

C-undersøkelse med ASC-vurdering

NS9410:2016 og ASC Salmon Standard (2019)
for

Leivsethamran (19098)



Oppfølgingsundersøkelse

Feltdato: 14.09.2022

Produksjonsområde: 8 - Helgeland til Bodø

Fauske kommune, Nordland fylke

Generell informasjon		
Rapportnummer	Rapportdato	Feltdato
110204058-3001-01-001	08.03.2023	14.09.2022
Ny lokalitet	Endring (MTB/areal)	Oppfølgingsundersøkelse
		X
Revisionsnummer	Revisionsbeskrivelse	Signatur revisjon
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitetsnavn	Leivsethamran	
Lokalitetsnummer	19098	
Anleggssenter (koordinater)	67°13.649'N/ 15°21.002'Ø	
MTB	4836 tonn	
Fisketype (art)	Laks, Regnbueørret, Ørret	
Kommune, fylke	Fauske kommune, Nordland fylke	
Produksjonsområde	8 – Helgeland til Bodø	
Produksjon frem til undersøkelsestidspunkt		
Biomasse ved undersøkelse	2012 tonn	
Produsert mengde	Ikke ferdig utslaktet ved undersøkelsestidspunkt	
Utføret mengde	4903 tonn	
Sist brakklagt (dato)	(Fra) 14.01.2021	(Til) 21.02.2021
Informasjon fra Vann-Nett		
Vannforekomst-ID	Økoregion	Vanntype
0363020900-C	Norskehavet nord	Beskyttet kyst/fjord
Oppdragsgiver		
Selskap	Wenberg Fiskeoppdrett AS	
Kontaktperson	Ørjan Wenberg	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Torbjørn Gylt	
Forfatter (-e)	Nils Mo, Marthe Olsen, Ovin Melby Holm & Dora Marie Alvsvåg	
Godkjent av	Christine Østensvig 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kiemi: Ja, Eurofins Environment Testing Norway AS	
Vilkår og betingelser	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå 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

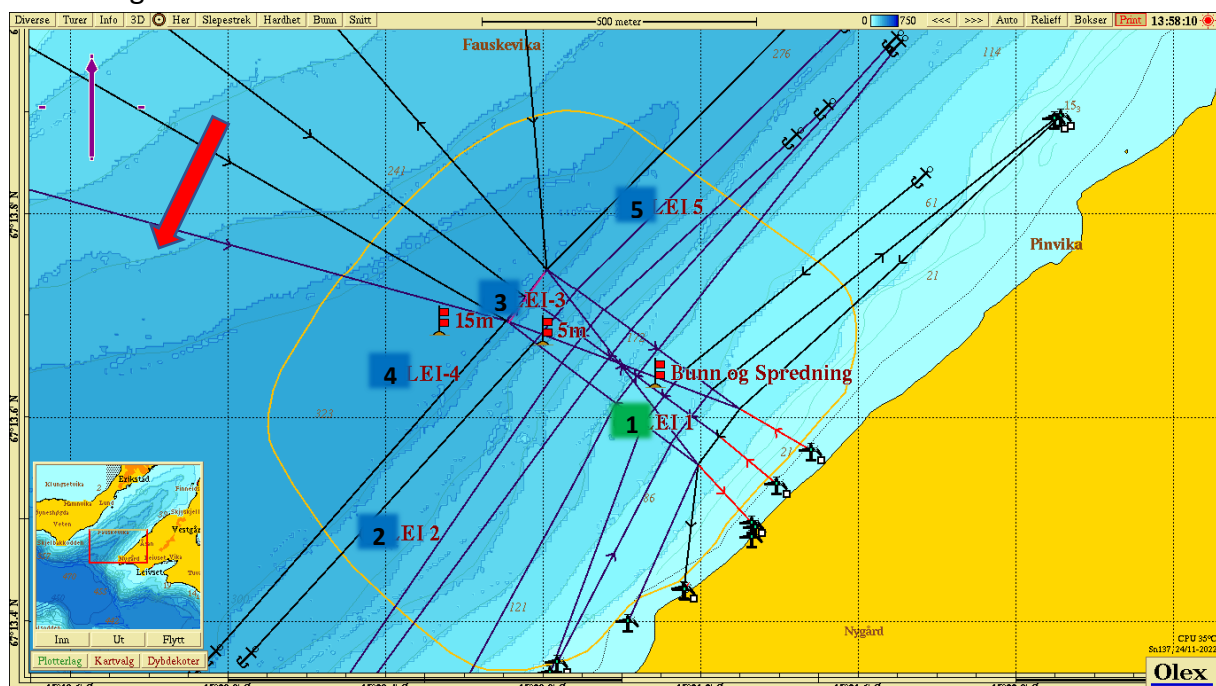
Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse og en ASC-vurdering ved lokaliteten Leivsethamran i Fauske kommune, Nordland fylke. C-undersøkelsen har som formål å beskrive og dokumentere miljøtilstand i området basert på vann-, sediment-, kjemi-, og bunndyrsundersøkelser. ASC-vurderingen er utført etter ønske fra kunde, og er rettet mot sertifisering av anlegget etter ASC Salmon standard (2019). Sammenlikning med tidligere undersøkelser er utført for å avdekke eventuelle utviklingstrender ved lokaliteten. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert inn til vannmiljødatabasen av Åkerblå AS.

Trondheim, 08.03.2023

Sammendrag

Samlet viser resultatene svært gode faunaforhold i overgangssonen (figur 1), der samtlige stasjoner ble klassifisert til beste tilstand. De kjemiske parameterne viser samtidig lave verdier, og støtter oppunder de gode faunaforholdene. Det var flere ulike økologiske grupper til stede blant de hyppigst forekommende artene, men spesielt forurensningstolerante og opportunistiske arter (NSI 3-4) var vanlige. Hvilken art som dominerte varierte, men felles var at ingen hadde en spesielt høy dominans. En slik jevn fordeling av individene mellom artene førte følgelig til en høy biodiversitet. Over tid har faunaforholdene i overgangssonen vært relativt stabile, og biodiversiteten har vært høy siden 2016. De geokjemiske parameterne viser også like forhold, med lave verdier.

Grunnet utfordrende prøveforhold i ytterkanten av overgangssonen måtte LEI-2 flyttes fra sin opprinnelige posisjon i felt. Ved endelig stasjonsoppsett ble derimot samtlige stasjoner godkjent for en tilstrekkelig mengde sediment og en uforstyrret overflate. Det ble likevel observert noen ulikheter i arts- og/eller individantallet mellom grabbene ved flere stasjoner (se diskusjon). Grunnet knuste prøver i forsendelse foreligger det ikke geokjemiske resultater fra LEI-3, men det er vurdert til at dette trolig ikke har ført til at viktig informasjon er mistet. Åkerblå vurderer derfor prøvene som gode nok til å overvåke den økologiske tilstanden til lokaliteten. Basert på samlet tilstand svært god blir undersøkelsesfrekvensen ifølge NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus. Dette er forutsatt at undersøkelsen utføres på maks belastning.



Figur 1. Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), hovedstrømsretning (rød pil), antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje) og prøvestasjon med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = LEI-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Hovedresultater

		Anleggssone	Ytterst	Overgangssone			Referanse
		LEI-1	LEI-2	LEI-3	LEI-4	LEI-5	LEI-REF*
Avstand til anlegg (m)		25	460	50	230	180	1240
Dyp (m)		135	288	322	326	292	252
GPS koordinater		67°13.594'N 15°21.008'Ø	67°13.485'N 15°20.362'Ø	67°13.714'N 15°20.677'Ø	67°13.642'N 15°20.410'Ø	67°13.806'N 15°21.032'Ø	69°14.228'N 15°22.009'Ø
(Veileder 02:2018) Bunntauna	Ant. arter	11	72	87	72	83	81
	Ant. ind.	19	571	1906	1000	1503	1215
	H'	2,974	4,905	4,676	4,501	4,696	4,712
	nEQR verdi	0,766	0,855	0,834	0,854	0,818	0,874
	Gj.snitt nEQR overgangssone			I – Svært god 0,835			
Oksygen i bunnvann (mg O ₂ /l)					8,04		
Organisk stoff nTOC (mg/g)		92,8	15,0	**	18,8	15,7	13,1
Cu (mg/kg TS)		37,4	46,3	**	35,1	43,2	31,8
Tilstand for C1		God					
Tidspunkt for neste undersøkelse:					Hver tredje produksjonssyklus		

*Referansestasjonen LEI-REF er kun benyttet i ASC-vurderingen (Vedlegg 10).

**Mangler da prøvene ble knust under transport til analyselaboratoriet.

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
Innhold	5
1 Innledning	7
2 Område og prøvestasjoner	10
2.1 Plassering av prøvestasjoner	10
2.2 Kart	11
2.3 Strømmålinger	15
2.4 Tidligere undersøkelser	17
2.5 Drift og produksjon	20
3 Resultater	21
3.1 Bløtbunnsfauna	21
3.1.1 Anleggssone (LEI-1)	22
3.1.2 Ytterkant av overgangssone (LEI-2)	23
3.1.3 Overgangssonen	24
3.1.4 Referansestasjon (LEI-REF)	27
3.1.5 Samlet tilstandsvurdering	28
3.2 Hydrografi	29
3.3 Sediment	30
3.3.1 Sensoriske vurderinger	30
3.3.2 Kornfordeling	30
3.3.3 Kjemiske parametere	30
3.4 Tidligere undersøkelser	32
3.4.1 Bunnfauna	32
3.4.2 Sediment	34
3.4.3 Kjemiske parametere	35
4 Diskusjon	36
5 Referanser	38
6 Vedlegg	40
Vedlegg 1 – Feltlogg (B-parametere)*	40
Vedlegg 2 - Prøvetaking og analyser	43
Vedlegg 3 – Analysebevis	46
Vedlegg 4 – Indeksbeskrivelser	60
Vedlegg 5 – Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR)	62
Vedlegg 6 - Referansetilstander	63
Vedlegg 7 - Artsliste	67

Vedlegg 8 – CTD rådata	71
Vedlegg 9 - Bilder av sediment	75
Vedlegg 10 – ASC-vurdering	78
V.10-1 Sammendrag	79
V.10-2 Innledning	80
V.10-3 Metode	83
V.10-4 Resultater	85
V.10-5 Diskusjon	86
V.10-6 Litteraturliste.....	87
V.10-7 Artsliste	88
V.10-8 Analysebevis.....	89

1 Innledning

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2018). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2018).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2018). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut ifra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2018.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnfauna. Veilederen har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmetning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av MTB, men dersom tillatelsen ikke utnyttes fullt ut, kan antallet prøvestasjoner reduseres etter faktisk produksjon (NS9410 2016).

Tidspunkt for prøvetaking skal være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser ved maksimal belastning skal også utføres etter første generasjon på en ny lokalitet eller ved utvidelse av MTB, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016). I tillegg kan fylkesmannen sette spesifikke krav i utslippstillatelsen.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

Tabell 1.1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter 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 C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

2 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Leivsethamran ligger i Skjerstadvfjorden i Fauske kommune, Nordland fylke. Anlegget ligger plassert i økoregion Norskehavet nord med vanntype beskyttet kyst/fjord. Anlegget ligger i den østlige delen av åpningen til Fauskevika inn mot land (figur 2.2.1). Dybden under anlegget varierer mellom 70 til 315 meter, med en gjennomsnittlig dybde på 177 meter. Målinger av relativ hardhet ved lokaliteten viser at bunnen varierer mellom bløtere og hardere områder (figur 2.2.5). Målinger viser at spredningsstrømmen i hovedsak går mot sør-sørvest (figur 2.2.2; Åkerblå AS 2019). Den gjennomsnittlige strømhastigheten for spredningsdypet er karakterisert som svak (Åkerblå AS 2019; figur 2.2.2). Anlegget har totalt 14 bur, hvorav alle har blitt brukt under produksjonen. Merdene har en omkrets på 120 meter og det ble ikke benyttet kobbernøter (pers. med Jan Krister Hjemaas).

2.1 Plassering av prøvestasjoner

Valg av prøvestasjoner ble gjort på bakgrunn av produksjon, bunntopografi, hardhet og strømforhold, samt krav i NS9410:2016 og stasjonsvalg og resultater fra forrige C-undersøkelse (Åkerblå AS 2021a). Anlegget har en MTB på 4836 tonn og det ble derfor tatt fem prøvestasjoner. Da strømbilde viser en tydelige hovedstrømsretning mot sør-sørvest, ble overgangssonen satt til å ha størst utstrekningen her (500 meter). I de øvrige himmelretningene er sonen kortet inn grunnet lite strømføring på spredningsdypet eller landområder (sørøst).

C1-stasjonen skal i utgangspunktet plasseres der B-undersøkelsen viser størst belastningsgrad. I denne undersøkelsen er LEI-1 plassert basert på hvor det var forventet størst belastning ut ifra hovedstrømsretning og modellert AZE-sone, i kombinasjon med resultatene fra inneværende B-undersøkelse (Åkerblå AS 2021b; Åkerblå AS 2022). Stasjonen er derfor ikke plassert der det ble registrert dårligst tilstand i B-undersøkelsen. Den modellerte AZE-sonen for lokaliteten viser størst akkumulering rett under anlegget, sørvest for anlegget langs land og i nordøst mot dypområdet i fjorden (Åkerblå AS 2021b). Det antas derfor at plasseringen fortsatt vil representere det området der man kan forvente de dårligste forholdene i anleggssonen. Ved forrige C-undersøkelse ble C2-stasjonen (LEI-2) forsøkt plassert med veiledende avstand, men grunnet vanskelige prøveforhold ble den flyttet noe inn mot anlegget og plassert 475 meter fra anlegget (Åkerblå, 2021b). I denne undersøkelsen var LEI-2 tenkt plassert ved lik plassering som i forrige undersøkelse. Denne stasjonen ble imidlertid flyttet noe inn mot anlegget etter gjentatte forsøk på å få godkjente grabbhugg på grunn av hardbunn (figur 2.2.6) og plassert 460 meter fra anlegget i samme retning. C3-stasjonen (LEI-3) er beholdt nordvest for anlegget 50 meter utenfor kortsiden i dypområdet, samme som ved forrige undersøkelse for å kunne sammenligne utviklingen. C3 - stasjonen var ved forrige undersøkelse forsøkt plassert sørvest for anlegget for å overvåke en mulig belastningsgradient i hovedstrømretning, men utfordrende prøveforhold gjorde at også denne måtte flyttes. C4-

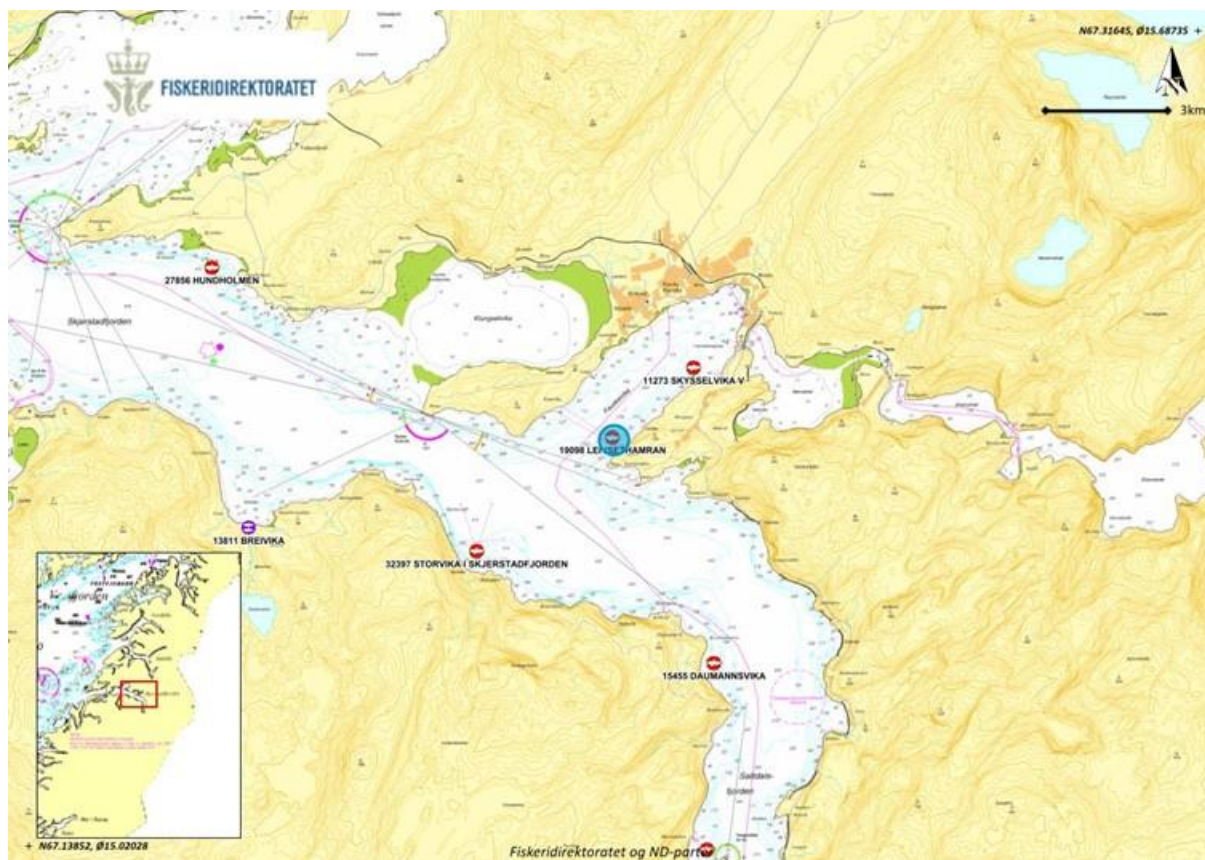
stasjonen (LEI-4) er lagt 230 meter vest for anlegget i et dypområde hvor det kan forventes akkumulering. Plasseringen av C4 er beholdt fra forrige undersøkelse. C5-stasjonen (LEI-5) er plassert 180 meter nord for anlegget i returstrømmens retning. C5 er flyttet noe i østlig retning sammenlignet med forrige undersøkelse for å sammenfalle bedre med returstrømmens retning. Kart med relativ hardhet indikerer noe bløtere sediment ved nåværende plassering av C5 sammenlignet med tidligere (figur 2.2.5).

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og som overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra merdkant og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

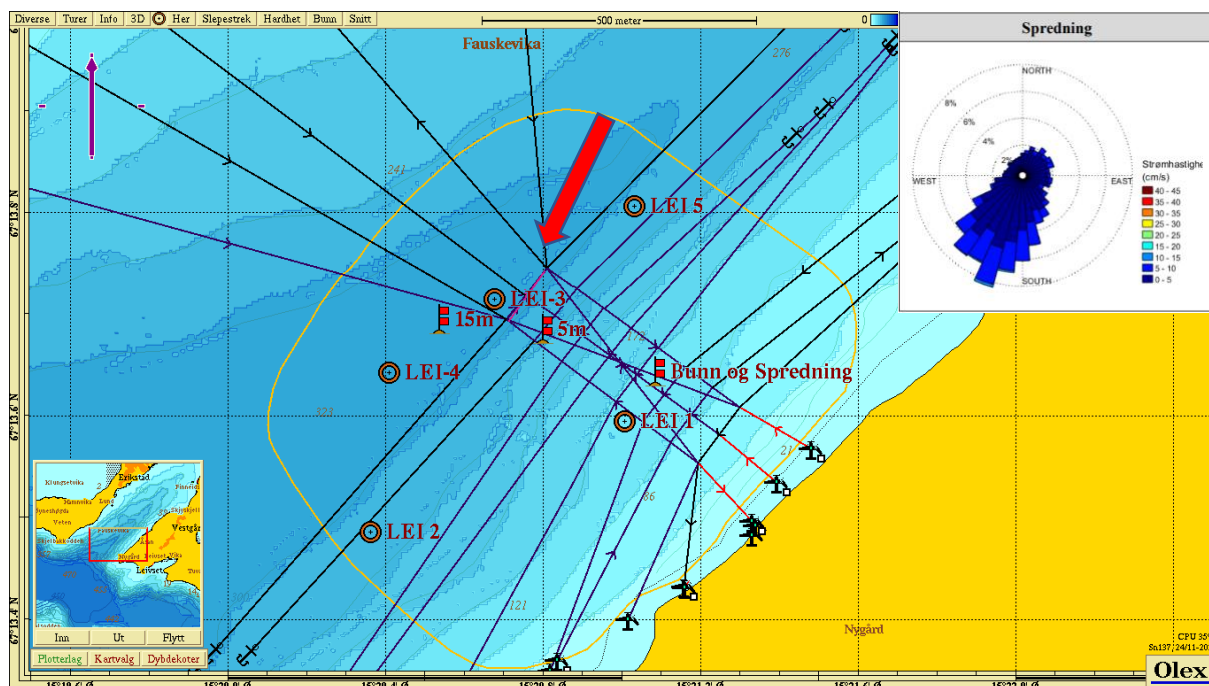
Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering
LEI-1	67°13.594'N / 15°21.008'Ø	25	135	FAU, KJE, GEO, PE	C1
LEI-2	67°13.485'N / 15°20.362'Ø	460	288	FAU, KJE, GEO, PE	C2
LEI-3	67°13.714'N / 15°20.677'Ø	50	322	FAU, PE, *	C3
LEI-4	67°13.642'N / 15°20.410'Ø	230	326	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C4
LEI-5	67°13.806'N / 15°21.032'Ø	180	292	FAU, KJE, GEO, PE	C5

*LEI-3 ble ikke analysert for kjemiske og geologiske parametere da prøvene ble skadet under frakt til analyselaboratoriet.

