

C-undersøkelse

NS9410:2016
for
Orholmen (39937)




Oppfølgingsundersøkelse

Feltdato: 04.05.2021

Produksjonsområde 5: Stadt til Hustadvika

Møre og Romsdal/Aukra

Generell informasjon		
Rapportnummer	Rapportdato	Feltdato
102375-01-001	26.08.2021	04.05.2021
Ny lokalitet	Endring (MTB/areal)	Oppfølgingsundersøkelse
		X
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur revisjon
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitetsnavn	Orholmen	
Lokalitetsnummer	39937	
Anleggssenter (koordinater)	62°46.582' N, 06°46.831' E	
MTB	3120 tonn	
Fisketype (art)	Laks, Regnbueørret, Ørret	
Kommune, fylke	Aukra, Møre og Romsdal	
Produksjonsområde	5 Stadt til Hustadvika	
Produksjon frem til undersøkelsestidspunkt		
Biomasse ved undersøkelse	1930	
Produsert mengde (utgående biomasse)	1870	
Utfôret mengde	2249	
Sist brakklagt (dato)	(Fra) NA	(Til) NA
Informasjon fra Vann-Nett		
Vannforekomst-ID	Økoregion	Vanntype
CH2512112	Norskehavet sør	Moderat eksponert kyst
Oppdragsgiver		
Selskap	Måsøval Fiskeoppdrett AS	
Kontaktperson	Hennv Førde	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Nickolas James Hawkes/Marthe Sandbu	
Forfatter (-e)	Dagfinn Breivik Skomsø, Marthe Sandbu	
Godkjent av	Jovita Prakapaviciute 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Eurofins Environment Testing Norway AS	
Vilkår og betingelser	<i>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.</i>	

Forord

Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Orholmen i Aukra kommune, Møre og Romsdal. Undersøkelsen er utført etter krav i gjeldende utslippstillatelse og er den første C-undersøkelsen utført ved produksjon på lokaliteten. Det er også et ønske om ASC-sertifisering av denne generasjonen fisk, og nødvendige tilleggsprøver er tatt for å dekke kravene til denne vurderingen.

C-undersøkelsen er utført under maksimal belastning på lokaliteten. Med en MTB på 3120 t er det plassert fire stasjoner i overgangssonen, og utstrekningen av overgangssonen er justert etter batymetrisk- og hydrografisk data. Det er også tatt tilleggsprøver fra en stasjon 1465 meter øst for lokaliteten i et nærliggende fiskerifelt. Resultatene fra denne undersøkelsen er rapportert inn til vannmiljødatabasen av Åkerblå AS.

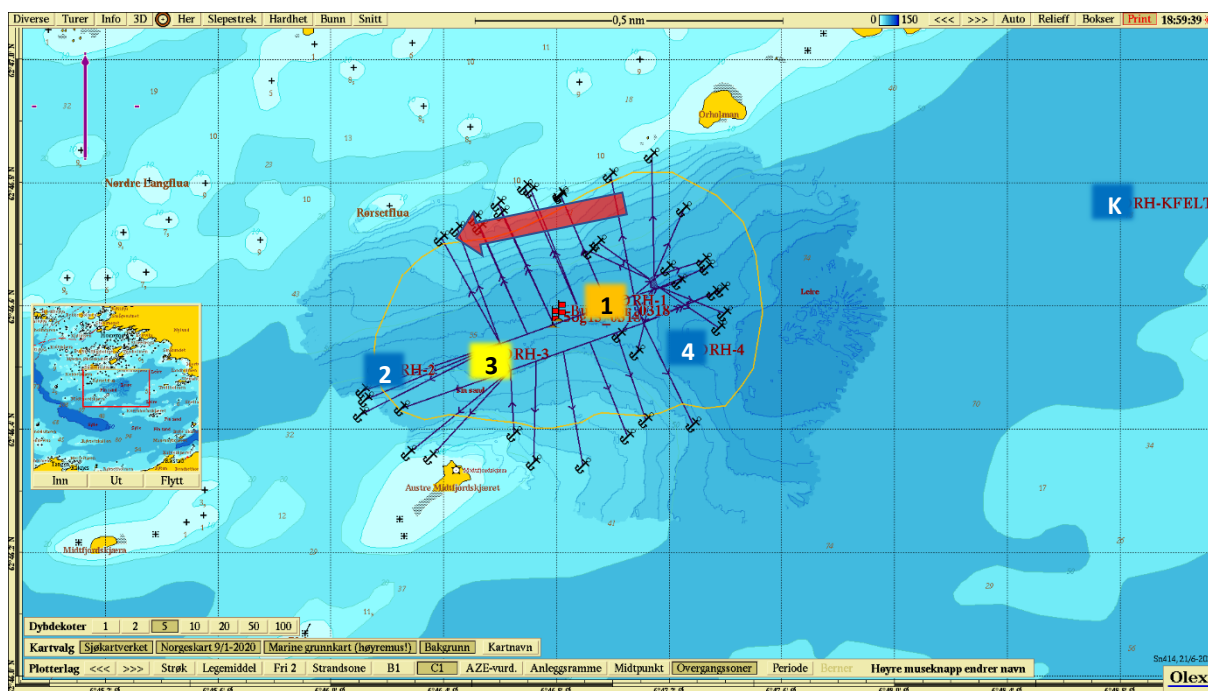
Trondheim, 26.08.2021

Sammendrag

Samlet vurdering for resipienten til Orholmen er at den har god tilstand for faunaforholdene etter første produksjonsrunde. Innenfor overgangssonen ble stasjonene vurdert til svært god tilstand (ORH-2 og ORH-4) foruten én (ORH-3) som hadde moderate forhold, men som var relativt nær «god» tilstandsklassifisering. Dette understøttes av sensoriske målinger og geokjemiske analyser som viste få til ingen tegn på organisk belastning i resipienten til Orholmen.

Bortsett fra at det nærmest anlegget (ORH-1 og ORH-3) er påvist tegn til organisk påvirkning, så viser overvåkingen øst for anlegget (ORH-4) og i krepsefeltet (ORH-KFELT) ingen tydelige endringer fra før driften startet opp i området.

På bakgrunn av at samlet tilstandsvurdering for Orholmen er «god» så skal neste C-undersøkelse gjennomføres hver tredje generasjon fisk, på maks produksjonsbelastning som beskrevet i NS9410 (2016).



Figur 1. Plassing 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 = ORH-1 osv) og K = krepsefelt. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Hovedresultat

		Anleggssone	Ytterst	Overgangssone		Kreps	Referanse
		ORH-1	ORH-2	ORH-3	ORH-4	ORH-KFELT	ORH-REF
Avstand til anlegg (m)		30	400	45	200	1460	840
Dyp (m)		60	58	56	65	67	64
GPS koordinater		62°46.607'N 06°46.980'Ø	62°46.495'N 06°46.157'Ø	62°46.520'N 06°46.562'Ø	62°46.528'N 06°47.256'Ø	62°46.766'N 06°48.761'Ø	62°46.726'N 06°47.985'Ø
Bunnfauna (Veileder 02:2018)	Ant. arter	23	133	68	81	57	48
	Ant. ind.	1518	1431	1288	927	283	266
	H'	0,611	5,321	2,702	4,907	4,579	4,156
	nEQR verdi	0,232	0,864	0,550	0,836	0,852	0,821
	Gj.snitt nEQR overgangssone			0,693 - God			
Oksygen i bunnvann (mg O ₂ /l)				8,14			
Organisk stoff nTOC (mg/g)		17,3	19,1	17,5	19,4	34,9	26,1
Cu (mg/kg TS)		0	5,6	0	7,39	15,1	11,6
Tilstand for C1		Dårlig					
Tidspunkt for neste undersøkelse:					Hver tredje prod.syklus		

Innhold

Forord	2
Sammendrag	3
Innhold	5
1 Innledning	7
2 Område og prøvestasjoner	10
2.1 Plassering av prøvestasjoner	11
2.2 Kart	12
2.3 Strømmålinger	15
2.4 Tidligere undersøkelser	16
2.5 Drift og produksjon	17
3 Resultater	18
3.1 Bløtbunnsfauna	18
3.1.1 Anleggssone (ORH-1)	19
3.1.2 Ytterkant av overgangssone (ORH-2)	20
3.1.3 Overgangssonen	21
3.1.4 Krepsefelt	23
3.1.5 Referansestasjon (ORH-REF)	24
3.1.5 Samlet tilstandsvurdering	25
3.2 Hydrografi	26
3.3 Sediment	27
3.3.1 Sensoriske vurderinger	27
3.3.2 Kornfordeling	27
3.3.3 Kjemiske parametere	27
3.4 Tidligere undersøkelser	29
3.4.1 Bunnfauna	29
3.4.2 Sediment	29
3.4.3 Kjemiske parametere	30
4 Diskusjon	31
5 Referanser	33
6 vedlegg	35
Vedlegg 1 – Feltlogg (B-parametere)	35
Vedlegg 2 - Prøvetaking og analyser	38
Vedlegg 3 – Analysebevis	41
Vedlegg 4 – Indeksbeskrivelser	58
Vedlegg 5 – Beregning av økologisk tilstand i overgangssonen (nEQR)	60
Vedlegg 6 - Referansetilstander	61

Vedlegg 7 - Artsliste.....	65
Vedlegg 8 – CTD-data	71
Vedlegg 9 - Bilder av sediment	73
Vedlegg 10 – ASC-vurdering	75
V.10-1 Sammendrag	76
V.10-2 Innledning	77
V.10-3 Metode.....	79
V.10-4 Resultater	81
V.10-5 Diskusjon	82
V.10-6 Litteraturliste.....	83

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 bløtbunnsfauna. 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 strømmretning 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 39937 Orholmen ligger plassert sørvest for øya Gossen i Aukra kommune, Møre og Romsdal (figur 2.2.1). Anlegget ligger nærmere bestemt over en renneformasjon, og sjøbunnen skrår sterkt mot grunnere dybder nord og sør for anlegget (figur 2.2.1 og 2.2.2). Mot vest øker dybdene svakt, mens dybdene øker noe sterkere mot øst hvor dybden er cirka 75 meter på det dypeste. Dybdene under selve anleggsrammen varierer fra 50-60 meter. Strømmålinger utført mellom mars til april i 2018 viste enn relativt sterk vannføring som hovedsakelig gikk mot vest-sørvest ved spredningsdypet i måleperioden (40 m; Åkerblå, 2018a). Det forelå fem merder med 135 omkrets på lokaliteten. Det har blitt brukt kobberimpregnering og nøtene har blitt vasket under produksjonen (pers. komm. Hansen, H. O.).

Undersøkelsen er utført i henhold til kravene spesifisert i utslippstillatelsen (Fylkesmannen i Møre og Romsdal, 2019). *‘Bedriften skal sørge for at trendbaserte C-undersøkelser i henhold til norsk standard NS9410:2016 gjennomføres.’* Det er også plassert én stasjon i et lokalt fiskerifelt øst for lokaliteten.

2.1 Plassering av prøvestasjoner

Det ble utført en forundersøkelse i 2018 (Åkerblå 2018b), hvor det ble tatt totalt fire stasjoner og én referansestasjon (tabell 2.1.1). Forundersøkelsen var basert på en annen anleggskonfigurasjon enn den gjeldende, og dermed er noen av stasjonsplasseringene endret for å være representative for den gjeldende konfigurasjonen. Gjeldende MTB er 3120 t og antall stasjoner var uendret fra forrige C-undersøkelse. Veiledende avstand for den maksimale utstrekningen av overgangssonen er 400 meter (NS9410: 2016).

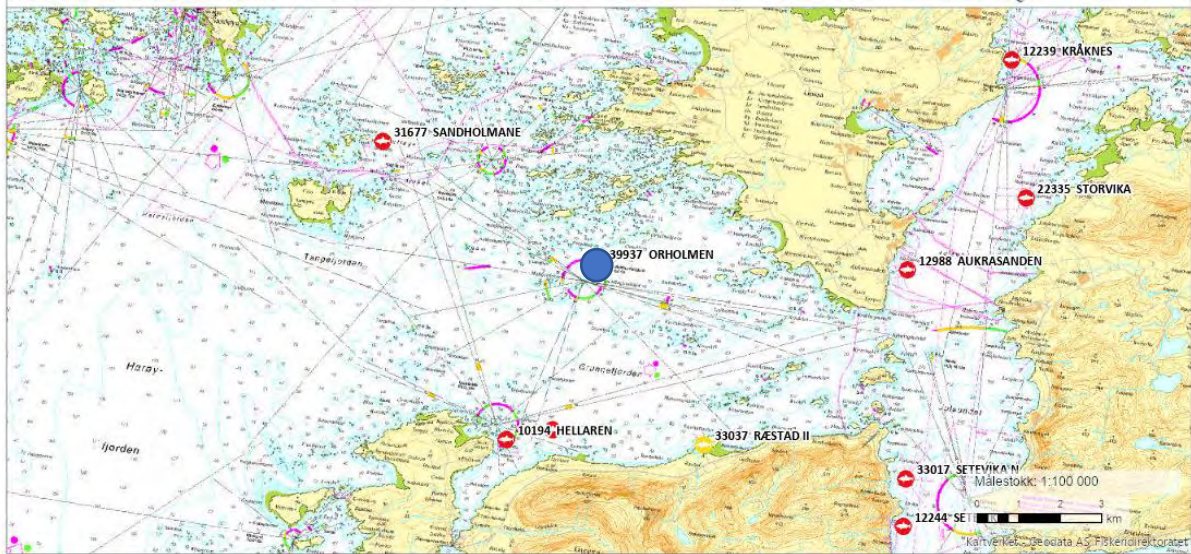
Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og som overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (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
ORH-1	62°46.607'N/06°46.980'Ø	30	60	FAU, KJE, GEO, PE	C1
ORH-2	62°46.495'N/06°46.157'Ø	400	58	FAU, KJE, GEO, PE	C2
ORH-3	62°46.520'N/06°46.562'Ø	45	56	FAU, KJE, GEO, PE	C3
ORH-4	62°46.528'N/06°47.256'Ø	200	65	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C4
ORH-KFELT*	62°46.766'N/06°48.761'Ø	1460	67	FAU, KJE, GEO, PE	*

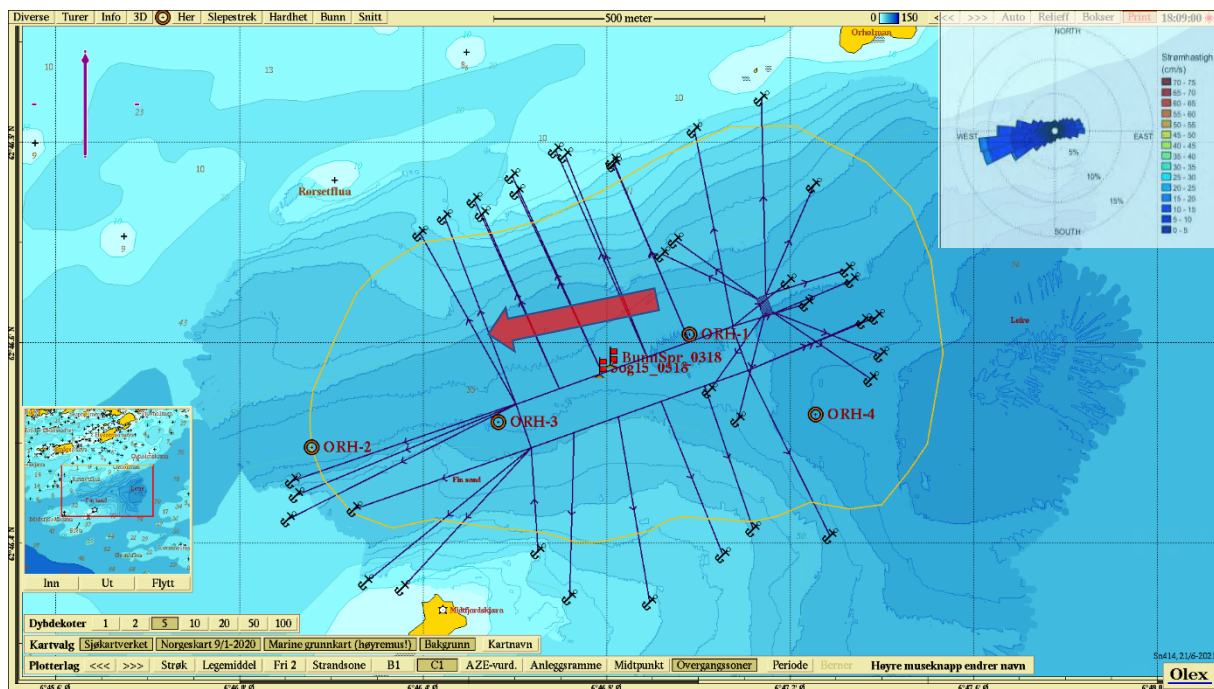
*Ekstra stasjon plassert i et nærliggende fiskerifelt.

