

C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Sølvskjæret

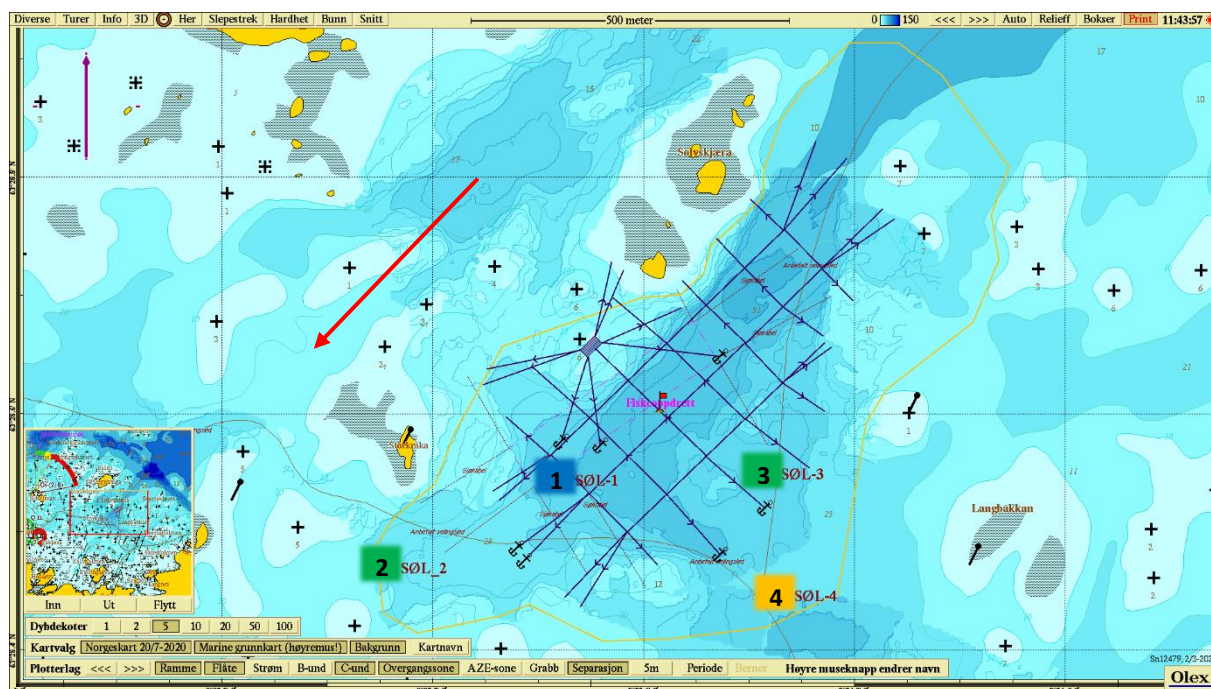


Tilstandsklasse III (Moderat)

Feltarbeid
Oppdragsgiver

21.02.2021
Nekton Havbruk AS

C-undersøkelse for Sølvskjære		
Rapportnummer / Rapportdato	102475-01-001-Sølvskjæret / 04.05.2021	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Sølvskjæret	
	Søkt MTB 3120	
	Smøla kommune, Møre og Romsdal fylke	
	Økoregion Norskehavet Sør og vanntype åpen eksponert kyst	
Lokalitetsnummer	Ny	
Oppdragsgiver		
Selskap	Nekton Havbruk AS	
Kontaktperson	Roger Magne Osen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Hedda Østgaard	
Forfatter (-e)	Hedda Østgaard, Oda Felix Sønslie, Cecilie Gotaas Sørensen, Nathalie Skahjem	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
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>	
Sammendrag		
Denne rapporten omhandler en C- undersøkelse ved lokaliteten Sølvskjæret i Smøla kommune, Møre og Romsdal. Lokaliteten har tidligere vært i drift av SalMar Farming AS under navnet 12476 Kråka, og har siden 2016 ligget brakklagt. Denne undersøkelsen utføres etter ønske fra oppdragsgiver Nekton Havbruk AS som ledd i forundersøkelse/søknad om å etablere ett nytt akvakulturanlegg på samme området. For tiltenkt MTB på 3120 tonn ble 4 stasjoner + 1 referansestasjon analysert for fauna og geokjemiske forhold. Samlet viser faunaresultatene moderate forhold i området rundt Sølvskjæret, som i hovedsakelig skyltes den dårlige tilstanden ved SØL-4. Faunaforholdet ved de resterende stasjonene viste ellers meget god og gode tilstander. De hyppigst forekommende artene varierte og besto hovedsakelig av forurensningstolerante og opportunistiske arter. Den dårlige tilstanden ved SØL-4 viser at man bør være obs på denne prøvestasjonen i fremtidige undersøkelser da den ser ut til være et naturlig akkumuleringspunkt for organisk materiale. Likevel ligger stasjonen ganske langt unna anlegget og det er derfor ikke sikkert at prøvestasjonen blir påvirket av fremtidig oppdrettsvirksomhet. Noe høyere kjemiske parametere kan tyde på rester etter tidligere oppdrettsaktivitet (sink/kobber) eller naturlig organisk materiale (karbon, fosfor og nitrogen). Referansestasjonen plassert 2,25 nautiske mil vest for anlegget viste lignende gode forhold som ved de øvrige stasjonene. Stasjonen egner seg derfor godt som referansestasjon, og lar seg benyttes til eventuell senere sammenligning. Det er vanskelig å forutsi de nøyaktige oppdrettsforholdene ved det påtenkte anleggsområdet, men basert på tidligere oppdrettsmuligheter samt at påfølgende miljøundersøkelse viste hovedsakelig gode bunnfaunaforhold, er det liten grunn til at det ikke vil kunne gjennomføres drift rundt Sølvskjæret. Likevel må man være obs på utfordringer ved prøveforhold, akkumuleringsområdet til SØL-4 samt merke seg SØL-3 da denne stasjonen ligger på grensen til moderat. Ved eventuell oppstart av drift ved Sølvskjæret er krav til neste undersøkelse iht. NS9410 (2016) på maksimal produksjonsbelastning at den første C-undersøkelsen på en ny lokalitet skal tas etter den første produksjonssyklus.		



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

Tabell 1. Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), Tilstandsverdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er vurdert etter Veileder 02:2018.

Stasjon/ Parameter	SØL-2	SØL-3	SØL-4	GUL/GRÅ/SØL-REF
Antall arter	53	49	27	58
Antall individ	1031	570	393	778
H'	4,213	4,334	2,216	3,752
nEQR	0,766	0,653	0,396	0,760
Cu	9,11	11,90	17,10	8,62
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	0,525	Neste undersøkelse	Hver annen produksjonssyklus	

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse av lokalitet Sølvskjæret. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

For C-undersøkelser er Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018. Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Innhold

FORORD	4
INNHOOLD.....	5
1 INNLEDNING.....	6
2 MATERIALE OG METODE	9
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER.....	9
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	13
2.3 PRODUKSJON	16
3 RESULTATER	17
3.1 BUNNDYRSANALYSER	17
3.1.1 SØL-1	17
3.1.2 SØL-2	19
3.1.3 SØL-3	21
3.1.4 SØL-4	23
3.1.5 GUL/GRÅ/SØL-REF.....	25
3.1.9 Samlet tilstandsverdi	27
3.2 HYDROGRAFI.....	28
3.3 SEDIMENTANALYSER	29
3.3.1 Sensoriske vurderinger	29
3.3.2 Kornfordeling.....	29
3.3.3 Kjemiske parametere.....	29
4 DISKUSJON	31
5 LITTERATURLISTE.....	33
6 VEDLEGG	35
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	35
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	37
VEDLEGG 3 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	46
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER	48
VEDLEGG 5 - REFERANSETILSTANDER.....	51
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE	55
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA	58
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT	60

1 Innledning

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabell 1.1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter NS9410 (2016).