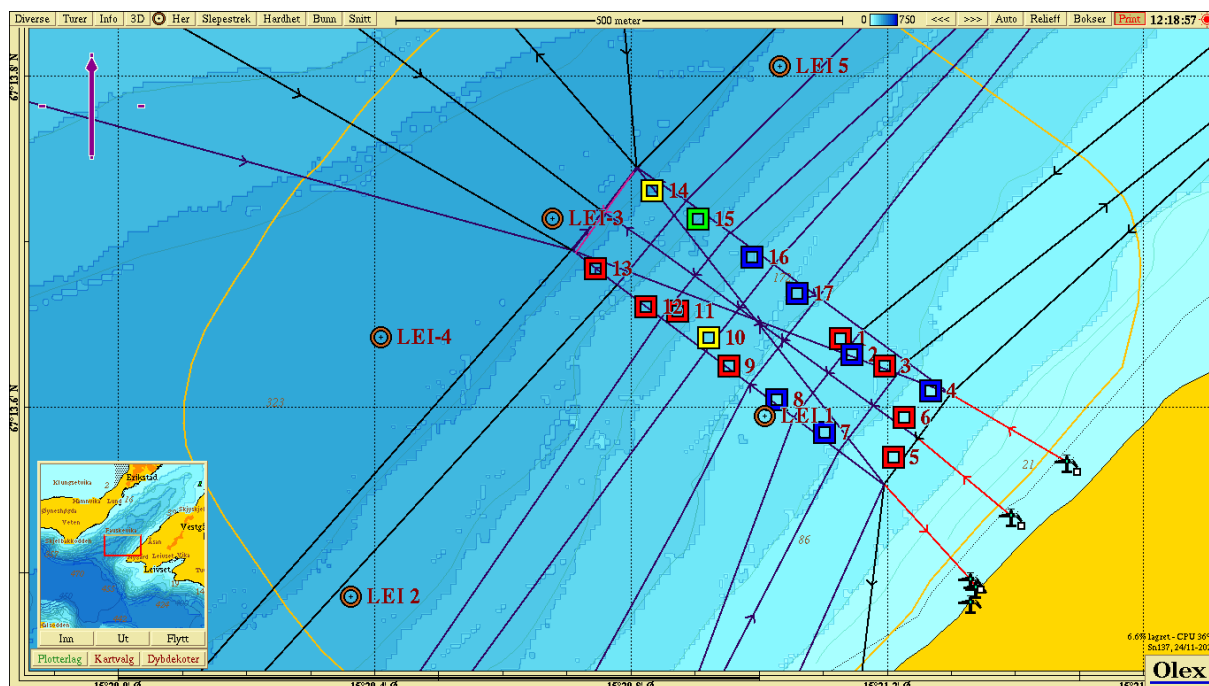
2.2 Kart



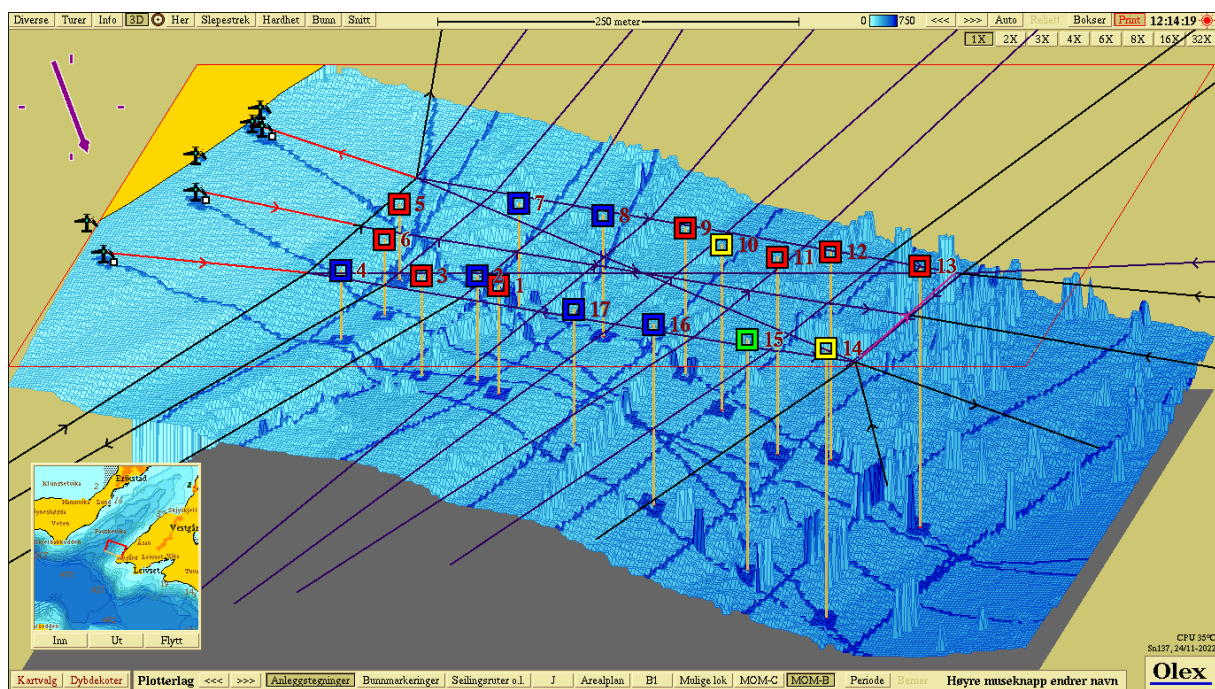
Figur 2.2.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde og lilla sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



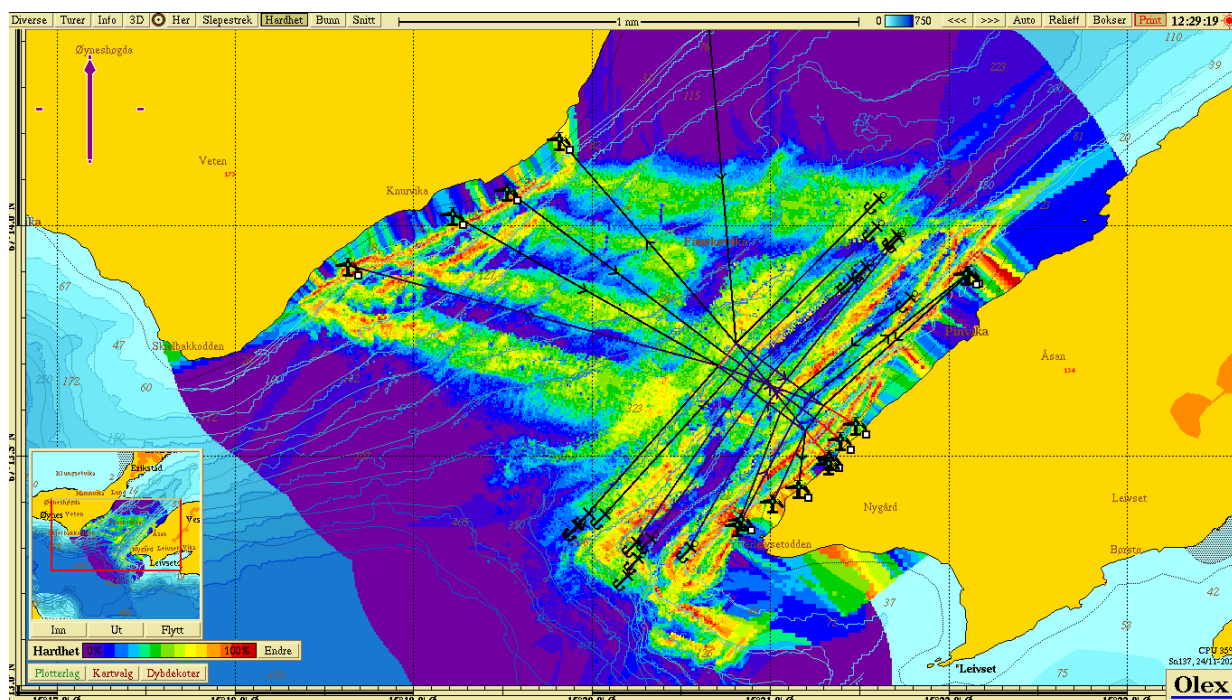
Figur 2.2.2 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Innfelt strømrøse viser spredningsstrømmen som er målt ved 72 meter. Rød pil angir hovedretning for spredningsstrømmen (relativ fluks). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



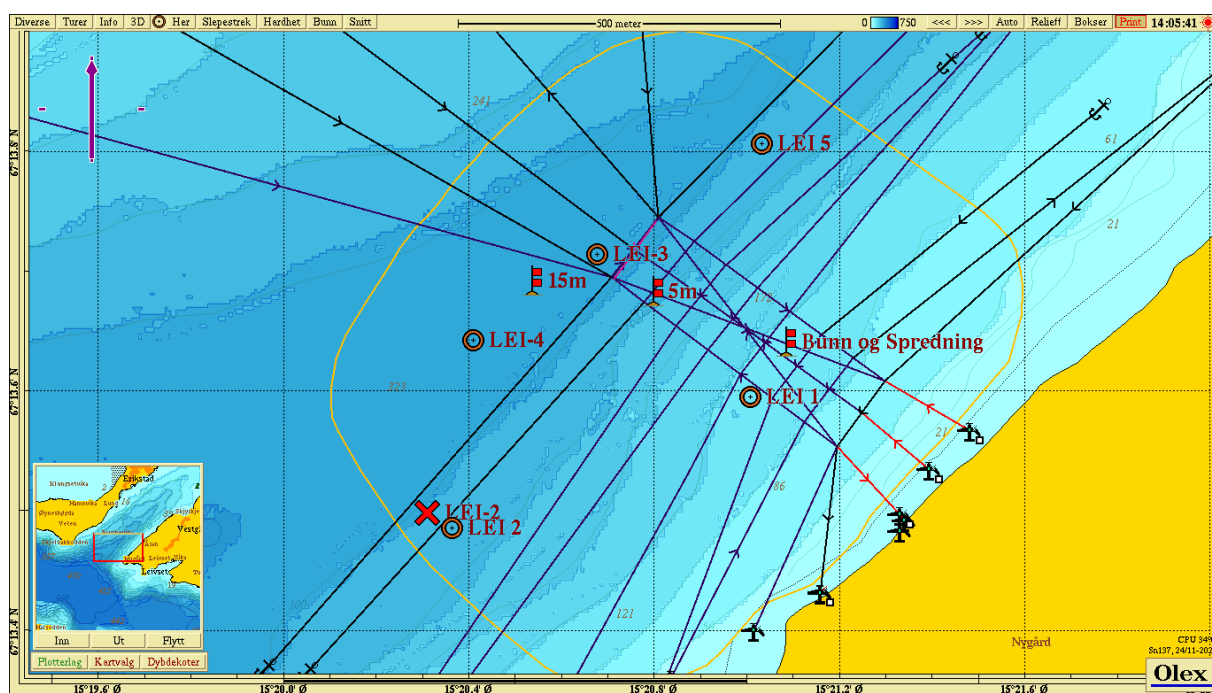
Figur 2.2.3 Anleggsplassering og fortøyningslinjer, B-undersøkelsesstasjoner (firkanter) og C-undersøkelsesprøvestasjoner (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.2.4 3D-visning (sørøstlig orientering) av anlegget og B-undersøkellesstasjoner med tilstandsklassifisering: blå firkant; Tilstand 1, grønn firkant; Tilstand 2, gul firkant; Tilstand 3, rød firkant; Tilstand 4. Kartdatum WGS84.



Figur 2.2.5 Relativ hardhet på sedimentet rundt anlegget (ramme illustrert med sorte rektangler) illustrert med en fargegradient der varmere farger indikerer hardbunn og kaldere farger indikerer relativt bløtere bunnforhold. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



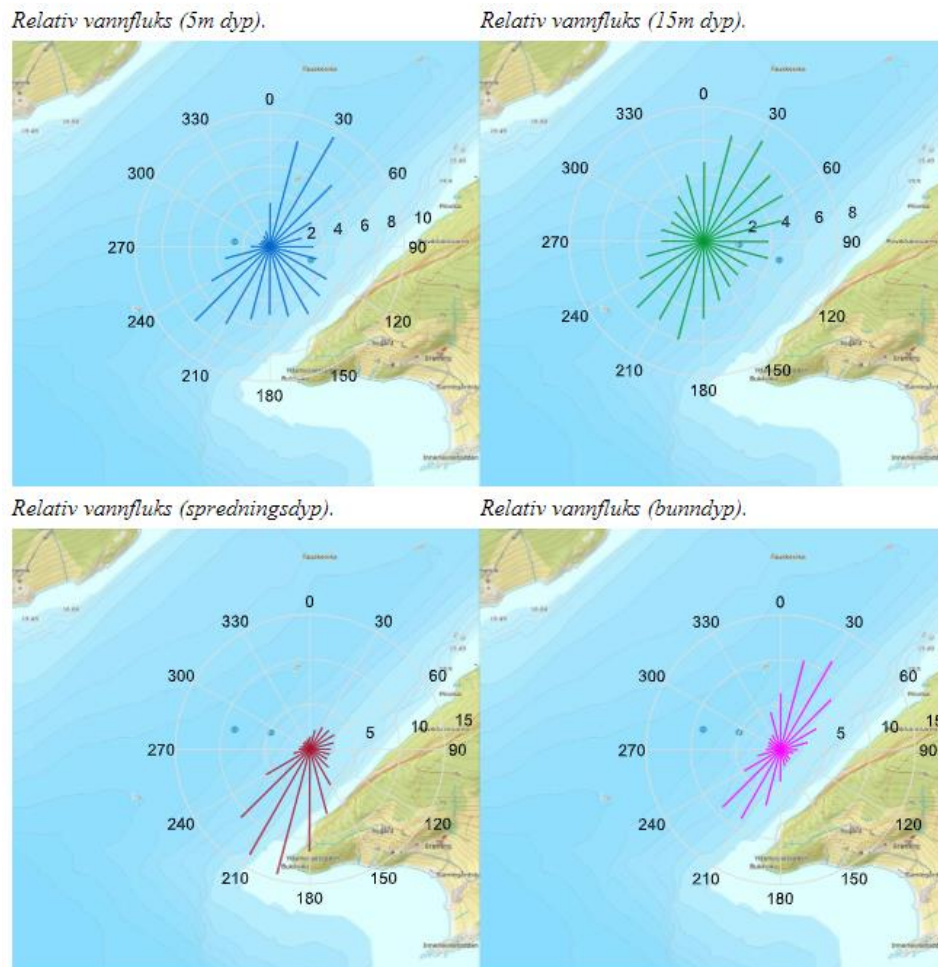
Figur 2.2.6 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, stasjonsplassering (brune sirkler), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rødt kryss angir stasjon hvor prøvetaking var mislykket. Kartet er nordlig orientert og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

2.3 Strømmålinger

Tabell 2.3.1 viser oversikt over strømmålinger som er utført på lokaliteten.

Tabell 2.3.1 Strømmålinger. Måling av overflate-, dimensjonering-, sprednings- og bunnstrøm.

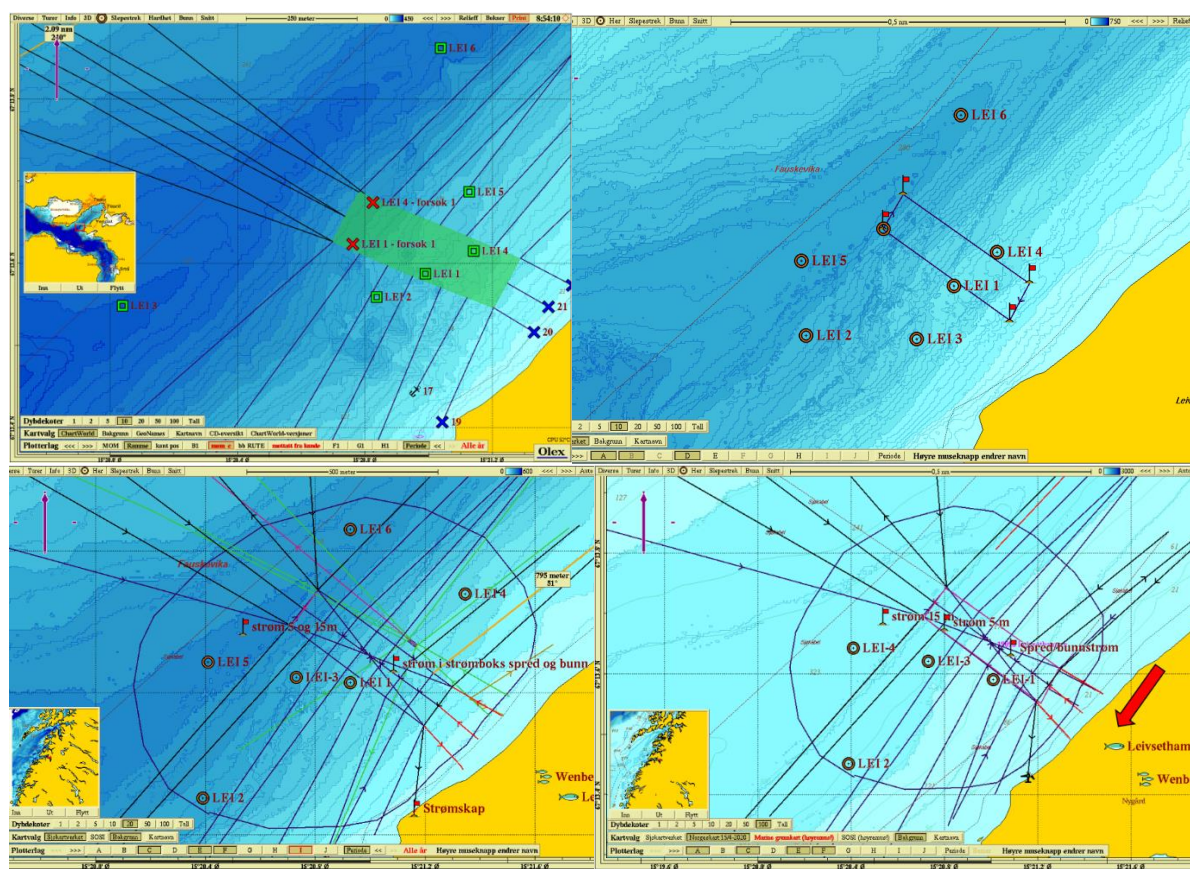
Dato	Dyp (m)	Koordinater (WGS84)	Gj.snitt hastighet (cm/s)	Maks. hastighet (cm/s)	Signifikant maks. hast (cm/s)	Andel nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)	Referanser
20.11.18 – 09.01.19	5 m (Overflate)	67°13.671'N 15°20.800'Ø	7.9	40.8 (N)	13.2	1.6	Åkerblå, 2019
23.07.18 – 13.09.18	15 m (Dimensjonering)	67°13.680'N 15°20.537'Ø	5.1	20.5 (S)	8.6	3.1	Åkerblå, 2019
24.05.18 – 29.06.18	72 m (Spredning)	67°13.629'N 15°21.086'Ø	3.5	14.1 (SV)	5.9	6.9	Åkerblå, 2019
24.05.18 – 29.06.18	124 m (Bunn)	67°13.629'N 15°21.086'Ø	2.4	9.4 (SV)	4.2	15.9	Åkerblå, 2019