Nærstasjonen ORH-1 ble plassert 30 meter nord for området (stasjon 2) som viste overbelastning i den siste B-undersøkelsen (Åkerblå 2021). ORH-2 og ORH-3 ble plassert etter hovedstrømsretningen og batymetri, henholdsvis 400- og 45 meter vest for nærmeste merd. ORH-4 ble tatt ved samme posisjon som i forrige C-undersøkelse, omtrent 170 meter sørøst for nærmeste merd, i et noe dypere område og der hvor sjøbunnen begynner å flate noe ut. Gitt strømbilde på lokaliteten, med forholdvis mye vannføring mot øst ved øvrige målepunkt, samt noe vannføring mot øst ved spredning og bunn, er dette også antatt som å være et område hvor organiske biprodukter potensielt kan akkumulere. Stasjonen plassert i det nærliggende fiskerifeltet for kreps (ORH-KFELT) ble tatt ved samme posisjon som forrige C-undersøkelse (Åkerblå, 2018b).

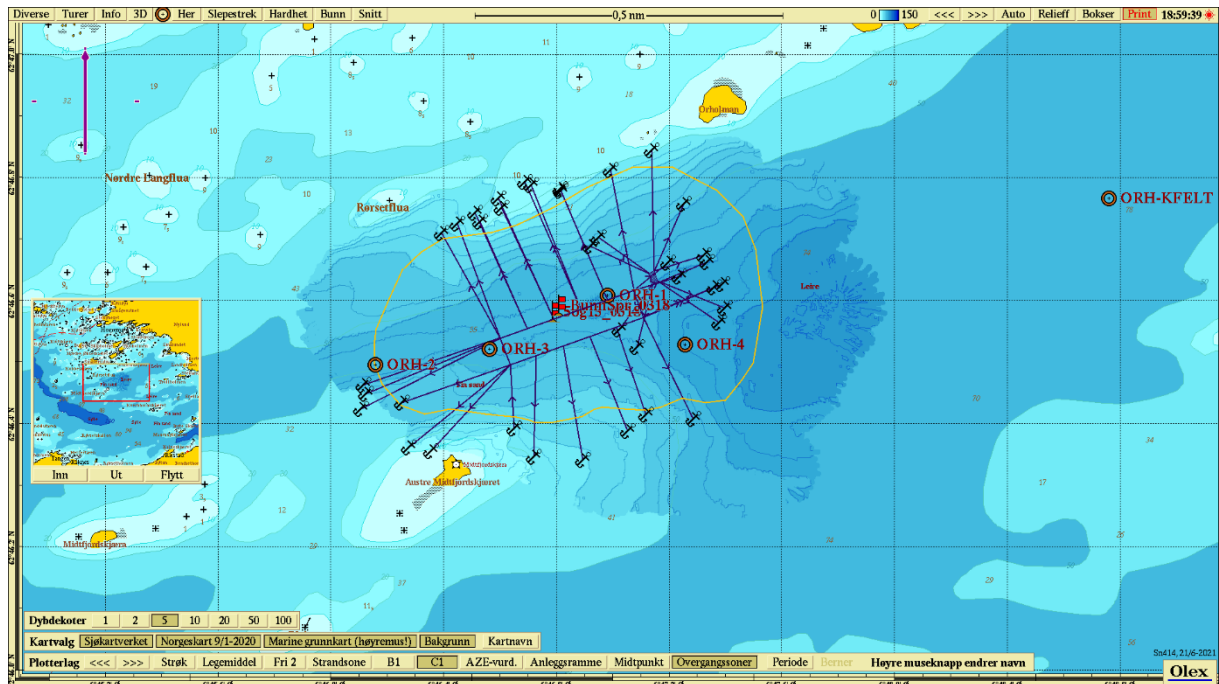
2.2 Kart



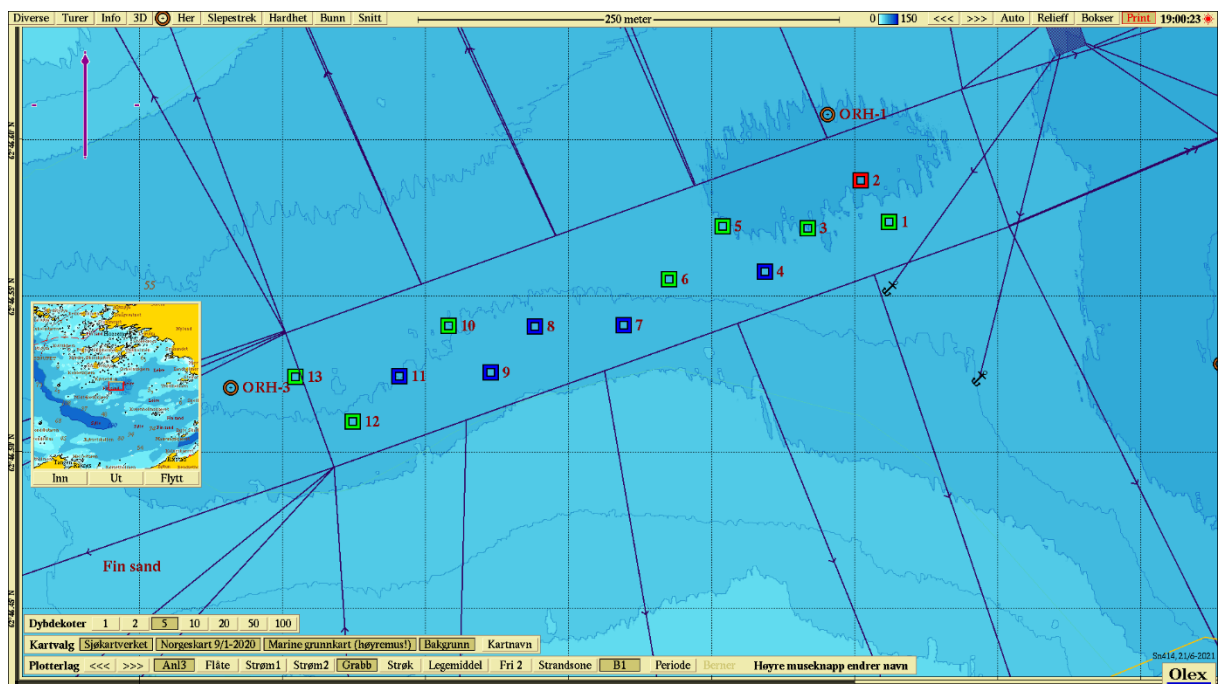
Figur 2.2.1. Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2021).



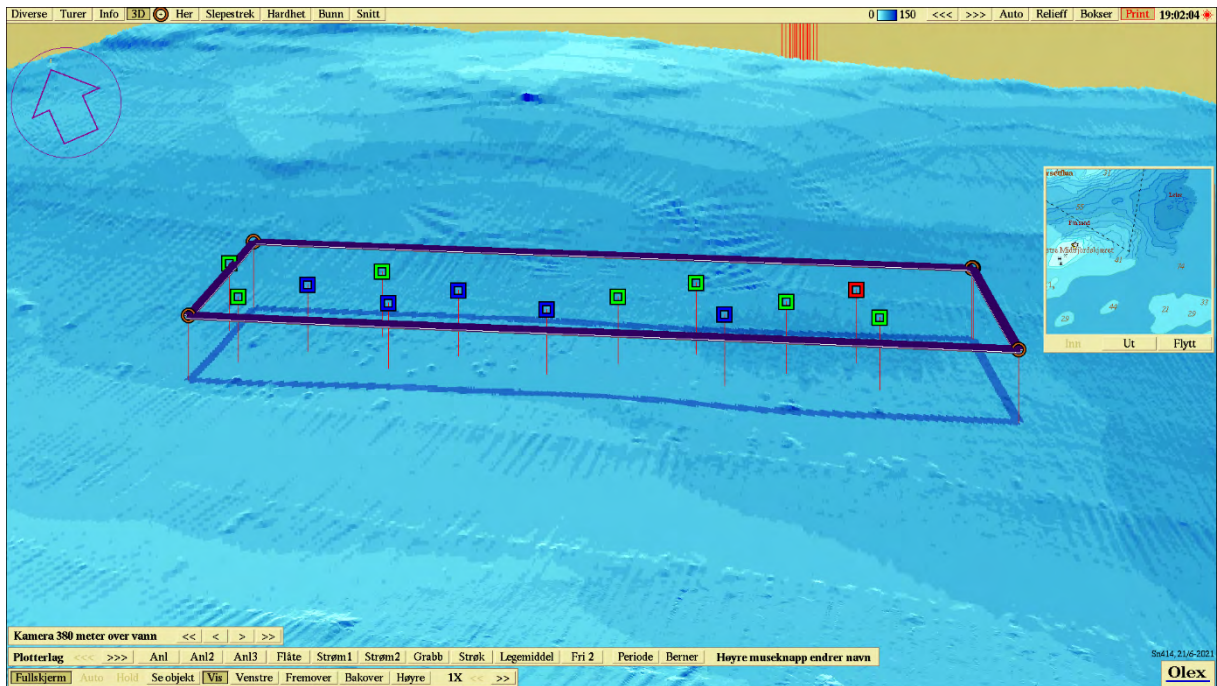
Figur 2.2.2. Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, relativ vannflukt i %, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Innfelt strømrose viser spredningsstrømmen som er målt ved 40 meter. Rød pil angir hovedretning for spredningsstrømmen (relativ fluks; Åkerblå 2018a). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



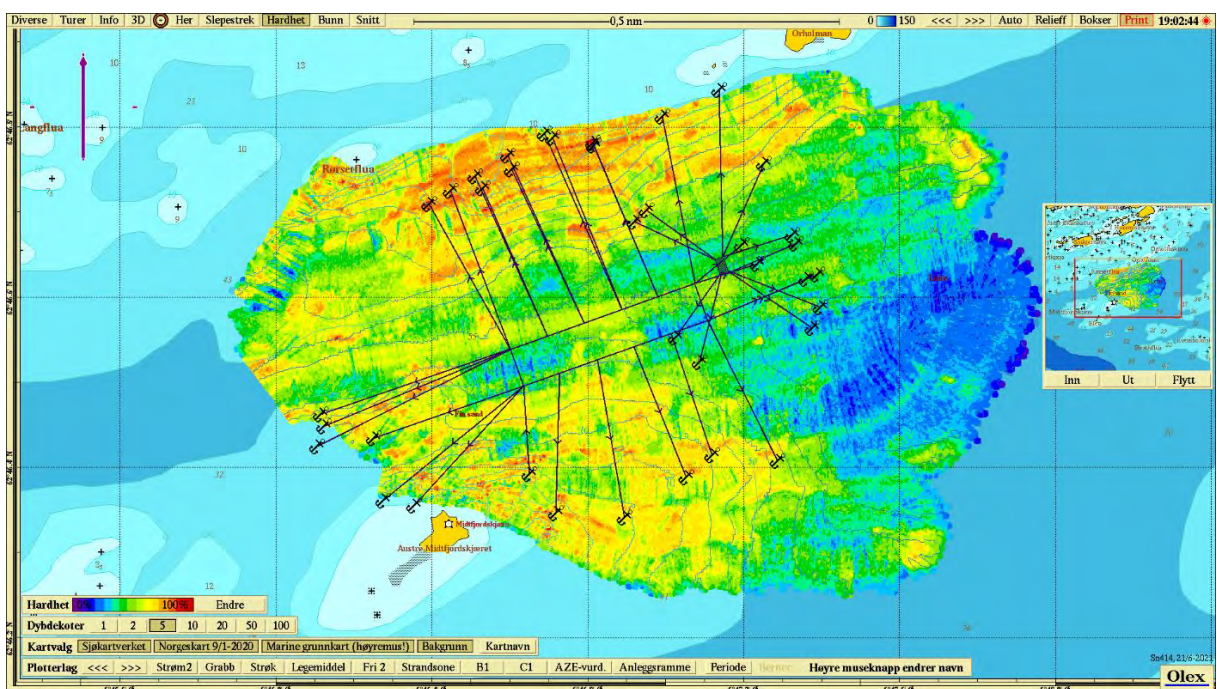
Figur 2.2.3. Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, relativ vannfluks i %, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Prøvestasjonen tatt ved fiskerifeltet i øst er også angitt i kartet (kartdatum WGS84).



Figur 2.2.4. Anleggsplassing og fortøyningslinjer, B-undersøkelsesstasjoner (firkanter iht. NS9410:2016) og C-stasjonens innerste prøvestasjon (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.2.5. 3D-visning (nord-nordøstlig orientering) av anlegget og prøvestasjoner med tilstandsklassifisering: blå firkant; Tilstand 1, grønn firkant; Tilstand 2, gul firkant; Tilstand 3, rød firkant; Tilstand 4. Kartdatum WGS84.



Figur 2.2.6. 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.

