmengden og hvor lenge produksjonen pågår. En brakkleggingsperiode etter endt produksjonssyklus vil hjelpe godt på områdets evne til å ta seg inn igjen, og kan anbefales.

Etter NS9410:2016 skal neste undersøkelse utføres etter første produksjonssyklus for alle nye lokaliteter.

5. REFERANSER

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratets gruppe for gjennomføring av vanndirektivet. 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 støtteparam 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

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 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/IEC 17025:2017. *Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse*. Standard Norge. 48 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 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.

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

Stokkan, M 2021. Strømmålinger ved Ålvund. STIM Miljø Bergen rapportnummer 40/2021.

Torvanger, Ragni 2021 B-undersøkelse iht. NS9410:2016. Lokalitet Ålvund Stimrapportnr 51-2021

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

WoRMS, www.marinespecies.org

6. VEDLEGG

Vedlegg 1. Feltlogg (B-parametere)

Dokumentnr: 10751. Versjonsnummer: 6

Vedlegg SF-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: 22.03.2018 (Frøydis Lygre)

Dato endret: 22.03.2018 (Ragni Torvanger)

PRØVESKJEMA B.1

Firma: STIM

Lokalitet: Ålvund

Prosjektnr.: 1766

Dato: 22.06.21

Lokalitetnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenr.										N Hardbunn
			ÅLV C1		ÅLV C2		ÅLV C3		ÅLV C4		ÅLV C REF		
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	pH	Målt verdi	7,43		7,43		7,46		7,46		7,43		Indeks
	E _h (mv)	Målt verdi	-74,1		-71		-		-147,7		-127,1		
		+ ref. verdi	144,9		148		147,7		71,3		91,9		
	pH/E _h	Frå figur D.1	0 Meget god		0 Meget god		1 God		1 God		1 God		
Tilstand prøve			1		1		1		1		1		
Tilstand gruppe II													
Buffer temp:			Temp. sjø: 18,9°C				Temp. sediment: 8,9-9,9°C						
pH sjø: 8,15			E _h sjø: 140,2				Ref. elektrode:						
Kalibrering pH-elektrode (dato og signatur):			22.06.21 Vebjørn Borge										
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grå = 0 Brun/Sort = 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lukt	Ingen = 0 Noe = 2 Sterk = 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Konsistens	Fest = 0 Myk = 2 Løs = 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Grabb-volum	< 1/4 = 0 1/4 - 3/4 = 1 ≥ 3/4 = 2											
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0 2 - 8 cm = 1 ≥ 8 cm = 2											
	SUM												
	Korrigert sum (*0,22)												
	Tilstand prøve												
	Tilstand gruppe III												
Middelverdi gruppe II og III													
Tilstand prøve													
pH/E _h	Korr. Sum												
	Indeks												
	Middelverdi												
	< 1,1	1											
	1,1 - < 2,1	2											
2,1 - < 3,1	3												
≥ 3,1	4												
LOKALITETSTILSTAND													

Korrekturest:

16.09.21

dato

Sign.

Sign.

Dokumentnr: 10751. Versjonsnummer: 6

Vedlegg SF-834 Vedleggstabell B1, B2 med 10 plasser NS9410:2016

STIM Miljø

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

Dokumentkategori: Vedlegg

Slut godkjent dato: 22.08.2018 (Frøydis Lygre)

Dato endret: 22.08.2018 (Ragni Torvanger)

PRØVESKJEMA, B.2

Firma: STIM

Lokalitet: Ålvund

Prosjektnr.: 1766

Dato: 22.06.21

Lokalitetsnr.:

Prøvepunkt (koordinatfestet posisjon)	ÅLV C1 62° 52.841N 008° 23.782Ø	ÅLV C2 62° 53.038N 008° 23.803Ø	ÅLV C3 62° 52.932N 008° 23.797Ø	ÅLV C4 62° 52.927N 008° 24.685E	ÅLV C REF 62° 53.405N 008° 23.162Ø				
Dyp (m)	105	152	135	176	148				
Antall forsøk med prøvetaker									
Bobling (ved prøvetaking) (JA/NEI)	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei				
Sediment	Leire	x	x	x	x				
Type (%)	Silt								
	Sand	x			x				
	Grus								
	Skjellsand								
Steinbunn									
Fjellbunn									
Pigghuder (antall)									
Krepsdyr (antall)									
Skjell (antall)									
Børstemark (antall)									
Andre dyr (totalt antall)									
Beggiatos (hvit bakt mat) (JA/NEI)									
Fôr (JA/NEI)									
Fekalier (JA/NEI)									
Kommentarer									

Korrekturlest: 16.09.21

*Alvund Stokken**Martin Skarvåg*

Vedlegg 2. Prøvetaking og analyse

Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen utføres med en STD/CTD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data benyttes den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.22.19.254). Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold måles samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2016. Målingene er ikke utført akkreditert.