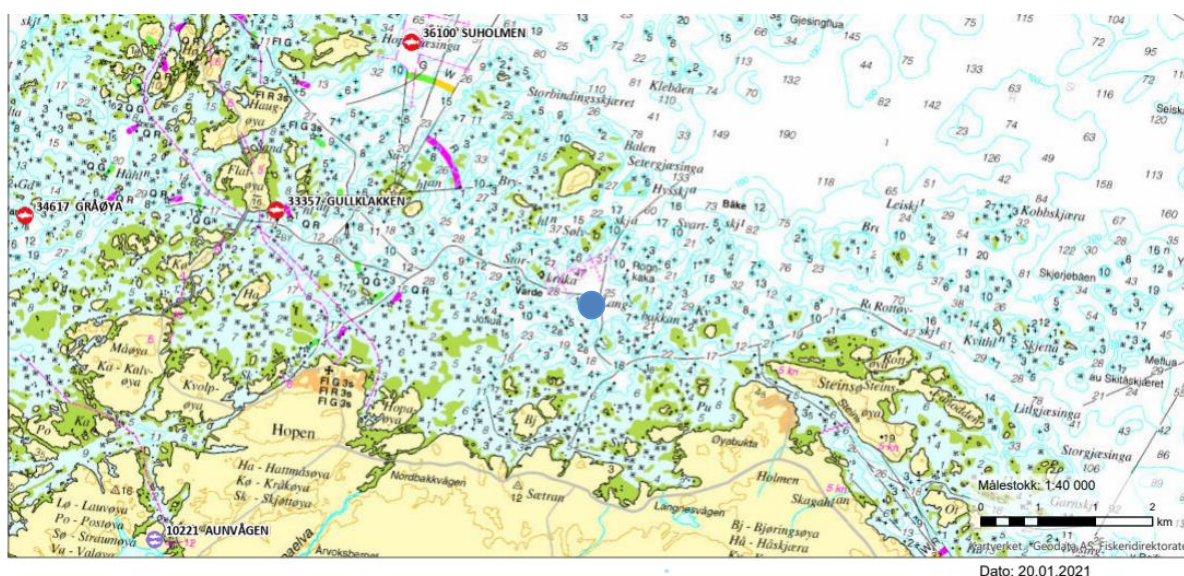
Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

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

2 Materiale og metode

2.1 Område og prøvestasjoner

Oppdrettslokaliteten Sølvskjæret er planlagt plassert i Smøla Kommune, Møre og Romsdal Fylke. Anlegget ligger plassert i økoregion Norskehavet Sør med vanntype åpen eksponert kyst. Lokaliteten planlegges å opprettes på nordsiden av Smøla, sør for Sølvskjæra (figur 2.1.1). Området er karakteristisk med holmer og skjær, og dybden under den planlagte anleggsrammen varierer mellom 29-51 meter. Sjøbunnen under anleggsrammen er renneformet og noe dypere enn området rundt. På grunn av varierende dybder, holmer og skjær skaper dette naturlige barrierer og små terskler som kan føre til at visse områder akkumulerer organisk materiale. I nordlig retning er det delvis mer åpent ut mot åpent hav. Strømmålinger viser primær strømreretning nordøst og sørvest (spredningsstrøm; Åkerblå 2020, figur 2.1.2). Det er planlagt å etablere 10 bur, hvor en rekke består av seks bur og en rekke med fire bur.

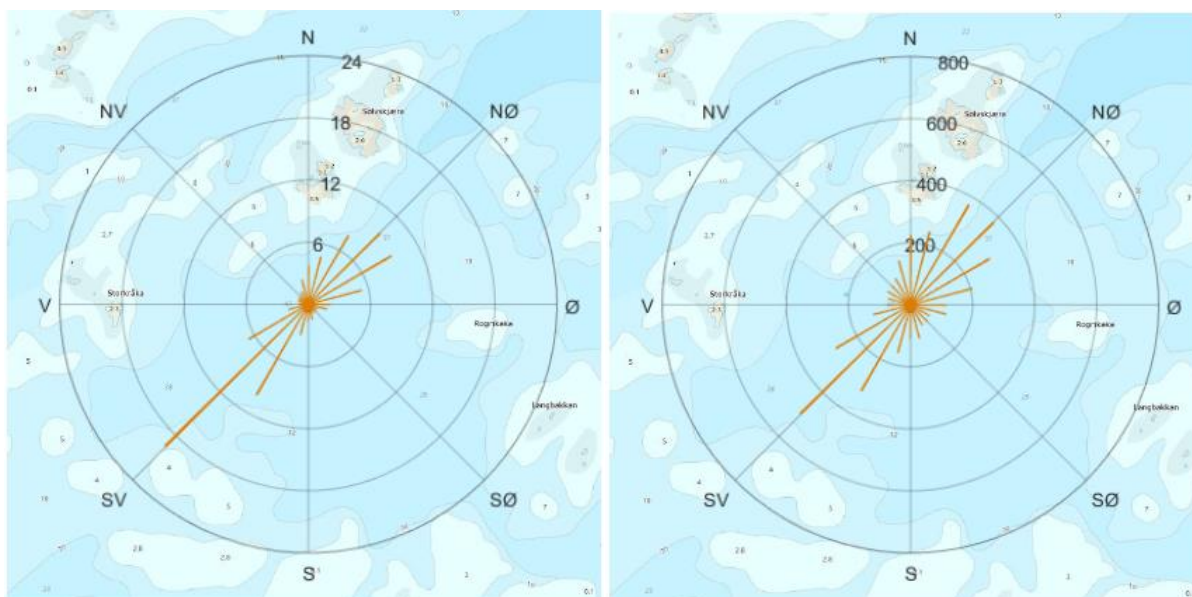


Akvakulturregisteret

Lokaliteter

- Matfisk laks, ørret, regnbueørret
- Settefisk laks, ørret, regnbueørret

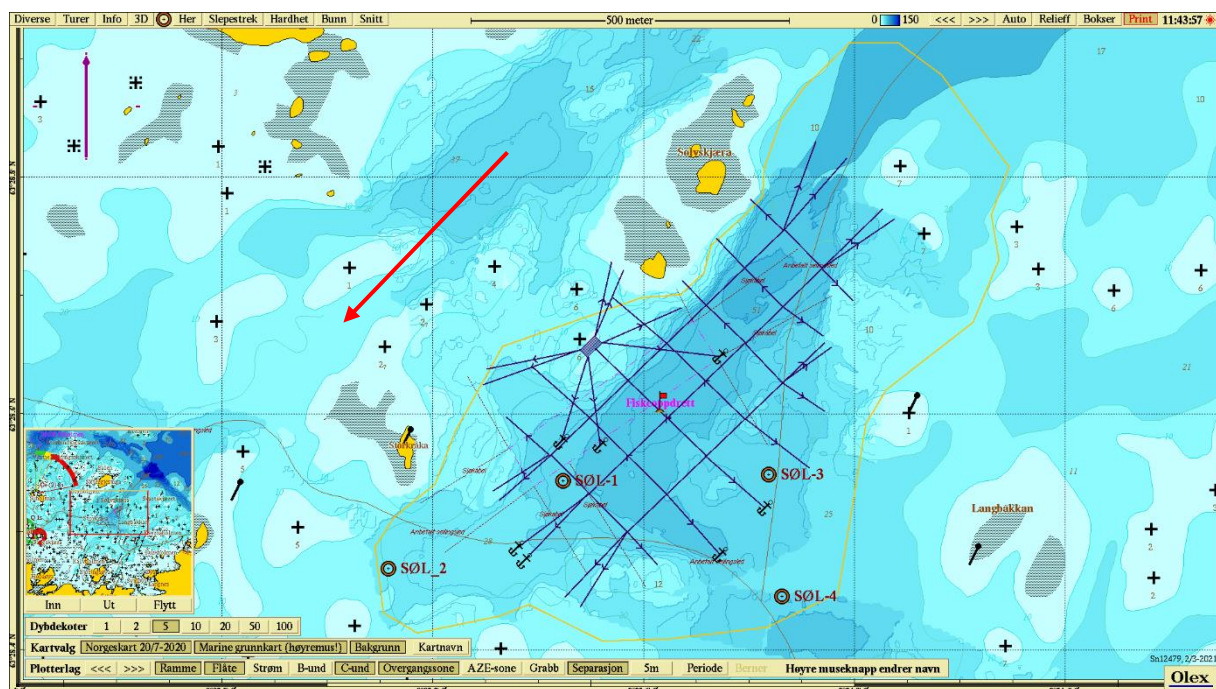
Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende matfiskanlegg er markert med røde sirkler og settefiskanlegg med lilla sirkel. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (fiskeridirektoratet 2021).