2.3 Strømmålinger

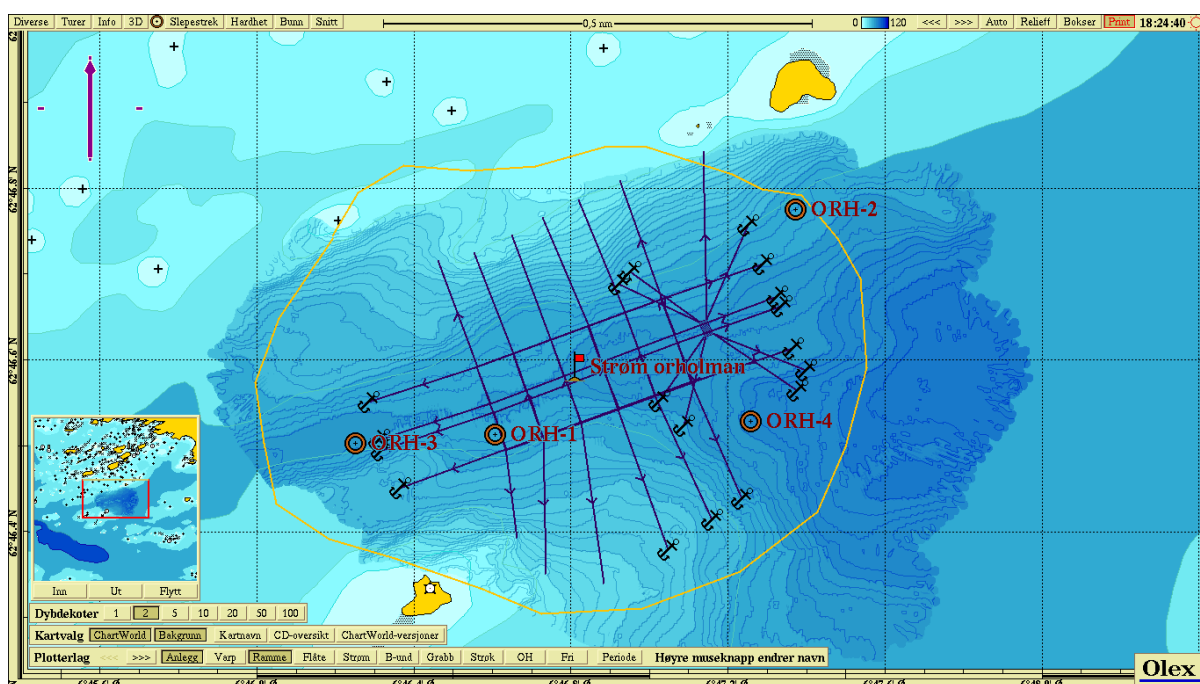
Det har blitt utført strømmålinger ved totalt fire forskjellige dyp ved lokaliteten (Åkerblå 2018).

Tabell 2.3.1 Strømmålinger. Måling av overflate-, dimensjonerings- sprednings- og bunnstrøm (Åkerblå 2018). \bar{v} angir den gjennomsnittlige hastigheten av vannføringen ved respektive dyp.

Dato	Dyp (m)	Koordinater (WGS84)	\bar{v} (cm/s)	Maks. hast. (cm/s)	Signifikant maks. hast. (cm/s)	Andel nullstrøm (% mellom 0-1 cm/s)	Selskap
29.05.2018 - 10.07.2018	5 (overflate)	62°46.565'N 06°46.786'Ø	9,6	71,6	17,6	1,3	Åkerblå 2018
29.05.2018 - 10.07.2018	15 (dimensjonering)	62°46.565'N 06°46.786'Ø	6,9	61,1	13,2	3,1	Åkerblå 2018
22.03.2018 - 26.04.2018	40 (spredning)	62°46.575'N 06°46.809'Ø	6,7	22,6	11,4	2,4	Åkerblå 2018
22.03.2018 - 26.04.2018	51 (bunn)	62°46.575'N 06°46.809'Ø	7,3	25,8	12,4	2,2	Åkerblå 2018

2.4 Tidligere undersøkelser

Det har tidligere blitt utført C-undersøkelser i forbindelse med søknad om etablering (forundersøkelse) av lokaliteten i 2018 (Åkerblå 2018b; figur 2.4.1), mens det ble tatt en ekstra stasjon i krepsefeltet mot øst (ikke avbildet) i 2020 (Åkerblå 2020). Forundersøkelsen var basert på en annen anleggskonfigurasjon enn den gjeldende, og dermed er noen av stasjonsplasseringene endret for å være representative for den gjeldende konfigurasjonen. Det ble derfor ansett som lite hensiktsmessig å gjenta enkelte av de tidligere stasjonene (figur 2.4.1, tabell 2.4.2).



Figur 2.4.1 Plassering av prøvestasjoner for C-undersøkelser utført i 2018. Kartene har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.4.1 Tidligere gjennomførte undersøkelser ved lokalitet Orholmen.

Prøvetaking (dato)	Rapportnummer/år	Konsulentselskap	Type undersøkelse
18.09.2018/12.05.2020	101262-01-001	Åkerblå AS	Forundersøkelse

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

Plassering / År	2018	2021	Avstand (m)
Anleggssone	ORH-1	ORH-1	340
Ytterkant overgangssone	-	-	-
Overgangssone	ORH-4	ORH-4	0
Krepsefelt	ORH-KFELT	ORH-KFELT	0

2.5 Drift og produksjon

Dette er den første produksjonssyklusen på lokaliteten. Fisken ble først satt ut 10.05.2020 og det stod 1930 tonn fisk på lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. Total fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var estimert til å være 2249 tonn og det ble estimert en produksjon på 1878 tonn t.o.m. undersøkelsesdatoen. Det er budsjettet å bruke cirka 2826 tonn med fiskefôr totalt i denne produksjonsrunden (pers. medd. Førde, H.; figur 2.5.1 og tabell 2.5.1).



Figur 2.5.1 Produksjonsinformasjon ved Orholmen 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 samt budsjettet utfôret mengde på generasjonen. Alt oppgitt i tonn. Utfôret og budsjettet mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utfôret	Budsjett	%	Utgående biomasse	Merknader
18.09.2018 og 12.05.2020	-	-	-	-	-	Forund. (ny lok.).
04.05.2021	V-20	2249	2826	80	1930	Maks. bel. og ASC

3 Resultater

3.1 Bløtbunnsfauna

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet sør og vanntype moderat eksponert kyst.

ORH-1 ble klassifisert til dårlig miljøtilstand grunnet en større dominans (>90%) av *Capitella capitata*. Innenfor overgangssonen ble stasjonene vurdert til svært god tilstand (ORH-2 og ORH-4) foruten én (ORH-3) som hadde moderate forhold. I overgangssonen var også *C. capitata* en relativt tilstedeværende art i denne undersøkelsen, men med unntak av ved ORH-3 var den ikke i svært høye antall og biodiversiteten ble følgelig oftest vurdert som veldig god. Foruten denne forurensingsindikerende arten var det arter tilstede i resipienten fra alle kategorier, fra sensitive til opportunistiske (tabell 3.1). Fullstendig oversikt over arter og individer er gitt i vedlegg 7.

Tabell 3.1. Antall arter og individer pr. 0,1m². H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks, ES₁₀₀ = Hurlberts diversitetsindeks, NQJ1 = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet), ISI = sensitivitetsindeks, NSI = sensitivitetsindeks nEQR = Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (snitt av to replikater). Ihht. klassifiseringsveileder 02:2018

	Anleggssone	Ytterkant	Overgangssone		Kreps	Referanse
	ORH-1	ORH-2	ORH-3	ORH-4	ORH-KFELT	ORH-REF
Ant. ind.	1518	1431	1288	927	283	266
Ant. art	23	133	68	81	57	48
H'	0,611	5,321	2,702	4,907	4,579	4,156
ES ₁₀₀	5,580	41,845	19,405	35,460	36,480	28,655
NQJ1	0,346	0,776	0,552	0,743	0,769	0,736
ISI	6,375	10,056	8,284	9,183	9,167	9,370
NSI	7,844	21,358	12,294	22,339	24,256	23,990
nEQR	0,232	0,864	0,550	0,836	0,852	0,821

3.1.1 Anleggssone (ORH-1)

På bakgrunn av at dominerende art stod for mer enn 90% av individtallet ble ORH-1 klassifisert med **tilstand 3 (dårlig)** etter NS9410 (2016; tabell 3.1.1.1 og tabell 3.1.1.2).

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved ORH-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>Capitella capitata kompleks</i>	5	1 404	92,5
<i>Pholoe sp.</i>	2	28	1,8
<i>Malacoceros vulgaris</i>	5	27	1,8
<i>Glycera lapidum kompleks</i>	1	14	0,9
<i>Pholoe baltica</i>	3	11	0,7
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	7	0,5
<i>Prionospio plumosa</i>		5	0,3
<i>Thyasira sarsii</i>	4	5	0,3
<i>Ennucula tenuis</i>	2	2	0,1
<i>Scalibregma inflatum kompleks</i>	3	2	0,1
Øvrige arter	-	13	0,9

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	ORH-1-1	ORH-1-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	10	20	15	
N	542	976	759	
NQI1	0,317	0,374	0,346	0,240
H'	0,600	0,622	0,611	0,136
J	0,181	0,144	0,162	
H'max	3,322	4,322	3,822	
ES100	4,893	6,266	5,580	0,229
ISI	5,501	7,248	6,375	0,397
NSI	7,893	7,795	7,844	0,157
Grabbverdi				0,232

3.1.2 Ytterkant av overgangssone (ORH-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 ORH-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>Capitella capitata kompleks</i>	5	182	12,7
<i>Galathowenia oculata</i>	3	153	10,7
<i>Owenia borealis</i>	2	116	8,1
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	94	6,6
<i>Pholoe baltica</i>	3	78	5,5
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	46	3,2
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	46	3,2
<i>Amphiura filiformis</i>	3	27	1,9
<i>Pseudopolydora nordica</i>	4	26	1,8
<i>Myriochele olgae</i>		25	1,7
Øvrige arter	-	638	44,6

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	ORH-2-1	ORH-2-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	96	109	103	
N	606	825	716	
NQI1	0,769	0,783	0,776	0,863
H'	5,196	5,447	5,321	0,980
J	0,789	0,805	0,797	
H'max	6,585	6,768	6,677	
ES100	40,850	42,840	41,845	0,964
ISI	10,315	9,797	10,056	0,858
NSI	21,047	21,669	21,358	0,654
Grabbverdi				0,864

3.1.3 Overgangssonen

ORH-3

Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **moderat 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 ORH-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekodning 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>Capitella capitata kompleks</i>	5	772	59,9
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	98	7,6
<i>Pholoe baltica</i>	3	65	5,0
<i>Owenia borealis</i>	2	51	4,0
<i>Thyasira sarsii</i>	4	45	3,5
<i>Ophryotrocha sp.</i>	4	27	2,1
<i>Galathowenia oculata</i>	3	25	1,9
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	17	1,3
<i>Amphictene auricoma</i>	2	14	1,1
<i>Glycera sp.</i>	2	14	1,1
Øvrige arter	-	160	12,4

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	ORH-3-1	ORH-3-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	41	57	49	
N	501	787	644	
NQI1	0,531	0,574	0,552	0,489
H'	2,571	2,834	2,702	0,564
J	0,480	0,486	0,483	
H'max	5,358	5,833	5,595	
ES100	19,000	19,810	19,405	0,697
ISI	8,559	8,009	8,284	0,708
NSI	11,909	12,678	12,294	0,292
Grabbverdi				0,550

ORH-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 ORH-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	155	16,7
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	79	8,5
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	65	7,0
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	1	34	3,7
<i>Amphitrite birulai</i>	1	33	3,6
<i>Pholoe sp.</i>	2	33	3,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2	33	3,6
<i>Pseudopolydora nordica</i>	4	31	3,3
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	29	3,1
<i>Parathyasira equalis</i>	3	28	3,0
Øvrige arter	-	407	43,9

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 (NQ1, 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 indekserverdiene hører til (iht tabell V6.2).

Indeks	ORH-4-1	ORH-4-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	62	62	62	
N	506	421	464	
NQ1	0,721	0,764	0,743	0,825
H'	4,673	5,141	4,907	0,934
J	0,785	0,863	0,824	
H'max	5,954	5,954	5,954	
ES100	33,460	37,460	35,460	0,908
ISI	9,096	9,270	9,183	0,821
NSI	21,000	23,677	22,339	0,694
Grabbverdi				0,836

3.1.4 Krepsefelt

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 ORH-KFELT 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	62	21,9
<i>Amphiura chiajei</i>	2	28	9,9
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	1	20	7,1
<i>Scolelepis korsuni</i>	1	15	5,3
<i>Amphiura filiformis</i>	3	12	4,2
<i>Ceratocephale loveni</i>	3	10	3,5
<i>Parathyasira equalis</i>	3	9	3,2
<i>Chaetozone pseudosetosa</i>	4	8	2,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	7	2,5
<i>Levinsenia gracilis</i>	2	7	2,5
Øvrige arter	-	105	37,1

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	ORH-KFELT-1	ORH-KFELT-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	40	46	43	
N	117	166	142	
NQI1	0,769	0,769	0,769	0,854
H'	4,614	4,545	4,579	0,898
J	0,867	0,823	0,845	
H'max	5,322	5,524	5,423	
ES100	37,320	35,640	36,480	0,917
ISI	8,926	9,409	9,167	0,820
NSI	24,035	24,477	24,256	0,770
Grabbverdi				0,852

3.1.5 Referansestasjon (ORH-REF)

Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for svært god tilstand ut fra veileder 02:2018 (tabell 3.1.4.2 og tabell 3.1.4.3 og figur 3.1.8.1).

Tabell 3.1.5.1 Oversikt over referansestasjon tatt ved Orholmen.