Måleusikkerhet

Måleusikkerhet for CTD presenteres Vedleggstabell 1. For pH og E_h ligger måleusikkerheten på henholdsvis $\pm 0,05$ pH og ± 5 mV E_h . For måleusikkerhet innen de kjemiske analysene og analyser av glødetap og kornfordeling, se analyserapport i Vedlegg 6.

Vedleggstabell 1 Måleområde, oppløsning og nøyaktighet for hydrografiske målinger gjort med CTD/STD 204.

Param	Måleområde	Oppløsning	Måleusikkerhet
Konduktivitet	0-70 mS/cm	0,01 mS/cm	$\pm 0,02$ mS/cm
Salinitet	0-40 ppt	0,01 ppt	0,02 ppt
Temperatur	-2 - 40 °C	0,001°	$\pm 0,01$ °
Trykk	1000 m	0,01 mbar	$\pm 0,02$ % av område
Løst oksygen	0-20 mg/L	0,01 mg/L	$\pm 0,2$ mg/L
Løst oksygen	0-200 %	0,01-0,04 %	± 2 % (ikke lineært)
Fluorescens	0-75 µg/L	0,03 µg/L	< 2 %

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 grabb-typer:

- Grabb med åpning på 0,1 m² 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 m² og maks volum 18 liter Størksengrabb modifisert med 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene.
- Modifisert van Veen-grabb (0,15 m² 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 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for prøver til kornfordeling, organisk innhold og kjemiprøver.
- Ekman grabb (KC Denmark mod. 12.001, 0,04 m²) 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 m². Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² (NS 9410:2016). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² 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's 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 kjemi analyser. Tilfeller der det ikke kan tas prøver som er godkjente i henhold til gjeldende standarder markeres i **Tabell 2-3** og oppgis i kapittel angående Avvik. Bearbeiding av prøver og analysing av bløtbnunnsparamne (geologi, kjemi og biologi) er beskrevet under.

Sedimentets kornfordeling og organiske innhold

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 Vedleggstabell 2.

Vedleggstabell 2 Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN-ISO 16665:2014).

Silt / leire	Svært fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært 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 (H₂S). 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_h)

Det tas ut sediment fra det ene grabbhugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske paramne. 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 3. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte paramne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997, Veileder 02:2018) (Vedleggstabell 3). Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (E_h) 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 (H₂S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensial i sedimentprøvene måles med to portable SevenGoTM pH/E_h me (Mettler Toledo). Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i B-undersøkelser i henhold til NS9410:2016.

Bunndyr (biologi)

Bunndyr (bløtbnunnsfauna) 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 bløtbnunns-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 ca. 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 bløtbnunnsprøver, 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 kapittelet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiam 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 Bergens 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 3**). 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. I Vedlegg 2 presenteres en kort omtale av metodene som benyttes for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet.

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 4). For de resterende prøvepunktene, har Direktoratetsgruppe Vanddirektivet gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder, 002:2018). 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_{100}), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI_1 , ømfintlighets-indeksene NSI , ISI_{2012} samt $AMBI$ (komponent i NQI_1). Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametre er vist i Vedleggstabell 5. 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: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). Tilstandsklassen til stasjonen bestemmes av snittet av de enkelte indeksen 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 6.

Følgende utstyr ble anvendt i undersøkelsen:

Vedleggstabell 2.3 Prøvetakingsutstyr anvendt i undersøkelsen

Utstyr	Beskrivelse	Kontrollert (dato)
Sedimentprøvetaker	Duo S2	
Sikt m/runde hull 1mm	VII	
Sikt m/runde hull 5mm	VIII	
pH-måler	SevenGo™ pH/ E_h m (Mettler Toledo), FG #7 og elektrode 12	22.06.21
E_h -måler	SevenGo™ pH/ E_h m (Mettler Toledo), FG #6 og elektrode 13 Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning.	22.06.21
CTD 204	SN 1193	21.06.21
Konservering		
Kart og utstyr for å koordinatfeste stasjoner	OleX, dybder registrert ved båtens ekkolodd	
Kamera	Samsung Galaxy FE	
Annet:	Hevert, tommestokk, prøveskeier, desinfeksjonsmidler, elektrodeoppsats	

Vedleggstabell 4 Oversikt over arbeid utført og underleverandører som er benyttet.

Leverandør		Personell	Akkreditering	Metodikk prøvetaking	Metodikk analyser
Feltarbeid	STIM. AS	Vebjørn Borge Martin Skarsvåg	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	Øydis Alme Martin Skarsvåg	P 21 Taksonomi	NS-EN ISO 16665	
Statistiske utregninger	STIM. AS	Ragni Torvanger Martin Skarsvåg (under opplæring)	P 32 Faglige vurderinger og fortolkninger	NS-EN ISO 16665	
Vurdering tolkning og bunnfauna	STIM. AS	Ragni Torvanger, Martin Skarsvåg (under opplæring)	P 32 Faglige vurderinger og fortolkninger		NS9410:2016, Klassifiseringsveileder 02:2018
Kobber	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 11885	NS-EN ISO 17294-2
TOM	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
TOC/Partikkel- *fordeling	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Total Nitrogen	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Total Fosfor	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 16665	NS-EN ISO 5667-19
Sink (Zn)	Eurofins Norsk Miljøanalyse m underleverandør		P 12 Kjemiske analyser	NS-EN ISO 11885	NS-4770