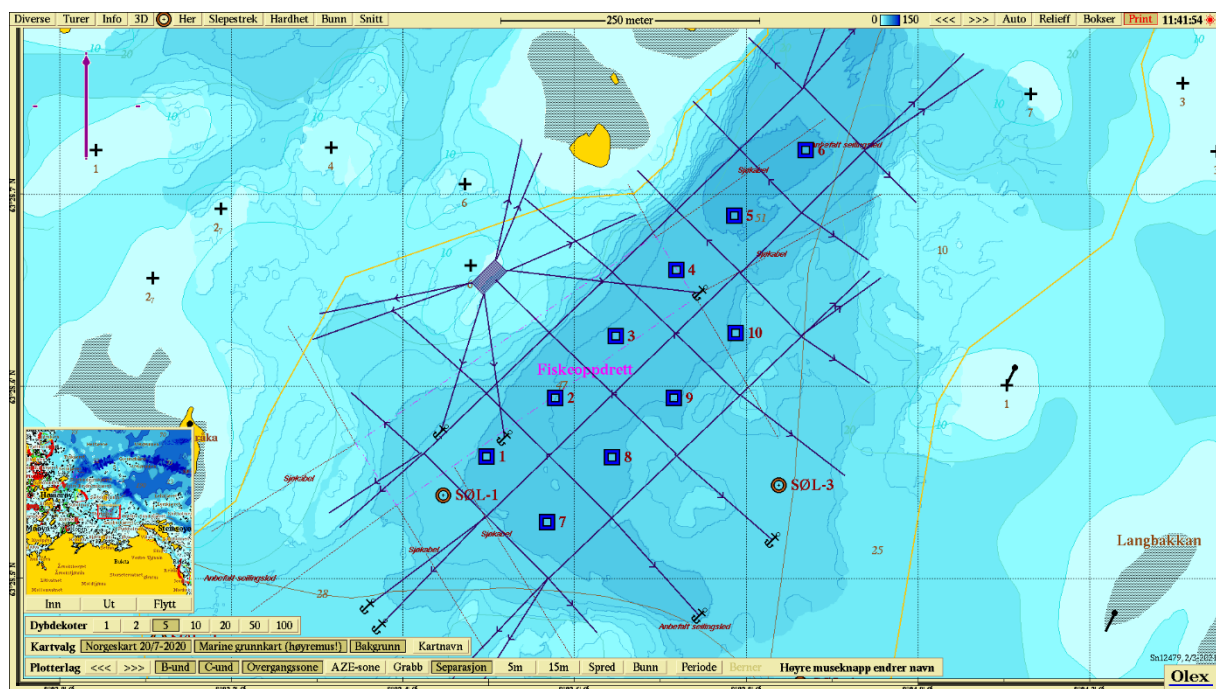
Figur 2.1.2 Strømforhold ved spredningsdyp (32 meter). Figuren til venstre viser relativ vannfluks (%) i hver 15°-sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en retningssektor. Figuren til høyre viser hvor mange ganger strømretningen er observert i de ulike 15°-sektorene i løpet av måleperioden. Kartdatum WGS84 (Åkerblå 2020).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av krav i NS9410 (2016), batymetri og strømforhold. Det er søkt om å etablere anlegg med MTB 3120 tonn, og i henhold til NS9410 (2016) skal overgangssonen settes til en veiledende avstand på ca. 400 meter. På bakgrunn av batymetri og tilgjengelige strømdata antas overgangssonen for anlegget å strekke seg lengst i nordøst, sørvest, ca. 350 meter. I nord, nordvest og øst begrenses overgangssonen av holmer og skjær, og i sørøst er det lite trolig at organisk materiale fra fremtidig produksjon vil akkumulere basert på strømbildet på lokaliteten (avstand fra anlegg ca. 180 meter; figur 2.1.3). Overgangssonen ved Sølvskjæret antas å være noe kortere basert på vurderinger av områdets batymetri og strømmålinger. Bunnen skråner opp mot grunner i flere retninger og strømmålinger indikerer lavt akkumuleringspotensiale i sørøst.

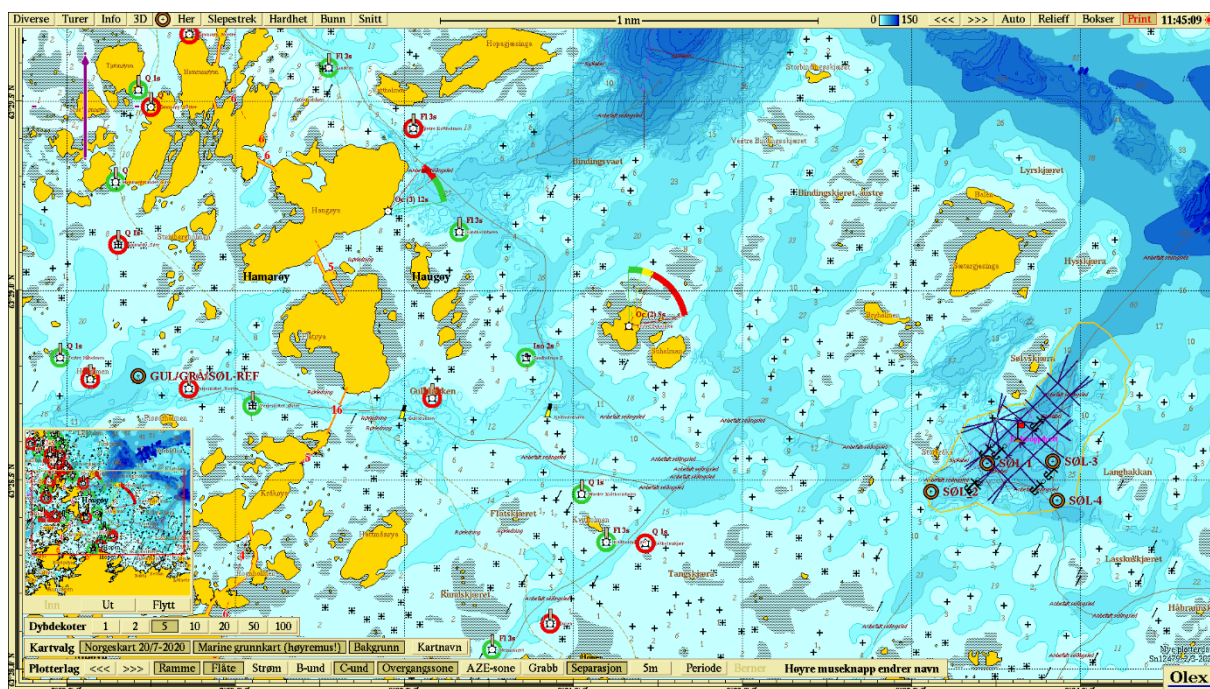
I henhold til NS9410 (2016) opprettes det fire stasjoner samt en referansestasjon. C1 stasjonen (SØL-1) ble plassert der B-undersøkelsen utført samme dag viste størst akkumulering av sediment ca. 25-30 meter fra der merdene er planlagt å ligge (Åkerblå 2021). C2 stasjonen (SØL-2) ble plassert i hovedstrømsretning 313 meter sørvest for anlegget på 25 meters dyp. SØL-3 ble plassert sørøst for anlegget på 39 meters dyp, 86 meter fra anlegget. Flere gjentatte prøvetakingsforsøk ble utført ved SØL-1, SØL-2 og SØL-3 da det var noe utfordrende bunnforhold ved disse områdene (Vedlegg 1). SØL-4 ble planlagt plassert nordøst for anlegget i returstrømsretning på ca. 52 meters dyp, 175 meter fra anleggsrammen. Grunnet hardbunn var det ikke mulig å få sediment ved SØL-4, så denne stasjonen ble derfor flyttet 738 meter i sørøstlig retning fra planlagt stasjon. Ny posisjon for SØL-4 ligger ca. 241 meter fra anlegget i sørøstlig retning. (figur 2.1.3-2.1.4; tabell 2.1.1). Referansestasjonen ble plassert 2,25 nautiske mil meter vest for anlegget på ca. 30 meters dyp (figur 2.1.5).