Referansestasjon	
Prøvetatt (dato)	04.05.2021
Koordinater	62°46.726'N / 06°47.985'Ø
Resultat	0,821 – Svært god

Tabell 3.1.5.2 De ti hyppigst forekommende artene ved ORH-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>Paramphinome jeffreysii</i>	3	62	23,3
<i>Amphiura chiajei</i>	2	25	9,4
<i>Parathyasira equalis</i>	3	23	8,6
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	1	20	7,5
<i>Mendicula ferruginosa</i>	1	11	4,1
<i>Amphiura filiformis</i>	3	9	3,4
<i>Aphelochaeta sp.</i>	2	8	3,0
<i>Abra nitida</i>	3	8	3,0
<i>Prionospio dubia</i>	1	8	3,0
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	8	3,0
Øvrige arter	-	84	31,6

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

Tabell 3.1.5.3 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	ORH-REF-1	ORH-REF-2	\bar{G}	nEQR \bar{G}
S	38	28	33	
N	178	88	133	
NQI1	0,759	0,713	0,736	0,818
H'	4,251	4,061	4,156	0,851
J	0,810	0,845	0,827	
H'max	5,248	4,807	5,028	
ES100	29,310	28,000	28,655	0,849
ISI	9,813	8,927	9,370	0,829
NSI	25,053	22,927	23,990	0,760
Grabbverdi				0,821

3.1.5 Samlet tilstandsvurdering

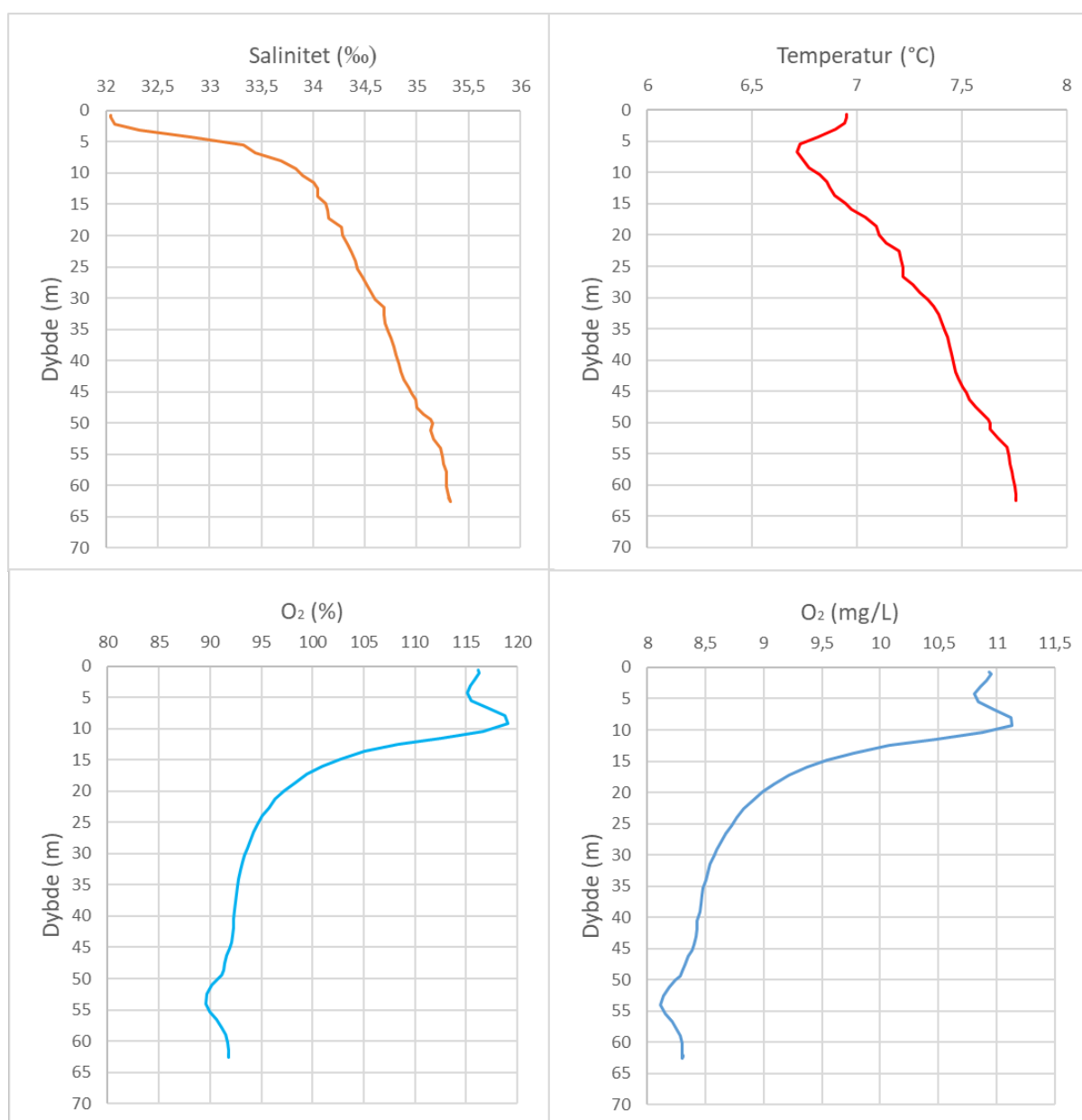
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3 og C4 (tabell 3.1.5.1).

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

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	ORH-2	0,864	Svært god
Overgangssonen (C3, C4, osv.)	ORH-3	0,550	God
	ORH-4	0,836	
	Snitt	0,693	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon ORH-4 (62,6 m; figur 3.2.1). Saliniteten økte fra et minimum i overflaten (32,05 ppt) til et maksimum ved bunnen (35,33 ppt), hvor de sterkeste endringene i salinitet foregikk fra 1-10 meters dyp. Temperaturen minket noe i overflaten til omtrent 5 meters dyp, men økte deretter til et maksimum ved bunnen (7,8 °C). Det ble registrert overmetning og et meget høyt oksygeninnhold i de øverste 10 meterne (hhv. 118,8 % og 11,12 mg O₂/l), men nivåene minket deretter til bunnen. De laveste verdiene ble registrert ved 52,5 meters dyp (hhv.): 89,6 % og 8,14 mg O₂/l. Oksygenmetningen og -innholdet ved bunnen kunne klassifiseres til tilstand 'svært god/bakgrunn' iht. Molvær *et al.* (1993; tabell V.6.3).



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen ved ORH-4 (62,6 m).

3.3 Sediment

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentet var lyst ved samtlige stasjoner, men det ble registrert noe H₂S-lukt ved samtlige hugg tatt ved ORH-3 og ORH-1. Prøvene innhentet ved stasjonene innenfor overgangssonen ble vurdert til å ha en fast konsistens, mens prøvene innhentet ved ekstrastasjonen plassert i krepsefeltet ble vurdert til å ha en myk konsistens. Sedimentet bestod av sandig silt med varierende mengder skjellsand og/eller grus. Det ble ikke registrert forekomster av naturlig organisk materiale, fôr, fekalierester, gassdannelse eller bakterien *Beggiatoa*. Alle prøvene hadde ubrutt overflate, men noen prøver ved ORH-1 og ORH-2 hadde litt lavere volum enn ønsket ut ifra type sediment i området. Erfaring fra området tilsier likevel at prøvene egner seg for analyser og vurdering av økologisk tilstand (vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av leire og silt eller sand (Tabell 3.3.2.1).

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 (%)
ORH-1	24,9	67,9	7,09
ORH-2	32,9	59,6	7,46
ORH-3	24,7	72,4	2,9
ORH-4	46,2	47,7	6,09
ORH-KFELT	56,9	38,4	4,76
ORH-REF	44,7	32,2	23,1

3.3.3 Kjemiske parametere

Surhetsgraden og redokspotensialet viste god eller meget god tilstand (tabell 3.3.3.1).

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
ORH-1	7,75	198	0	1
ORH-2	7,65	152	0	1
ORH-3	7,23	-13	2	2
ORH-4	7,43	166	0	1
ORH-KFELT	7,63	114	0	1
ORH-REF	7,34	247	1	1

Det var generelt lave konsentrasjoner av målte støttparametere, bortsett fra ett moderat karbon- og nitrogeninnhold i krepsfeltet. For fosfor og nitrogen er det ikke utarbeidet klassifiseringssystem (Tabell 3.3.3.2).

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. Måleusikkerhet er oppgitt i sine respektive måleenheter for kobber, sink, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	TOC	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
ORH-1	1,21	3750	17,3	I	500	170	7,50	570	74	16,6	3,6	I	0	-	I
ORH-2	2,18	6990	19,1	I	1100	250	6,35	758	99	18,2	3,9	I	5,63	2,5	I
ORH-3	1,18	3930	17,5	I	700	190	5,61	592	77	14,1	3,0	I	0	-	I
ORH-4	2,88	9730	19,4	I	1300	260	7,48	951	124	24,9	5,3	I	7,39	2,6	I
ORH-KFELT	7,13	24900	34,9	III	3400	630	7,32	931	142	29	6,1	I	15,1	3,3	I
ORH-REF	5,24	18300	26,1	II	2400	460	7,63	1090	121	29,4	6,2	I	11,6	2,9	I

* % finstoff for utregning av nTOC er oppgitt i tabell 3.3.2.1

3.4 Tidligere undersøkelser

3.4.1 Bunnfauna

Ingen av de sammenliknede stasjonene viser en tydelig endring i bunnfaunamiljøet bortsett fra ORH-1 som nå viser tegn til organisk belastning med en dominans av den forurensingsindikerende børstemarken *Capitella capitata* (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	Hyppest forekommende art	Miljøtilstand (NS9410)	H' og klassifisering	NQI1 og klassifisering
Anleggssone/C1					
ORH-1 2021	23/1518	<i>Capitella capitata</i> (NSI-5, 93%)	Dårlig	0,611	0,346
ORH-1 2018	88/557	<i>Owenia borealis</i> (NSI-1, 16%)	Meget god	4,939	0,838
Overgangssone/C3, C4 osv.					
ORH-4 2021	81/927	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 17%)		4,907	0,743
ORH-4 2018	87/416	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 12%)		5,423	0,812
Krepsefelt					
ORH- KFELT 2021	57/283	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 22%)		4,579	0,769
ORH- KFELT 2020	60/437	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (NSI-3, 34%)		4,176	0,749

3.4.2 Sediment

Sedimentresultatene endret seg lite mellom de tre undersøkelsene, kun lukt ved stasjonen nærmest i 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					
ORH-1 2021	60	Noe	Lys/Grå	7,75/198-1	Nei/Ja
ORH-1 2018	54	Nei	Lys/Grå	7,63/117-1	Ja/Ja
Overgangssone/C3, C4 osv.					
ORH-4 2021	65	Nei	Lys/Grå	7,46/166-1	Ja/Ja
ORH-4 2018	66	Nei	Lys/Grå	7,51/146-1	Ja/Ja
Krepsefelt					
ORH- KFELT 2021	67	Nei	Lys/Grå	7,63/114-1	Ja/Ja
ORH- KFELT 2020	78	Nei	Lys/Grå	7,65/211-1	Ja/Ja

3.4.3 Kjemiske parametere

De kjemiske parameterne viser i hovedsak lavere konsentrasjoner, med unntak av krepsefeltet som alltid har hatt moderate karbonkonsentrasjoner og noe høyere nitrogeninnhold (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	P	N	Zn	TS	Cu	TS
Anleggssone/C1								
ORH-1 2021	17,3	I	570	500	17	I	0	I
ORH-1 2018	20,8	II	570	681	17	I	4,2	I
Overgangssone/C3, C4 osv.								
ORH-4 2021	19,4	I	951	1300	25	I	7,4	I
ORH-4 2018	22,4	II	800	1160	19	I	6,9	I
Krepsefelt								
ORH- KFELT 2021	34,9	III	931	3400	29	I	15,1	I
ORH- KFELT 2020	33	III	950	3800	32,2	I	14,9	I

4 Diskusjon

Samlet vurdering for resipienten til Orholmen er at den har god tilstand for faunaforholdene etter første produksjonsrunde. Innenfor overgangssonen ble stasjonene vurdert til svært god tilstand (ORH-2 og ORH-4) foruten én (ORH-3) som hadde moderate forhold, men som var relativt nær «god» tilstandsklassifisering. Generelt sett hadde de ulike stasjonene flere arter angitt i ulike sensitivitetsgrupper (NSI) som gav god biodiversitet og følgelig gode tilstandsvurderinger. Dette understøttes av sensoriske målinger og geokjemiske analyser som viste få til ingen tegn på organisk belastning i resipienten til Orholmen. Likevel var det noen tegn på at bunndyrssamfunnet har endret seg noe, blant annet siden den forurensingsindikerende børstemarken *Capitella capitata* ble observert i noe «høyere» antall på alle stasjoner innenfor overgangssonen. Dette er en art en vanligvis forbindes med organisk påvirkning når den er svært dominerende, men som nevnt var det også mange andre dyr på de fleste stasjonene. Dermed gir ikke tilstedeværelse av denne arten et stort utslag på endelig klassifisering for denne undersøkelsen. Likevel kan tilstedeværelse av arten helt til ytterkanten av antatt overgangssonen indikere at partikkeltransporten er god fra anlegget og mot vest, men at overgangssonen muligens strekker seg enda lengre bort grunnet sterkere strømmer og smal bunntopografi i denne retningen.

Nærmest anlegget viste ORH-1 dårlig miljøtilstand grunnet en større dominans (>90%) av *Capitella capitata*. Denne stasjonen ble plassert i en lokal dybdegrop som sannsynligvis samler opp partikler fra en større del av anlegget siden B-undersøkelsen viste ett punkt hvor det var svært dårlige forhold, mens resten av undersøkelsen viste kun små tegn til produksjonen på havbunnen i anleggsområdet. Dårlig miljøtilstand indikerer at dette området bør overvåkes videre om neste B-undersøkelse viser tilsvarende resultater, men resultatene fra inneværende C-undersøkelse medfører ikke videre oppfølging utenom dette.

Området rundt anleggsplasseringen har ganske varierende bunntopografi så det kan være utfordrende å finne gode referansestasjoner. I denne undersøkelsen ble det tatt en referansestasjon et stykke mot vest. Selv om sedimentet lignet kanskje mest på det i krepsefeltet (ORH-KFELT) så var artsammensetningen lik forholdene som var i området før driftsoppstart og vurderes derfor som godt representativ for eventuell fremtidig sammenligning.

Forrige undersøkelse ble utført med utgangspunkt i en annen anleggskonfigurasjon og derfor er noen stasjoner flyttet på for bedre å overvåke resipienten. Dette påvirket ikke overvåkingen av krepsefeltet (ORH-KFELT) som viser stabile forhold siden før driften. Her dominerer den samme arten (*Paramphinome jeffreysii*) som tidligere, arts- og individantallet er likt og påfølgende er de ulike indeksverdiene stabile. De geokjemiske analysene viser de høyeste karbon og nitrogenverdiene herifra, men det er ikke uventet i slike bløtere sedimentforhold. Dette vitner om at bunnområdet er ganske beskyttet og mottar noen organiske partikler, for

eksempel fra tang og tare. Målingene fra denne undersøkelsen viser ikke påvirkning fra oppdrettsvirksomheten, selv om dette (generelt sett) ikke kan fullstendig utelukkes. Det ble heller ikke påvist større endringer i bunnfaunastrukturen nærmere anlegget (ORH-4), mens helt tett (ORH-1) ble det som nevnt påvist organisk påvirkning.

Samtlige prøver hadde ubrutt overflate noe som tilsier at det bioaktive laget er stort sett uberørt ved grabbing. Det var likevel litt lavere volum ved to stasjoner (ORH-1 og ORH-2) enn det som var ønsket. Det er ikke sannsynlig at det forekommer mye dypere sedimentmasser i området fordi de to ulike prøvene tatt fra samme stasjon hadde relativt likt innhold, men et høyere volum ville kunne gitt et høyere individantall. Dette hadde likevel ikke gitt et stort utslag i denne undersøkelsen da begge stasjoner allerede har et høyt antall og hadde ikke forventet store utslag på fordelingen av arter slik at tilstandsvurderingen ville blitt den samme. Åkerblå vurderer at prøvene er godt egnet til å overvåke den økologiske tilstanden i resipienten til Orholmen og områdene rundt.

På bakgrunn av at samlet tilstandsvurdering for Orholmen er «god» så skal neste C-undersøkelse gjennomføres hver tredje generasjon fisk, på maks produksjonsbelastning som beskrevet i NS9410 (2016).