* Kunne bare analyseres ved ÅLV C1

Vedlegg 3. Analysebevis



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

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

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

AR-21-MX-014228-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur: 28.06.2021-20.07.2021
Analyseperiode: 28.06.2021-20.07.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0628-030	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C1, Geo, dyp 105m	Analysedato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff glødetap	2.37	% TS	0.02	20%	NS 4764
Total tørrstoff	63.3	%	0.02	10%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Bergen 20.07.2021

Kristine Fiane Johnsson

Production manager

Teknikklærte:

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

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

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

008-A-1207-01

Side 1 av 1



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

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. NO 551 416 18
Sandviksveien 110
5035 Bergen

Tlf: +47 54 50 42 42
bergen@eurofins.no

AR-21-MX-014232-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-20.07.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-032	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C2, Geo, dyp 152m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjeldetap	3.80	% TS	0.02	20%	NS 4764
Total tørrstoff	53.9	%	0.02	10%	NS 4764
Kornfordeling 2000-83µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg		Se vedlegg		Gravimetri	

Bergen 20.07.2021

Kristine Fiane Johnson
Kristine Fiane Johnson
Production manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 a.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, uttrykt 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-2021 v 106



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

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

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

AR-21-MX-014235-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-20.07.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-034	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C3, Geo, dyp 135m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjedetap	3.26	% TD	0.02	20%	NS 4764
Total tørrstoff	54.1	%	0.02	10%	NS 4764
Kornfordeling 2000-63µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Bergen 20.07.2021

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson
Production manager

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, umalt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-001 v106



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

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. NO9 551 416 18
Sandviksveien 110
5035 Bergen

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

AR-21-MX-014237-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-20.07.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0628-038	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C4, Geo, dyp 176m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjedetap	5.33	% TD	0.02	20%	NO 4764
Total tørrstoff	47.3	%	0.02	10%	NO 4764
Kornfordeling 2000-83µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Bergen 20.07.2021

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson

Production manager

Tegnforklaring

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn >: Større enn nst. 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.

Reporten må ikke gjenås, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n)e.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS-001 v 106

Side 1 av 1



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

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

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

AR-21-MX-014239-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-20.07.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	441-2021-0628-036	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-Cref, Geo, dyp 148m	Analysedato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Total tørrstoff gjedetap	2.15	% TD	0.02	20%	NS 4764
Total tørrstoff	63.8	%	0.02	10%	NS 4764
Kornfordeling 2000-80µm 7 fraksjoner					
Analyseresultat i vedlegg	Se vedlegg			Gravimetri	

Bergen 20.07.2021

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson

Production manager

Tegnforklaring:

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

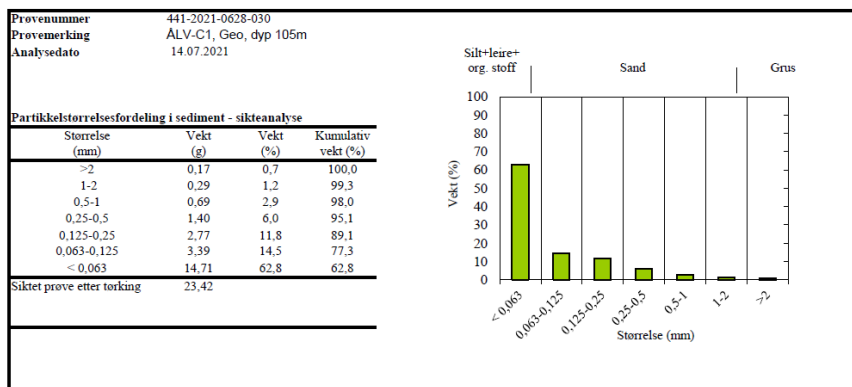
Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/-området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gis ut, 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 106