Figur 2.1.3 Plassering av anleggsramme og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg) og antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje). Rød pil angir hovedretning for spredningsstrøm (relativ fluks). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.4 Anleggsplasing og fortøyningslinjer, B-undersøkesstasjoner (firkant) og C-stasjonens innerste prøvestasjon (brune rundinger). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.



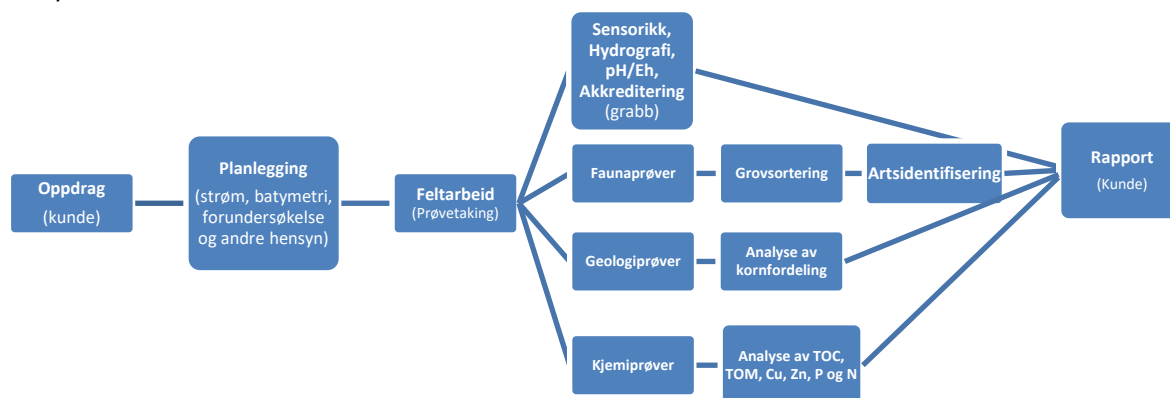
Figur 2.1.5 Plassering av anleggsrammen og fortøyningslinjer med bunntopografi, prøvestasjonsplassering (brun runding), målepunkt for strømundersøkelse (flagg), antatt utstrekning av overgangssonen (gul linje) og referansestasjon. Kartdatum WGS84.

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 parametre (KJE), geologiske parametre (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra anleggsrammen og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametre	Plassering
SØL-1	63°28.543'N / 08°03.447'Ø	25-30	36	FAU, KJE, GEO, PE	C1
SØL-2	63°28.468'N / 08°03.115'Ø	313	25	FAU, KJE, GEO, PE	C2
SØL-3	63°28.548'N / 08°03.837'Ø	86	39	FAU, KJE, GEO, PE	C3
SØL-4	63°28.445'N / 08°03.863'Ø	241	38	FAU, KJE, GEO, PE, CTD	C4
GUL/GRÅ/SØL-REF	63°28.774'N / 07°58.424'Ø	2,25 nm	30	FAU, KJE, GEO, PE	Ref.

2.2 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 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Grunnet stor mengde sediment etter vasking av SØL-2 ble det foretatt «subsampling» for alle grabbhugg hvor ¼ av materialet er tatt ut for grovsortering i henhold til intern prosedyre.

Tabell 2.2.1 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 2.2.2 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	Hedda Østgaard,	-	Intern metode
Feltarbeid	ÅB AS	AK, IK	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Nathalie Skahjem	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Cecilie Gotaas Sørensen, Nathalie Skahjem	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Cecilie Gotaas Sørensen, Nathalie Skahjem	TEST 252: P32	V02:2018 (2018), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN ISO 11885, NF EN 13346 Method B -December 2000 (repealed sta
Glødetap*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12879 (S3a): 2001-02
Tørrvekt steg 1*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 12880 (S2a): 2001-02
Total organisk karbon (TOC)*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	NF EN 15936 – Method B
Kornfordeling*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	DIN 18123; Internal Method 6
Nitrogen*	EETN-AS	EETN-AS	TEST 003 og N° 1-1488 rév. 21	EN 13342, Internal Method (Soil)

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

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

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

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

02:2018 (Anon, 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (vedlegg 5).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 5). 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 (SØL-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 2.2.3; 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 2.2.3).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av arts mangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener arts mangfoldindeks
$H'_{\max}$	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

2.3 Produksjon

Lokaliteten har tidligere vært i drift av SalMar Farming AS og gikk da under navnet 12476 Kråka. Siste B-undersøkelse ved lokaliteten ble utført i 2016 (Havbrukstjenesten AS 2016). Ettersom anlegget har ligget brakklagt siden 2016 er det ingen utføring som kan ha påvirket området de siste 4 årene (tabell 2.3.1).

Tabell 2.3.1 Oppsummering av produksjonsdata. For hver undersøkelse angis dato for undersøkelsen, generasjonen av fisk (Gen), utføret mengde ved tidspunkt for undersøkelsen samt budsjettert utføret mengde på generasjonen. Alt oppgitt i tonn. Utføret og budsjettert mengde gir en prosentfordeling som angir belastningsgraden i anlegget (%).

Dato	Gen	Utføret	Budsjett	%	Merknader
21.02.21	-	-	-	-	0-prøve

3 Resultater

3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet Sør og vanntype åpen eksponert kyst.

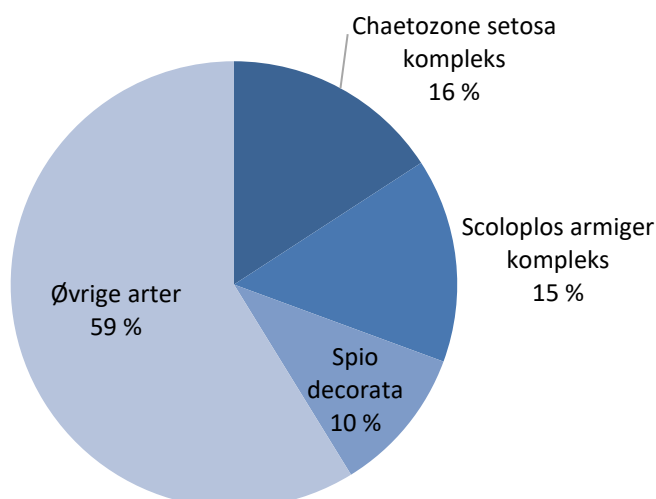
3.1.1 SØL-1

Ved SØL-1 ble det registrert 575 individer fordelt på 52 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert med **tilstand 1 (meget god)**, da det var forekomst av minst 20 arter, og ingen utgjorde mer enn 65 % av det totale individantallet.

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SØL-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>Chaetozone setosa</i> kompleks	4	91	15,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	85	14,8
<i>Spio decorata</i>		61	10,6
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	55	9,6
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	46	8,0
Photidae		21	3,7
<i>Chaetozone zetlandica</i>		20	3,5
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	18	3,1
<i>Scalibregma inflatum</i> kompleks	3	18	3,1
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4	15	2,6
Øvrige arter	-	145	25,2

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



Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SØL-1.

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 V5.2).

Indeks	SØL-1-1	SØL-1-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	42	39	41	
N	296	279	288	
NQI1	0,666	0,652	0,659	0,665
H'	4,290	4,003	4,147	0,850
J	0,796	0,757	0,776	
$H'_{\max}$	5,392	5,285	5,339	
ES100	27,720	24,940	26,330	0,829
ISI	7,597	7,886	7,742	0,592
NSI	18,402	18,837	18,619	0,545
Grabbverdi				0,696

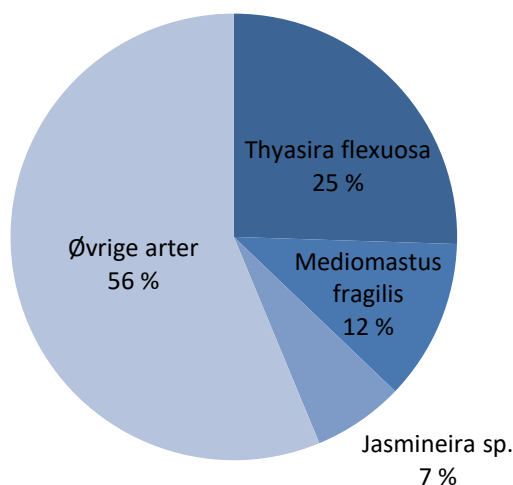
3.1.2 SØL-2

Ved SØL-2 ble det registrert 1031 individer fordelt på 53 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SØL-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>Thyasira flexuosa</i>	3	263	25,5
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	120	11,6
<i>Jasmineira sp.</i>	2	68	6,6
<i>Spio symphyta</i>		44	4,3
<i>Notomastus latericeus</i>	1	36	3,5
<i>Syllis cornuta</i>	3	36	3,5
<i>Spio decorata</i>		32	3,1
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	28	2,7
<i>Lucinoma borealis</i>	1	28	2,7
<i>Tharyx killariensis</i>	2	24	2,3
Øvrige arter	-	352	34,1

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



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SØL-2.