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. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- 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*.
- Fiskeridirektoratet (2021). *Kartverktøyet Yggdrasil*.
<https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=87d862c458774397a8466b148e3dd147>
- 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*.
- Hammersland M (2019). *MiniSoft SD200W for STD/CTD Sound. Vel. probe SD204. 3.22.19.254*, Morten Hammersland programvare ©.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. 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 AS (2018a). *Strømrappport – Måling av overflate- (5m), dimensjonerings- (15m), sprednings- og bunnstrøm ved Orholman i mars – april 2018 og mai – juli 2018*. SR-M-05418-Orholman0818-ver01.pdf. Hestnes, I.
- Åkerblå AS (2018b). *C-undersøkelse for Orholman*. 101262-01-001, s. 1-63. Hektoen M M og Landro, J-.
- Åkerblå AS (2020). *C-undersøkelse for Orholman*. 101262-01-001 revisjon 1, s. 1-63. Hektoen M M og Landro, J-.
- Åkerblå AS (2021). *B-undersøkelse for lokalitet 39937 Orholmen*. 102374-01-001, s. 1-24. Hawkes, N. J.

6 vedlegg

Vedlegg 1 – Feltlogg (B-parametere)



Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser

Dok.id.: D00327

Skjema

Kunde	Måsøval Fiskeoppdrett AS				Lokalitet/P.nr	Orholmen/39937							
Dato	04.05.2021				Toktleder	NJH							
Prøvetaking	START: 1515 SLUTT: 1915				Alt. Personell	MS og NHE							
Vær	Overskyt og laber bris				Sjøtemperatur	9 °C							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; U-0390 Sil; ÅMF0042 pH/Eh; ÅMM00011 pH- kalibrering: 4, 7,10 og zobell Sjø; Eh: 335 pH: 7,99												
Stasjon nr/navn	ORH-1				ORH-2				ORH-3				
Planlagt posisjon N / Ø	62°46.607'/06°46.980'				62°46.495'/06°46.157'				62°46.520'/06°46.563'				
Reell posisjon N / Ø	62°46.607'/06°46.980'				62°46.495'/06°46.157'				62°46.520'/06°46.563'				
Dybde (meter)	60				58				56				
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	2	1	1		1	1	1		1	1	2		
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Nei	Nei	Nei		Nei	Nei	Nei		Ja	Ja	Ja		
Volum (cm)	12,5	13	13		9,5	9	9		7,5	7,5	7,5		
Antall flasker	-	1	1		-	1	1		-	1	1		
pH	7,75	-	-		7,65	-	-		7,23	-	-		
Eh (mV)	198				152	-	-		-13	-	-		
Sediment	Skjellsand		3	3									
	Sand	2	2	2		2	2	2		1	1	1	
	Grus		4	4		3	3	3					
	Mudder												
	Silt	1	1	1		1	1	1		2	2	2	
	Leire												
Farge	Steinbunn												
	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Lukt	Brun/Sort (2)												
	Ingen (0)					0	0	0					
	Noe (2)	2	2	2						2	2	2	
Kons	Sterk (4)												
	Fast (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Myk (2)												
Merknader / avvik:	Løs (4)												
	i-AZE. Noe grovere sedd. hugg 2 og 3.								i-AZE				

Utarbeidet av:

AK / ANH

Godkjent av:

Anette Narmo Hammervold

Versjon:

13.00

Gjelder fra:

05.06.2020

Side:

1 av 3

Kunde	Måsøval Fiskeoppdrett AS				Lokalitet/P.nr	Orholmen/39937							
Dato	04.05.2021				Toktleder	NJH							
Prøvetaking	START: 1515 SLUTT: 1915				Alt. Personell	MS og NHE							
Vær	Overskya og laber bris				Sjøtemperatur	9 °C							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; U-0390 Sil; ÅMF0042 pH/Eh; ÅMM00011 pH- kalibrering: 4, 7,10 og zobell Sjø; Eh: 335 pH: 7,99												
Stasjon nr/navn	ORH-4				ORH-REF				ORH-KFELT				
Planlagt posisjon N / ø	62°46.528'/06°47.256'				62°46.726'/06°47.985'				62°46.766'/06°48.761'				
Reell posisjon N / ø	62°46.528'/06°47.256'				62°46.726'/06°47.985'				62°46.766'/06°48.761'				
Dybde (meter)	65				64				67				
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)	6	6	6		2	2	5		0,5	0,5	0,5		
Antall flasker	-	1	1		-	1	1		-	1	1		
pH	7,43	-	-		7,34				7,63	-	-		
Eh (mV)	166	-	-		247				114	-	-		
Sediment	Skjellsand												
	Sand	2	2	3		2	2	3		3	3	3	
	Grus												
	Mudder												
	Silt	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
	Leire			2				2		2	2	2	
Steinbunn													
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0									
	Myk (2)					2	2	2		2	2	2	
	Løs (4)												
Merknader / avvik:	Skjellrester. CTD-stasjon.				ASC				Tilleggsstasjon				

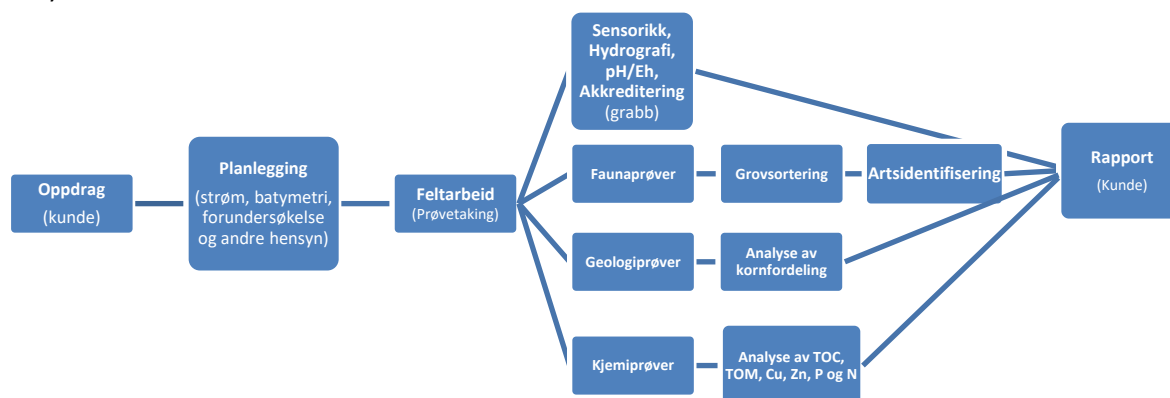
Utarbeidet av:
AK / ANHGodkjent av:
Anette Narmo HammervoldVersjon:
13.00Gjelder fra:
05.06.2020Side:
2 av 3

Kunde	Måsøval Fiskeoppdrett AS	Lokalitet/P.nr	Orholmen/39937											
Dato	04.05.2021	Toktleder	NJH											
Prøvetaking	START: 1515 SLUTT: 1915	Alt. Personell	MS og NHE											
Vær	Overskyt og laber bris	Sjøtemperatur	9 °C											
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; U-0390 Sil; ÅMF0042 pH/Eh; ÅMM00011 pH- kalibrering: 4, 7,10 og zobell Sjø; Eh: 335 pH: 7,99													
Stasjon nr/navn	ORH-K1				ORH-K2									
Planlagt posisjon N / Ø	62°46.458'/06°45.767'				62°46.627'/06°47.994'				/					
Reell posisjon N / Ø	62°46.458'/06°45.767'				62°46.627'/06°47.994'				/					
Dybde (meter)	57				72									
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Antall forsøk	3				1									
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja				Ja									
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Nei				Ja									
Volum (cm)	9,5				2									
Antall flasker	1				1									
pH	7,65				7,67									
Eh (mV)	125				313									
Sediment	Skjellsand													
	Sand	2				3								
	Grus													
	Mudder													
	Silt	1				1								
	Leire					2								
Farge	Steinbunn													
	Lys/Grå (0)	0				0								
Lukt	Brun/Sort (2)													
	Ingen (0)	0				0								
	Noe (2)													
Kons	Sterk (4)													
	Fast (0)	0				0								
	Myk (2)													
Merknader / avvik:	Løs (4)													
		ASC - Kobber				ASC - Kobber								

Utarbeidet av:
AK / ANHGodkjent av:
Anette Narmo HammervoldVersjon: 13.00
Gjelder fra: 05.06.2020Side:
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 hugg 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	Vegard Langvatn	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	Nickolas James Hawkes, Marthe Sandbu og Nasir Elsheikh	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Christine Østensvig	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Dagfinn B. Skomsø	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Dagfinn B. Skomsø	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 3.22.19.254 (Hammersland 2019) og Microsoft Excel (2016).

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

Utrekningen av artsmangfold (ES₁₀₀) 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 (ORH-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


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

**EUROFINS ENVIRONMENT TESTING
NORWAY AS
Results**
Mollebakken 50
PB 3055
NO-1538 MOSS
NORVEGE

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E093695

Version of : 29/05/2021

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

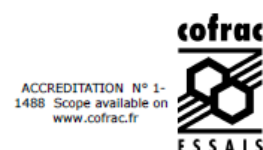
Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Analytical service manager : Justine Bailly / JustineBailly@eurofins.com / +333 8802 9014

Sample	Matrix		Sample reference
001	Sediments	(SED)	439-2021-05120330 - ORH-1 KJE
002	Sediments	(SED)	439-2021-05120331 - ORH-1 GEO
003	Sediments	(SED)	439-2021-05120332 - ORH-2 KJE
004	Sediments	(SED)	439-2021-05120333 - ORH-2 GEO
005	Sediments	(SED)	439-2021-05120334 - ORH-3 KJE
006	Sediments	(SED)	439-2021-05120335 - ORH-3 GEO
007	Sediments	(SED)	439-2021-05120336 - ORH-4 KJE
008	Sediments	(SED)	439-2021-05120337 - ORH-4 GEO
009	Sediments	(SED)	439-2021-05120338 - ORH-REF KJE
010	Sediments	(SED)	439-2021-05120339 - ORH-REF GEO
011	Sediments	(SED)	439-2021-05120340 - ORH-KFELT KJE
012	Sediments	(SED)	439-2021-05120341 - ORH-KFELT GEO
013	Sediments	(SED)	439-2021-05120342 - Cu - ORH-K1
014	Sediments	(SED)	439-2021-05120343 - Cu - ORH-K2

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



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E093695

Version of : 29/05/2021

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-05 120330	439-2021-05 120331	439-2021-05 120332	439-2021-05 120333	439-2021-05 120334	439-2021-05 120335
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021
Temperature of the air in the container	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C

Administrative
**LSKEY : Norway granulometry
specific report**
Cf détail
ci-jointCf détail
ci-jointCf détail
ci-joint
Physico-Chemical preparation

XXS06 : Pretreatment and drying at 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Dry weight	% rw	*	74.1	*	69.9	*	72.8	*	72.8	*	2.90
XXS07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% rw	*	2.82	*	7.09	*	7.09	*	7.46	*	1.92

Physical measurements

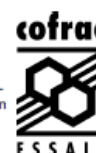
LS995 : Loss on ignition with 550°C	% DM		1.21		2.18		1.18				
LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%	*	1.59	*	1.97	*	1.58	*	1.58	*	
LS4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%	*	11.22	*	14.62	*	11.34	*	11.34	*	
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%	*	26.83	*	35.57	*	25.48	*	25.48	*	
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%	*	87.24	*	94.75	*	80.19	*	80.19	*	
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%	*	100.00	*	100.00	*	100.00	*	100.00	*	
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	*	9.62	*	12.64	*	9.76	*	9.76	*	
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	*	15.61	*	20.96	*	14.14	*	14.14	*	
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*	60.42	*	59.17	*	54.71	*	54.71	*	
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*	12.76	*	5.26	*	19.81	*	19.81	*	

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	0.5	*	1.1	*	0.7				
---------------------------------	--------------------	---	-----	---	-----	---	-----	--	--	--	--

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Saverne Laboratory
5 rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Phone +33(0)3 88 911 911 - Fax +33(0)3 88 918 531 - 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



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E093695

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Version of : 29/05/2021

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-05 120330	439-2021-05 120331	439-2021-05 120332	439-2021-05 120333	439-2021-05 120334	439-2021-05 120335
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021
Temperature of the air in the container	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C

Pollution index

LSSKM : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg dm	*	3750	*	6990	*	3930
------------------------------------	----------	---	------	---	------	---	------

Metals

XXS01 : Mineralisation Water Regale on solides		*	-	*	-	*	-
LS874 : Copper (Cu)	mg/kg dm	*	<5.00	*	5.63	*	<5.00
LS882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	*	570	*	758	*	592
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	*	16.6	*	18.2	*	14.1

ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E093695

Version of : 29/05/2021

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Sample N°	007	008	009	010	011	012
Customer reference	439-2021-05 120336	439-2021-05 120337	439-2021-05 120338	439-2021-05 120339	439-2021-05 120340	439-2021-05 120341
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021
Start of analysis	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C
Temperature of the air in the container	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C

Administrative
LSKEY: **Norway granulometry
specific report**Cf détail
ci-jointCf détail
ci-jointCf détail
ci-joint
Physico-Chemical preparation

XXS06 : Pretreatment and drying at 40°C	% rw	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Dry weight	% rw	*	66.5	*	56.6	*	47.1	*	23.1	*	23.1
XXS07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% rw	*	6.23	*	6.09	*	20.1	*	4.76	*	12.6

Physical measurements

LS995 : Loss on ignition with 550°C	% DM		2.88		5.24		7.13				
LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%	*		*	2.19	*	2.24	*		*	1.95
LS4F2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%	*		*	16.73	*	18.96	*		*	16.50
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%	*		*	49.22	*	59.71	*		*	58.10
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%	*		*	96.02	*	90.77	*		*	78.13
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%	*		*	100.00	*	100.00	*		*	100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	*		*	14.55	*	16.72	*		*	14.55
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	*		*	32.49	*	40.75	*		*	41.60
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*		*	46.80	*	31.07	*		*	20.03
LS3FC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*		*	3.98	*	9.23	*		*	21.88

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	1.3	*	2.4	*	3.4
---------------------------------	--------------------	---	-----	---	-----	---	-----

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



ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E093695

Version of : 29/05/2021

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Sample N°	007	008	009	010	011	012
Customer reference	439-2021-05 120336	439-2021-05 120337	439-2021-05 120338	439-2021-05 120339	439-2021-05 120340	439-2021-05 120341
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021	18/05/2021
Temperature of the air in the container	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C	16.4°C

Pollution index

LSSKM : Total Organic Carbon (TOC)	mg/kg dm	*	9730		*	18300		*	24900
------------------------------------	----------	---	------	--	---	-------	--	---	-------

Metals

XXS01 : Mineralisation Water Regale on solides		*	-		*	-		*	-
LS874 : Copper (Cu)	mg/kg dm	*	7.39		*	11.8		*	15.1
LS882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	*	951		*	931		*	1090
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	*	24.9		*	29.4		*	29.0

ANALYTICAL REPORT
Batch N° 21E093695

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Version of : 29/05/2021

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

	013	014
Customer reference	439-2021-05 120342	439-2021-05 120343
Matrix	SED	SED
Sampling date		
Start of analysis	18/05/2021	18/05/2021
Temperature of the air in the container	16.4°C	16.4°C

Physico-Chemical preparation
XXS06 : Pretreatment and drying
at 40°CXXS07 : Prepa - Sieving and
refusal at 2 mm* - * -
% nw * 2.45 * 7.03
Metals
XXS01 : Mineralisation Water
Regale on solides

LS874 : Copper (Cu)

* - * -
mg/kg dm * <5.00 * 8.92

D : detected / ND : undetected

z2 or (2): control zone

Comment	Sample N°	Customer reference
The results do not take into account the risk of loss or absorption of the components to be analyzed due to the use of inappropriate bottles during sampling .	(001) (002) (003) (004) (005) (006) (007) (008) (009) (010) (011) (012) (013) (014)	439-2021-05120330 / 439-2021-05120331 / 439-2021-05120332 / 439-2021-05120333 / 439-2021-05120334 / 439-2021-05120335 / 439-2021-05120336 / 439-2021-05120337 / 439-2021-05120338 / 439-2021-05120339 / 439-2021-05120340 / 439-2021-05120341 / 439-2021-05120342 / 439-2021-05120343 /

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E093695

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Version of : 29/05/2021

Date of Technical Reception 14/05/2021

First date of physical receipt : 14/05/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00062035



Caroline Eber

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 *.