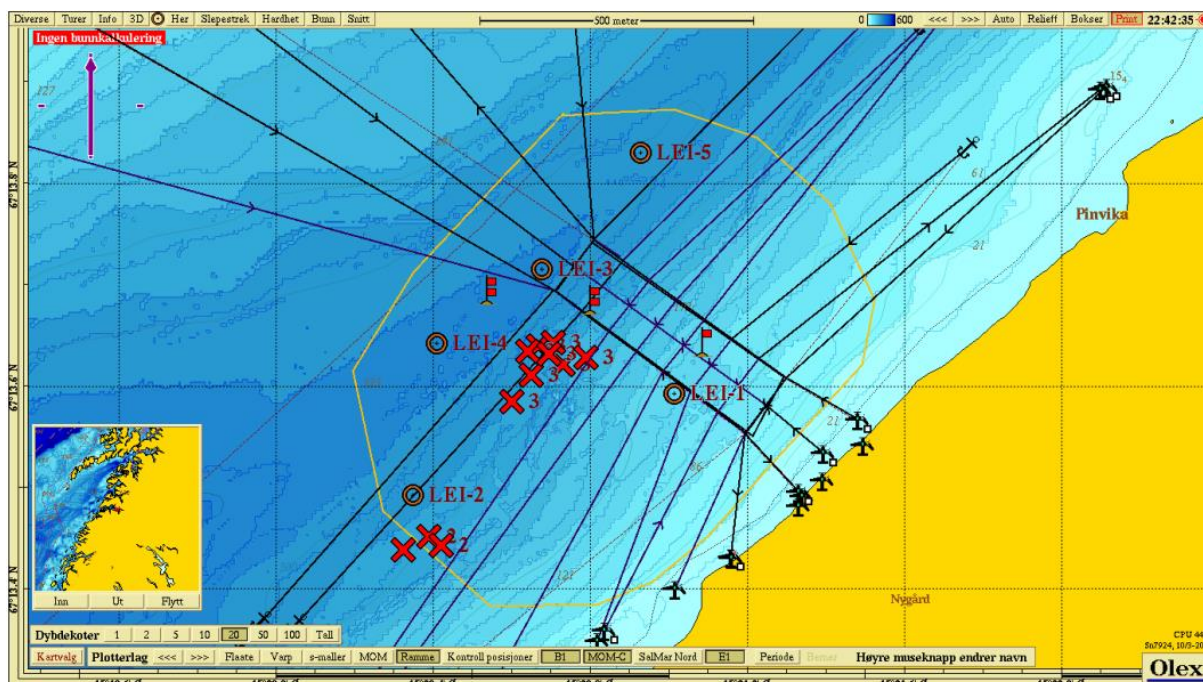
Figur 2.3.1 Fordelingsdiagram som angir relativ vannfluks ved de ulike måledypene. Relativ vannfluks angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike himmelretningene. Kartdatum WGS84 (Åkerblå, 2019).

2.4 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført C-undersøkelser på lokaliteten i 2015, 2016, 2018, 2020 og 2021 (Havbruksstjenesten, 2015; Åkerblå, 2016, 2018, 2020, 2021a; figur 2.4.1 og 2.4.2). Samtlige undersøkelser er utført ved maksimal belastning, med unntak av undersøkelsen i 2015 som ble utført i starten av produksjonssyklusen. Siden forrige undersøkelse er stasjonsoppsettet tilnærmet likt, og samtlige stasjoner vil kunne sammenliknes. Også fra undersøkelsene i 2020, 2018 og 2016 vil de fleste stasjoner være sammenliknbare, men noen har stasjoner har endret plassering. Fra 2015 er det derimot kun nærstasjonen som vil kunne sammenliknes. C1-stasjonene vil sammenliknes på bakgrunn av samme funksjon, selv om disse ikke nødvendigvis er likt plassert (tabell 2.4.2).



Figur 2.4.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2015 (øverst til venstre), 2016 (øverst til høyre), 2018 (nederst til venstre) og 2020 (nederst til høyre). Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.4.2 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelse utført i 2021. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.4.1 Tidligere gjennomførte undersøkelser ved lokalitet Leivsethamran.

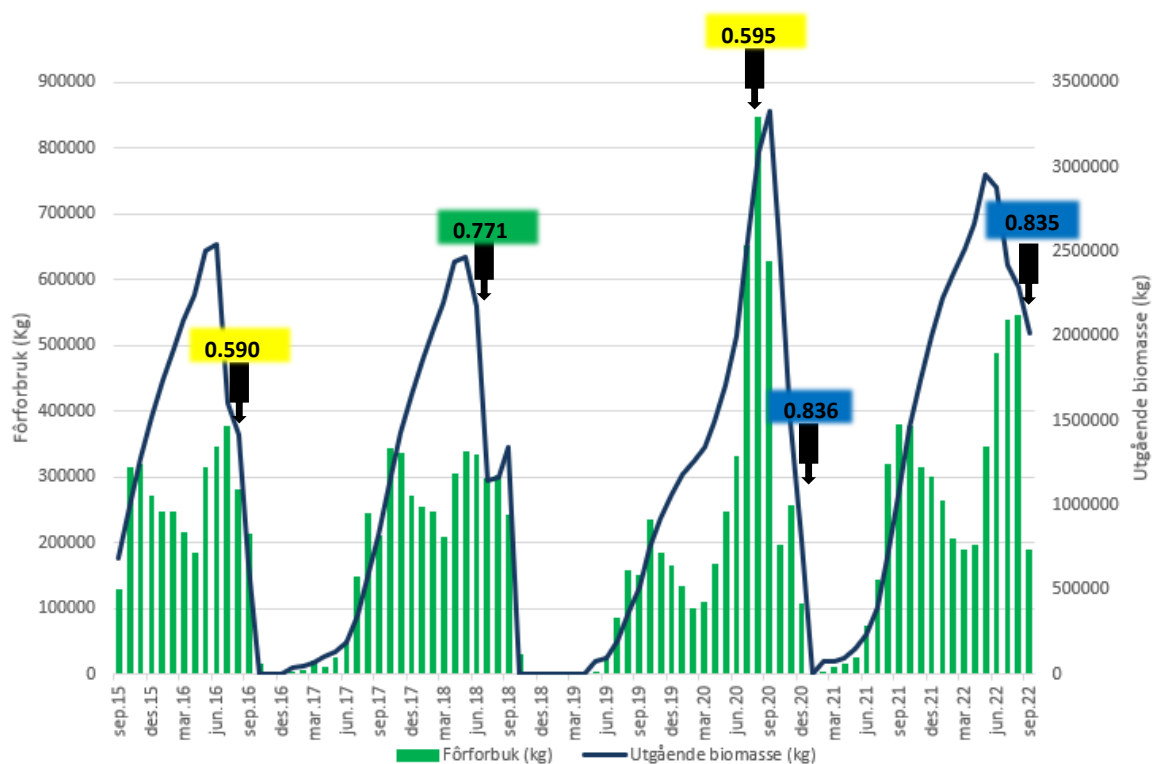
Prøvetaking (dato)	Rapportnummer/år	Konsultentselskap	Produksjon
19.06.2015	MCR-M-10515-Leivsethamran / 2015	Havbruktjenesten AS	Starten av produksjonssyklusen
14.07.2016	MCR-M-09716-Leivsethamran / 2016	Åkerblå AS	Maksimal belastning
23.07.2018	MCR-M-18095-Leivsethamran / 2018	Åkerblå AS	Maksimal belastning
13.07.2020	100674-01-000 / 2020	Åkerblå AS	Maksimal belastning
28.01.2021	102377-01-001 / 2021	Åkerblå AS	Maksimal belastning

Tabell 2.4.2. Oversikt over stasjonene som sammenlignes. Plasseringen angir innværende undersøkelse, og er ikke nødvendigvis definert slik i tidligere undersøkelser, tross lik plassering – grunnet endringer i NS9410. Avstand til stasjoner fra tidligere undersøkelser er oppgitt i meter.

Plassering / År	2015	2016	2018	2020	2021	2022	Avstand (m)
Anleggssone	LEI-1	LEI-1	LEI-1	LEI-1	LEI-1	LEI-1	2015: 93 m 2016: 22 m 2018: 68 m 2020: 8 m 2021: 6 m
Ytterkant overgangssone	-	LEI-2	LEI-2	LEI-2	LEI-2	LEI-2	2016: 97 m 2018: 68 m 2020: 68 m 2021: 16 m
Overgangssone	-	-	-	-	LEI-3	LEI-3	2021: 0 m
	-	LEI-5	LEI-5	LEI-4	LEI-4	LEI-4	2016: 0 m 2018: 0 m 2020: 0 m 2021: 0 m
	-	LEI-6	LEI-6	-	LEI-5	LEI-5	2016: 98 m 2018: 86 m 2021: 86 m

2.5 Drift og produksjon

Fisk på lokalitet i inneværende generasjon ble satt ut i januar 2021. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 2012 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid omtrent 4903 tonn (figur 2.5.1 og tabell 2.5.1; pers. med. Jan Krister Hjemaas).



Figur 2.5.1 Produksjonsinformasjon ved Leivsethamran for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for undersøkelsen. Stolper indikerer fôrforbruk per måned. Pil angir prøvetidspunkt med bestemmende tilstandsverdi (nEQR) for undersøkelsen: blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = Svært dårlig.

Tabell 2.5.1 Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utfôret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen, budsjettert utfôret mengde på generasjonen, samt utgående biomasse ved undersøkelsestidspunkt. Alt oppgitt i tonn. Utfôret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Utgående biomasse	Merknader
19.06.2015	H-15	-	-	-	-	Ukjent
14.07.2016	H-15	3827	-	-	3151	Maksimal belastning
23.07.2018	H-17	2571	-	-	3866	Maksimal belastning
13.07.2020	H-19	4176	5216	80	4785	Maksimal belastning
28.01.2021	V-19	4758	4758	100	-	Maksimal belastning
14.09.2022	V-21	4903	5134	95,5	2012	Maksimal belastning

3 Resultater

3.1 Bløtbunnsfauna

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet nord og vanntype beskyttet kyst/fjord.

LEI-1 ble klassifisert til god miljøtilstand og samtlige stasjoner innenfor overgangssonen ble klassifisert til svært god tilstand (tabell 3.1.1). Det var arter fra flere ulike økologiske grupper som var hyppigst forekommende i området, men spesielt forurensningstolerante og opportunistiske (NSI 3-4) arter var vanlige. Hvilken art som dominerte varierte, men ingen enkeltarter hadde en spesiell høy dominans (<23%), noe som førte til høy biodiversitet ved samtlige stasjoner. Fullstendig oversikt over arter og individer er gitt i vedlegg 7.

Tabell 3.1.1 Antall arter og individer pr. 0,1 m². H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks, ES100 = Hurlberts diversitetsindeks, NQI1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet), ISI = sensitivitetsindeks, NSI = sensitivitetsindeks og nEQR = økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater) iht. klassifiseringsveileder 02:2018.

	Anleggssone	Ytterkant	Overgangssone			Referanse
	LEI-1	LEI-2	LEI-3	LEI-4	LEI-5	LEI-REF
Ant. art	11	72	87	72	83	81
Ant. ind.	19	571	1906	1000	1503	1215
H'	2,974	4,905	4,676	4,501	4,696	4,712
NQI1	0,732	0,796	0,785	0,819	0,758	0,854
ES ₁₀₀ **		34,245	30,920	30,470	30,330	32,410
ISI	9,363	9,847	9,670	10,030	9,266	9,847
NSI	25,089	22,807	21,934	23,697	21,217	24,478
nEQR	0,766	0,855	0,834	0,854	0,818	0,874

**ES100 er ikke beregnet for grabbhugg der N < 100 individer

3.1.1 Anleggssone (LEI-1)

Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 2 (god)**, da det var forekomst av minst 5 arter og ingen enkeltarter utgjorde ≥ 90 % av totalt individantall (tabell 3.1.1.1 og tabell 3.1.1.2). Da det var svært få individer ved den ene grabben, var det kun mulig å beregne statistiske indekser iht. Veileder 02:2018 for ett av disse (grabb 1).

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Nucula tumidula</i>	2	4	21,1
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	2	10,5
<i>Abra nitida</i>	3	2	10,5
<i>Golfingiidae</i>		2	10,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	2	10,5
<i>Thyasira sarsii</i>	4	2	10,5
<i>Maldanidae</i>	2	1	5,3
<i>Lysianassoidea</i>	1	1	5,3
<i>Euclymeninae</i>	1	1	5,3
<i>Yoldiella lucida</i>	2	1	5,3
Øvrige arter	-	1	5,3

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

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell 3.1.1.2).

Tabell 3.1.1.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-1-1	LEI-1-2*	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	9	3	6	
N	15	4	10	
NQI1	0,732	-	0,732	0,814
H'	2,974	-	2,974	0,618
J	0,938	-	0,938	
$H'_{\max}$	3,170	-	3,170	
ES100				
ISI	9,363	-	9,363	0,828
NSI	25,089	-	25,089	0,804
Grabbverdi				0,766

*For få individer i grabbhugg 2 til å utføre statistisk analyse.

3.1.2 Ytterkant av overgangssone (LEI-2)

Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.2.1 og tabell 3.1.2.2).

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	53	9,3
<i>Parathyasira equalis</i>	3	39	6,8
<i>Golfingiidae</i>		39	6,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	37	6,5
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>		35	6,1
<i>Amage auricula</i>	1	32	5,6
<i>Maldane arctica</i>		28	4,9
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	22	3,9
<i>Harpinia sp.</i>	3	19	3,3
<i>Abra nitida</i>	3	18	3,2
Øvrige arter	-	249	43,6

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

Tabell 3.1.2.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-2-1	LEI-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	47	59	53	
N	238	333	286	
NQI1	0,802	0,790	0,796	0,884
H'	4,831	4,979	4,905	0,934
J	0,870	0,846	0,858	
H'max	5,555	5,883	5,719	
ES100	32,420	36,070	34,245	0,898
ISI	9,815	9,879	9,847	0,849
NSI	22,814	22,799	22,807	0,712
Grabbverdi				0,855

3.1.3 Overgangssonen

LEI-3

Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.3.1 og tabell 3.1.3.2).

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Mendicula sp.</i>		351	18,4
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	162	8,5
<i>Golfingiidae</i>		144	7,6
<i>Parathyasira equalis</i>	3	143	7,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	128	6,7
<i>Proclea graffii</i>	2	81	4,2
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	4	73	3,8
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	53	2,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	51	2,7
<i>Euclymeninae</i>	1	48	2,5
Øvrige arter	-	672	35,3

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

Tabell 3.1.3.2 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-3-1	LEI-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	68	66	67	
N	1039	867	953	
NQI1	0,789	0,781	0,785	0,872
H'	4,553	4,799	4,676	0,908
J	0,748	0,794	0,771	
H'max	6,087	6,044	6,066	
ES100	29,660	32,180	30,920	0,869
ISI	9,685	9,654	9,670	0,841
NSI	22,251	21,617	21,934	0,677
Grabbverdi				0,834

LEI-4

Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.3.3 og tabell 3.1.3.4).

Tabell 3.1.3.3 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Mendicula sp.</i>		223	22,3
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>		90	9,0
<i>Golfingiidae</i>		89	8,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	59	5,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	54	5,4
<i>Amage auricula</i>	1	40	4,0
<i>Yoldiella nana</i>	3	40	4,0
<i>Proclea graffii</i>	2	36	3,6
<i>Parathyasira equalis</i>	3	31	3,1
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	30	3,0
Øvrige arter	-	308	30,8

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

Tabell 3.1.3.4 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-4-1	LEI-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	58	56	57	
N	516	484	500	
NQI1	0,821	0,817	0,819	0,910
H'	4,420	4,582	4,501	0,889
J	0,755	0,789	0,772	
$H'_{\max}$	5,858	5,807	5,833	
ES100	30,370	30,570	30,470	0,865
ISI	10,150	9,909	10,030	0,857
NSI	23,670	23,724	23,697	0,748
Grabbverdi				0,854

LEI-5

Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.3.5 og tabell 3.1.3.6).

Tabell 3.1.3.5 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-5 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	190	12,6
<i>Mendicula</i> sp.		174	11,6
<i>Parathyasira equalis</i>	3	123	8,2
<i>Golfingiidae</i>		82	5,5
<i>Abra nitida</i>	3	71	4,7
<i>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	69	4,6
<i>Thyasira sarsii</i>	4	63	4,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	57	3,8
<i>Galathowenia oculata</i>	3	53	3,5
<i>Ampelisca</i> sp.	1	50	3,3
Øvrige arter	-	571	38,0

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

Tabell 3.1.3.6 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-5-1	LEI-5-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	69	56	63	
N	912	591	752	
NQI1	0,766	0,751	0,758	0,843
H'	4,791	4,601	4,696	0,911
J	0,784	0,792	0,788	
H'max	6,109	5,807	5,958	
ES100	30,780	29,880	30,330	0,864
ISI	9,743	8,789	9,266	0,824
NSI	21,073	21,361	21,217	0,649
Grabbverdi				0,818

3.1.4 Referansestasjon (LEI-REF)

Det ble tatt prøver fra en referansestasjon i forbindelse med ASC-vurdering av lokaliteten (tabell 3.1.4.1). Resultatene fra referansestasjonen er kun benyttet i ASC-delen av denne rapporten (vedlegg 10). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.4.2 og tabell 3.1.4.3).

Tabell 3.1.4.1 Oversikt over referansestasjon tatt ved Leivsethamran

Referansestasjon	
Prøvetatt (dato)	14.09.2022
Koordinater	69°14.228'N / 15°22.009'Ø
Resultat	nEQR: 0,874 (Svært god)

Tabell 3.1.4.2 De ti hyppigst forekommende artene ved LEI-REF oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Proclea graffii</i>	2	158	13,0
<i>Golfingiidae</i>		157	12,9
<i>Maldane arctica</i>		116	9,5
<i>Mendicula sp.</i>		111	9,1
<i>Maldane sarsi</i>	4	71	5,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	41	3,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	41	3,4
<i>Parathyasira equalis</i>	3	40	3,3
<i>Yoldiella lucida</i>	2	34	2,8
<i>Sosane wireni</i>	1	30	2,5
Øvrige arter	-	416	34,2

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensnings- indikerende (NSI-5)
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--	---------------------------------------

Tabell 3.1.4.3 Faunaresultater fra grabb 1 og grabb 2 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de to grabbene ($\bar{G}$), og bestemmende indekser (NQI1, H' , ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR $\bar{G}$). Gjennomsnittet av nEQR $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (iht. tabell V6.2).