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 V5.2).

Indeks	SØL-2-1	SØL-2-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	41	34	38	
N	589	442	516	
NQI1	0,685	0,678	0,682	0,715
H'	4,317	4,109	4,213	0,857
J	0,806	0,808	0,807	
$H'_{\max}$	5,358	5,087	5,223	
ES100	29,840	25,840	27,840	0,842
ISI	8,377	8,319	8,348	0,722
NSI	22,448	22,219	22,334	0,693
Grabbverdi				0,766

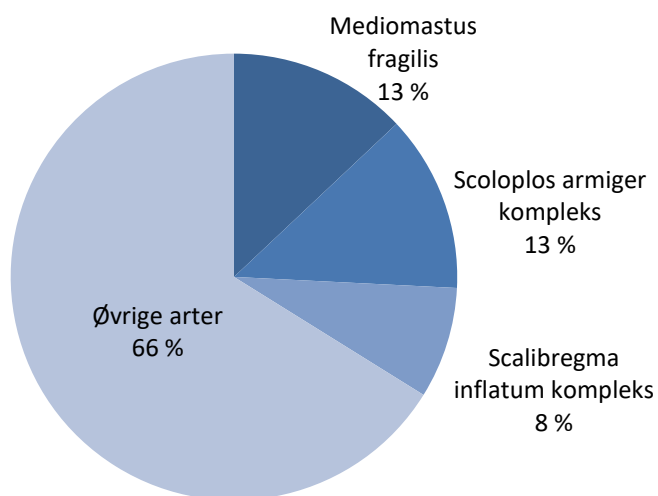
3.1.3 SØL-3

Ved SØL-3 ble det registrert 570 individer fordelt på 49 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

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

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	74	13,0
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	73	12,8
<i>Scalibregma inflatum kompleks</i>	3	46	8,1
<i>Capitella capitata kompleks</i>	5	39	6,8
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	39	6,8
<i>Tubificoides benedii</i>	5	32	5,6
<i>Spio decorata</i>		31	5,4
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	25	4,4
<i>Cirratulus cirratus</i>	4	23	4,0
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4	18	3,2
Øvrige arter	-	170	29,8

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



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SØL-3.

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 V5.2).

Indeks	SØL-3-1	SØL-3-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	39	34	37	
N	221	349	285	
NQI1	0,652	0,619	0,636	0,612
H'	4,566	4,102	4,334	0,870
J	0,864	0,806	0,835	
$H'_{\max}$	5,285	5,087	5,186	
ES100	29,920	23,650	26,785	0,833
ISI	7,503	6,475	6,989	0,484
NSI	17,212	16,026	16,619	0,465
Grabbverdi				0,653

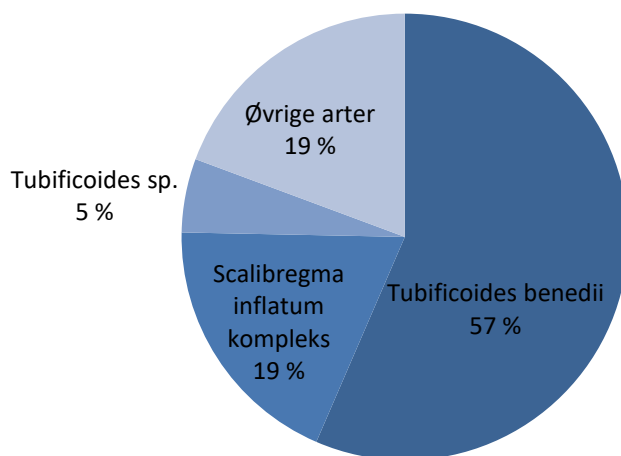
3.1.4 SØL-4

Ved SØL-4 ble det registrert 393 individer fordelt på 27 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved SØL-4 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>Tubificoides benedii</i>	5	222	56,5
<i>Scalibregma inflatum</i> kompleks	3	74	18,8
<i>Tubificoides</i> sp.		21	5,3
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	14	3,6
<i>Malacoceros vulgaris</i>	5	9	2,3
<i>Spio decorata</i>		8	2,0
<i>Eteone flava/longa</i>	4	7	1,8
<i>Scoloplos armiger</i> kompleks	3	4	1,0
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	4	1,0
<i>Chaetozone zetlandica</i>		4	1,0
Øvrige arter	-	26	6,6

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



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SØL-4.

Tabell 3.1.4.2 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 V5.2).

Indeks	SØL-4-1	SØL-4-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	13	23	18	
N	141	252	197	
NQI1	0,414	0,490	0,452	0,358
H'	2,003	2,429	2,216	0,476
J	0,541	0,537	0,539	
$H'_{\max}$	3,700	4,524	4,112	
ES100	11,290	15,030	13,160	0,519
ISI	6,108	5,690	5,899	0,341
NSI	11,701	12,746	12,224	0,289
Grabbverdi				0,396

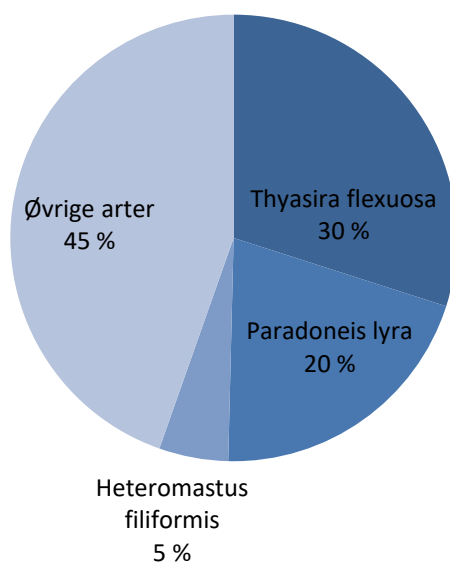
3.1.5 GUL/GRÅ/SØL-REF

Ved GUL/GRÅ/SØL-REF ble det registrert 778 individer fordelt på 58 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i øvre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved GUL/GRÅ/SØL-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>Thyasira flexuosa</i>	3	233	29,9
<i>Paradoneis lyra</i>	2	159	20,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	39	5,0
<i>Tharyx killariensis</i>	2	36	4,6
<i>Thyasira sarsii</i>	4	34	4,4
<i>Ampharete lindstroemi</i> kompleks		28	3,6
<i>Chaetozone</i> sp.	3	25	3,2
<i>Notomastus latericeus</i>	1	18	2,3
<i>Syllis cornuta</i>	3	16	2,1
<i>Parexogone hebes</i>	1	12	1,5
Øvrige arter	-	178	22,9

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



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved GUL/GRÅ/SØL-REF.

Tabell 3.1.5.2 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 V5.2).