All changes are identified by bold, italics and underlining when a new version of the report is issued.

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 subcontracted 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's approval management website:
<http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

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

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

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

ESSAIS

Technical appendix

Batch N°21E093695

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00062035

Sediments

Code	Analysis	Principle and reference of the method	LQI	Unit	Service carried out on the site of :
LS3PB	Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - 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-OES [Mineralization with aqua regia] - ISO 54321 (sol, boue) Méthode Interne (autres) - NF EN ISO 11885	5	mg/kg dm	
LS882	Phosphorus (P)		1	mg/kg dry matter	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg dm	
LS916	Nitrogen Kjeldahl (NTK)	Volumetry [Mineralization] - Internal Method (Sol) - NF EN 13342	0.5	g/kg dry matter	
LS995	Loss on Ignition with 550°C	Gravimetry - NF EN 12879 (cancelled)	0.1	% DM	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
LS9AT	Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm		0	%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0	%	
LSA07	Dry weight		Gravimetry - NF EN 12880	0.1	% rw
LSKEY	Norway granulometry specific report	Interpretation/Comment -			
LSQK3	Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
LSSKM	Total Organic Carbon (TOC)	Combustion [Dry] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	mg/kg dm	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopy (laser diffraction) - Internal Method	0	%	
XXS01	Mineralisation Water Regale on solides	Digestion (acid) -			
XXS06	Pretreatment and drying at 40°C	Drying [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] - NF ISO 11464 (sludge and sediments)			
XXS07	Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	Sieving [the Laboratory works on a fraction <2mm except clair demand for customer] -	1	% rw	

Sample traceability appendix

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

Batch N° 21E093695

Analytical report number: AR-21-LK-115122-01

Order type :

EOL order

Project name :

Order Reference EUNOMO00062035

Sediments

Sampl	Customer reference	Sampling date and hour	Date of Physical Reception ⁽¹⁾	Date of Technical Reception ⁽²⁾	Barcode	Bottle name
001	439-2021-05120330		14/05/2021	14/05/2021		
002	439-2021-05120331		14/05/2021	14/05/2021		
003	439-2021-05120332		14/05/2021	14/05/2021		
004	439-2021-05120333		14/05/2021	14/05/2021		
005	439-2021-05120334		14/05/2021	14/05/2021		
006	439-2021-05120335		14/05/2021	14/05/2021		
007	439-2021-05120336		14/05/2021	14/05/2021		
008	439-2021-05120337		14/05/2021	14/05/2021		
009	439-2021-05120338		14/05/2021	14/05/2021		
010	439-2021-05120339		14/05/2021	14/05/2021		
011	439-2021-05120340		14/05/2021	14/05/2021		
012	439-2021-05120341		14/05/2021	14/05/2021		
013	439-2021-05120342		14/05/2021	14/05/2021		
014	439-2021-05120343		14/05/2021	14/05/2021		

(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.



Åkerblå AS
 Nordfroyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 851 416 18
 Mallebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045108-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021

Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-05120330	Prøvetakingsdato:	04.05.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Nickolas Hawkes		
Prøvemerkning:	ORH-1 KJE	Analysestartdato:	12.05.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	<5.00	mg/kg TS	5		ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	16.6	mg/kg TS	5	3.55	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.21	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevkt steg 1	74.1	% rv	0.1	3.71	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	570	mg/kg TS	1	74	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.5	g/kg TS	0.5	0.17	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3750	mg/kg TS	1000	816	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v166



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 651 416 18
 Mollebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045109-01

EUNOMO-00294831

Provemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Provenr.: 439-2021-05120332					
Prøvetype: Sedimenter					
Prøvemerking: ORH-2 KJE					
Prøvetakingsdato: 04.05.2021					
Prøvetaker: Nickolas Hawkes					
Analysedato: 12.05.2021					
a) Kobber (Cu)	5.63	mg/kg TS	5	2.530	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	18.2	mg/kg TS	5	3.88	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	2.18	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Tørrestoff					
a) Tørrvekt steg 1	69.9	% rv	0.1	3.50	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	758	mg/kg TS	1	99	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.1	g/kg TS	0.5	0.25	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	6990	mg/kg TS	1000	1416	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v106



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 651 416 18
 Mollebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045110-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	<5.00	mg/kg TS	5		ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	14.1	mg/kg TS	5	3.04	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	1.18	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevikt steg 1	72.8	% rv	0.1	3.64	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	592	mg/kg TS	1	77	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	0.7	g/kg TS	0.5	0.19	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	3930	mg/kg TS	1000	848	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v106



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 651 416 18
 Mollebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045113-01

EUNOMO-00294831

Provemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Provenr.: 439-2021-05120336	Provetaksingsdato: 04.05.2021				
Prøvetype: Sedimenter	Provetaker: Nickolas Hawkes				
Prøvemerking: ORH-4 KJE	Analysestartdato: 12.05.2021				
a) Kobber (Cu)	7.39	mg/kg TS	5	2.630	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	24.9	mg/kg TS	5	5.27	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	2.88	% TS	0.1		NF EN 12679 (cancelled)
a) Tørrestoff					
a) Tørvekt steg 1	66.5	% rv	0.1	3.33	NF EN 12680
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	951	mg/kg TS	1	124	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	1.3	g/kg TS	0.5	0.28	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	9730	mg/kg TS	1000	1941	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverander:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v.106



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 851 416 18
 Mollebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045105-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kopper (Cu)	11.6	mg/kg TS	5	2.95	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	29.4	mg/kg TS	5	6.21	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	5.24	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Tørrestoff					
a) Tørrevkt steg 1	56.6	% rv	0.1	2.83	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	931	mg/kg TS	1	121	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.4	g/kg TS	0.5	0.46	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18300	mg/kg TS	1000	3608	NF EN 15936 - Méthode B

Uttørende laboratorium/ Underleverandør:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegntorklaring:

* 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 1

AR001 v106



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 651 416 18
 Møllebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045118-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	439-2021-05120340	Prøvetakingsdato:	04.05.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Nickolas Hawkes		
Prøvemerkning:	ORH-KFELT KJE	Analysestartdato:	12.05.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	15.1	mg/kg TS	5	3.29	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	29.0	mg/kg TS	5	6.13	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	7.13	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	47.1	% rv	0.1	2.36	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1090	mg/kg TS	1	142	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	3.4	g/kg TS	0.5	0.63	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	24900	mg/kg TS	1000	4998	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 (scope on www.cofrac.fr) 1-1488,

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v166



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 651 418 18
 Møllebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045107-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2021-05120342	Prøvetakingsdato: 04.05.2021				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Nickolas Hawkes				
Prøvermerking: ORH-K1	Analysedato: 12.05.2021				
Cu					
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	<5.00	mg/kg TS	5		ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Moss 01.06.2021



Stig Tjomsland

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

AR-001 V166



Åkerblå AS
 Nordfrøyveien 413
 7260 Sistranda
 Attn: Kundeinformasjon miljø | Åkerblå

Eurofins Environment Testing Norway
 AS (Moss)
 F. reg. NO9 051 416 18
 Mollebakken 50
 NO-1538 Moss

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

AR-21-MM-045112-01

EUNOMO-00294831

Prøvemottak: 12.05.2021
 Temperatur:
 Analyseperiode: 12.05.2021-01.06.2021
 Referanse: Orholmen-102375

ANALYSERAPPORT

Provenr.:	439-2021-05120343	Prøvetakingsdato:	04.05.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Nickolas Hawkes		
Prøvemerkning:	ORH-K2	Analysestartdato:	12.05.2021		
	Cu				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	8.92	mg/kg TS	5	2.735	ISO 54321 (sol, boue) Méthode interne (autres), NF EN ISO 11885

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Moss 01.06.2021



 Stig Tjomsland
 Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 1

AR-001 v166

Vedlegg 4 – Indeksbeskrivelser

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

Diversitet og jevnhet

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

Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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

Diversitetsindeksen er beskrevet som:

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

Sensitivitet og tetthet

NSI (Norwegian Sensitivity Index; Rygg og Norling 2013) er utviklet med basis i norske faunadata og innført i 2012. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi). En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene 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 sensitivetsindeks. Grunnlaget for beregningen av ISI (Rygg 2002) ble utvidet og artsnomenklaturen standardisert i 2012. Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som tar hensyn til hvilke arter som er tilstede, men ikke individtallet av dem. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av artene i prøven hvor ISI_i er ISI₂₀₁₂ verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier.

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

AMBI (Azti Marine Biotic Index; Borja m.fl. 2000) er en sensitivetsindeks (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 bløtbunnsfauna i henhold til den til enhver tid gjeldende klassifiseringsveileder etter vannforskriften (www.vannportalen.no).

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

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)

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

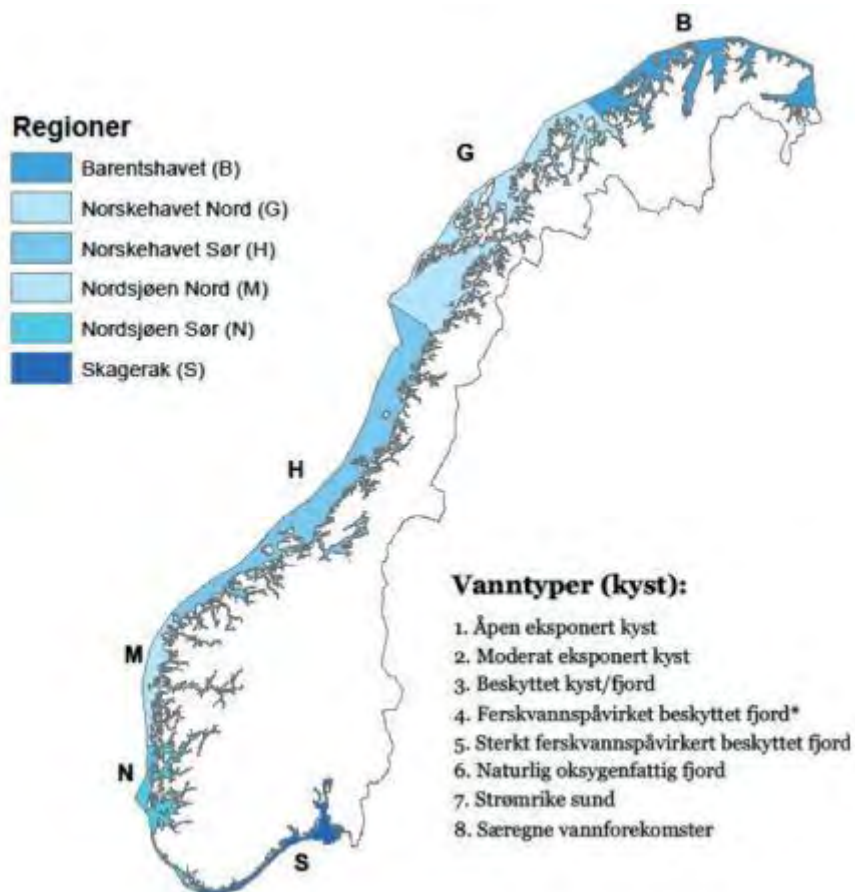
$$\text{Snitt nEQR (C4)} = \frac{\text{nEQR (C4G1)} + \text{nEQR (C4G2)}}{2}$$

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

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

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	Måleenhet	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, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna (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	NS I (E G)	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	ORH-	OHR-	OHR-
		1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	REF-1	REF-2	KFE-1	KFE-2
Abyssoninoe hibernica	1		1	7	5			19	15	14	6	7	13
Amaeana trilobata	1			3	7			13	5		1	1	1
Amage auricula	1							1					
Ampharete lindstroemi kompleks				5	9								
Ampharete octocirrata	1		1	7	14			2	8	8			2
Ampharetidae	1				2								
Amphicteis gunneri	3			4	4		1	1					
Amphictene auricoma	2			9	14	3	11	4	7				
Amphitrite birulai	1			2	11		1	4	29				
Amythasides macroglossus	1			4	6			1	4				
Anobothrus gracilis	2				1					1			
Aphelochaeta sp.	2			2	1			1	3	3	5	1	3
Apistobranthus tullbergi	2				3								
Aricidea catherinae	1			5		1		6	2	3		3	3
Aricidea wassi				4	14								
Capitella capitata kompleks	5	497	907	93	89	312	460	57	22				
Ceratocephale loveni	3										1	4	6
Chaetoparia nilssoni	2			1									
Chaetozone pseudosetosa	4	1	6	30	64	48	50	44	21		4	3	5
Chaetozone zetlandica					1								
Chirimia biceps	2			1									
Clymenura borealis	1												2
Diplocirrus glaucus	2			8	16	1	2	15	18	1		3	1
Dipolydora sp.				2	6		2						
Eclysippe cf. eliasoni	1			2	2			1	2	2			1
Eteone flava/longa	4			1		2	1	1		1	1		
Euclymene sp.	1				4	3	3	6	1				

Eulalia sp.									1					
Exogone naidina	1			4	5									
Exogone verugera	1							1						
Galathowenia oculata	3			64	89	12	13	4	16					
Gattyana cirrhosa	2									1				
Glycera alba	2			3	8									
Glycera lapidum kompleks	1	6	8					1		1		1		
Glycera sp.	2					6	8							
Goniada maculata	2			1	3		6		1					
Heteromastus filiformis	4										2	3	4	
Lagis koreni	4								2					
Laonice cirrata	1				7				2					
Laonice sarsi	1			1	3	1			4					
Laonice sp.	1			12										
Levinsenia gracilis	2								1	4	1	3	4	
Lysippe fragilis				1	2									
Macrochaeta clavicornis	1			1										
Malacoceros vulgaris	5	16	11		1									
Melinna elisabethae	2			1										
Myriochele danielsseni					4									
Myriochele olgae				14	11									
Myriochele sp.	2							1						
Nephtyidae								1		1	1	4	1	2
Nephtys hombergii	2			2	2			1						
Nephtys hystricis	2	1			1	1	1							
Nereididae									1					
Nothria conchylega	1			1										
Notomastus latericeus	1			1	7	1	2	1	2	3				
Ophelina cylindricaudata	1				1									
Ophryotrocha sp.	4					8	19							
Orbinia sertulata	2			1	1			2			1			
Owenia borealis	2		1	63	53	14	37	6	4				1	
Oxydromus vittatus	3												1	
Paradoneis lyra	2				8	4	5		2					
Paramphinome jeffreysii	3	1		1	2	5	1	107	48	41	21	24	38	
Pholoe baltica	3	2	9	31	47	14	51	20	1	5	2	2	1	
Pholoe pallida	1				1			1	3	3	2	2	4	
Pholoe sp.	2	16	12			3	4	6	27	3	2	2	3	
Phyllodoce rosea	1							2	2					1