Indeks	LEI-REF-1	LEI-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	67	63	65	
N	602	613	608	
NQI1	0,859	0,850	0,854	0,949
H'	4,650	4,774	4,712	0,912
J	0,767	0,799	0,783	
H'_{max}	6,066	5,977	6,022	
ES100	31,900	32,920	32,410	0,882
ISI	9,749	9,945	9,847	0,849
NSI	24,299	24,657	24,478	0,779
Grabbverdi				0,874

3.1.5 Samlet tilstandsvurdering

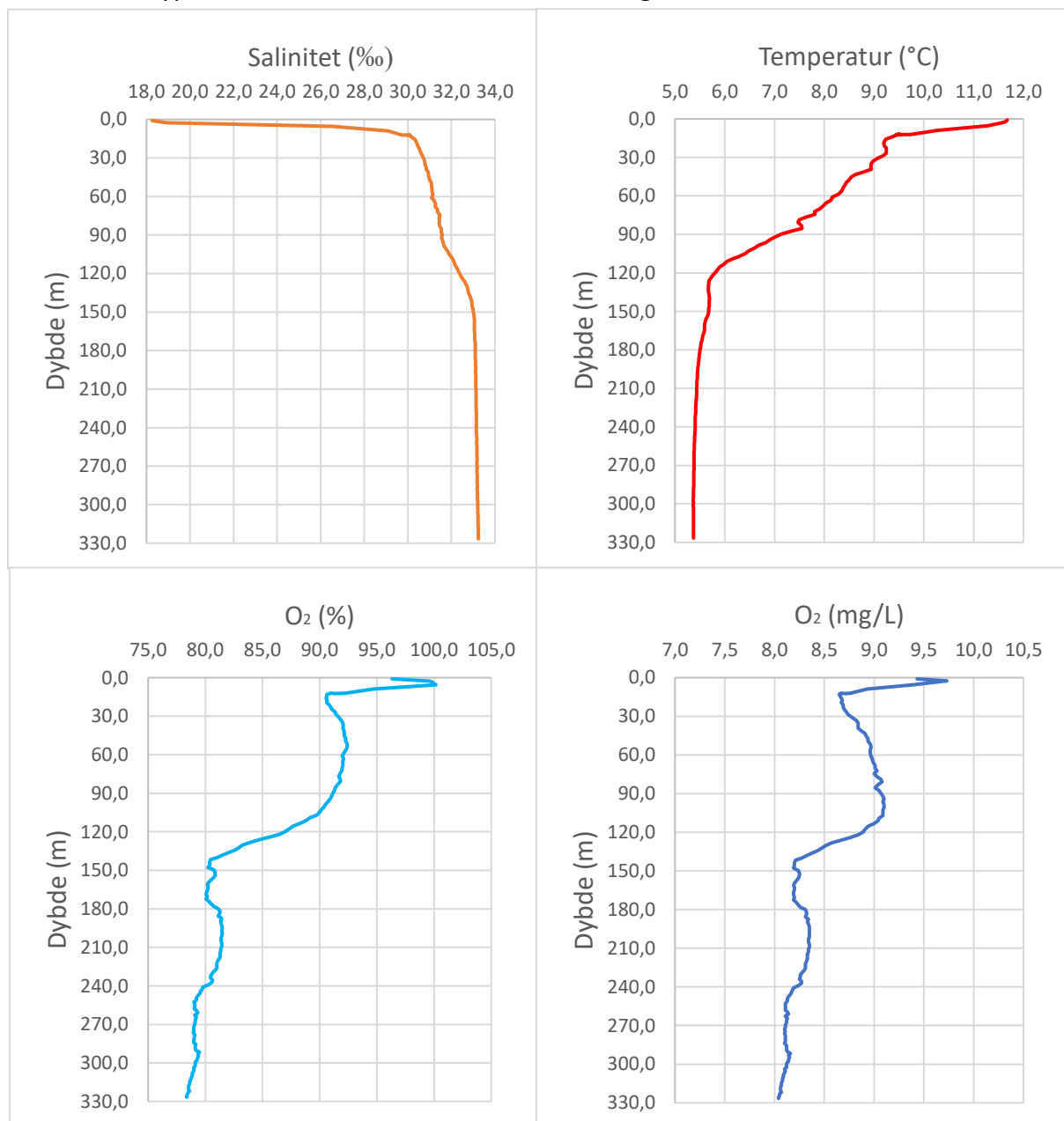
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjonen eller gjennomsnittet fra C3, C4, osv. (tabell 3.1.5.1).

Tabell 3.1.5.1 Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangssonen (C2)	LEI-2	0,855	I – Svært god
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	LEI-3	0,834	I – Svært god
	LEI-4	0,854	
	LEI-5	0,818	
	Gjennomsnitt	0,835	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved LEI-4 (figur 3.2.1). CTD-målingene viste en tydelig lagdeling i vannsøylen, hvor det er et høyt innslag av ferskvann i de øvre vannlagene. Saliniteten økte, og temperaturen sank fra overflaten og ned til rundt 10 meters dyp. Herifra og ned til bunndypet var det en mindre og jevn økning i salinitet, og temperaturen viste en tydelig nedgang i temperatur ned til rundt 120 meters dyp, hvor den herifra og ned til bunndypet stabiliserte seg. Oksygenverdiene viste høye og varierende verdier fra overflaten og ned til rundt 10 meters dyp. Herifra og ned til 150 meters var det mindre svingninger, men oksygenverdiene stabiliserte seg fra dette dypet og ned til bunndypet. Bunnvannet klassifiseres som svært godt i henhold til tabell V6.3.



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet.

3.3 Sediment

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys farge, og bestod av leire og silt med innslag av grus. Det ble heller ikke registrert noe lukt eller mykere konsistens ved samtlige stasjoner, med unntak av stasjon LEI-1 hvor det ble registrert sverting, noe til sterk lukt i grabbene, og LEI-2 hvor det ble registrert noe lukt i en av grabbene. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet), fôr eller fekalier, gassdannelse eller *Beggiatoa*. Samtlige prøvehugg ble godkjent for overflate og volum (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i overgangssonen hovedsak bestod av leire og silt med noe innblanding av sand og grus (Tabell 3.3.2.1). Nærstasjonen (LEI-1) bestod hovedsak av sand med innblanding av leire og silt samt grus.

Tabell 3.3.2.1 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. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
LEI-1	27,50	68,00	4,49
LEI-2	83,20	10,85	5,93
LEI-3*	-	-	-
LEI-4	63,30	19,66	17,00
LEI-5	73,10	18,21	8,70

* LEI-3 ble ikke undersøkt fordi prøvene ble skadet under frakt til laboratoriet.

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert til tilstand 3 (dårlig) ved LEI-1. De øvrige stasjonene ble klassifisert til tilstand 1 (Meget god; Tabell 3.3.3.1). Beregnet poengverdi for stasjonene LEI-2, LEI-3, LEI-4 og LEI-5 havnet noe utenfor grenseverdiene gitt i NS9410(2016). Poeng ble gitt etter nærmeste liggende felt der pH var styrende faktor.

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h -verdier fra sedimentoverflaten. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
LEI-1	6,98	-140	3	3 - Dårlig
LEI-2	7,26	220	1	1 - Meget god
LEI-3	7,39	271	0	1 – Meget god
LEI-4	7,26	162	1	1 – Meget god
LEI-5	7,17	106	1	1 – Meget god

I overgangssonen viser de kjemiske parameteren lave konsentrasjoner som tilsvarte tilstandsklasse svært god eller god. Ved nærstasjonen (LEI-1) var det derimot et svært høyt karboninnhold, og et noe forhøyet innhold av sink (tabell 3.3.3.2). Stasjon LEI-3 ble ikke analysert for kjemiske parametere da prøvene ble skadet under transport til analyselaboratoriet.

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstand (TS) er oppgitt etter FT Veileder 97:03 for TOC (mg/kg), normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Sink (Zn; mg/kg TS) og kobber (Cu; mg/kg TS) klassifiseres etter Veileder 02:2018. Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tildelt tilstand og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Kadmium (Cd; mg/kg TS) klassifiseres etter veiledere M-608 og 02:2018. Måleusikkerhet er oppgitt med sine respektive måleenheter for kobber, sink, fosfor, nitrogen og kadmium. Manglende data er merket med -.

Stasjon	TOM	TOC	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS	Cd	±	TS
LEI-1	11,90	79700	92,8	V	4600	840	17,3	9460	1230	436,0	92,0	III	37,4	6,1	II	0,69	0,17	II
LEI-2	4,18	12000	15,0	I	1700	340	7,6	1230	160	118,0	25,0	II	46,3	7,34	II	<0,10	-	I
LEI-3*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEI-4	3,45	12200	18,8	I	1200	260	10,2	1270	165	99,2	20,8	II	35,1	5,78	II	<0,10	-	I
LEI-5	3,77	10900	15,7	I	1400	290	7,8	1260	164	112,0	24,0	II	43,2	6,9	II	<0,10	-	I

% finstoff for utregning av nTOC er oppgitt i tabell 3.3.2.1

* LEI-3 ble ikke undersøkt fordi prøvene ble skadet under frakt til laboratoriet.

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

Nærstasjonen (LEI-1) har hatt stabilt god miljøtilstand sammenlignet med forrige undersøkelse, men har tidligere vist dårlig tilstand. Hyppigst forekommende art har gått fra å være forurensningsindikerende til -nøytral, og dominansen av denne er betydelig redusert. I overgangssonen har faunaforholdene vært svært gode over tid. Det observeres likevel mindre variasjoner i selve indeksverdiene ved samtlige stasjoner, der disse enten har økt eller sunket noe. Dette er trolig grunnet endringer i artsantall og dominans av hyppigste art (tabell 3.4.1.1).

Tabell 3.4.1.1 Sammenligning av resultater, Shannon-Wiener-klassifisering (H') og NQI1 fra bunnfaunaundersøkelse ved de ulike prøvetidspunktene NSI = Norsk Sensitivitets Indeks. (- = manglende data). Indekser er oppdatert etter gjeldende veiledere.

Stasjon og år	# arter/ individer	Hyppigst forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQI1 og klassifisering
Anleggssone/C1					
LEI-1 2022	11/19	<i>Nucula tumidula</i> (NSI-2, 21%)	God		
LEI-1 2021	5/177	<i>Capitella capitata</i> (NSI-5, 79,1%)	God		
LEI-1 2020	2/2	<i>Heteromastus filiformis</i> (NSI-4, 50%)	Dårlig		
LEI-1 2018	5/9	<i>Ophryotrocha</i> sp. (NSI-4, 33,3 %)	Dårlig		
LEI-1 2016	6/531	<i>Capitella capitata</i> (NSI-5, 99 %)	Dårlig		
LEI-1 2015	15/370	<i>Capitella capitata</i> (NSI-5, 64 %)	God		
Overgangssone/C3, C4 osv.					
LEI-3 2022	87/1906	<i>Mendicula</i> sp. (-, 18%)		4,676	0,785
LEI-3 2021	106/1607	<i>Mendicula ferruginosa</i> (NSI-1, 11,9%)		5,017	0,792
LEI-4 2022	72/1000	<i>Mendicula</i> sp. (-, 22%)		4,501	0,819
LEI-4 2021	83/937	<i>Mendicula ferruginosa</i> (NSI-1, 13,3%)		4,569	0,781
LEI-4 2020	63/759	<i>Nephasoma minutum</i> (NSI-2, 14,2%)		4,024	0,746
LEI-5 2018	73/780	<i>Nephasoma minutum</i> (NSI-2, 25 %)		4,330	0,779
LEI-5 2016	61/756	<i>Paramphinoe jeffreysii</i> (NSI-3, 15 %)		4,472	0,764
LEI-5 2022	83/1503	<i>Paramphinoe jeffreysii</i> (NSI-3, 13%)		4,696	0,758
LEI-5 2021	75/991	<i>Mendicula ferruginosa</i> (NSI-1, 19,8%)		4,548	0,825

LEI-6 2018	62/756	<i>Mendicula ockelmanni</i> (-, 37,6%)		3,960	0,770
LEI-6 2016	51/467	<i>Amage auricula</i> (NSI-1, 13%)		4,303	0,748
Ytterkant av overgangssone/C2					
LEI-2 2022	72/571	<i>Heteromastus filiformis</i> (NSI-4, 9,3%)		4,905	0,796
LEI-2 2021	80/1249	<i>Maldane arctica</i> (-, 12,8%)		4,728	0,786
LEI-2 2020	59/775	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 13,5%)		4,335	0,743
LEI-2 2018	67/1257	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 11,5%)		4,597	0,755
LEI-2 2016	60/1275	<i>Capitella capitata</i> (NSI-5, 20%)		3,607	0,601

3.4.2 Sediment

I overgangssonen har sedimentresultatene vært stabile over tid, uten tegn til belastning. I anleggssonen har sedimentforholdene derimot variert mellom undersøkelsene. Ved de fire siste undersøkelsene har det blitt registrert både lukt og sverting i sedimentet, men i varierende grad. Tilstanden til pH/Eh har også endret seg mellom undersøkelsene, og gått ned siden 2021 (tabell 3.4.2.1).

Tabell 3.4.2.1 Sammenlikning av sensoriske vurderinger ved de ulike stasjonene ved de ulike prøvetidspunktene (- = manglende data). Volum/overflate henviser til om dette er i henhold til akkrediteringskrav eller ikke.

Stasjon og år	Dyp	Lukt	Farge	pH/EH-TS	Volum/overflate
Anleggssone/C1					
LEI-1 2022	135	Sterk**	Brun/sort	3	Ja/Ja
LEI-1 2021	129	Noe	Brun/sort	1	*Ja/Ja
LEI-1 2020	133	Sterk	Brun/sort	4	*Ja/Ja
LEI-1 2018	165	Noe	Brun/sort	1	*Ja/Ja
LEI-1 2016	140	Ingen	Lys/grå	1	Nei/Ja
LEI-1 2015	140	Ingen	Brun/sort	1	Nei/-
Overgangssone/C3, C4 osv.					
LEI-3 2022	320	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-3 2021	321	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-4 2022	326	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-4 2021	326	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-4 2020	326	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-5 2018	330	Ingen	Lys/grå	1	Nei/Ja
LEI-5 2016	326	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-5 2022	292	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-5 2021	310	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-6 2018	310	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-6 2016	307	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
Ytterkant av overgangssone/C2					
LEI-2 2022	288	Ingen**	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-2 2021	293	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-2 2020	255	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-2 2018	255	Ingen	Lys/grå	1	Ja/Ja
LEI-2 2016	295	Ingen	Lys/grå	1	Nei/Ja

*Ikke godkjent volum ved ett av tre grabbhugg

**Noe lukt på ett hugg

3.4.3 Kjemiske parametere

I anleggssonen har innholdet av karbon variert over tid, og vært særlig forhøyet ved de siste fire undersøkelsene. For sink og kobber har klassifiseringene vært stabile (hhv. moderat og god tilstand) siden 2016, mens selve verdiene har variert. I overgangssonen viser parameterne liknende forhold over tid, der disse stort sett har blitt klassifisert til god eller svært god tilstand (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.4.3.1 Sammenlikning av undersøkte kjemiske parametere og etter innholdet av tørrstoff (TS) ved de ulike prøvetidspunktene. Tilstand (TS) er oppdatert etter gjeldende veileder for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser (- = manglende data).

Stasjon og år	nTOC	TS	N	P	Zn	TS	Cu	TS
Anleggssone/C1								
LEI- 1 2022	92,8	V	4600	9460	436,0	III	37,4	II
LEI-1 2021	40,1	IV	5530	4600	195,0	III	22,2	II
LEI-1 2020	78,7	V	8980	5200	383,0	III	42,3	II
LEI-1 2018	40,8	IV	3400	2150	160,0	III	31,0	II
LEI-1 2016	28,5	III	1700	1110	50,0	I	10,0	I
LEI-1 2015	22,7	II	2880	-	152,0	III	24,1	II
Overgangssone/C3, C4 osv.								
LEI-3 2022*	-	-	-	-	-	-	-	-
LEI-3 2021	17,9	I	1400	1250	72,8	I	30,9	II
LEI-4 2022	18,8	I	1200	1270	99,2	II	35,1	II
LEI-4 2021	18,9	I	1290	1500	77,8	I	35,9	II
LEI-4 2020	15,1	I	1070	1300	78,9	I	31,0	II
LEI-5 2018	17,9	I	990	979	51,0	I	18,0	I
LEI-5 2016	28,1	III	830	1470	110,0	II	44,0	II
LEI-5 2022	15,7	I	1400	1260	112,0	II	43,2	II
LEI-5 2021	18,4	I	1160	1400	83,0	I	37,6	II
LEI-6 2018	15,7	I	890	964	83,0	I	31,0	II
LEI-6 2016	26,1	II	830	-	100,0	II	45,0	II
Ytterkant av overgangssone/C2								
LEI-2 2022	15,0	I	1700	1230	118,0	II	46,3	II
LEI-2 2021	18,3	I	1230	1700	97,7	II	47,2	II
LEI-2 2020	17,7	I	1170	1200	95,3	II	47,3	II
LEI-2 2018	18,6	I	860	1270	110,0	II	43,0	II
LEI-2 2016	25,4	II	840	801	43,0	I	13,0	I

*Kjemiske parametere fra LEI-3 i inneværende undersøkelse ble ikke undersøkt da prøvene ble skadet under transport til analyselaboratoriet.

4 Diskusjon

Totalt sett viste undersøkelsen svært gode faunaforhold ved lokaliteten, der samtlige stasjoner ble klassifisert til beste tilstand. De kjemiske parameterne viser samtidig lave konsentrasjoner i hele området, og støtter oppunder de gode faunaforholdene.

Det var arter fra flere ulike økologiske grupper som var hyppigst forekommende i området, men spesielt forurensningstolerante og opportunistiske arter (NSI 3-4) var vanlige. Det var muslingen *Mendicula* sp. og børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Heteromastus filiformis* som var dominerende blant stasjonene. Ingen av disse hadde derimot en spesielt høy dominans (<23%). Med en slik jevn fordeling av individene ble følgelig biodiversiteten svært høy. I overgangssonen har faunaforholdene vært relativt stabile over tid. Biodiversiteten har i hovedsak vært høy med en lav grad av dominans av enkeltarter, og de hyppigst forekommende artene har hovedsakelig variert mellom forurensningssensitive, -nøytrale og -tolerante arter (NSI 1-3). De geokjemiske parameterne viser også liknende forhold over tid, der disse stort sett har blitt klassifisert til beste eller nest beste tilstandsklasse.

De geokjemiske prøvene fra LEI-3 ble ved uhell knust i forsendelse mellom felt og laboratorium. Som følge av dette var det ikke mulig å analysere sedimentet for geokjemiske parametere. Dette kan potensielt føre til at man mister informasjon om prøvepunktet. Ettersom kjemiresultatene ved de øvrige stasjonene viser relativt lave og jevne konsentrasjoner, samtidig som de sensoriske vurderingene og faunaforholdene var liknende mellom samtlige stasjoner, er det lite trolig at resultatene for LEI-3 ville ha vist betydelige ulike verdier. Det er derfor lite sannsynlig at vi på grunn av dette har mistet viktig informasjon om stasjonen.

Nærstasjonen (LEI-1) ble klassifisert til god miljøtilstand i henhold til NS9410 (2016). Arts- og individantallet ved stasjonen var relativt lavt, men ingen enkeltarter utgjorde mer enn 21% av det totale individantallet. Det ble observert tegn til belastning i sedimentet ved stasjonen da det ble registrert sverting, lukt og en lavere tilstandsklasse for pH/EH. Det ble videre registrert et svært høyt karboninnhold, og en forhøyet sinkmengde ved stasjonen. Miljøtilstanden ved LEI-1 har holdt seg stabilt god siden forrige undersøkelse, mens den i tidligere år har vært dårlig. Siden 2021 observeres det en økning i artsantall, samtidig som den dominerende arten har gått fra å være forurensningsindikerende til å være forurensningsnøytral. Sedimentforholdene ved stasjonen har variert over tid, men det har stort sett vært tegn til belastning i sedimentet. De fleste kjemiske parametere har vært stabile, med unntak av et varierende karboninnhold.

Nærstasjonen er i denne undersøkelsen ikke plassert der B-undersøkelsen viste størst belastning, da det ble bestemt å basere stasjonsplasseringen på en kombinasjon av flere faktorer (strømretning, modellert AZE-sone og resultater fra B-undersøkelsen). Det antas derfor at stasjonens plassering fortsatt representerer det området der man kan forvente størst belastning i anleggssonen. Basert på dette vurderes det til at plasseringen er representativ for stasjonens funksjon, men det bør likevel i neste undersøkelse etterstrebes å plassere stasjonen der B-undersøkelsen viser størst belastning for å følge kravet gitt i NS9410 (2016).