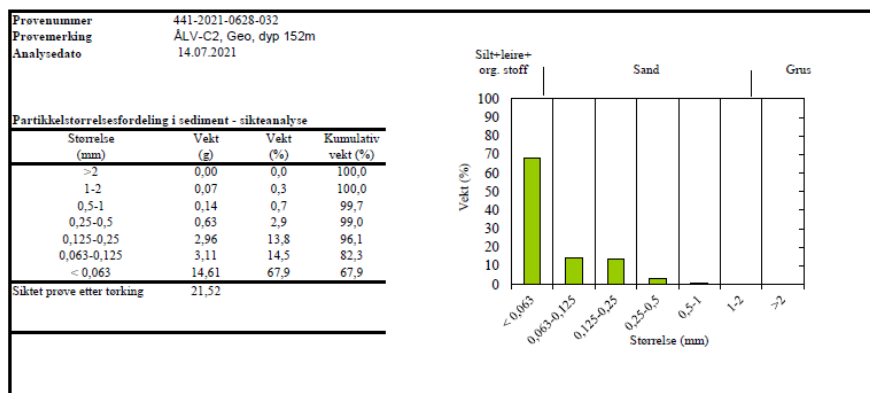
Resultat kornfordeling



Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018

Resultat kornfordeling

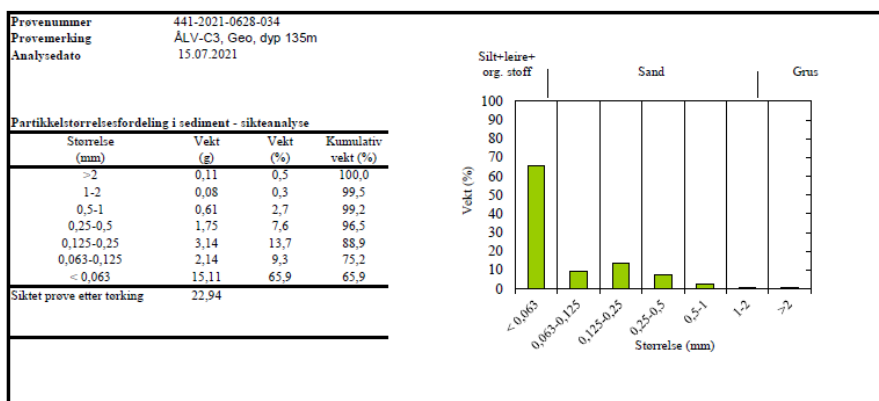


Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018



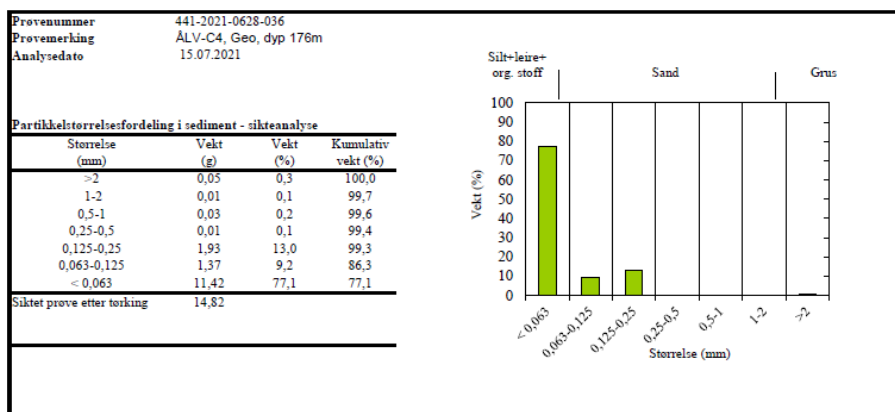
Resultat kornfordeling



Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018

Resultat kornfordeling

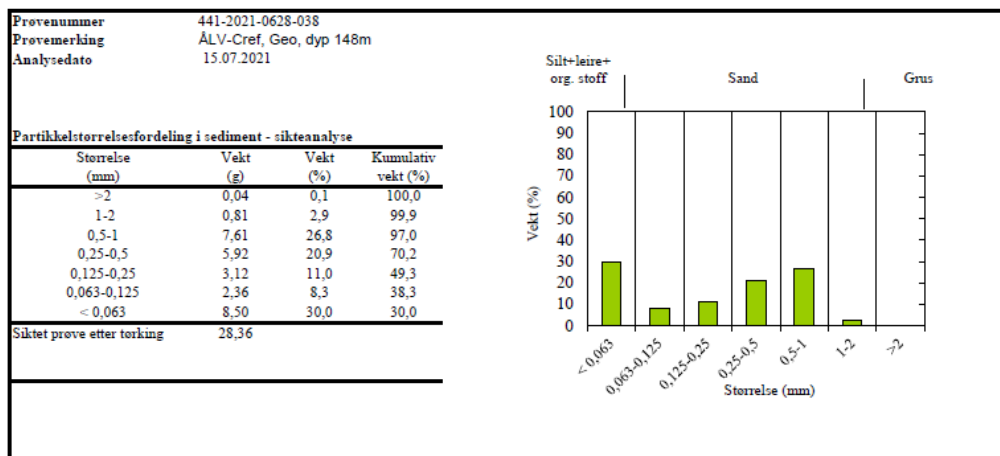


Versjon 3

Utarbeidet av DAHI
Gyldig fra 20.07.2018



Resultat kornfordeling



Versjon 3

 Utarbeidet av DAHI
 Gyldig fra 20.07.2018



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

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

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

AR-21-MX-015900-02

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-19.08.2021
Ny analyseperiode: 19.08.2021-15.09.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er). Vennligst makuler tidligere
tilsendt analyserapport.
AR-21-MX-015900XX