Indeks	GUL/GRÅ/SØL-REF-1	GUL/GRÅ/SØL-REF-2	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	46	38	42	
N	370	408	389	
NQI1	0,687	0,673	0,680	0,711
H'	3,934	3,570	3,752	0,806
J	0,712	0,680	0,696	
$H'_{\max}$	5,524	5,248	5,386	
ES100	26,980	22,560	24,770	0,815
ISI	8,793	8,187	8,490	0,753
NSI	23,317	22,387	22,852	0,714
Grabbverdi				0,760

3.1.9 Samlet tilstandsverdi

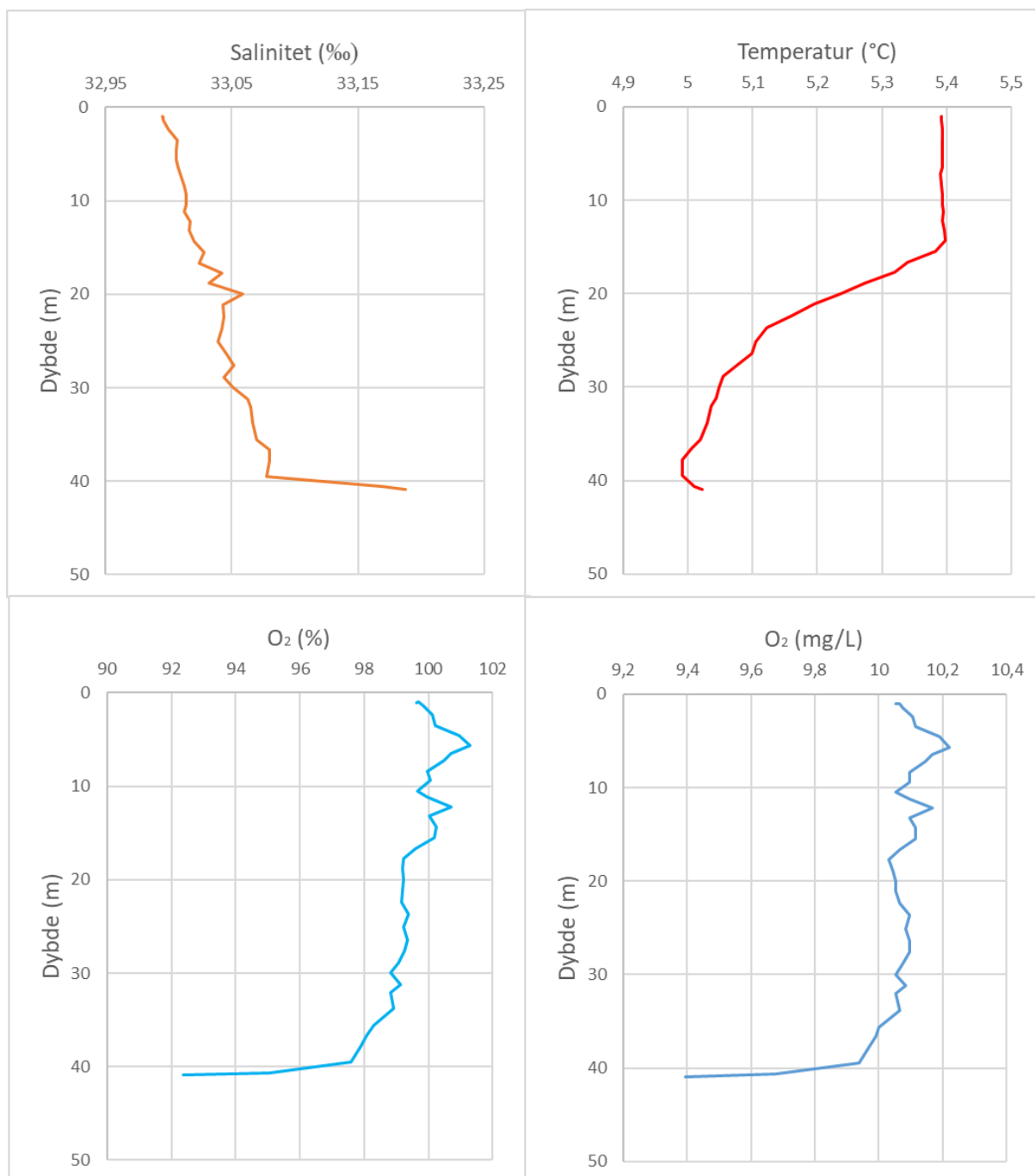
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av stasjonsverdien til C2-stasjon eller gjennomsnittet fra C3 og C4 (tabell 3.1.9.1).

Tabell 3.1.9.2 Grabbverdi fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv..

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Grabbverdi	Tilstand
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	SØL-2	0,696	God
Overgangssonen (C3 og C4)	SØL-3	0,653	Moderat
	SØL-4	0,396	
	Gj.snitt	0,525	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved stasjon SØL-4 (figur 3.2.1). Saliniteten øker noe fra overflaten og ned til ca. 40 meter, og havner på ca. 33,07‰. Temperaturen viser samme trend, hvor den synker sakte fra overflate og ned, og stabiliserer seg på ca. 5°C ved bunn. Oksygeninnhold – og metning synker noe fra overflaten og ned til bunn, hvor verdiene havner på ca. 97,5 % oksygenmetning og 9,9 mg/L oksygeninnhold. I henhold til klassifisering av bunnvann tilsvarer dette tilstand 1 (svært god, tabell V.5.3)



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

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

I hovedsak hadde sedimentet lys farge, og bestod av sand, skjellsand, mudder og silt. Det ble registrert noe lukt ved stasjon SØL-4 hvor sedimentet også ble vurdert som løst. Ved SØL-1, SØL-2 og SØL-3 ble sedimentet vurdert som mykt. Det ble ikke registrert forekomst av gassdannelse, beggiatoa eller fôr og fekalier, men samtlige stasjoner fikk registrert forekomster av naturlig organisk materiale (planter, blader, kvister, tang, annet) under grovsortering. Samtlige prøvehugg var godkjent for overflate, mens syv av femten prøvehugg var godkjent for volum. Av erfaring har slike prøver fra grunnere skjellsandområder likevel et tilstrekkelig arts- og individantall for økologisk tilstandsvurdering og derfor ble alle prøver sendt videre til analyse (Vedlegg 1).

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, men også en del leire og silt (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 (%)
SØL-1	20,9	70,9	8,2
SØL-2	11,0	75,6	13,4
SØL-3	24,0	71,8	4,2
SØL-4	46,1	50,8	3,1
GUL/GRÅ/SØL-REF	17,1	75,7	7,1

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand meget god ved alle stasjonene (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
SØL-1	7,82	295	0	1
SØL-2	7,85	310	0	1
SØL-3	7,85	320	0	1
SØL-4	7,65	190	0	1
GUL/GRÅ/SØL-REF	7,67	200	0	1

De kjemiske parameterne viste høye konsentrasjoner av karbon, nitrogen og fosfor ved alle stasjoner. Det høye innholdet av karbon førte til dårligste tilstandsklasse ved samtlige stasjoner, med unntak av SØL-1 som fikk svært dårlig tilstand. Innholdet av sink og kobber varierte, men var hovedsakelig lavt. Sink og kobber fikk beste tilstand ved alle stasjoner, med unntak av kobberinnholdet ved SØL-1 som fikk god. Høyeste innholdet av karbon -og nitrogen ble registrert ved SØL-4, mens SØL-1 hadde høyest innholdet av fosfor, sink og kobber (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 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 prosent for kobber, sink, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
SØL-1	4,90	39,13	IV	2400	19	10,37	5290	13	78,80	21	I	37,90	16	II
SØL-2	4,99	45,52	V	2300	19	12,83	706	13	15,90	21	I	9,11	30	I
SØL-3	5,38	42,78	V	2200	19	13,23	1560	13	<19,70	-	I	11,90	25	I
SØL-4	11,60	54,20	V	7400	18	6,01	1580	13	42,9	21	I	17,1	20	I
SØL-REF	5,51	50,52	V	2300	19	15,50	993	13	16,1	21	I	8,62	31	I

4 Diskusjon

Samlet viser faunaresultatene moderate forhold i området rundt Sølvskjæret som i hovedsakelig skyltes den dårlige tilstanden ved SØL-4. Faunaforholdene ved de resterende stasjonene viste ellers meget god (SØL-1) og gode (SØL-2 og SØL-3) tilstander. De hyppigst forekommende artene varierte og besto hovedsakelig av forurensningstolerante og opportunistiske arter. Ingen arter dominerte stort, med unntak ved SØL-4 hvor det var et mye høyere antall av den forurensningsindikerende arten *Tubificoides benedii*. Biodiversiteten var derfor lavere ved SØL-4 enn ved de andre stasjonene. Det ble i tillegg registrert noe lukt og løst sediment ved stasjonen. Arts -og individantallet var høyest ved SØL-2, sørvest for anlegget, og kan muligens tyde at faunaforholdene er mer gunstige rundt dette området.