Grunnet utfordrende prøveforhold i form av hardbunn i ytterkanten av overgangssonen måtte C2-stasjonen flyttes fra sin opprinnelige plassering i felt. Stasjonen er derfor plassert noe nærmere anlegget enn veiledende avstand (460 meter). Det vurderes likevel til at stasjonen er representativ til formålet, da stasjonen er plassert relativt nært ytterkanten av overgangssonen. Resultatene fra denne og tidligere undersøkelser viser samtidig at spredningspotensialet på lokaliteten ikke er så stort, og det er derfor lite trolig at forholdene ville ha vært annerledes helt i ytterkanten. Ved endelig stasjonsoppsett ble samtlige grabber godkjent for en tilstrekkelig mengde sediment, og en uforstyrret overflate. Det ble likevel observert noen ulikheter i arts- og/eller individantall mellom grabbene ved flere av stasjonene. Dette tyder på lokale forskjeller i faunaen på havbunnen og kan ofte skyldes ulikheter i bunntopografi eller sedimentforhold. Dette er ikke unormalt, og vil ikke påvirke resultatene i nevneverdig grad. Åkerblå vurderer derfor prøvene som gode nok, både i plassering og kvalitet, til å overvåke den økologiske tilstanden ved Leivsethamran.

Krav til undersøkelsesfrekvens er iht. NS9410 (2016) hver tredje produksjonssyklus, og er gitt på bakgrunn av samlet tilstandsvurdering til svært god. Dette er forutsatt at undersøkelsen utføres på maksimal belastning.

5 Referanser

- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2012). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2012*.
- 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
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta* 11: 377-382.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Havbrukstjenesten (2015) C-undersøkelse for Leivsethamran med ASC-undersøkelse, 66 s.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges standardiseringsforbund.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, 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.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå (2016) C-undersøkelse for Leivsethamran med ASC-undersøkelse, 69 s.
- Åkerblå (2018) C-undersøkelse for Leivsethamran, 85 s.
- Åkerblå (2019). *Strømrapport – Måling av overflate (5m), dimensjonering (15m), sprednings- og bunnstrøm ved Leivsethamran 2019*. Rapportnummer: SR-M-01519.
- Åkerblå (2020) C-undersøkelse ved lokalitet Leivsethamran. Rapportnummer 100674-01-000 / 29.09.2020. Rapportforfatter: Oda Ravnås Waldeland
- Åkerblå(2021a). *C-undersøkelse for Leivsethamran*. Rapportnummer: 102337-01-001
- Åkerblå AS (2021b). *Modellering av AZE-sone (Allowable Zone of Effect)*. Rapportnr: SM-T-01121
- Åkerblå (2021c). *B-undersøkelse for lokalitet 19098 Leivsethamran*. Rapportnummer: 102341-01-002
- Åkerblå (2022). *B-undersøkelse for lokalitet 19098 Leivsethamran*. Rapportnummer: 105102-01-001

6 Vedlegg

Vedlegg 1 – Feltlogg (B-parametere)*

*Se tabell V6.5 for volum



Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser

Dok.id: D00327

Skjema

Kunde	Wenberg Fiskeoppdrett AS				Lokalitet/P.nr	Leivsethamran / 105103						
Dato	14.09.22				Toktleder	Nils MO						
Prøvetaking	START: 0945 SLUTT: 1515				Alt. Personell	RB. og MO.						
Vær	Regn, oppløst, diverse				Sjøtemperatur	12.3°C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab: ANNOES	Sil: ANNOES	Eh: ANNOES	pH: ANNOES	pH- kalibrering:	OK		Sjø; Eh: 943, pH: 97,95				
Stasjon nr/navn	LEI-1				LEI-2				LEI-3			
Planlagt posisjon N / Ø	67°13.5943'N / 15°21.008'				67°13.492'N / 15°20.349'Ø				67°13.714'N / 15°20.677'Ø			
Reell posisjon N / Ø	-11- / -11-				67°13.485' / 15°20.728'				-11- / -11-			
Dybde (meter)	135				287,8				320			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	2	1	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja	ja	ja	
Godkjent hugg volum (ja/nei)	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja	ja	ja	
Volum (cm)	3	36K	2		1	1	1		10	7	12	
Antall flasker	1		1		1	1	6K		2	4	6K	
pH	6.97	6.98			7.12	7.39			7.40	7.38		
Eh (mV) + *ref.verdi	-148	-132			159	281			291	251		
Sediment	Skjellsand											
	Sand											
	Grus								3			
	Mudder											
	Silt			2		2	2		1	2		
	Leire			1		1	1		2	1		
Farge	Steinbunn											
	Lys/Grå (0)					0	0		0	0		
Lukt	Brun/Sort (2)	2		2								
	Ingen (0)						0		0	0		
	Noe (2)	2				2						
Kons	Sterk (4)			4								
	Fast (0)	0		0		0	0		0	0		
	Myk (2)	2										
Merknader / avvik:	Løs (4)											

Utarbeidet av:

AK / ANH

Godkjent av:

Anette Narmo Hammervold

Versjon:

16.00

Gjelder fra:

01.07.2022

Side:

1 av 3

Kunde	Wenberg Fiskeoppdrett AS				Lokalitet/P.nr	Leivsethamran / 105103						
Dato	14.09.22				Toktleder	Nils MO						
Prøvetaking	START: 0945 SLUTT: 1515				Alt. Personell	RB og MO.						
Vær	Skiflende, regn, opplett				Sjøtemperatur	12,3°C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab: AKB Sil: AKB Eh: AKB pH: AKB pH-kalibrering: OK Sjø; Eh: 943 pH: 7.95											
Stasjon nr/navn	LEI-4				LEI-5				LEI-REF			
Planlagt posisjon N / Ø	69°13.642'N / 15°20.410'Ø				69°13.806'N / 15°21.032'Ø				69°14.228'N / 15°22.009'Ø			
Reell posisjon N / Ø	-11- / -11-				-11- / -11-				-11- / -11-			
Dybde (meter)	326				279				251			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Volum (cm)	5	4	6		2	1	2		5	3	5	
Antall flasker	4	2	GK		GK	GK	1		GK	1	1	
pH	7.23	7.29	-		7.29	7.04			7.07	7.14		
Eh (mV) + *ref.verdi	190	134	-		171	41			292	394		
Sediment	Skjellsand				2							
	Sand											
	Grus	2	3									
	Mudder											
	Silt	3	2				2		2	2		
	Leire	1	1		1		1		1	1		
Farge	Lys/Grå (0)	0	0		0		0		0	0		
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)	0	0		0		0		0	0		
	Noe (2)											
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0		0		0		0	0		
	Myk (2)											
	Løs (4)											
Merknader / avvik:	CTD				1 flaske ga							

Utarbeidet av:

AK / ANH

Godkjent av:

Anette Narmo Hammervold

Versjon:

16.00

Gjelder fra:

01.07.2022

Side:

2 av 3



Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser

Dok.id.: D00327
Skjema

Spesielle hensyn / ekstraordinære prøveuttak (kan også noteres pr stasjon under merknader)

Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr	Des. middel	Konsentrasjon/virketid	Dato/sign.
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna		Signatur:	

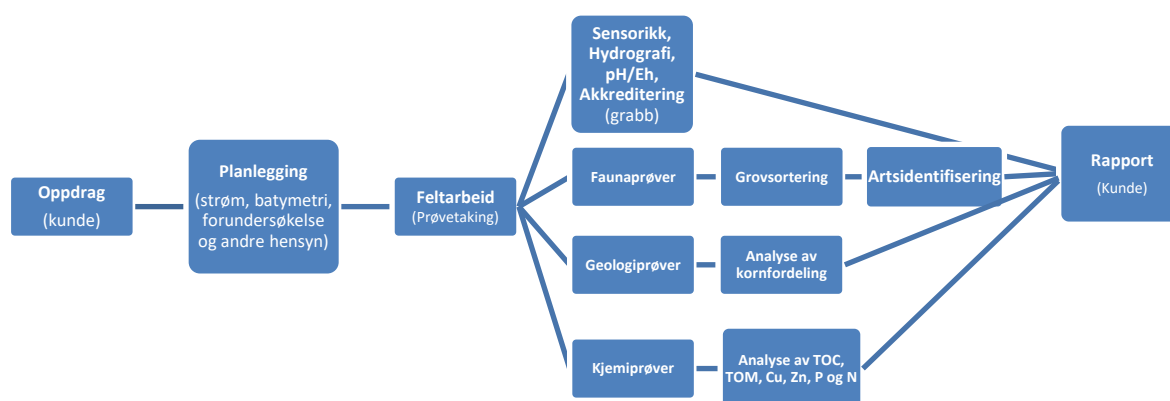
Kryssreferanser

Eksterne referanser

Utarbeidet av:	Godkjent av:	Versjon:	Gjelder fra:	Side:
AK / ANH	Anette Narmo Hammervold	16.00	01.07.2022	3 av 3

Vedlegg 2 - Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon hvor to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinnholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell V2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell V2.2; vedlegg 3) som alle ble analysert av underleverandøren (figur V2.1).



Figur V2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell V2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra Kartverket, Datum WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

Tabell V2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, EETN-AS = Eurofins Environment Testing Norway AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Sidemannskontroll	ÅB AS	Knut Halvor Renneflott Bjørnebye	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Nils Mo	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Dora Marie Alvsvåg, Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Dora Marie Alvsvåg	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Ovin Melby Holm, Dora Marie Alvsvåg	TEST 252: P32	V02:2018 (2018), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B -December 2000 (repealed sta
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)

* underleverandør av EETN-AS; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne; Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488.

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2. sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2018. ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (vedlegg 6).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under. På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone (LEI-1) gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell V2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen.

Veileder 02:2018 (2018) omtaler alle tilstander som *tilstandsklasser*, mens NS9410 (2016) omtaler det som *miljøtilstand*. I denne rapporten brukes *tilstand* om alle tilfeller hvor det for veilederen beskrives som tilstandsklasse og for NS9410 (2016) beskrives som miljøtilstand. Øvrige uttrykk er beholdt som skrevet i de respektive standarder og veiledere. I veileder 02:2018 brukes gjennomsnittlig nEQR-verdi som klassifiseringsgrunnlag per prøvestasjon. I NS9410 (2016) klassifiseres overgangssonen på bakgrunn av samlet stasjonsverdi. Åkerblå omtaler begge resultatformer for tilstandsverdi for enkelhetens skyld (Tabell V2.3).

Tabell V2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
$H'_{\max}$	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

Vedlegg 3 – Analysebevis



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)

F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

AR-22-MM-099360-01

EUNOMO-00348000

Prøvemottak: 21.09.2022
Temperatur:
Analyseperiode: 21.09.2022-07.10.2022
Referanse: C/ASC

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2022-09210645	Prøvetakingsdato:	14.09.2022		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	NM		
Prøvemerking:	LEI - 1 KJE	Analysestartdato:	21.09.2022		
	KJE				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	37.4	mg/kg TS	5	6.10	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	436	mg/kg TS	5	92	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	11.9	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	0.69	mg/kg TS	0.1	0.173	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 17294-2
a) Tørrestoff					
a) Tørvekt steg 1	46.2	% rv	0.1	2.31	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	9460	mg/kg TS	1	1230	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	4.6	g/kg TS	0.5	0.84	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	79700	mg/kg TS	1000	15641	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet
<: Mindre enn >: Sterre enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr "ikke påvist".

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

Side 1 av 2

AR-001 v 155



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway

(Moss)

F. reg. NO9 651 416 18

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

miljo@eurofins.no

AR-22-MM-099362-01

EUNOMO-00348000

Prøvemottak: 21.09.2022

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2022-07.10.2022

Referanse: C/ASC

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2022-09210649	Prøvetakingsdato:	14.09.2022		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	NM		
Prøvemerkning:	LEI - 2 KJE	Analysestartdato:	21.09.2022		
	KJE				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	46.3	mg/kg TS	5	7.34	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	118	mg/kg TS	5	25	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Gledetap ved 550°C					
a)* Gledetap (550°C)	4.18	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 17294-2)
a) Tørrstoff					
a) Tørrvekt steg 1	57.6	% rv	0.1	2.88	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1230	mg/kg TS	1	160	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.7	g/kg TS	0.5	0.34	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12000	mg/kg TS	1000	2381	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne

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

Tegnforklaring:

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

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

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR-001 v 166



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway

(Moss)

F. reg. NO9 651 416 18

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

miljo@eurofins.no

AR-22-MM-099364-01

EUNOMO-00348000

Prøvemottak: 21.09.2022

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2022-07.10.2022

Referanse: C/ASC

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2022-09210653	Prøvetakingsdato:	14.09.2022		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	NM		
Prøvemerkning:	LEI - 4 KJE	Analysestartdato:	21.09.2022		
	KJE				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	35.1	mg/kg TS	5	5.78	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	99.2	mg/kg TS	5	20.84	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	3.45	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 17294-2
a) Tørrestoff					
a) Tørrevekt steg 1	61.0	% rv	0.1	3.05	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1270	mg/kg TS	1	165	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 TS	0.5	0.26	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	12200	mg/kg TS	1000	2420	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

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

Teknisk forklaring:

* 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'.

Måleusikkerheter 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.

AR-001 v 166

Side 1 av 2



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway

(Moss)

F. reg. NO9 651 416 18

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

miljo@eurofins.no

AR-22-MM-099366-01

EUNOMO-00348000

Prøvemottak: 21.09.2022

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2022-07.10.2022

Referanse: C/ASC

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2022-09210655	Prøvetakingsdato:	14.09.2022		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	NM		
Prøvemerking:	LEI - 5 KJE	Analysesattdato:	21.09.2022		
	KJE				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	43.2	mg/kg TS	5	6.90	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	112	mg/kg TS	5	24	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	3.77	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 17294-2)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevækt steg 1	58.7	% rv	0.1	2.94	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1260	mg/kg TS	1	164	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.4	g/kg TS	0.5	0.29	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	10900	mg/kg TS	1000	2168	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne

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

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 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 prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR-001 v 166



Åkerblå AS
Postboks 14
8801 SANDNESSJØEN
Attn: Kundeinfo miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway

(Moss)

F. reg. NO9 651 416 18

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

miljo@eurofins.no

AR-22-MM-099368-01

EUNOMO-00348000

Prøvemottak: 21.09.2022

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2022-07.10.2022

Referanse: C/ASC

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2022-09210657	Prøvetakingsdato: 14.09.2022				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: NM				
Prøvemerking: LEI - REF KJE	Analysedato: 21.09.2022				
KJE					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	31.8	mg/kg TS	5	5.33	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a) Sink (Zn)	76.5	mg/kg TS	5	16.08	NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 11885)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	3.23	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Kadmium (Cd)	<0.10	mg/kg TS	0.1		NF EN ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autre, NF EN ISO 17294-2)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevkt steg 1	61.6	% rv	0.1	3.08	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1020	mg/kg TS	1	133	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 TS	0.5	0.26	Internal Method (Soil), NF EN 13342 (other matrices)
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9040	mg/kg TS	1000	1808	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Oterswiller, F-67700, Saverne

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

Teknisk forklaring:

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

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

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

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

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 2

AR-001 v 166

**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS****EUROFINS ENVIRONMENT TESTING
NORWAY AS****Results**

Moltebakken 50
PB 3055
NO-1538 MOSS
NORVEGE

ANALYTICAL REPORT**Batch N° 22E198870**

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Version of : 06/10/2022

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

Analytical service manager : Justine Bailly / JustineBailly@eurofins.com / +33 388029014

Sample	Matrix		Sample reference
001	Sediments	(SED)	439-2022-09210645 - KJE - LEI - 1 KJE
002	Sediments	(SED)	439-2022-09210646 - GEO - LEI - 1 GEO
003	Sediments	(SED)	439-2022-09210649 - KJE - LEI - 2 KJE
004	Sediments	(SED)	439-2022-09210650 - GEO - LEI - 2 GEO
005	Sediments	(SED)	439-2022-09210653 - KJE - LEI - 4 KJE
006	Sediments	(SED)	439-2022-09210654 - GEO - LEI - 4 GEO
007	Sediments	(SED)	439-2022-09210655 - KJE - LEI - 5 KJE
008	Sediments	(SED)	439-2022-09210656 - GEO - LEI - 5 GEO
009	Sediments	(SED)	439-2022-09210657 - KJE - LEI - REF KJE
010	Sediments	(SED)	439-2022-09210658 - GEO - LEI - REF GEO

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 22E198870

Version of : 06/10/2022

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

001

002

003

004

005

006

439-2022-09

439-2022-09

439-2022-09

439-2022-09

439-2022-09

439-2022-09

210645

210646

210649

210650

210653

210654

SED

SED

SED

SED

SED

SED

28/09/2022

28/09/2022

28/09/2022

28/09/2022

28/09/2022

28/09/2022

13.5°C

13.5°C

13.5°C

13.5°C

13.5°C

13.5°C

Administrative
LSKEY: Norway granulometry
specific report
Physico-Chemical preparation
XXS06 : Pretreatment and drying
at 40°C

* Fail

* Fail

* Fail

* Fail

* Fail

* Fail

LSA07 : Dry weight

% rw

* 46.2

* 57.6

* 61.0

XXS07 : Prepa - Sieving and
refusal at 2 mm

% rw

* 4.39

* 4.49

* 4.08

* 5.93

* 16.1

* 17.0

Physical measurements
LS995 : Loss on ignition with
550°C

% DM

11.9

4.18

3.45

FR_ENV_Granulometrie
LS4WH : Cumulative percentage
0.02 to 2 µm

%

* 1.68

* 6.00

* 6.87

LS4P2 : Cumulative percentage
0.02 to 20 µm

%

* 13.26

* 60.07

* 55.86

LSQK3 : Cumulative percentage
0.02 to 63 µm

%

* 28.79

* 88.47

* 76.31

LS3PB : Cumulative percentage
0.02 to 200 µm

%

* 49.79

* 97.28

* 90.43

LS9AT : Cumulative percentage
0.02 to 2000 µm

%

* 100.00

* 100.00

* 100.00

LS9AS : Fraction 2 - 20 µm

%

* 11.58

* 54.07

* 49.00

LSSKU : Fraction 20 - 63 µm

%

* 15.53

* 28.40

* 20.45

LS9AV : Fraction 63 - 200 µm

%

* 20.99

* 8.81

* 14.12

LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm

%

* 50.21

* 2.72

* 9.57

Pollution index

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION N° 1-
1488 Scope available on
www.cofrac.fr





EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 22E198870

Version of : 06/10/2022

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2022-09 210645	439-2022-09 210646	439-2022-09 210649	439-2022-09 210650	439-2022-09 210653	439-2022-09 210654
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022
Start of analysis	13.5°C	13.5°C	13.5°C	13.5°C	13.5°C	13.5°C
Temperature of the air in the container						

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	4.6		*	1.7		*	1.2
LS874 : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg d.m	*	79700		*	12000		*	12200
Variation coefficient	%							*	15.3

Metals

XXS01 : Mineralisation Water		*	Fait		*	Fait		*	Fait
Regale on solides									
LS874 : Copper (Cu)	mg/kg d.m	*	37.4		*	46.3		*	35.1
LS882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	*	9460		*	1230		*	1270
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg d.m	*	436		*	118		*	99.2
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg dry matter	*	0.69		*	<0.10		*	<0.10

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971





EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 22E198870

Version of : 06/10/2022

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

Sample N°	007	008	009	010	
Customer reference	439-2022-09 210655 SED	439-2022-09 210656 SED	439-2022-09 210657 SED	439-2022-09 210658 SED	
Matrix					
Sampling date	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	
Start of analysis	13.5°C	13.5°C	13.5°C	13.5°C	
Temperature of the air in the container					

Administrative

LSKEY : Norway granulometry
specific report

Physico-Chemical preparation

XXS06 : Pretreatment and drying at 40°C	% rw	* Fail	* Fail	* Fail	* Fail
LSA07 : Dry weight	% rw	* 58.7		* 61.6	
XXS07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% rw	* 3.28	* 8.70	* 3.59	* 5.48

Physical measurements

LS995 : Loss on ignition with 550°C	% DM	3.77		3.23	
--	------	------	--	------	--

FR_ENV_Granulometrie

LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%		* 5.40		* 4.77
LS4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%		* 53.62		* 50.93
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%		* 80.06		* 81.91
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%		* 94.34		* 96.27
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%		* 100.00		* 100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%		* 48.23		* 46.16
LS9KU : Fraction 20 - 63 µm	%		* 26.44		* 30.98
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%		* 14.29		* 14.36
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%		* 5.66		* 3.73

Pollution index

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION N° 1-
1488 Scope available on
www.cofrac.fr





EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 22E198870

Version of : 06/10/2022

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

007	008	009	010
439-2022-09	439-2022-09	439-2022-09	439-2022-09
210655	210656	210657	210658
SED	SED	SED	SED
28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022	28/09/2022
13.5°C	13.5°C	13.5°C	13.5°C

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	1.4		*	1.2
LSSKM : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg dm	*	10900		*	9040

Metals

XXS01 : Mineralisation Water		*	Fait		*	Fait
Regale on solides						
LS874 : Copper (Cu)	mg/kg dm	*	43.2		*	31.8
LS882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	*	1260		*	1020
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	*	112		*	76.5
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg dry matter	*	<0.10		*	<0.10

D : detected / ND : undetected

z2 or (2) : control zone

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 22E198870

Version of : 06/10/2022

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Date of Technical Reception 22/09/2022

First date of physical receipt : 22/09/2022

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00072389

**Aurélie RODERMANN**
Analytical Service Manager

Reproduction of this document is only permitted in its entirety. It contains 9 page(s). This report concerns only the test objects. Any results and conclusions apply to the sample as received. The data transmitted by the client that may affect the validity of the results (date of sampling, matrix, sample reference and other information identified as coming from the client) shall not engage the responsibility of the laboratory.