Rektangul

Prøvenr.:	441-2021-0628-029	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C1, Kjemi, dyp 105m	Analysedato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	12.9	mg/kg TS	5	3.07	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	46.1	mg/kg TS	5	9.70	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	65.9	% rv	0.1	3.29	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1010	mg/kg TS	1	131	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.7	g/kg TS	0.5	0.19	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7980	mg/kg TS	1000	1605	NF EN 15936 - Méthode B

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Savem COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr)
1-1488,

Bergen 15.09.2021

Tommie Christensen

ASM - Analytical Service Manager

Teserforlarna:

* 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

ASG-001 v 906



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

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

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

AR-21-MX-015901-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur: 28.06.2021-19.08.2021
Analyseperiode:
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-001	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C2, Kjemi, dyp 152m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	22.4	mg/kg TO	5	4.12	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	56.1	mg/kg TO	5	11.80	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevekt steg 1	58.9	% rv	0.1	2.94	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1110	mg/kg TO	1	144	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.5	g/kg TO	0.5	0.31	Internal Method (Sol), NF EN 13342

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverny COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr)
1-1488,

Bergen 19.08.2021

Tommie Christensen

AGM - Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 s.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 konfidensintervall. 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 prøve(n)e.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

441-001 v 100



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

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

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

AR-21-MX-015902-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-19.08.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-033	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-C3, Kjemil, dyp 135m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	18.5	mg/kg TO	5	3.66	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	48.3	mg/kg TO	5	10.17	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Tørrestoff					
a) Tørrevekt steg 1	62.2	% rv	0.1	3.11	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1030	mg/kg TO	1	134	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.2	g/kg TO	0.5	0.26	Internal Method (Sol), NF EN 13342

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (01), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saveme COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr)
1-1488,

Bergen 19.08.2021

Tommie Christensen
ADM - Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn >: Større enn nå: 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 100



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

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. NO9 651 416 18
Sandviksveien 110
5036 Bergen

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

AR-21-MX-015903-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur: 28.06.2021-19.08.2021
Analyseperiode:
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-036	Prøvetaksdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøveområde:	ÅLV-C4, Kjemil, dyp 176m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	29.9	mg/kg TO	5	5.08	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	70.5	mg/kg TO	5	14.82	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	47.5	% rv	0.1	2.38	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1070	mg/kg TO	1	139	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.2	g/kg TO	0.5	0.42	Internal Method (Sol), NF EN 13342

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Savanne COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr)
1-1488,

Bergen 19.08.2021

Tommie Christensen

ASM - Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 s.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

AS-001 v 100



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

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

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

AR-21-MX-015904-01

EUNOBE-00048505

Prøvemottak: 28.06.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 28.06.2021-19.08.2021
Referanse: ÅLV: 1766

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2021-0828-037	Prøvetakingsdato:	22.06.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ÅLV-Cref, Kjemi, dyp 148m	Analysestartdato:	28.06.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	19.0	mg/kg TG	5	3.72	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	54.7	mg/kg TG	5	11.51	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Tørrestoff					
a) Tørvekt steg 1	71.6	% rv	0.1	3.58	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1190	mg/kg TG	1	155	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.7	g/kg TG	0.5	0.19	Internal Method (Sol), NF EN 13342

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Savemé COFRAC TESTING (scope on www.cofrac.fr)
1-1488,

Bergen 19.08.2021

Tommie Christensen

ASM - Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 s.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 prøve(n).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AS-001 v 105

Vedlegg 4. Indeksbeskrivelser

Beskrivelse og formel 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:

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

ES₁₀₀ (Hurlbert diversitetsindeks; Hurlbert 1971) viser forventete antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N (individer), S (arter) og N_i (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:

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

ISI₂₀₁₂ (Indicator Species Index; Rygg og Norling 2013) en sensitivitetsindeks. Grunnlaget for beregningen av ISI (Rygg 2002) ble utvidet og artsnomenklaturen standardisert i 2012. Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som tar hensyn til hvilke arter som er tilstede, men ikke individtallet av dem. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven hvor ISI_i er ISI₂₀₁₂ verdien for arten i og S_{ISI} 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:

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

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:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
y_{ik} = 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:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

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

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

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 = svært 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.

Vedlegg 5. Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR)

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

Prosedylene 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_n-stasjonene skal beregnes på følgende måte:

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

Eksempel på utregning av totaltilstand (nEQR_{total}) for bunnfauna i overgangssonen:

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

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

Vedlegg 6. Referansetilstand

Vedleggstabell 5 Klassegrense for bløtbunnsfauna for Økoregion H og vanntype 3 iht. tabell 9.22 i klassifiseringsveileder 02:2018. Klassegrensene gjelder for gjennomsnitt av grabbverdier.

Indeks	Vanntype H1-3				
	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 ₁₀₀	46 - 23	23 - 16	16-9	9-5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	13,4 - 8,7	8,7 - 7,8	7,8 - 6,4	6,4 - 4,7	4,7 - 0
NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15-10	10 - 0

Vedleggstabell 6 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 7 Klassegrenser for de ulike undersøkte parametre 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 8 Klassegrenser for oksygen i dypvann

Type	Tilstandsklasser				
	Svært god I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært dårlig V
Oksygen (ml O ₂ /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 9 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 m². - 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 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder på et prøveareal på 0,2 m². - 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 m²
Miljøtilstand 4 (Meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².