Sølvskjæret er kjent for å ligge i et område med mye hardbunn, og iht. NS9410 (2016) skal det i slike områder undersøkes om det finnes større, representative bløtbunnsområder for å kunne gjennomføre undersøkelsen. SØL-4 oppfylte dette kravet ved å bli flyttet til en ny lokalitet da det ikke lot seg gjennomføre prøvetakninger ved den originale posisjonen, og bør derfor inkluderes i den påfølgende miljøundersøkelsen i resipienten til Sølvskjæret. Den dårlige tilstanden ved SØL-4 viser derimot at man bør være obs på denne prøvestasjonen i fremtidige undersøkelser da den ser ut til være et naturlig akkumuleringspunkt. Likevel ligger stasjonen ganske langt unna anlegget og det er derfor ikke sikkert at prøvestasjonen blir påvirket av fremtidig oppdrettsvirksomhet. Innholdet av sink og kobber var relativt lavt og fikk derfor beste tilstandsklasse, men var likevel såpass høyt at det kan tyde på rester etter tidligere oppdrettsaktivitet. Det høye innholdet av karbon, nitrogen og fosfor tyder i tillegg på at det er en del naturlig organisk materiale i undersøkelsesområdet som kan ha medføre organisk belastning ved stasjonene i overgangssonen (SØL-4 og SØL-3). Dette, sammen med sedimentanalysen, kan trolig være med på å forklare den dårlige tilstanden ved SØL-4. Ellers støtter de andre parameterne hovedsakelig oppunder de gode faunaforholdene.

Referansestasjonen plassert 2,25 nautiske mil vest for anlegget viste lignende gode forhold som ved de øvrige stasjonene, i tillegg til å ha et noe høyere artsantall. Stasjonen egner seg derfor godt som referansestasjon, og lar seg benyttes til eventuell senere sammenligning.

Samtlige prøvehugg var godkjent for overflate, mens syv av femten prøvehugg var godkjent for volum. Små forskjeller i individantallet ble funnet mellom de to grabbene ved de fleste stasjonene som førte til noe ulik faunatilstand. Dette er ikke nødvendigvis unormalt da det er vanskelig å treffe nøyaktig samme punkt med begge grabbene, og på steder hvor det er lokale variasjoner i bunnfaunaen kan dette føre til noe ulik faunasammensetning. Analysene viste et antall individer og arter som tillater økologisk tilstandsvurdering og det innsamlede materialet vurderes derfor til å være tilstrekkelig til å kunne bedømme den økologiske bunnfaunatilstanden, men det er allikevel viktig å være obs på utfordrende prøveforhold for fremtidige undersøkelser.

Det er vanskelig å forutsi de nøyaktige oppdrettsforholdene ved det påtenkte anleggsområdet, men basert på at det tidligere har vært oppdrettsmuligheter på området samt at påfølgende miljøundersøkelse viste hovedsakelig gode bunnfaunaforhold, ser vi liten grunn til at det ikke vil kunne gjennomføres drift rundt Sølvskjæret. Man må allikevel være obs på akkumuleringsområdet til SØL-4 samt merke seg SØL-3 da denne stasjonen ligger på grensen til moderat.

Ved eventuell oppstart av drift ved Sølvskjæret er krav til neste undersøkelse iht. NS9410 (2016) på maksimal produksjonsbelastning at den første C-undersøkelsen på en ny lokalitet skal tas etter den første produksjonssyklus.

5 Litteraturliste

- 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 publisasjon 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.
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Havbrukstjenesten AS (2016) B-undersøkelse for Kråka NØ. Rapportnr. B-M-00516. s.11.
- 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 (2020), *Måling av overflate – (5m), dimensjonerings- (15m), sprednings – og bunnstrøm ved Sølvskjæra i November – Desember 2020*. Kristine Torkildson, Åkerblå AS, 1-64. Rapportnummer: 102087-01-001
- Åkerblå AS (2021) B-undersøkelse for lokalitet Sølvskjæret. Rapportnr. 102476-01-001. s.22.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

*Se Tabell V5.5 for volum

Kunde	Nekton Havbruk				Lokalitet/P.nr	Sølvskjæret							
Dato	21.2.2021				Toktleder	Arild Kjerstad							
Prøvetaking	START: 1100 SLUTT: 1400				Alt. Personell	Isak Kjerstad							
Vær	Frisk bris				Sjøtemperatur	5°C							
Utsyr ID / Kalibrering	Grab; - Sil; U-0391 Eh; 0024 pH: 0024 pH- kalibrering: OK Sjø; Eh: - pH: 7,95												
Stasjon nr/navn		SØL-1				SØL-2				SØL-3			
Planlagt posisjon N / Ø		/				63°28.468'N / 08°03.115'Ø				63°28.548'N / 08°03.837'Ø			
Reell posisjon N / Ø		63°28.543'N / 08°03.447'Ø				63°28.468'N / 08°03.115'Ø				63°28.548'N / 08°03.837'Ø			
Dybde (meter)		36				25				39			
Hugg nr		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk		2	1	1		1	2	4		2	2	4	
Godkjent hugg overflate (ja/nei)		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Godkjent hugg volum (ja/nei)		Nei	Nei	Nei		Ja	Nei	Nei		Nei	Ja	Nei	
Volum (cm)		12	12	11		10	11	11		11	10	14	
Antall bøtter			1	1			1	1			1	1	
pH		7,82				7,85				7,85			
Eh (mV)		295				310				320			
Sediment	Skjellsand	2	2	2		2	2	2					
	Sand	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
	Grus												
	Mudder												
	Silt												
	Leire												
	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)												
	Myk (2)	2	2	2		2	2	2		2	2	2	
	Løs (4)												
Merknader / avvik:													

Stasjon nr/navn	SØL-4				SØL-REF / GUL/GRÅ-REF							
Planlagt posisjon N / Ø	63°28.839'N / 08°03.959'Ø				63°28.717'N / 08°02.124'Ø				/			
Reell posisjon N / Ø	63°28.445'N / 08°03.863'Ø				63°28.774'N / 07°58.424'Ø				/			
Dybde (meter)	38				30							
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1					
Godkjent hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja					
Godkjent hugg volum (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja					
Volum (cm)	3	4	4		6	8	7					
Antall flasker		1	1			3	3					
pH	7,65				7,67							
Eh (mV)	190				200							
Sediment	Skjellsand				1	1	1					
	Sand				2	2	2					
	Grus											
	Mudder	1	1	1								
	Silt	2	2	2								
	Leire											
	Steinbunn											
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0					
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)				0	0	0					
	Noe (2)	2	2	2								
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)				0	0	0					
	Myk (2)											
	Løs (4)	4	4	4								
Merknader / avvik:	CTD				Ble brukt samme referansestasjon som ved Gråøya og Gulklakken							

Vedlegg 2 - Analysebevis



Akerblå AS
Nordføyveien 413
7260 Sistranda
Attn: Kundeinformasjon miljø | Akerblå

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-021437-01

EUNOMO-00287854

Prøvemottak: 03.03.2021
Temperatur: 03.03.2021-17.03.2021
Analyseperiode: 03.03.2021-17.03.2021
Referanse: 102475 Sølvskjæret

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-03030240	Prøvetakingsdato:	21.02.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Arild Kjerstad		
Prøvemerkning:	SØL 1 KJE grabb 1	Analysestartdato:	03.03.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	37.9	mg/kg TS	5	16%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	78.8	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Gledetap ved 550°C					
a)* Gledetap (550°C)	4.90	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	54.2	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	5290	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.4	g/kg TS	0.5	19%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	24900	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Utløpende laboratorium/Underleverandør:

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

Tegnforklaring:

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

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

Side 1 av 2

AR-001 v 198

AR-21-MM-021437-01

EUNOMO-00287854



Moss 17.03.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Analytical Service Manager



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

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-021442-01

EUNOMO-00287854

Prøvemottak: 03.03.2021
Temperatur: 03.03.2021-17.03.2021
Analyseperiode: 03.03.2021-17.03.2021
Referanse: 102475 Sølvskjære

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-03030242	Prøvetaksdato:	21.02.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Anild Kjerstad		
Prøveområde:	SØL 2 KJE	Analysedato:	03.03.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	9.11	mg/kg TS	5	30%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	15.9	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	4.99	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	56.4	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	706	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.3	g/kg TS	0.5	19%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	29500	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method 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 17.03.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