Only certain parameters reported in this report are covered by accreditation. They are identified by the symbol *.

When a new version of the report is issued, any changes are identified by bold, italic and underlined formatting or notified as an observation. Information relating to the detection limit for a parameter is not covered by the Cofrac accreditation.

The results preceded by the sign < correspond to the limits of quantification, they are the responsibility of the laboratory and depend on the matrix.

All elements of traceability and uncertainty (determined with $k = 2$) are available on request.

For sub-contracted results, reports from accredited laboratories are available on request.

Laboratory approved by the Minister in charge of the Environment - see the list of laboratories on the Ministry in charge of the Environment ~~approved by the Minister in charge of the Environment~~
<http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Approved laboratory for carrying out analyses of water health control parameters - detailed scope of approval available on request.

Laboratory approved by the government of the Grand Duchy of Luxembourg for the accomplishment of technical tasks of study and verification approved by the ξ environment - Details available on request

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Oterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971



Technical appendix
Batch N°22E198870

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00072389

Sediments

Code	Analysis	Principle and reference of the method	LQI	Uncertainty at LQI	Unit	Service carried out on the site of :
LS3PB	Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Internal Method	0		%	Test done on Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0		%	
LS4P2	Cumulative percentage 0.02 to 20 µm		0		%	
LS4WH	Cumulative percentage 0.02 to 2 µm		0		%	
LS874	Copper (Cu)	ICP-AES (Minéralisation à l'eau régale) - NF EN ISO 5432-1(sol.boue) Méthode Interne(autres) - NF EN ISO 11885	5	50%	mg/kg dm	
LS882	Phosphorus (P)		1	45%	mg/kg dry matter	
LS894	Zinc (Zn)		5	25%	mg/kg dm	
LS916	Nitrogen Kjeldahl (NTK)	Volumétrie (Minéralisation) - Internal Method (Sol) - NF EN 13342 (other matrices)	0.5	35%	g/kg dry matter	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP-MS (Minéralisation à l'eau régale) - NF EN ISO 5432-1(sol.boue) Méthode Interne(autres) - NF EN ISO 17294-2	0.1	28%	mg/kg dry matter	
LS995	Loss on ignition with 550°C	Gravimétrie - NF EN 12679 (canceled)	0.1		% DM	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Internal Method	0		%	
LS9AT	Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm		0		%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSA07	Dry weight	Gravimétrie - NF EN 12680	0.1	5%	% rw	
LSKEY	Nonway granulometry specific report					
LSQK3	Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Internal Method	0		%	
LS8KM	Total Organic Carbon (TOC) Total Organic Carbon by combustion Variation coefficient	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	40%	mg/kg dm %	
LS8KU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Internal Method	0		%	
XXS01	Mineralisation Water Regale on solids Mineralisation Water Regale Mineralisation Water Regale	Digestion acide -				
XXS05	Pretreatment and drying at 40°C Preparation Preparation	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11454 (sludge and sediments) - NF ISO 11454 (sludge and sediments)				

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saveme Laboratory
 5 rue d'Oterswiller - 67700 Saveme
 Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 916 531 - Website : www.eurofins.fr/env
 SAS with a capital of 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS****Technical appendix****Batch N°22E198870**

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00072389

Sediments

Code	Analysis	Principle and reference of the method	LQI	Uncertainty at LQI	Unit	Service carried out on the site of :
XXS07	Prepe - Sieving and refusal at 2 mm	Tamisage (Le laboratoire travaillera sur la fraction <3 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client) -				
	Ponderal refusal to 2 mm		1		% rw	
	Ponderal refusal to 2 mm		1		% rw	



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Sample traceability appendix

This traceability records the bottles of samples scanned in EOL on site before being sent to the laboratory.

Batch N° 22E198870

Analytical report number: AR-22-LK-228377-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00072389

Sediments

Sampl	Customer reference	Sampling date and hour	Date of Physical Reception (1)	Date of Technical Reception (2)	Barcode	Bottle name
001	439-2022-09210645		22/09/2022	22/09/2022		
002	439-2022-09210646		22/09/2022	22/09/2022		
003	439-2022-09210648		22/09/2022	22/09/2022		
004	439-2022-09210650		22/09/2022	22/09/2022		
005	439-2022-09210653		22/09/2022	22/09/2022		
006	439-2022-09210654		22/09/2022	22/09/2022		
007	439-2022-09210655		22/09/2022	22/09/2022		
008	439-2022-09210656		22/09/2022	22/09/2022		
009	439-2022-09210657		22/09/2022	22/09/2022		
010	439-2022-09210658		22/09/2022	22/09/2022		

(1) : Date on which the sample was received at the laboratory. Where the information could not be retrieved, this is indicated by N/A (not applicable).

(2) : Date on which the laboratory had all the information necessary to finalise the registration of the sample.

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:

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

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 2012) 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:

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

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

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

Stasjonene inne i overgangssonen (C3, C4 osv) skal klassifiseres ved bruk av indeksene for bløtbnnsfauna 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)

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

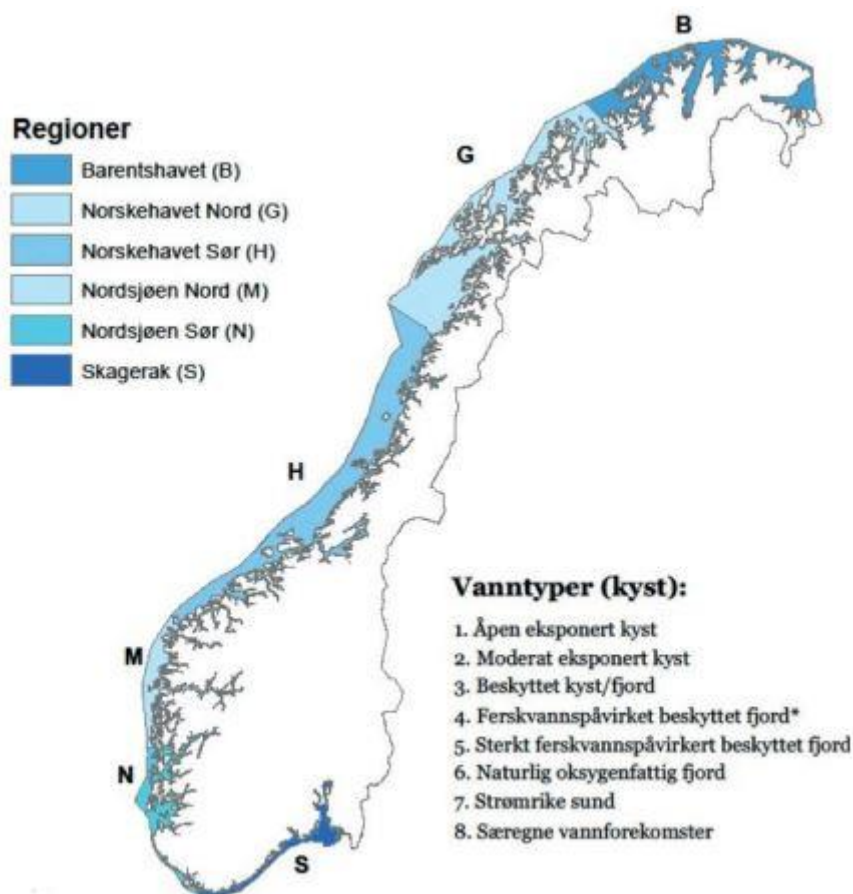
$$\text{Snitt nEQR (C4)} = \frac{\text{nEQR (C4G1)} + \text{nEQR (C4G2)}}{2}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Snitt nEQR (total) for overgangssonen} \\ = \frac{\text{Snitt nEQR (C3)} + \text{Snitt nEQR (C4)} + \text{Snitt nEQR (C5)}}{3} \end{aligned}$$

Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V6.1-V6.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «*svært god*», grønn → «*god*», gul → «*moderat*», oransje → «*dårlig*» og rød → «*svært dårlig*». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V6.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V6.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	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
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	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

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand					
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Norskehavet N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0	
(G1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0	
	ISI2012	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	
Norskehavet N	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0	
(G4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0	
	ISI2012	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	
Barentshavet	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
1-5	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0	
(B1-5)	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0	
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0	
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0	

Tabell V6.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand*.

nEQR basisverdi		Tilstand
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

*Tilstandsklasse

Tabell V6.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018. Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter			Tilstand*				
			I	II	III	IV	V
			Svært god/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	O ₂ innhold**	mg O ₂ / l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning***	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Tilstandsklasse

** Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

*** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

Tabell V6.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

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

*Miljøtilstand

Tabell V6.5 Volum fra verdier oppgitt i feltskjema som cm (x) og korresponderende volum i liter basert på grabbens utforming. Avstand i cm er fra grabbens øvre kant (lokket) og ned til sedimentets overflate.

Sedimentdybde	X-verdi (cm)	CosY	Teta	0,5 x r x r	Volum	Vol i ltr.
18,1	0	0,0	3,1	163,8	16467,5	16,47
17,1	1	0,1	3,0	163,8	15309,7	15,31
16,1	2	0,1	2,9	163,8	14155,4	14,16
15,1	3	0,2	2,8	163,8	13008,3	13,01
14,1	4	0,2	2,7	163,8	11871,9	11,87
13,1	5	0,3	2,6	163,8	10750,0	10,75
12,1	6	0,3	2,5	163,8	9646,6	9,65
11,1	7	0,4	2,3	163,8	8565,6	8,57
10,1	8	0,4	2,2	163,8	7511,5	7,51
9,1	9	0,5	2,1	163,8	6489,0	6,49
8,1	10	0,6	2,0	163,8	5503,2	5,50
7,1	11	0,6	1,8	163,8	4560,0	4,56
6,1	12	0,7	1,7	163,8	3665,7	3,67
5,1	13	0,7	1,5	163,8	2828,3	2,83
4,1	14	0,8	1,4	163,8	2057,2	2,06
3,1	15	0,8	1,2	163,8	1364,6	1,36
2,1	16	0,9	1,0	163,8	767,5	0,77
1,1	17	0,9	0,7	163,8	293,4	0,29
0,1	18	1,0	0,2	163,8	8,1	0,01

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier for all fauna funnet ved Leivsethamran (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	N SI (E G)	LEI- 1-1	LEI- 1-2	LEI- 2-1	LEI- 2-2	LEI- 3-1	LEI- 3-2	LEI- 4-1	LEI- 4-2	LEI- 5-1	LEI- 5-2	LEI- REF-1	LEI- REF-2
Golfingiidae		2		6	33	95	49	51	38	57	25	67	90
Munnopsidae					1	2	10		1	1			
Disconectes sp.												1	
Jasmineira schaudinni					1	4							
Megamoera dentata				2									
Abyssoninoe sp.						1	1					2	3
Amaeana trilobata	1										1		
Amage auricula	1			13	19	32	11	20	20	20	15	1	8
Ampharete lindstroemi kompleks						3		1	5		1	3	3
Ampharete octocirrata	1	2		8	3	11	4	2	4	7	5	5	6
Ampharete sp.	1									3			
Ampharetidae	1					1							
Amphicteis gunneri	3				1								
Amphictene auricoma	2									1			
Aphelochaeta sp.	2			1	3	26	27	14	16	7	8	6	8
Augeneria tentaculata kompleks	1					1		1				1	3
Bradabyssa villosa	2					1				1			
Capitella capitata kompleks	5							2		20	16		
Ceratocephale loveni	3						1			1	1		2
Chaetozone setosa kompleks	4			7	15	95	67	7	1	69			
Chaetozone sp.	3					3		9	16		44		2
Chirimia biceps	2			1	1	6	1	2	2	8	7	2	3
Chone sp.	1							2	1			1	2
Clymenura borealis	1				6	7	2	11	2	2		12	9
Drilonereis filum	2									1			
Euchone analis										1	1		
Euchone papillosa	3				1							1	
Euchone southerni								1	3				
Euclymeninae	1	1			6	23	25	9	9	4	4	13	13
Euclymeninae 2	1								11				1
Eupolymnia cf. meissnerae	1									1			
Exogone verugera	1				1	4	4	2	2	1	1	5	9
Galathowenia oculata	3			1	1	6	14		4	39	14	1	
Glyphanostomum pallescens				1		6	4	2	6		1		4
Heteromastus filiformis	4			19	34	26	25	23	31	31	26	20	21
Jasmineira sp.	2								2				

Lagis koreni	4										1		
Levinsenia gracilis	2					2	6						
Lumbrineris mixochaeta	4						1			1			
Maldane arctica				21	7	3	5	1		20	14	44	72
Maldane sarsi	4					5	4	8	1	28	17	43	28
Maldanidae	2		1									1	
Maldanidae 2	2											3	4
Melinna cristata	2			3	1				1				
Melinna elisabethae	2			2	2	6	7	2	4	2	2	2	5
Neoleanira tetragona	3			3									
Nicomache lumbricalis	2									1			
Notomastus latericeus	1				2	4	3	1	1	14	13	4	9
Ophelina cylindricaudata	1							2	4				
Ophelina sp.	3				4		2				1	6	3
Oxydromus vittatus	3											1	
Paradoneis lyra	2			1	1			4				1	
Paramphinome jeffreysii	3	1	1	17	20	70	58	31	28	105	85	14	27
Paramphitrite birulai	1									2	1		
Pectinaria belgica	2						1						
Pholoe baltica	3											1	
Pholoe sp.	2				1	1							
Phylo norvegica kompleks	2			1	3						1	1	1
Pista sp.				1									
Polycirrus plumosus	2				1		1						
Polynoidae	2									1			
Praxillella gracilis	4			1		4	6		3	4	4	2	1
Praxillella praetermissa	2									1			
Prionospio cirrifera	3					1						1	
Proclea graffii	2					30	51	19	17	22	16	104	54
Rhodine gracilior	1							1					
Sabellidae	2					3	2			2	1	6	2
Saphobranchia hirsuta				1		2							
Scoloplos armiger kompleks	3										3		
Scoloplos sp.						6	12	4	1	3		1	1
Siboglinidae	1							2				1	
Sosane sulcata	1				1						1		
Sosane wireni	1											16	14
Spiochaetopterus bergensis				14	21	20	20	49	41	2	2	3	4
Spiochaetopterus typicus	4					47	26			11	5		
Spionidae	3											1	
Streblosoma bairdi	2							3	1				1
Streblosoma intestinale	1					21	11	6	10	4	1	11	12
Syllis armillaris						1							
Terebellidae	1				1								
Terebellides gracilis kompleks					2	1	3	3				2	2
Terebellides sp.	2			2	2	6	2	1	1	5	4	2	2
Tharyx killariensis	2			1	1		1	3					
Abra nitida	3	2		10	8	24	17	5	3	48	23	6	7
Astarte montagui	1						1						
Astarte sulcata	1												1
Axinulus croulinensis	1				1								

Bathyarca pectunculoides	1							1					
Cuspidaria obesa	2					1						1	
Cuspidaria sp.								1					
Dacrydium ockelmanni								1					
Delectopecten vitreus	3			1	6	1			2	2			2
Ennucula corticata	2							1		2	2		
Hiatella arctica	1											1	1
Macoma calcarea	4									2	3		
Mendicula ferruginosa	1											8	6
Mendicula sp.				12	2	215	136	128	95	97	77	62	49
Mytilus edulis	4	15	4	3		3		2	1	6	6	2	
Nucula nucleus				8	7								
Nucula tumidula	2	4				8	6	7	3	8	12	6	3
Parathyasira dunbari				2	4	4	4	2		2	2	2	1
Parathyasira equalis	3			12	27	65	78	18	13	65	58	24	16
Parvicardium pinnulatum	3			1									
Pseudamussium peslutrae	1			1	1	1				1		1	
Similipecten similis	1				1								
Thyasira sarsii	4		2		4	8	26			46	17		2
Yoldiella lucida	2	1		4	6	20	17	8	11	23	8	13	21
Yoldiella nana	3			9	7	11	31	10	30	20	7	11	15
Yoldiella philippiana	1			1									
Cylichna alba	1								4	7	2	1	1
Cylichna cylindracea	2					3	4			2			
Eulimidae							4						
Euspira montagui	2				2								
Philinoidea	2				2	1							
Retusa umbilicata	4	1		1	1						1		
Taranis moerchii									2				2
Volvulella acuminata							1						
Antalis sp.						1							
Pulsellum lofotense				1		2	3	3	3			4	11
Caudofoveata	2			9	4		3		1	1	2	6	1
Chaetoderma nitidulum	2			1		2	6	1	1		3	2	
Scutopus ventrolineatus	2			1			3		1				
Amphipoda	2						1						
Ampelisca sp.	1				1	28	4	2	4	34	16	12	17
Caprellidae				1			1			1			
Eriopisa elongata	2			9	7		6	1	6		4		
Haploops sp.						2	1					6	5
Harpinia sp.	3			9	10	7	13	7	3	12	5	6	6
Hyperidiidae					1	2	1		1		1		
Ischyroceridae												1	
Liljeborgia sp.									1				
Lysianassoidea	1	1				1				7	1	1	2
Oedicerotidae				1						2			
Paraphoxus oculatus	2			10	8	1	3	5	2	4			
Pardaliscidae				1	1	25	17	6	6	2	3	4	4
Photidae							1						
Cumacea	1								1				1
Campylaspis sp.							1						1
Diastylis lucifera	3						2			3			

Diastylis sp.	1				1	2							
Eudorella emarginata	3							1			1		
Leptostylis sp.	1										2		
Leucon sp.						1							
Decapoda-larve	3					1							
Hydrozoa								X					
Calocarides coronatus	2					1							
Caridea												1	
Munida sarsi									1				
Eurycope sp.											1		
Tanaidacea	1				2	15	6	3	2	2			
Apseudes spinosus	1						2						
Ostracoda	2									1			
Macrocypris minna	1				2					1			
Nymphon sp.										6			
Calanoida				15	33	17	21	13	1	18	23	7	5
Asteroidea	3					1				1			
Ctenodiscus crispatus	3							1					
Ophiuroidea	2							1					
Labidoplax buskii	2							1	1		1	2	4
Leptosynapta sp.	2			2	12	1	1						
Edwardsia sp.	2				4					4	1		
Nematoda				1	4	3	5			2	2	3	3
Nemertea	3			4	3			2	1		1	1	
Nemertea 2	3			3	1			2					1
Nephasoma (Nephasoma) minutum	2											5	2
Phascolion (Phascolion) strombus strombus	2					1				2			1
Foraminifera				300	1	50	230	50	30	200	200	300	50

Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved Leivsethamran er presentert fra overflaten til like over bunnen ved stasjon LEI-4 (Tabell V8.1).