Vedlegg 7. Artslister

Dokument-ID: 10728. Versjonsnummer: 16

Vedlegg SF-505 Prøverapport taksonomisk analyse bløtbunnsfauna

STIM Miljø

Sted og prosess Test 157 / Rapportering / Rapportering

Dokumentkategori Vedlegg

Stet godkjent dato 11.05.2020 (Ragni Tonvanger)

Dato endret 11.05.2020 (Ragni Tonvanger)



STIM Miljø Bergen
 Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen
 miljø.bergen@stim.no



Prøverapport Taksonomisk analyse – Bløtbunnsfauna

Prosjekt nr.: 1766 Dato for prøvetaking: 22.06.21
 Oppdragsgiver (navn/adresse): Gadus Group AS
 Rasmus Rønnebergsgate 21
 6002 Ålesund
 Ålvundfjorden
 Nei
 Prøvetaksingssted (område): Ansvarlig for prøvetaking (firma): STIM AS
 Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet:

	Akkreditert	Akkrediteringsnummer	I henhold til standard	Ikke akkreditert
Prøvetaking	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Sortering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐
Artsidentifisering	☒	Test 157	NS-EN ISO 16665:2013	☐

Artene er identifisert av: Øydis Alme Martin Skarsvåg

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Prøverapporten skal ikke reproduseres annet enn i sin helhet, uten godkjenning fra STIM Miljø Bergen.

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 2sider.

Prøverapport godkjent av:

Martin Skarsvåg

Dato: 10.09.21

Prøve rapport Ålvund Side 1 av 2

Stasjon	ÅLV C1	ÅLV C1	ÅLV C2	ÅLV C2	ÅLV C3	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV C4	ÅLV C REF	ÅLV C REF
Dato	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021
Dyp (m)	105	105	152	152	135	135	176	176	148	148
Grabbhugg	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
AMPHIPODA										
Harpinia sp.								1		
Harpinia pectinata										1
Hyperidae	1									1
Melphidippe borealis									1	
Nicippe tumida	1									
Oediceropsis brevicornis			1							
Oedicerotidae									2	
Tryphosites longipes					1					
Westwoodilla caecula						2	1		2	
BIVALVIA										
Abra nitida	7	12	1	4	5	5	5	1	1	1
Adontorhina similis		1	1		1		2	1	2	1
Astarte sp.	1								1	
Astarte sulcata										1
Azululus croulinensis		5	2			6	3	2	4	
Batharca pectunculoides					1					
Cuspidaria sp.							2		1	
Kelliella miliaris	5		8	4	7	2	8	4	7	5
Kurtiella tumidula			3							
Mendicula ferruginosa	61	32	52	12	60	29	50	37	51	5
Papillicardium minimum	1		1		1				4	
Parathyasira equalis	13	13	7	1	16	8	4	6	5	15
Tellinysa sp.										1
Tellinysa tenella		2	4							
Thyasira obsoleta	1	1	8	1	6	3	7	8	18	2
Thyasiridae		3								1
Tropidomya abbreviata	4	1	1			2	2		1	
Yoldiella lucida						1				
Yoldiella philippiana										0/1
CAUDOFOVEATA										
Caudofoveata	3	1		1	1	1	1		5	
CHAETOGNATHA										
Chaetognatha			1							
COPEPODA										
Calanoida	10	1	12	12	5	3	21	7	5	6
CUMACEA										
Diastylodes serratus				1						
Eudorella emarginata				1	1					
DECAPODA										
Decapod larver		1			1	2	2		2	
ECHINOIDEA										
Brissopsis lyrifera		1	1							
EUPHAUSIACEA										
Euphausiacea			2	1	1	2				
GASTROPODA										
Anatoma sp.										1
Eulimidae					1					
Euspira montagui	2					3				
Hermania sp.						1		1		
Lepeta caeca										2
Odosoma sp.	1					1				
Prosobranchia	1		1	2		1				2
HOLOTHURIODEA										
Synaptidae	1	2					1			1
ISOPODA										
Gnathia sp.		1								
MALACOSTRACA										
Euphausiidae sp.							5			
NEMATODA										
Nematoda									6	ca. 20
NEMERTEA										
Nemertea	1		4	1	1		3	1		1
OPHIUROIDEA										
Amphilepis norvegica	3		2	1						3
Amphura chiarei	16/4	10/1	1/1	17	1	2/1			9/1	22/1
Amphura filiformis	7	5	1	6	3		1		1	4/1
Ophiura (Dictenophiura) carnea	3	3		6			1/1		1/1	8
Ophiura sarsii										6/2
Ophiuroidea	0/4		0/1	0/2	0/1	0/2		0/1	0/2	
OSTRACODA										
Macrocypis minna	1	1								
Philomedes globosus										1
Vargula norvegica					1					
PLATYHELMINTHES										
Platyhelminthes			2							
POLYCHAETA										
Ampharetidae	1				2	1			2	
Amythasides macroglossus	7	4	3	3	3		1	1	31	12
Aphelochaeta sp.	11		8	18	18	12	19	28	23	30
Aphroditidae										0/1
Aricidea (Acmira) catherinae	10	3	4	2	6		8	3	1	3
Asclerochellus sp.										1
Ceratonchophore loveni	1						1	1		