Phyllodoce sp.	3				1								
Phylo norvegicus kompleks	2					1							
Pista sp.				3			1		1				
Polycirrus arcticus	3			2									
Polycirrus norvegicus	4		1	1						1		1	
Polycirrus plumosus	2				1		1	4					
Polycirrus sp.	1				3								
Praxillella affinis	1			4	15	1	2	2	10	1			
Praxillella praetermissa	2			11	9	8	9	5	7	1		2	3
Prionospio cirrifer	3			5	10		4	9	10				1
Prionospio dubia	1			2	5	3		13	13	7	1	2	4
Prionospio fallax	2			1	3	1	1	7	2		2	1	2
Prionospio plumosa			5										
Proclea graffii	2			1									
Pseudopolydora nordica	4			9	17			21	10		1	2	1
Rhodine loveni	2				1								1
Sabellidae	2			1									
Samytha sexcirrata	1				1								
Scalibregma inflatum kompleks	3	1	1	3	4			3	3		1		1
Scoelepis korsuni	1							2	4	4	1	6	9
Siboglinidae	1			4	5								
Sige fusigera	3			6	9	1	2	3	3	1	1		
Sosane wahrbergi	2			9	8								
Sosane wireni	1				1								
Sphaerodorum sp.	2			2	1								
Sphaerosyllis hystrix	1			1									
Spio filicornis	3			1	1	3		2					
Spiophanes bombyx	2			4	2								
Spiophanes kroyeri	3		1	3	5	4	2	3		3		1	2
Spiophanes wigleyi	1				1								
Sthenelais limicola	1			2									
Streblosoma intestinale	1						1	3		3		1	1
Terebellida				2									
Terebellides sp.	2			5	10			2	4				1
Tharyx killariensis	2				1								
Trichobranchus roseus	1			3	3		1		3			2	1
Abra nitida	3							2	8	2	6		1
Adontorhina similis	2			3	4			2		1			
Arctica islandica	3		1		1								
Astarte sp.			1		1		2						

Axinulus croulinensis	1		6	7								
Cardiomya costellata	1			1								
Cuspidaria cuspidata	2		1	4								
Cuspidaria obesa	2								1			
Ennucula tenuis	2	2	4	3	5	3	4	3		2		2
Kurtiella bidentata	4			1								
Lucinoma borealis	1				2							
Mendicula ferruginosa	1		16	30	3	6	17	12	11		1	1
Myrtea spinifera	2		1	2		2						
Mytilus edulis	4				1							
Parathyasira equalis	3						16	12	14	9	4	5
Parvicardium minimum	1										1	
Parvicardium pinnulatum	3										1	
Phaxas pellucidus	2			1								
Thracia sp.	2		1	3		1	4	4				1
Thyasira flexuosa	3		24	22		3						
Thyasira obsoleta	1			2			1		1	1		
Thyasira sarsii	4	5			15	30	9	5			4	2
Varicorbula gibba	4		1	2	1	1					1	
Yoldiella lucida	2										2	1
Yoldiella philippiana	1											2
Cylichna cylindracea	2	1		1	1							
Diaphana sp.							1	1				
Eulimidae			1									
Euspira montagui	2	1		1		2		1				
Euspira nitida	2				1	3		1				
Hermania sp.	2		3	5			7	7	1			
Philinoidea	2		5	3								
Retusa umbilicata	4		1	2	3	1		1		1		1
Volvulella acuminata						1		1	1			
Antalis sp.				1								
Caudofoveata	2	1				3	3		2	1	2	
Chaetoderma nitidulum	2		1	1								
Falcidens crossotus			1	2				1				
Scutopus ventrolineatus	2							1	1			
Ampelisca sp.	1		1									
Caprellidae				2								
Eriopisa elongata	2	1									2	
Haploops setosa	1		2	2								
Harpinia sp.	3		1					1				

Hippomedon												
denticulatus	1			1								
Liljeborgia sp.							1					
Lysianassoidea	1			1	1							
Oedicerotidae			1	2			1			1	1	
Photidae			2									
Campylaspis sp.												1
Diastylis cornuta	1		3	2				2				
Diastylis tumida			4									
Diastylis sp.	1				1							
Diastylodes biplicatus	1			1								
Eudorella emarginata	3			1			1		1			1
Eudorella truncatula	2		2	1								
Leucon sp.												1
Decapoda (larver)											1	
Brachyura			1									
Caridea										1		
Paguridae	1						1					
Gnathia dentata			1									
Gnathiidae (larver)							2	2				
Nebalia sp.	5						1					
Tanaidacea	1			2								
Calanoida		7	9	11	15	27	7	11	6	7	5	10
Ophiuroidea	2										1	
Amphiura chiajei	2		2	2		1	6	17	18	7	12	16
Amphiura filiformis	3		9	18	2	9	9	12	8	1	4	8
Ophiura sp.	2		3	4		1						
Echinoidea	1			1								
Labidoplax buskii	2		5	12	1	2	7	3				
Leptosynapta decaria			7	12								
Leptosynapta inhaerens				1								
Leptosynapta sp.	2					4	6					
Pseudothyone raphanus			2	5								
Cerianthus lloydii	3					1						
Edwardsiidae	2				1	2						
Nematoda			10	5	10	13	9	1				
Nemertea	3		4	1	2		1	3				
Nemertea 2	3		1	1								
Phoronis sp.	1		7	6								
Sipuncula	2					1						
Nephasoma minutum	2		1									
Foraminifera			20	6					50	3	50	50

Vedlegg 8 – CTD-data

Data fra CTD-undersøkelsen ved Orholmen er presentert fra overflaten til like over bunnen ved ORH-4 (Tabell V8.1).

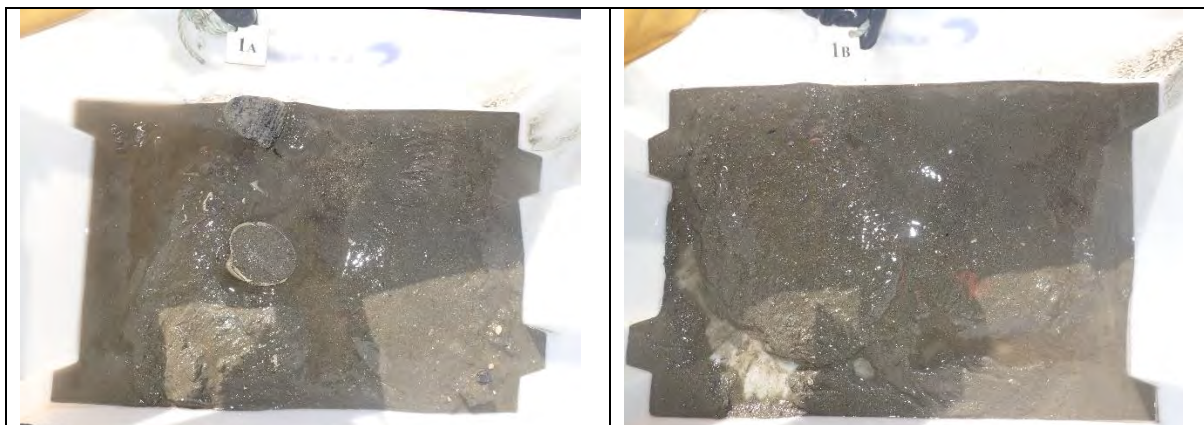
Tabell V8.1. CTD-data ved ORH-4.

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
32,05	7,0	116,2	10,94	0,7	19:42:05
32,05	7,0	116,3	10,95	1,1	19:42:07
32,08	6,9	115,9	10,91	2,1	19:42:09
32,32	6,9	115,4	10,86	3,1	19:42:11
32,82	6,8	115,1	10,81	4,3	19:42:13
33,33	6,7	115,5	10,84	5,5	19:42:15
33,44	6,7	117,1	10,98	6,7	19:42:17
33,69	6,7	118,8	11,12	8,0	19:42:19
33,83	6,8	119,1	11,13	9,2	19:42:21
33,90	6,8	116,6	10,88	10,4	19:42:23
34,01	6,9	112,5	10,48	11,5	19:42:25
34,04	6,9	108,3	10,08	12,5	19:42:27
34,04	6,9	105,0	9,77	13,7	19:42:29
34,12	6,9	102,7	9,54	14,9	19:42:31
34,14	7,0	101,0	9,37	16,0	19:42:33
34,15	7,0	99,5	9,22	17,2	19:42:35
34,27	7,1	98,3	9,09	18,6	19:42:37
34,28	7,1	97,2	8,99	19,9	19:42:39
34,33	7,1	96,4	8,90	21,3	19:42:41
34,37	7,2	95,8	8,83	22,6	19:42:43
34,41	7,2	95,1	8,77	24,0	19:42:45
34,43	7,2	94,6	8,72	25,3	19:42:47
34,47	7,2	94,2	8,67	26,6	19:42:49
34,52	7,3	93,9	8,63	28,0	19:42:51
34,56	7,3	93,7	8,60	29,1	19:42:53
34,60	7,3	93,4	8,57	30,3	19:42:55
34,68	7,4	93,2	8,54	31,4	19:42:57
34,68	7,4	93,0	8,52	32,7	19:42:59
34,69	7,4	92,8	8,50	34,0	19:43:01
34,72	7,4	92,7	8,48	35,3	19:43:03
34,75	7,4	92,6	8,47	36,4	19:43:05
34,78	7,4	92,5	8,46	37,8	19:43:07
34,80	7,5	92,4	8,45	39,0	19:43:09
34,83	7,5	92,3	8,43	40,5	19:43:11
34,85	7,5	92,3	8,43	41,8	19:43:13
34,88	7,5	92,2	8,42	43,1	19:43:15
34,92	7,5	92,1	8,40	44,3	19:43:17
34,95	7,5	91,9	8,38	45,2	19:43:19
34,99	7,5	91,6	8,35	46,3	19:43:21
35,00	7,6	91,4	8,32	47,5	19:43:23

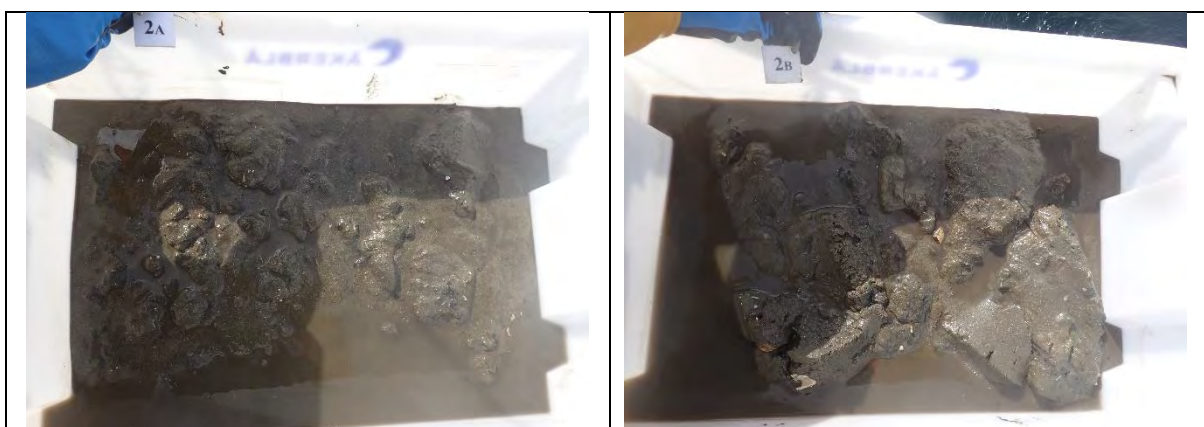
35,07	7,6	91,3	8,30	48,7	19:43:25
35,13	7,6	91,2	8,28	49,5	19:43:27
35,15	7,6	90,8	8,24	50,1	19:43:29
35,13	7,6	90,2	8,19	51,1	19:43:31
35,16	7,7	89,7	8,14	52,5	19:43:33
35,23	7,7	89,6	8,11	54,0	19:43:35
35,25	7,7	90,0	8,15	55,4	19:43:37
35,26	7,7	90,7	8,21	56,6	19:43:39
35,29	7,7	91,2	8,25	57,8	19:43:41
35,29	7,7	91,5	8,28	58,9	19:43:43
35,29	7,8	91,7	8,30	60,2	19:43:45
35,31	7,8	91,8	8,30	61,6	19:43:47
35,33	7,8	91,8	8,30	62,6	19:43:49
35,32	7,8	91,8	8,31	62,2	19:43:51
35,31	7,8	91,8	8,31	62,0	19:43:53

Vedlegg 9 - Bilder av sediment

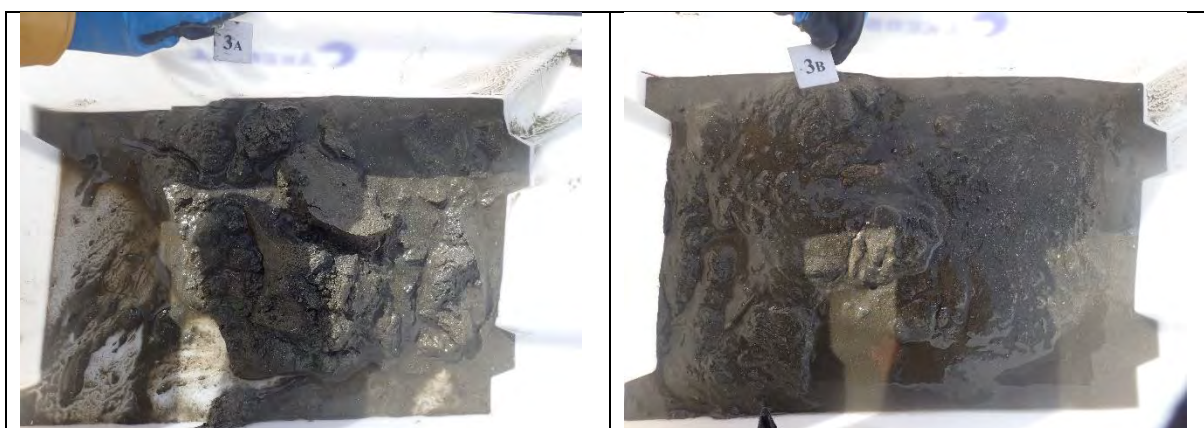
Det ble tatt bilder av sedimentet fra to hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V9.1 – V9.6).