Tabell V8.1 CTD data fra Leivsethamran

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
18	11,7	96,3	9,43	1,0	15:13:40
19	11,6	99,7	9,73	2,6	15:13:42
27	11,3	100,2	9,39	5,5	15:13:44
29	10,3	94,7	8,93	8,8	15:13:46
30	9,7	92,2	8,76	12,1	15:13:48
30	9,4	91,3	8,71	12,3	15:13:50
30	9,5	91,1	8,68	12,1	15:13:52
30	9,5	90,9	8,66	12,1	15:13:54
30	9,4	90,6	8,65	12,9	15:13:56
30	9,3	90,6	8,66	14,6	15:13:58
30	9,2	90,6	8,67	15,8	15:14:00
30	9,2	90,7	8,68	17,7	15:14:02
30	9,2	90,6	8,67	19,3	15:14:04
30	9,2	90,8	8,69	21,1	15:14:06
31	9,2	91,0	8,69	22,9	15:14:08
31	9,2	91,1	8,70	24,5	15:14:10
31	9,2	91,3	8,72	26,7	15:14:12
31	9,2	91,5	8,74	28,8	15:14:14
31	9,1	91,7	8,78	31,0	15:14:16
31	9,0	91,9	8,82	33,1	15:14:18
31	8,9	92,0	8,84	35,2	15:14:20
31	8,9	92,1	8,84	37,2	15:14:22
31	8,9	92,1	8,84	39,3	15:14:24
31	8,8	92,1	8,87	41,3	15:14:26
31	8,6	92,2	8,91	43,3	15:14:28
31	8,5	92,1	8,92	45,2	15:14:30
31	8,5	92,3	8,94	47,3	15:14:32
31	8,4	92,3	8,94	49,4	15:14:34
31	8,4	92,4	8,96	51,5	15:14:36
31	8,4	92,4	8,97	53,7	15:14:38
31	8,3	92,3	8,96	56,1	15:14:40
31	8,3	92,1	8,96	58,7	15:14:42
31	8,2	92,0	8,97	61,0	15:14:44
31	8,1	92,1	8,98	63,1	15:14:46
31	8,0	92,0	8,99	65,6	15:14:48
31	8,0	92,1	9,01	67,9	15:14:50
31	7,9	92,0	9,01	70,1	15:14:52
31	7,8	91,9	9,03	72,3	15:14:54
31	7,8	91,8	9,00	74,5	15:14:56
31	7,6	91,7	9,03	76,8	15:14:58

31	7,5	91,8	9,07	78,9	15:15:00
31	7,5	91,8	9,08	80,9	15:15:02
31	7,5	91,6	9,04	83,1	15:15:04
32	7,6	91,4	9,01	85,4	15:15:06
32	7,3	91,3	9,05	87,7	15:15:08
32	7,1	91,2	9,07	89,8	15:15:10
32	7,0	91,1	9,09	92,0	15:15:12
32	6,9	90,9	9,10	94,2	15:15:14
32	6,8	90,7	9,09	96,4	15:15:16
32	6,7	90,5	9,10	98,6	15:15:18
32	6,6	90,4	9,10	100,7	15:15:20
32	6,5	90,2	9,09	102,8	15:15:22
32	6,4	90,0	9,09	104,9	15:15:24
32	6,3	89,8	9,09	107,0	15:15:26
32	6,2	89,1	9,05	109,2	15:15:28
32	6,0	88,8	9,04	111,1	15:15:30
32	6,0	88,4	9,00	113,2	15:15:32
32	5,9	87,7	8,94	115,5	15:15:34
32	5,9	87,3	8,91	117,7	15:15:36
32	5,8	87,0	8,89	119,8	15:15:38
32	5,8	86,5	8,84	122,0	15:15:40
33	5,7	85,6	8,76	124,2	15:15:42
33	5,7	84,7	8,66	126,3	15:15:44
33	5,7	83,9	8,57	128,4	15:15:46
33	5,7	83,2	8,51	130,5	15:15:48
33	5,7	82,9	8,47	132,6	15:15:50
33	5,7	82,6	8,43	134,5	15:15:52
33	5,7	82,0	8,37	136,4	15:15:54
33	5,7	81,4	8,31	138,5	15:15:56
33	5,7	81,0	8,27	140,1	15:15:58
33	5,7	80,5	8,21	141,7	15:16:00
33	5,7	80,4	8,20	143,6	15:16:02
33	5,7	80,4	8,20	145,7	15:16:04
33	5,7	80,2	8,19	147,8	15:16:06
33	5,7	80,8	8,24	149,8	15:16:08
33	5,7	80,9	8,25	151,7	15:16:10
33	5,7	80,9	8,25	153,7	15:16:12
33	5,6	80,7	8,24	155,6	15:16:14
33	5,6	80,5	8,22	157,6	15:16:16
33	5,6	80,3	8,20	159,6	15:16:18
33	5,6	80,2	8,19	161,1	15:16:20
33	5,6	80,3	8,20	162,7	15:16:22
33	5,6	80,2	8,20	164,7	15:16:24
33	5,6	80,2	8,19	166,5	15:16:26
33	5,6	80,1	8,19	168,5	15:16:28
33	5,6	80,2	8,20	170,5	15:16:30
33	5,5	80,1	8,19	172,5	15:16:32
33	5,5	80,3	8,22	174,5	15:16:34

33	5,5	80,5	8,24	176,4	15:16:36
33	5,5	80,7	8,26	178,2	15:16:38
33	5,5	81,1	8,31	180,1	15:16:40
33	5,5	81,3	8,32	181,9	15:16:42
33	5,5	81,3	8,32	183,8	15:16:44
33	5,5	81,1	8,31	185,6	15:16:46
33	5,5	81,4	8,34	187,6	15:16:48
33	5,5	81,3	8,33	189,5	15:16:50
33	5,5	81,4	8,34	191,5	15:16:52
33	5,5	81,5	8,35	193,4	15:16:54
33	5,5	81,5	8,35	195,3	15:16:56
33	5,5	81,5	8,35	197,3	15:16:58
33	5,4	81,5	8,35	199,2	15:17:00
33	5,4	81,4	8,35	201,2	15:17:02
33	5,4	81,4	8,34	203,1	15:17:04
33	5,4	81,4	8,34	205,1	15:17:06
33	5,4	81,4	8,35	207,0	15:17:08
33	5,4	81,5	8,35	209,0	15:17:10
33	5,4	81,4	8,34	210,9	15:17:12
33	5,4	81,3	8,34	212,8	15:17:14
33	5,4	81,3	8,33	214,6	15:17:16
33	5,4	81,3	8,33	216,5	15:17:18
33	5,4	81,3	8,33	218,3	15:17:20
33	5,4	81,1	8,32	220,1	15:17:22
33	5,4	81,0	8,31	221,9	15:17:24
33	5,4	81,0	8,31	223,7	15:17:26
33	5,4	81,0	8,31	225,4	15:17:28
33	5,4	80,9	8,30	227,2	15:17:30
33	5,4	80,8	8,28	228,8	15:17:32
33	5,4	80,6	8,26	230,5	15:17:34
33	5,4	80,5	8,26	232,3	15:17:36
33	5,4	80,5	8,25	234,0	15:17:38
33	5,4	80,6	8,27	235,5	15:17:40
33	5,4	80,6	8,27	237,3	15:17:42
33	5,4	80,3	8,24	239,0	15:17:44
33	5,4	79,8	8,19	240,8	15:17:46
33	5,4	79,7	8,18	242,4	15:17:48
33	5,4	79,6	8,17	244,2	15:17:50
33	5,4	79,5	8,16	245,8	15:17:52
33	5,4	79,4	8,14	247,5	15:17:54
33	5,4	79,2	8,13	249,1	15:17:56
33	5,4	79,2	8,13	251,0	15:17:58
33	5,4	79,0	8,11	252,8	15:18:00
33	5,4	79,1	8,11	254,5	15:18:02
33	5,4	79,1	8,11	256,2	15:18:04
33	5,4	79,1	8,11	258,0	15:18:06
33	5,4	79,3	8,13	259,4	15:18:08
33	5,4	79,4	8,14	261,1	15:18:10

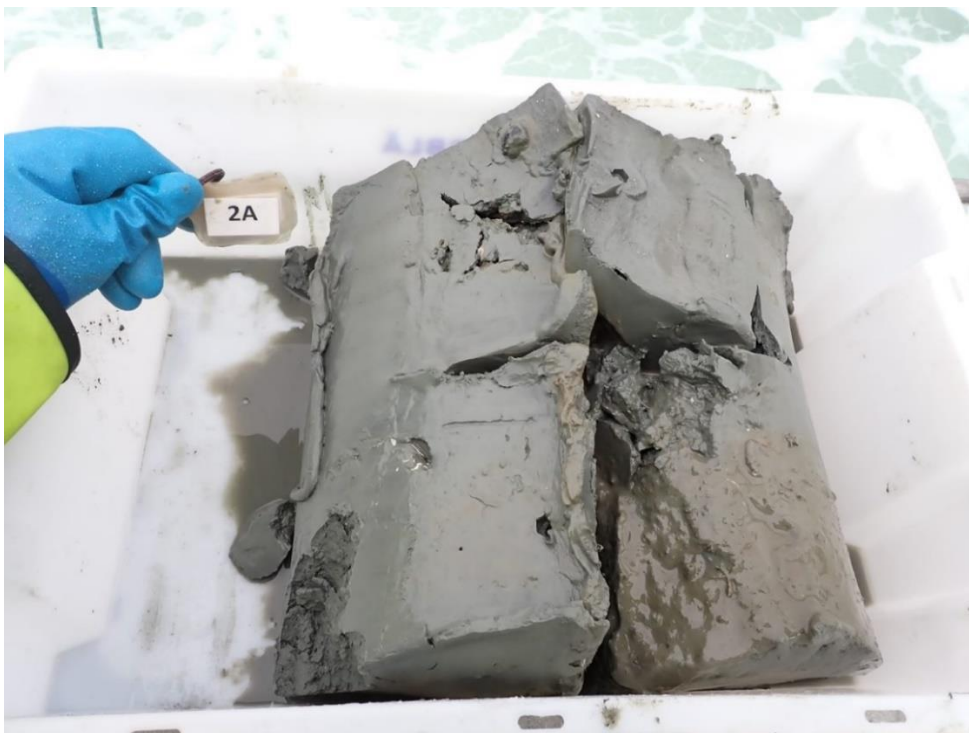
33	5,4	79,1	8,11	262,8	15:18:12
33	5,4	79,2	8,13	264,5	15:18:14
33	5,4	79,1	8,12	266,2	15:18:16
33	5,4	79,1	8,12	267,9	15:18:18
33	5,4	79,1	8,11	269,7	15:18:20
33	5,4	79,0	8,11	271,4	15:18:22
33	5,4	79,0	8,10	273,1	15:18:24
33	5,4	79,0	8,11	274,8	15:18:26
33	5,4	79,0	8,10	276,4	15:18:28
33	5,4	79,1	8,11	277,9	15:18:30
33	5,4	79,1	8,11	279,4	15:18:32
33	5,4	79,0	8,11	280,8	15:18:34
33	5,4	79,0	8,11	282,4	15:18:36
33	5,4	79,0	8,10	284,0	15:18:38
33	5,4	79,2	8,12	285,5	15:18:40
33	5,4	79,1	8,12	287,1	15:18:42
33	5,4	79,1	8,12	288,7	15:18:44
33	5,4	79,2	8,13	290,3	15:18:46
33	5,4	79,5	8,16	291,7	15:18:48
33	5,4	79,4	8,14	293,1	15:18:50
33	5,4	79,4	8,15	294,6	15:18:52
33	5,4	79,3	8,14	296,3	15:18:54
33	5,4	79,3	8,14	298,0	15:18:56
33	5,4	79,1	8,12	299,4	15:18:58
33	5,4	79,1	8,12	301,0	15:19:00
33	5,4	79,1	8,12	302,5	15:19:02
33	5,4	79,0	8,10	303,9	15:19:04
33	5,4	79,0	8,11	305,4	15:19:06
33	5,4	79,0	8,10	306,8	15:19:08
33	5,4	78,9	8,09	308,2	15:19:10
33	5,4	78,9	8,09	309,7	15:19:12
33	5,4	78,8	8,08	311,2	15:19:14
33	5,4	78,7	8,08	312,9	15:19:16
33	5,4	78,7	8,07	314,5	15:19:18
33	5,4	78,6	8,07	316,2	15:19:20
33	5,4	78,6	8,06	317,8	15:19:22
33	5,4	78,5	8,06	319,3	15:19:24
33	5,4	78,5	8,06	320,7	15:19:26
33	5,4	78,6	8,07	321,8	15:19:28
33	5,4	78,5	8,05	323,2	15:19:30
33	5,4	78,4	8,05	324,5	15:19:32
33	5,4	78,4	8,04	325,8	15:19:34
33	5,4	78,4	8,04	326,4	15:19:36
33	5,4	78,4	8,04	326,6	15:19:38

Vedlegg 9 - Bilder av sediment

Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V9.1 – V9.6).



Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.5 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

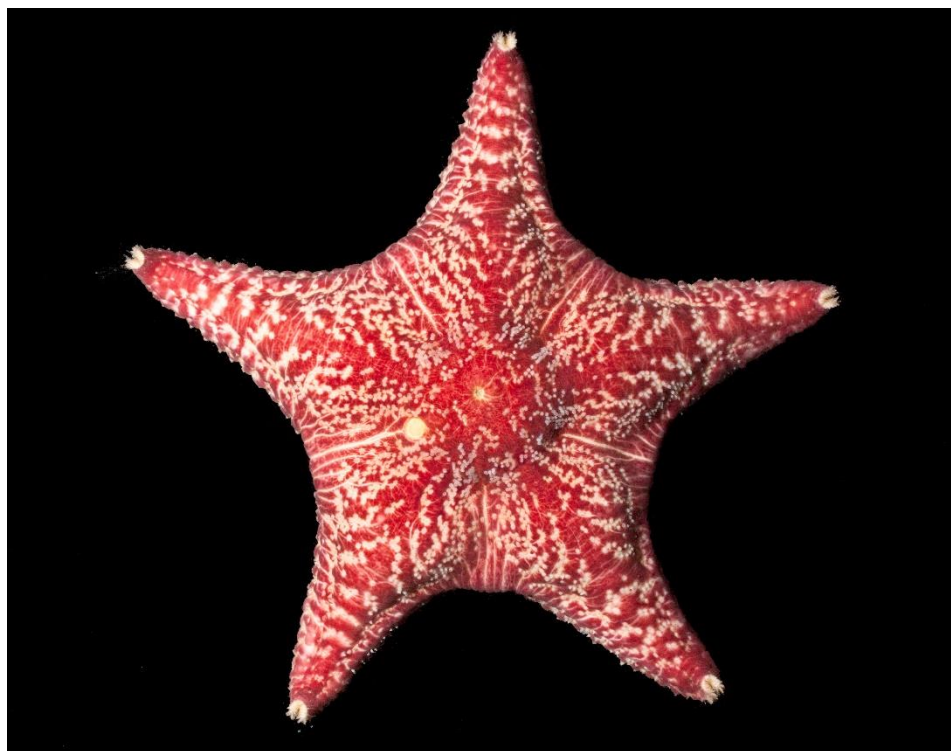


Figur V9.6 Sediment før vask. Lapp 6A indikerer referansestasjonen LEI-REF.

ASC-vurdering

for

Leivsethamran



Feltarbeid
Oppdragsgiver

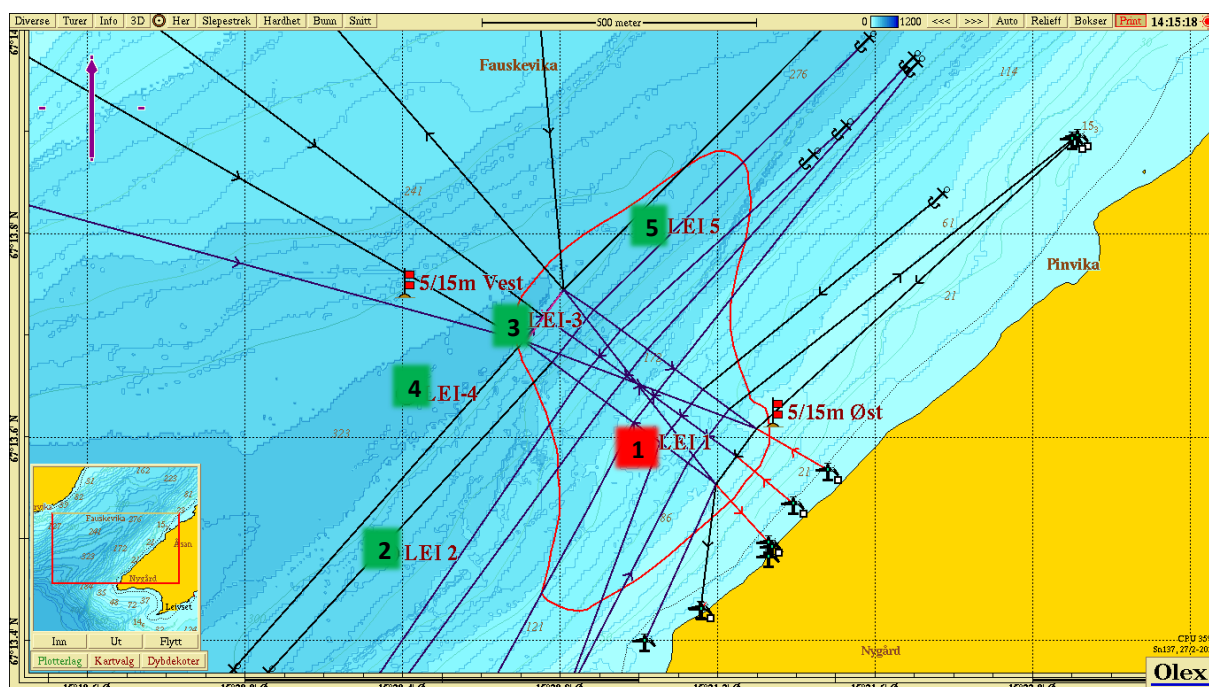
14.09.2022
Wenberg Fiskeoppdrett AS

V.10-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC-vurdering ved lokaliteten Leivsethamran i Fauske kommune, Nordland fylke (Figur V.10-1.1). Dette er gjort i forbindelse med sertifisering etter standarden til Aquaculture Stewardship Council (ASC). Formålet med denne vurderingen er å dokumentere miljøtilstanden og bunnforholdene med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2019). Til dette utfører Åkerblå AS akkrediterte tjenester i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014).

Samlet viser resultatene at fire av fem stasjoner fikk akseptabel tilstand (figur V.10-1.1). Innenfor AZE fikk LEI-5 akseptabel tilstand da det var flere ikke-forurensningsindikerende arter i høyt antall til stede. LEI-1 hadde derimot ingen slike arter, og heller ingen i likt eller høyere antall som ved referansestasjonen, og fikk dermed ikke akseptabel tilstand. Utenfor AZE hadde samtlige stasjoner et positivt redokspotensiale ($E_h > 0$), og et høy nok Shannon-Wiener indeks ($H' > 3$), og fikk akseptabelt tilstand.

Basert på at faunaresultatene var svært gode ved samtlige stasjoner, med unntak av LEI-1, antas det at spredningspotensialet på lokaliteten ikke er spesielt stort. Man kan derfor i neste undersøkelse vurdere å trekke AZE-sonen nærmere anlegget.