Prøve rapport Ålvund Side 2 av 2

Stasjon	ÅLV C1	ÅLV C1	ÅLV C2	ÅLV C2	ÅLV C3	ÅLV C3	ÅLV C4	ÅLV C4	ÅLV C REF	ÅLV C REF
Dato	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021	22.06.2021
Dyp (m)	105	105	152	152	135	135	176	176	148	148
Grabbhugg	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Orratulus caudatus</i>								1		
<i>Dasybranchus caducus</i>	1	1		3	1				1	2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1	4	2	1	1	1	2			3
<i>Drilonereis</i> sp.	1	1								
<i>Echysippe vanelli</i>	4	2	1	1	1		1	2	2	
<i>Euchone</i> sp.		1								
<i>Eulalia tjelfiensis</i>						1				
<i>Galathowenia oculata</i>	1	ca. 10	1	1	2	1	1		1	3
<i>Glycera</i> sp.							1		1	
<i>Glycera alba</i>	1				1					
<i>Glycera lapidum</i>	3	1								3
<i>Glyphohesionia klatti</i>	1									
<i>Heterocythere robusta</i>			1							1
<i>Heteromastus filiformis</i>	7	1	9	10	7	3	15	9	7	7
<i>Isocirrus planiceps</i>		1								1
<i>Laonice sarsi</i>							1			
<i>Levinsonia gracilis</i>	12	14	7	9	9	8	1	1	5	2
<i>Lumbricymene</i> sp.		3				2		1	1	1
<i>Lumbrineridae</i>	5	5		6	5	7	3	2	1	3
<i>Macrochaeta polyonyx</i>				1						
<i>Maldanidae</i>					1					
<i>Melina albicincta</i>										1
<i>Neoleanira tetragona</i>									0/1	
<i>Nephtyidae</i>										1
<i>Nephtys</i> sp.	2	7	6	3	5	2	4	6	5	1
<i>Nephtys hystrix</i>						1				
<i>Notomastus latericeus</i>	2	2	3	2	2		9	1	3	4
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				1				1		1
<i>Paradoneis</i> sp.										1
<i>Paradoneis lyra</i>	1									
<i>Paramphionine jeffreysii</i>	23	16	7	14	8	7	9	1	56	40
<i>Paranaitis</i> sp.							1			
<i>Pectinaria belgica</i>	3			1	1					
<i>Pectinariidae</i>							1		1	
<i>Pholoe baltica</i>	2	4							4	7
<i>Pholoe pallida</i>	3			5		2		1		3
<i>Phylo norvegicus</i>							1			
<i>Pista</i> sp.			1				1	1		
<i>Pista cristata</i>							1			
<i>Polynoidae</i>			1	1						
<i>Prionospio dubia</i>	3	6	2	2	10	9	2	4	10	3
<i>Prionospio fallax</i>	2		1		2	1	1	1		
<i>Rhodine loveni</i>	1				1	1				
<i>Samytha sexcirrata</i>								1		1
<i>Scalibregma inflatum</i>		1						1		
<i>Scoletepis</i> sp.						1		2		1
<i>Siboglinum</i> sp.		+					+			
<i>Spiochaetopterus</i> sp.				1						1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	5	3		1	1		1/2			1
<i>Spiophanes wigleyi</i>						1			6	2
<i>Terebellidae</i>		1								
<i>Terebellides</i> sp.	1	1								
<i>Terebellides gracilis</i>			1							1
<i>Terebellides shetlandica</i>					1	1	3		2	
<i>Tharyx killarensis</i>	10	8	2	5	3	2		1	8	1
POLYPLACOPHORA										
<i>Leptochiton</i> sp.										1
<i>Leptochiton alveolus</i>										3
SCAPHOPODA										
<i>Entalina tetragona</i>							1			
<i>Pulsellum lofotense</i>	1									
<i>Scaphopoda</i>									1	
SIPUNCULIDEA										
<i>Onchnesoma steenstrupi steenstrupi</i>	18	11	5	5	19	5	12	15	21	8
<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>			1							
TANAIDACEA										
<i>Apseudes spinosus</i>										3

Vedlegg 8. CTD rådata

Rådata fra hydrografiprofilen (saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold) som er vist i kapittel 3.2.

Vedleggstabell 10 Hydrografiske profilmålinger fra stasjon ÅLV C4(dypeste stasjon i undersøkelsesområdet) og ÅLV C REF (referansestasjon) med parameterne salinitet (Sal.), temperatur (Temp.), tetthet (Density) og oksygen (O2 % og ml/l) ved lokaliteten Ålvund, 22.06.21 2021.