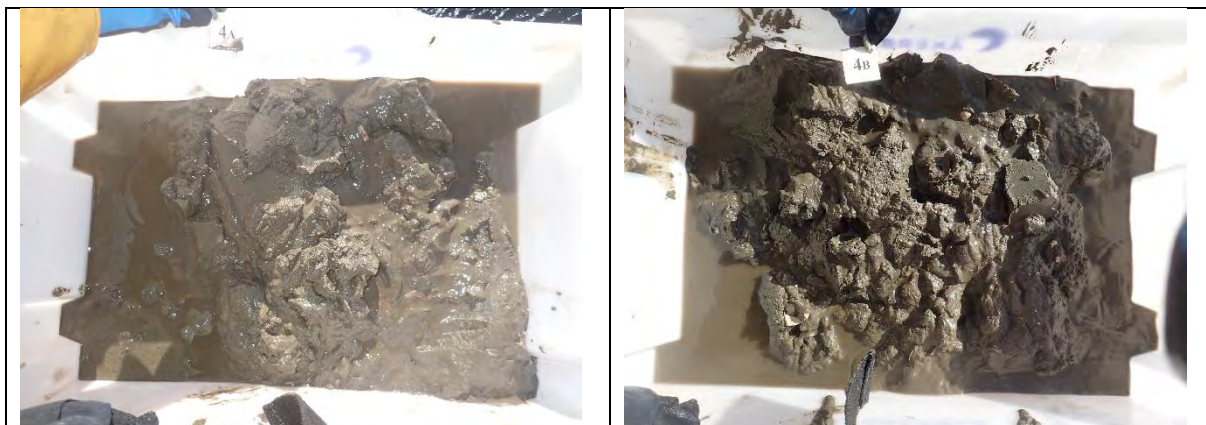
Figur V9.1. Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



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 ved ORH-KFELT.



Figur V9.6. Sediment før vask ved referansestasjonen.

ASC-vurdering

for

Orholmen



Feltarbeid

04.05.2021

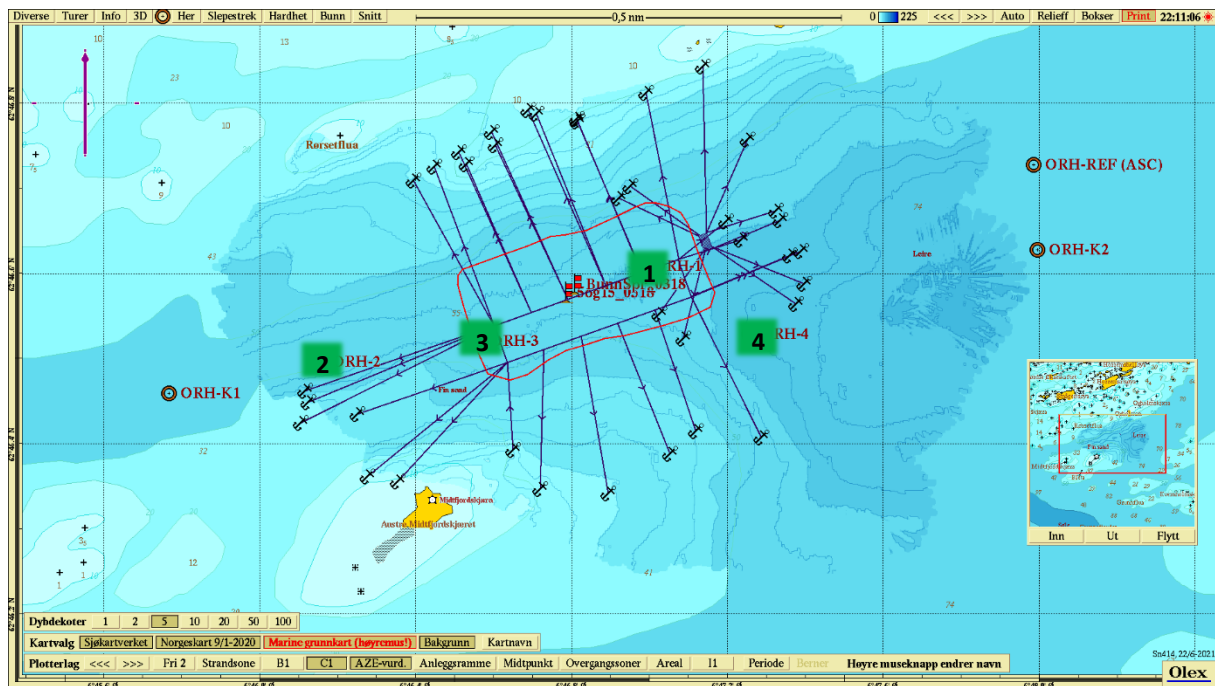
Oppdragsgiver

Måsøval Fiskeoppdrett AS

V.10-1 Sammendrag

Denne rapporten omhandler en ASC- vurdering ved lokaliteten Orholmen i Aukra kommune, Møre og Romsdal 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 viste resultatene for vurderte kriterier tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden. Resultatene fra denne undersøkelsen viser til organisk akkumulering tett mot anlegget, men fortsatt innenfor akseptabel tilstand og ellers er det en god spredningsevne. I selve anlegget er det stort sett gode forhold, som påvist i både B- og C-undersøkelsen, men det er en mindre grop som sannsynligvis samler opp partikler fra et større anleggsområde (ORH-1). Det virker derfor som at antatt AZE bør holde seg relativt tett opp mot anlegget som nå, gitt at neste produksjonsrunde er lik. Utenfor AZE er det ingen tydelige tegn til organisk påvirkning.



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 = ORH-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

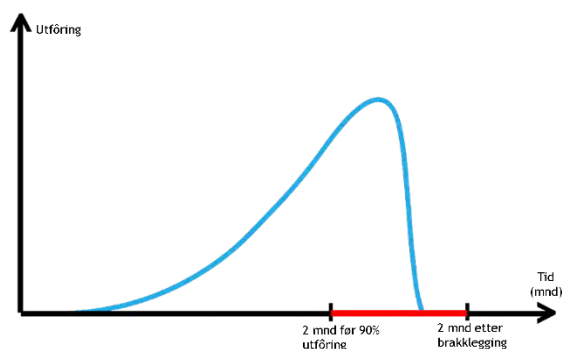
V.10-2 Innledning

ASC Salmon Standard (2019) angir blant annet krav til undersøkelse av bentisk fauna, reduksjonspotensiale (E_h) og kobbernivå (Cu) i sedimentene ved oppdrettslokaliteter. Standarden definerer to soner: innenfor og utenfor tillatt sone for påvirkning (*Allowable Zone of effect* – AZE; tabell V.10-2.1). Utstrekningen av AZE sonen kan være utfordrende å bestemme, men er generelt definert som området som strekker seg 30 meter ut fra merdene, der hvor det ikke er definert en lokalitets-spesifikk AZE gjennom modellering.

Innenfor AZE skal det være minst 2 ikke- forurensingsindikatorarter, som forekommer med over 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 forurensingsgrad, tar hensyn til arter som er naturlig forekommende.

Utenfor den tillatte sonen for påvirkning (u-AZE) skal redoks-potensialet (E_h) eller sulfidnivåene være tilfredsstillende, og faunaindeksler skal indikere god til svært god økologisk kvalitet. Som standard vurderes disse faunaresultatene etter Shannon-Wiener indeksen som må ligge over 3.0 (tabell V.10-2.1).

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-bestendig stoff i de siste 18 månedene, eller hvor behandlede nett ikke har blitt grundig rengjort på et landbasert anlegg siden forrige kobberbehandling.



Figur V.10-2.1. 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 1). 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.

Tabell V.10-2.1 Krav til reduksjonsoksidasjonspotensial (E_h), faunaindeks og kobberverdier (Cu) i henhold til ASC Salmon Standard (2019) fritt oversatt.

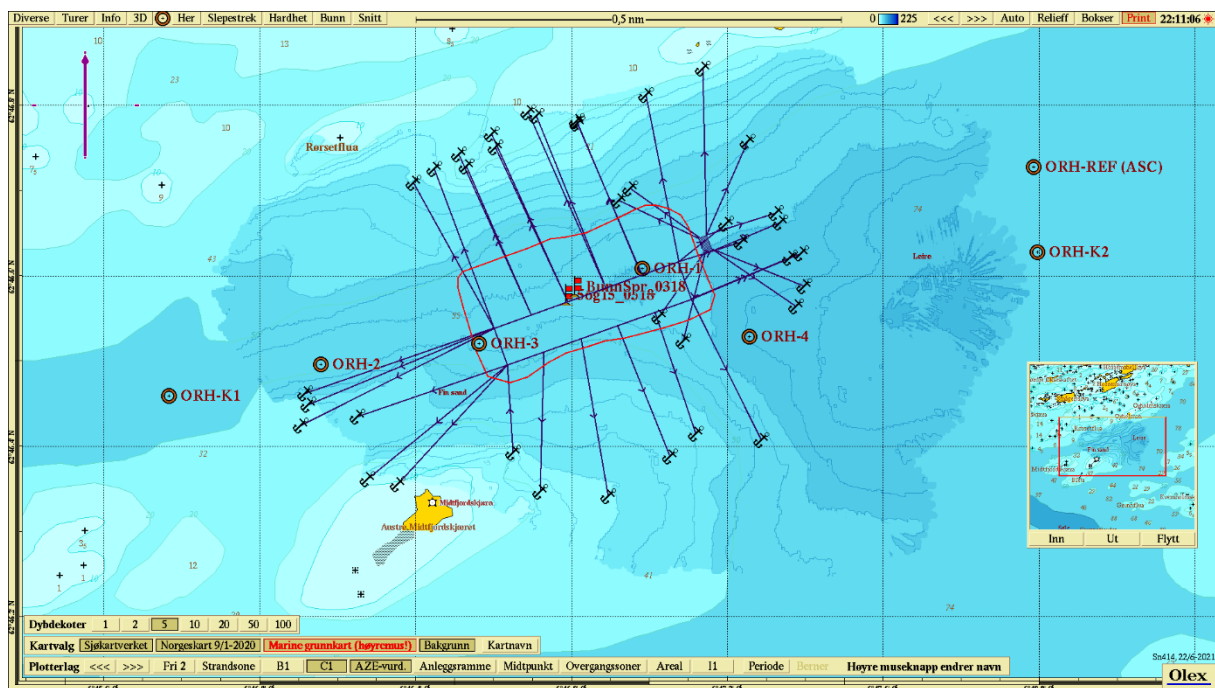
Indikator	Krav
E_h - eller sulfidnivå i sedimentet utenfor AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	$E_h > 0$ millivolt (mV) eller sulfid $\leq 1,500$ mmol/L
Faunaindeks som indikerer god til høy økologisk kvalitet i sedimentet på utsiden av AZE; etter metoden i vedlegg I-1 i standarden.	AMBI verdi ≤ 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

*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 2021). 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 anslått med utgangspunkt i veiledende avstand og justert ut ifra strømforhold -styrke, -dybde og retning, bunntopografi og resultater fra andre lokaliteter med tilsvarende forhold.

Med utgangspunkt i antatt AZE er stasjonene plassert med stasjon ORH-1 og ORH-3 som nærstasjoner inntil anleggets ramme (innenfor AZE). Stasjon ORH-2 ble plassert i hovedstrømsretning ved spredningsdyp, 400 meter utenfor anleggets ramme, og 330 meter utenfor antatt grense for AZE. Stasjon ORH-4 ble plassert etter batymetri, forrige C-undersøkelse samt strømforhold, 200 meter utenfor anleggets ramme, og 105 meter utenfor antatt grense for AZE. Det ble også plassert to referansestasjoner for kobber, ORH-K1 og ORH-K2 plassert henholdsvis 750- og 780 meter fra anlegget og 670 og 715 meter fra AZE. Referansestasjonen ORH-REF ble plassert 840 meter øst for anleggsplasseringen med bunntopografi tilsvarende området innenfor AZE (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; Åkerblå 2018), antatt utstrekning av AZE (rød linje) og prøvestasjoner (runding). 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
ORH-1	*	30	60	i-AZE
ORH-2	*	400	58	u-AZE
ORH-3	*	45	56	i-AZE
ORH-4	*	200	65	u-AZE
ORH-K1	62°46.458'N / 06°45.767'Ø	750	57	REF
ORH-K2	62°46.627'N / 06°47.994'Ø	780	72	REF
ORH-REF	62°46.726'N / 06°47.985'Ø	813	64	REF

V.10-4 Resultater

Det henvises til bunnfauna- og kjemiske analyser som allerede er utført for Orholmen som C-undersøkelse (Åkerblå 2021; tabell V.10-4.1). I tillegg til disse ble det tatt 2 stasjoner spesifikt for ASC-vurderingen for å undersøke bakgrunnsverdier av kobber (V.10-7).

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden (Tabell V.10-4.1). Innenfor AZE hadde ORH-3 seks arter i høyt antall (per kvadratmeter) som ikke er forurensingsindikerende og fikk akseptabel tilstand grunnet dette. ORH-1 hadde kun en art i høyt antall som ikke var forurensingsindikerende, men den hadde seks arter i likt eller høyere antall som referansestasjonen og fikk dermed akseptabel tilstandsvurdering. Utenfor AZE var det høy biodiversitet med Shannon-Wiener indeks >3 . Data for referansestasjonen oppgis, men klassifiseres ikke i tabellen under.

Tabell V.10-4.1 Resultat for redokspotensial (E_h) målt i millivolt (mV), Shannon-Wiener faunaindeks (H') for fauna utenfor AZE (u-AZE), antall makrofauna taxa over 100 individer per m^2 (i-AZE), Antall ikke-forurensingsindikatorer 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		Cu	
	mV	TK	Verdi	TK	Antall	TK	mg/kg	TK
ORH-1					7*	A		
ORH-2	152	A	5,321	A			5,63	A
ORH-3					6	A		
ORH-4	166	A	4,907	A			7,39	A
ORH-REF	247	-	4,156	-			11,6	-
ORH-K1	125	-	-	-			0	-
ORH-K2	313	-	-	-			8,92	-

*en art i høyt antall, seks arter likt eller høyere som referansestasjonen.

V.10-5 Diskusjon

Samlet viste resultatene for vurderte kriterier tilstand «Akseptabel» for samtlige stasjoner i henhold til krav fastsatt i ASC-standarden. Innenfor AZE hadde ORH-3 seks arter i høyt antall (per kvadratmeter) som ikke er forurensingsindikerende og fikk akseptabel tilstand grunnet dette. ORH-1 hadde kun en art i høyt antall som ikke var forurensingsindikerende, men den hadde seks arter i likt eller høyere antall som referansestasjonen og fikk dermed akseptabel tilstandsvurdering. Utenfor AZE var det høy biodiversitet med Shannon-Wiener indeks >3 .

Resultatene fra denne undersøkelsen viser til organisk akkumulering tett mot anlegget, mens ellers er det en god spredningsevne. I selve anlegget er det stort sett gode forhold, som påvist i både B- og C-undersøkelsen, men det er en mindre grop som sannsynligvis samler opp partikler fra et større anleggsområde (ORH-1). Det virker derfor som at antatt AZE bør holde seg relativt tett opp mot anlegget som nå, gitt at neste produksjonsrunde er lik. Utenfor AZE er det ingen tydelige tegn til organisk påvirkning.

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

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

Åkerblå AS (2021). C-undersøkelse fra Orholmen, 84 sider.