Figur V.10-1.1 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner med vurdering av tilstand: Grønn = Akseptabel tilstand og rød = ikke akseptabel tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = LEI-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

V.10-2 Innledning

ASC Salmon Standard (2019) angir blant annet krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale (E_h), kobbernivå (Cu) og rester av avlusningsmiddel (når dette brukes) i sedimentene ved oppdrettslokaliteter (tabell V.10-2.1). For alle lokaliteter blir det definert to områder: innenfor og utenfor tillatt sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* – AZE). Ved etablering av standarden tok den utgangspunkt i skotske forhold hvor en antar en utstrekning av AZE på omtrent 30 meter fra merdkanten. På grunn av store dyp, sterk strøm og svært heterogene bunnforhold blir ofte dette feil for norske oppdrettslokaliteter. Utstrekningen av AZE sonen kan være utfordrende å bestemme, men bør generelt settes lokalitetsspesifikt og så verifiseres gjennom miljøundersøkelser. En kan bestemme antatt stedsspesifikk AZE med Åkerblå sine avanserte partikkelspredningsmodeller som simulerer utslipp fra hele anlegget over et helt år/generasjon fisk (D3D-FLOW) og en vurdere å inkludere biologisk nedbryting (D-Water Quality). Alternativt kan en bruke enklere formler som antar en partikkelspredning basert på dybde, strømhastighet og synkehastighet (fôr- og fecespartikler). Avhengig av oppløsning må modeller ofte justeres litt for hvordan bunntopografien faktisk er i området og uansett modell må den verifiseres gjennom faktiske målinger i sedimentet.

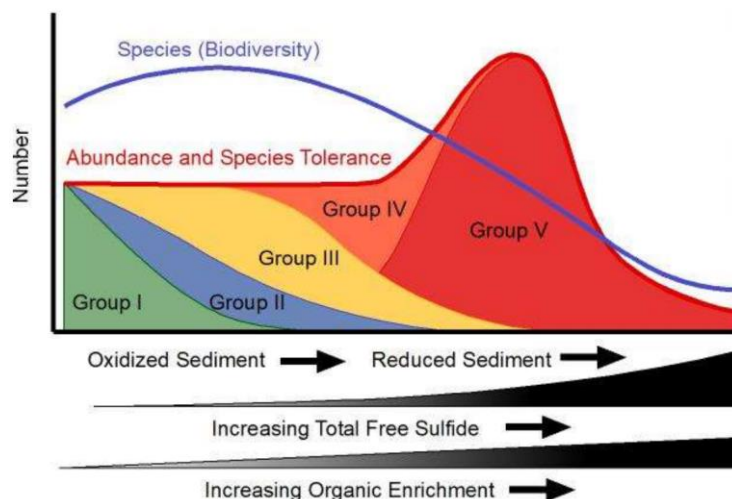
Innenfor AZE skal det være minst 2 ikke- forurensingsindikatorarter, som forekommer med 100 individer per m^2 eller høyere. Eller det kan være likt med referansestasjonen hvis forekomsten der er naturlig lavere enn 100 individer per m^2 . Arter vurderes som forurensingsindikerende etter Norsk Sensitivitetsindeks (NSI) gruppe 5, mens dyr i gruppe 1-4 regnes ikke som forurensingsindikatorarter. Noen arter er ikke tildelt NSI-gruppering og er derfor i utgangspunktet ikke med i vurderingen. Det gjøres likevel en skjønnsmessig vurdering basert på egne observasjoner og/eller kjent litteratur. Det tolkes i denne rapporten at kravet fra ASC Salmon Standard om «høy forekomst» av ≥ 2 arter skal sørge for at AZE, som kan være under en viss forurensningsgrad, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende.

Bløtbunnsfana analyseres fra sedimentprøver med en overflate på $0.1 m^2$ og siden det tas to slike grabbprøver er undersøkelsesarealet $0.2 m^2$ per stasjon. For å beregne antallet individer per kvadratmeter (m^2) ganges antallet individer per art med 5. Typisk hentes disse tallene fra C-undersøkelsen (hovedrapporten), men presenteres som ASC-relevante tall i Tabell V.10-4.1.

Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (u-AZE) blir faunaforholdene vurdert etter Shannon-Wiener indeksen som må ligge over 3.0 (tabell V.10-2.1). Shannon-Wiener indeksen beskriver hvor mange ulike arter det er i en prøve og hvor jevnt fordelt individene er mellom disse artene. Indeksen gir oss en indikasjon på hvor god biodiversitet det er, hvor en høy dominans av få arter vil gi lavere verdier. Shannon-Wiener tar ikke hensyn til hvilken rolle (verdi eller status) de ulike artene har. En lavere indeksverdi skiller for eksempel ikke på om det er en forurensingsindikator eller en følsom art som dominerer. Indeksen tar heller ikke hensyn til at visse arter naturlig kan befinne seg i området med høyere antall. Det er derfor ofte behov for

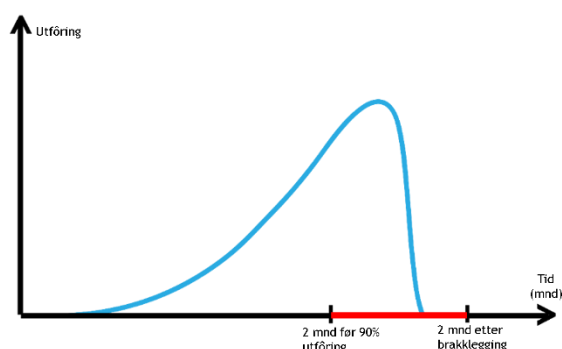
å sammenligne historiske data og gode, representative referanseverdier for en helhetlig vurdering av økologisk kvalitet, selv om ASC-vurderingene i utgangspunktet gjelder for en spesifikk generasjon fisk.

I tillegg til analyser av faunaforhold skal redoks-potensialet (E_h) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende i området utenfor den definerte AZE-sonen. E_h gir informasjon om de dominerende mikrobielle prosessene i sedimentet som er ansvarlig for mineralisering av organisk avfall, inkludert sulfatreduksjon (Figur V.10-2.1).



Figur V.10-2.1 Sammenhengen mellom faunaforhold og økende grad av organisk belastning/reduert sediment (ASC TWG 2022).

Er det brukt kobberbaserte nøter skal konsentrasjonen av kobber undersøkes i sediment fra stasjonene utenfor AZE, den opprinnelige referansestasjonen og to referansestasjoner i tillegg. Disse prøvene tas samtidig som de øvrige stasjonene. Bruk av kobber gjelder for nett behandlet med hvilken som helst kobber-beständig stoff i de siste 18 månedene, eller hvor behandlede nett ikke har blitt grundig rengjort på et landbasert anlegg siden forrige kobberbehandling.



Figur V.10-2.2 Fôrforbruk (blått) på en tenkt generasjon og tiden en skal gjennomføre C-undersøkelsen (rødt).

Prøver for miljøundersøkelsen skal ihht ASC-SS tas når produksjonssyklusen er på topp biomasse (peak biomass). Med bakgrunn i hensikten til NS9410 (2016) og ASC-SS tolker Åkerblå at begrepet «Peak biomass» for prøvetaking er å oppfatte som maks produksjonsbelastning definert i NS9410; 2 måneder før 90% utfôring til 2 måneder etter brakklegging (figur V.10-2.2). NS9410 (2016) henviser her til en maks belastning på miljøet basert på fôrforbruket. Om en skulle tatt prøver

når anlegget når 75% av MTB, så har nødvendigvis ikke produksjonen belastet miljøet mer enn

25-30% mtp utfôring. Miljøbelastningen påvirkes ikke av mengden fisk i seg selv, men hvor mye organiske partikler som potensielt slippes ut over tid.

En har anledning til å ta prøver før topp biomasse for å ha resultater (estimer) klare til revisjonen, men det må da likevel tas prøver på slutten av produksjonssyklusen for å vise revisoren faktiske verdier. Siden dette kan medføre mye merarbeid og økte kostnader så tar Åkerblå i hovedsak prøver når produksjonen på anlegget er på topp.

I tilfeller der det er mye hardbunn i og ved anlegget så må det gjøres en vurdering om bunnforholdene fortsatt er egnet til miljøanalyser med bløtbunnsmetodikk. Påvises det hardbunn i mesteparten av området, spesielt innenfor AZE, er det ikke hensiktsmessig å undersøke fauna- og geokjemiske forhold i sedimentene. I audit-manualen til ASC Salmon Standard (ASC SSAM 2019) er det under kriterium 2.1.1 b. beskrevet «*If benthos throughout the full AZE is hard bottom, provide evidence to the CAB and request an exemption from 2.1.1c-f, 2.1.2 and 2.1.3.*» og tilsvarende unntak er beskrevet for ulike analyser i sedimentene innenfor og utenfor AZE i kriterium 2.1.2, 4.7.3 og 5.2.10.

Tabell V.10-2.1 Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial (E_h), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2019) fritt oversatt. Ved bruk av avlusningsmidler er det også krav om overvåking av konsentrasjoner i sedimentene, uten at spesifikke krav foreløpig er satt utover dette (Kriterium 5.2.10).

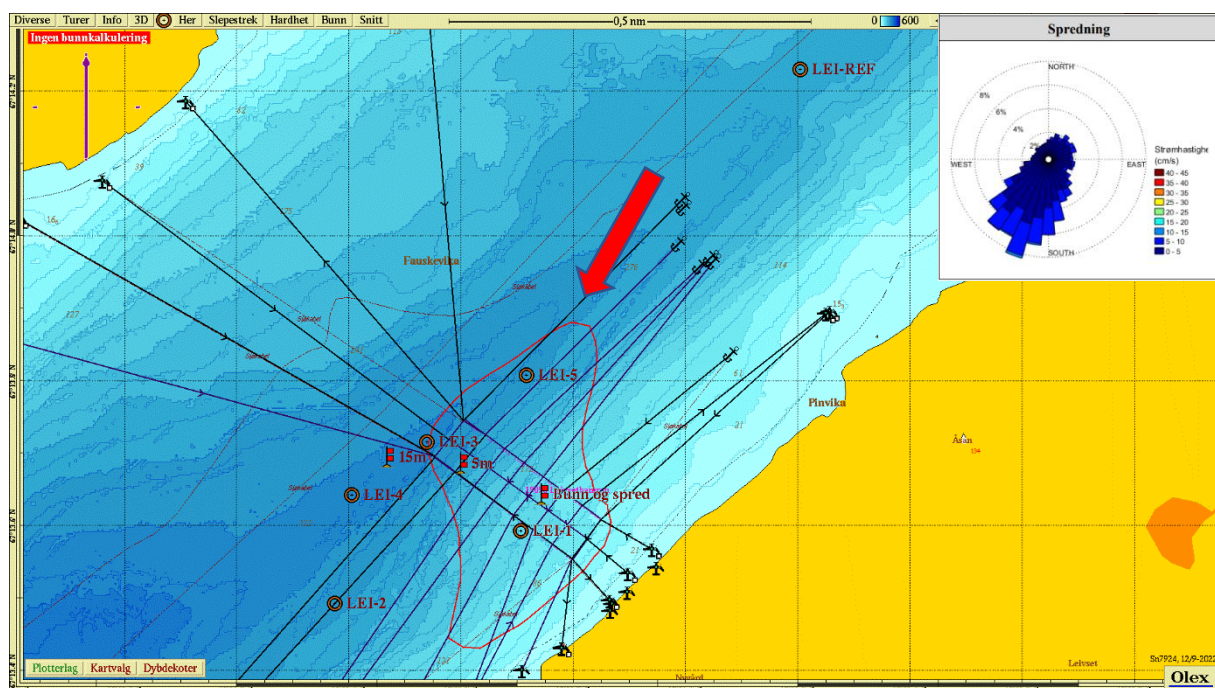
Indikator	Krav
E _h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	E _h > 0 millivolt (mV) eller sulfid ≤ 1,500 mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi ≤ 3.3, eller Shannon-Wiener Indeks verdi > 3, eller bentisk kvalitetsindeks (BQI) ≥ 15, eller infauna tropisk indeks (ITI) > 25
Antallet makrofauna taxa i sedimentet innenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	≥ 2 taxa med høyt antall som ikke er forurensingsindikatorarter. *
Bruk av not med kobberinnhold eller behandling	< 34 mg Cu/kg sediment eller bevis for at det ligger innenfor referanseverdier gjeldende for dette området
Legemidler -konsentrasjon i sediment utenfor AZE	Ved bruk: Undersøkes årlig

*Høyt antall: Mer enn 100 organismer per kvadratmeter (eller like mange som referansestasjonen(-e) om naturlig nivå er lavere enn dette).

V.10-3 Metode

Metode for og gjennomføring av prøvetaking for ASC-vurderingen er tilsvarende som for C-undersøkelsen utført ved samme lokalitet (Åkerblå, 2023). Stasjonsvalg for innsamling av prøvemateriale er beskrevet med utgangspunkt i ASC Salmon Standard (2019), samt i ASC Audit Manual (2019). Stasjonsvalget er gjort på grunnlag av hovedstrømsretning og avstand til Allowable Zone of Effect (AZE). Grensen for AZE er modellert av Åkerblå (Åkerblå AS, 2021). AZE-sonen strekker seg lengst mot nordøst i den dypeste delen av fjorden og mot sørvest langs land.

For å overvåke og vurdere AZE-sonen er samtlige stasjoner, bortsett fra LEI-3 og LEI-5, plassert i hovedstrømsretning, hvor det forventes å være størst akkumuleringspotensiale. Stasjonene LEI-1 og LEI-5 er innenfor AZE-sonen, hvor LEI-1 er en nærstasjon og ligger nær anleggsrammen. LEI-1 er plassert hvor det er forventet å være størst belastningsgrad på bakgrunn av modellert utslipp, tidligere strømmålinger, bunntopografi og siste B-undersøkelse (Åkerblå AS 2022). Stasjon LEI-5 er plassert i returstrømmens retning i dypområdene nordvest for anlegget, 180 meter fra anleggsrammen. Stasjon LEI-2 ble plassert 460 meter fra anleggsrammen, noe nord for hovedstrømsretning og 290 meter utenfor grensen for AZE. LEI-3 er plassert i dypområdet nordvest for anlegget, 5 meter utenfor den estimerte grensen for AZE. LEI-4 er plassert sørvest for anlegget, noe nord for hovedstrømsretning og 220 meter utenfor AZE-sonen. Referansestasjonen (LEI-REF) ble plassert 1240 meter nordøst for anlegget, i et område med bunnforhold tilsvarende bunnen innenfor AZE-sonen (figur V.10-3.1 og tabell V.10-3.1).



Figur V.10-3.1 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell V.10-3.1 Stasjonsbeskrivelser etter ASC Salmon Standard (2019).

Stasjon	Koordinater	Avstand til anlegg (m)	Dyp (m)	Plassering
LEI-1	67°13.594'N / 15°21.008'Ø	20	135	i-AZE
LEI-2	67°13.485'N / 15°20.363'Ø	460	287	u-AZE
LEI-3	67°13.714'N / 15°20.677'Ø	50	321	u-AZE
LEI-4	67°13.642'N / 15°20.410'Ø	230	326	u-AZE
LEI-5	67°13.806'N / 15°21.032'Ø	180	279	i-AZE
LEI-REF	67°14.228'N / 15°22.009'Ø	1240	252	ref

V.10-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Leivsethamran som C-undersøkelse (Åkerblå, 2023; tabell V.10-4.1). I tillegg til disse ble det tatt en referansestasjon spesifikt for ASC-vurderingen (tabell V.10-3.1). Data for referansestasjonen er oppgitt, men ikke klassifisert i tabellen under.

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier «Akseptabel» tilstand for fire stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standard. En stasjon (LEI-1) viste «Ikke akseptabel» tilstand (Tabell V.10-4.1).

Tabell V.10-4.1 Resultat for redokspotensial (Eh) målt i millivolt (mV), Shannon-Wiener faunaindeks (H') for fauna utenfor AZE (u-AZE), antall makrofauna taxa over 100 individer per m² (i-AZE), Antall ikke-forurensningsindikatorer som er likt eller flere i forhold til referansestasjonen (Ref.*) og mengde kobber (Cu) på lokaliteten. Tilstandsklasse etter krav i ASC-standard; A = Akseptabel, IA = Ikke Akseptabel, i.a = ikke analysert (STF 97:03, veileder 02:2018, ASC Salmon Standard 2019).

Stasjon	E _h		Fauna u-AZE		Fauna i-AZE	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK
LEI-1			2,974		0	IA
LEI-2	220	A	4,905	A		
LEI-3	271	A	4,676	A		
LEI-4	162	A	4,501	A		
LEI-5			4,696		16	A
LEI-REF	343		4,712			

V.10-5 Diskusjon

Samlet viser resultatene at fire av fem stasjoner fikk akseptabel tilstand som følge av oppfylte kriterier fastsatt i ASC Salmon Standard (2019), mens en stasjon fikk ikke-akseptabel tilstand.

Innenfor AZE ble det tatt to stasjoner (LEI-1 og LEI-5). LEI-5 hadde flere ikke forurensningsindikerende arter i høyt individantall, og fikk følgelig akseptabel tilstand. LEI-1 hadde derimot ingen slik arter i høyt antall, og heller ikke i likt eller høyere antall som ved referansestasjonen. LEI-1 fikk derfor ikke akseptabel tilstand. Basert på at MYR-5 hadde relativt gode forhold og fikk akseptabel tilstand, viser det at LEI-1 ikke nødvendigvis representerer gjennomsnittet av AZE-sonen. Utenfor AZE (LEI-2, LEI-3 og LEI-4) hadde samtlige stasjoner et positivt redokspotensiale ($E_h > 0$) og en høy nok Shannon-Wiener indeks ($H' > 3$). Stasjonene fikk dermed akseptabel tilstand.

Grunnet utfordrende prøveforhold i form av hardbunn måtte LEI-2 flyttes fra sin opprinnelige posisjon i felt. Det antas likevel at stasjonen fortsatt er representativ til formålet. Videre ble samtlige grabber godkjent for en tilstrekkelig mengde sediment og en uforstyrret overflate. Til tross for dette ble det likevel observert noen ulikheter i arts- og/eller individantall mellom grabbhugg ved flere stasjoner. Dette antas imidlertid ikke å ha påvirket resultatene i nevneverdig grad, og Åkerblå vurderer prøvene som gode nok til å overvåke den økologiske tilstanden ved lokaliteten. For mer informasjon om prøvekvalitet, se diskusjonen i C-undersøkelsen.

Basert på at faunaresultatene var svært gode ved samtlige stasjoner, med unntak av LEI-1, antas det at spredningspotensialet på lokaliteten ikke er spesielt stort. Man kan derfor i neste undersøkelse vurdere å trekke AZE-sonen nærmere anlegget.

V.10-6 Litteraturliste

ASC Salmon Standard (2019). ASC Salmon Standard version 1.3. Aquaculture Stewardship Council, hentet 01.08.2019 fra https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2019/07/ASC-Salmon-Standard_v1.3_final.pdf

ASC Salmon Standard Audit Manual (2019). https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2019/11/ASC-Salmon-Audit-Manual_v1.3.pdf

ASC TWG (2022). *Whitepaper on Standards for Aquaculture Impacts on Benthic Habitat, Biodiversity and Ecosystem Function, Prepared for the Aquaculture Stewardship Council (ASC) by the ASC Benthic Technical Working Group*. Hentet 28.03.2022 fra <https://www.asc-aqua.org/wp-content/uploads/2022/02/Whitepaper-on-Standards-for-Aquaculture-Impacts-on-Benthic-Habitat-Biodiversity-and-Ecosystem-Function.pdf>, 50s.

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

Åkerblå AS (2023). C-undersøkelse for Leivsethamran. Rapportnr:110201152-3001-01-001. 77 s.

Åkerblå AS (2021). *Modellering av AZE-sone (Allowable Zone of Effect)*. Rapportnr: SM-T-01121-

V.10-7 Artsliste

Se Vedlegg 7 i C-undersøkelsen.

V.10-8 Analysebevis

Se Vedlegg 3 i C-undersøkelsen.