Instrument no.: 1193					
Serienummer: 5		ÅLV C4			
Dyp (m)	Salinitet	Temperatur	Oksygen %	Oksygen ml/l	Tetthet
1	15,36	16,246	105,99	6,69	10,657
2	16,09	15,622	105,88	6,74	11,34
3	16,92	15,156	106,98	6,85	12,067
5	21,03	13,927	111,16	7,12	15,456
7	29,49	12,173	118,9	7,49	22,316
10	32,38	11,29	113,96	7,19	24,732
15	33,44	11,254	104,88	6,58	25,583
20	33,51	11,299	102,77	6,44	25,653
25	33,63	11,032	103,12	6,49	25,819
30	33,55	10,633	104,38	6,63	25,846
40	33,57	10,203	105,52	6,77	25,979
50	33,71	10,046	105,05	6,76	26,161
60	33,88	9,37	105,75	6,9	26,453
70	34,28	7,938	86,24	5,8	27,035
80	34,26	7,457	84,11	5,72	27,136
90	34,31	7,413	86,14	5,86	27,229
100	34,43	7,487	87,22	5,92	27,357
125	34,58	7,612	86,62	5,87	27,574
150	34,65	7,686	89,05	6,02	27,729
175	34,75	7,74	89,48	6,05	27,918
177	34,88	7,77	85,68	5,78	28,02

Vedleggstabell 11 forts

Instrument nummer.: 1193					
Serienummer: 4		ÅLV C REF			
Dyp (m)	Salinitet	Temperatur	Oksygen %	Oksygen (ml/l)	Tetthet
1	17,68	15,403	108,21	6,86	12,593
2	17,69	15,342	108,16	6,87	12,621
3	17,88	15,152	108,27	6,89	12,803
5	22,72	13,661	116,62	7,43	16,807
7	31,22	11,649	116,80	7,37	23,748
10	32,86	11,181	110,51	6,97	25,120
15	33,39	11,279	104,15	6,53	25,542
20	33,51	11,210	103,05	6,46	25,670
25	33,61	11,149	102,61	6,44	25,783
30	33,67	11,113	101,95	6,40	25,859
40	33,71	10,713	102,63	6,50	26,004
50	33,79	10,268	103,75	6,63	26,191
60	33,81	9,209	106,44	6,96	26,424
70	34,25	8,260	93,35	6,22	26,966
80	34,25	7,429	85,63	5,81	27,136
90	34,33	7,415	86,79	5,89	27,243
100	34,41	7,478	87,36	5,92	27,346
125	34,56	7,593	86,45	5,83	27,558
146	34,64	7,687	89,75	6,04	27,72

Vedlegg 9. Bilder av sedimentet

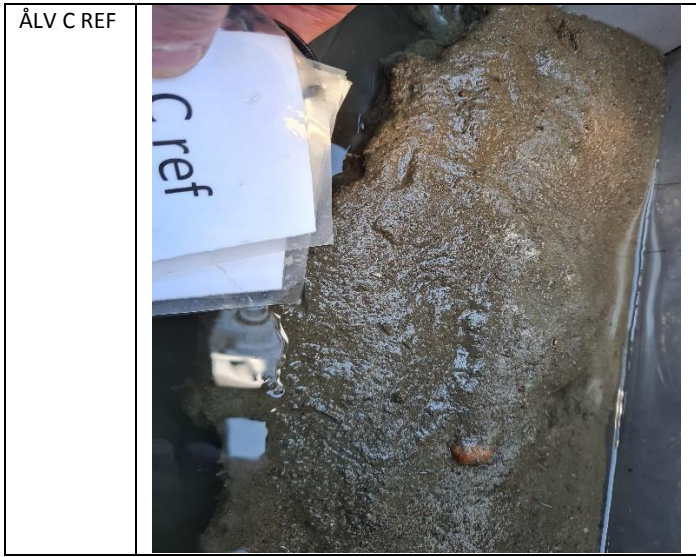
Bilder av bunnsediment fra de ulike stasjonene ved Ålvund 22.06.21

Vedleggstabell 11 Bilder

ÅLV C1	
ÅLV C2	

Vedleggstabell 11 Forts

ÅLV C3	 A photograph showing a sample of yellowish-brown sediment or soil. A white label with the number '3' is visible on the left side of the sample.
ÅLV C4	 A photograph showing a sample of yellowish-brown sediment or soil. A white label with the number '4' is visible on the left side of the sample.



Vedlegg 10. Avvik

Vår underleverandør Eurofins Environment AS lykkes ikke å analysere for TOC på andre stasjoner enn ved ÅLV C1.



STIM AS - Miljø utfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og havbruksnæring. STIM Miljø Bergen er akkreditert for prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, 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. STIM er også totalleverandør av fiskehelsetjenester.

www.STIM.no