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



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-021441-01

EUNOMO-00287854

Prøvemottak: 03.03.2021
Temperatur:
Analyseperiode: 03.03.2021-17.03.2021
Referanse: 102475 Sølvskjære

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-03030244	Prøvetaksdato:	21.02.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Arild Kjerstad		
Prøvemerkning:	SØL 3 KJE	Analysestartdato:	03.03.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	11.9	mg/kg TS	5	25%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	<19.7	mg/kg TS	5		EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	5.38	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	51.2	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1560	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	2.2	g/kg TS	0.5	19%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	29100	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method B

Utførende laboratorium/ Underleverander:

- 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 17.03.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Leggenda:

* 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 108



Akerblå 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-021439-01

EUNOMO-00287854

Prøvemottak: 03.03.2021
Temperatur: 03.03.2021-17.03.2021
Analyseperiode: 03.03.2021-17.03.2021
Referanse: 102475 Sølvskjære

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2021-03030246	Prøvetakingsdato:	21.02.2021		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Anild Kjerstad		
Prøvemerkning:	SØL 4 KJE	Analysesstartdato:	03.03.2021		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	17.1	mg/kg TS	5	20%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Sink (Zn)	42.9	mg/kg TS	5	21%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a)* Glødetap ved 550°C					
a)* Glødetap (550°C)	11.6	% TS	0.1		NF EN 12879 (cancelled)
a) Torrstoff					
a) Torrvekt steg 1	38.0	% rv	0.1	5%	NF EN 12880
a) Total Fosfor					
a) Phosphorus (P)	1580	mg/kg TS	1	13%	EN ISO 11885, ISO 54321 (soil, sludge) Internal method (other)
a) Total nitrogen - Kjeldahl					
a) Nitrogen Kjeldahl (BOOM)	7.4	g/kg TS	0.5	18%	Internal Method (Soil), NF EN 13342
a) Totalt organisk karbon (TOC)	44500	mg/kg TS	1000	20%	NF EN 15936 - Method 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 17.03.2021

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

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 grenseverd/-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

AP-001 v 108



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° 21E039985

Version of : 16/03/2021

Analytical report number: AR-21-LK-053729-01

Date of Technical Reception 04/03/2021

First date of physical receipt : 04/03/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00060507

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

Sample	Matrix		Sample reference
001	Sediments	(SED)	439-2021-03030240 - grabb 1 - SØL 1 KJE
002	Sediments	(SED)	439-2021-03030241 - grabb 2 - SØL 1 GEO
003	Sediments	(SED)	439-2021-03030242 - SØL 2 KJE
004	Sediments	(SED)	439-2021-03030243 - SØL 2 GEO
005	Sediments	(SED)	439-2021-03030244 - SØL 3 KJE
006	Sediments	(SED)	439-2021-03030245 - SØL 3 GEO
007	Sediments	(SED)	439-2021-03030246 - SØL 4 KJE
008	Sediments	(SED)	439-2021-03030247 - SØL 4 GEO



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E039985

Analytical report number: AR-21-LK-053729-01

Version of : 16/03/2021

Date of Technical Reception 04/03/2021

First date of physical receipt : 04/03/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00060507

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-03 030240	439-2021-03 030241	439-2021-03 030242	439-2021-03 030243	439-2021-03 030244	439-2021-03 030245
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	05/03/2021	04/03/2021	05/03/2021	05/03/2021	04/03/2021	04/03/2021
Temperature of the air in the container	9°C	9°C	9°C	9°C	9°C	9°C

Administrative

LSKEY : Norway granulometry
specific reportCf détail
ci-jointCf détail
ci-jointCf détail
ci-joint

Physico-Chemical preparation

XXS06 : Pretreatment and drying at 40°C	% rw	*	-	*	-	*	-	*	-
LSA07 : Dry weight	% rw	*	54.2	*	56.4	*	51.2	*	51.2
XXS07 : Prepa - Sieving and refusal at 2 mm	% rw	*	14.0	*	8.17	*	25.7	*	13.4
								*	6.14
								*	4.21

Physical measurements

LS995 : Loss on ignition with 550°C	% DM		4.90		4.99		5.38		
LS4WH : Cumulative percentage 0.02 to 2 µm	%	*		1.93	*		0.74	*	1.70
LS4P2 : Cumulative percentage 0.02 to 20 µm	%	*		12.59	*		6.59	*	12.78
LSQK3 : Cumulative percentage 0.02 to 63 µm	%	*		22.79	*		12.71	*	25.08
LS3PB : Cumulative percentage 0.02 to 200 µm	%	*		28.61	*		20.41	*	38.42
LS9AT : Cumulative percentage 0.02 to 2000 µm	%	*		100.00	*		100.00	*	100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	*		10.66	*		5.85	*	11.08
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	*		10.21	*		6.12	*	12.30
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*		5.82	*		7.70	*	13.34
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*		71.39	*		79.59	*	61.59

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)	g/kg dry matter	*	2.4	*	2.3	*	2.2
---------------------------------	--------------------	---	-----	---	-----	---	-----

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

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





EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E039985

Analytical report number: AR-21-LK-053729-01

Version of : 16/03/2021

Date of Technical Reception 04/03/2021

First date of physical receipt : 04/03/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00060507

Sample N°	001	002	003	004	005	006
Customer reference	439-2021-03 030240	439-2021-03 030241	439-2021-03 030242	439-2021-03 030243	439-2021-03 030244	439-2021-03 030245
Matrix	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Sampling date						
Start of analysis	05/03/2021	04/03/2021	05/03/2021	05/03/2021	04/03/2021	04/03/2021
Temperature of the air in the container	9°C	9°C	9°C	9°C	9°C	9°C

Pollution index

LSSKM : Total Organic Carbon (TOC)

Total Organic Carbon by combustion	mg/kg dm	*	24900	*	29500	*	29100
Variation coefficient	%	*	10.0				

Metals

XXS01 : Mineralisation Water
Regale on solides

LS874 : Copper (Cu)	mg/kg dm	*	37.9	*	9.11	*	11.9
LS882 : Phosphorus (P)	mg/kg dry matter	*	5290	*	706	*	1560
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg dm	*	78.8	*	15.9	*	<19.7



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E039985

Version of : 16/03/2021

Analytical report number: AR-21-LK-053729-01

Date of Technical Reception 04/03/2021

First date of physical receipt : 04/03/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00060507

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

007

439-2021-03
030246
SED04/03/2021
9°C

008

439-2021-03
030247
SED05/03/2021
9°C

Administrative

LSKEY : Norway granulometry
specific reportCf détail
ci-joint

Physico-Chemical preparation

XXS06 : Pretreatment and drying
at 40°C

LSA07 : Dry weight

% rw

XXS07 : Prepa - Sieving and
refusal at 2 mm

% rw

Physical measurements

LS995 : Loss on ignition with
550°C

% DM

LS4WH : Cumulative percentage
0.02 to 2 µm

%

LS4P2 : Cumulative percentage
0.02 to 20 µm

%

LSQK3 : Cumulative percentage
0.02 to 63 µm

%

LS3PB : Cumulative percentage
0.02 to 200 µm

%

LS9AT : Cumulative percentage
0.02 to 2000 µm

%

LS9AS : Fraction 2 - 20 µm

%

LSSKU : Fraction 20 - 63 µm

%

LS9AV : Fraction 63 - 200 µm

%

LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm

%

Pollution index

LS916 : Nitrogen Kjeldahl (NTK)

g/kg dry
matter

7.4



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ANALYTICAL REPORT

Batch N° 21E039985

Analytical report number: AR-21-LK-053729-01

Version of : 16/03/2021

Date of Technical Reception 04/03/2021

First date of physical receipt : 04/03/2021

Batch Reference :

Order Reference : EUNOMO00060507

Sample N°

Customer reference

Matrix

Sampling date

Start of analysis

Temperature of the air in the container

007

439-2021-03

030246

SED

04/03/2021

9°C

008

439-2021-03

030247

SED

05/03/2021

9°C

Pollution index

LSSKM : **Total Organic Carbon** mg/kg dm * 44500
(TOC)

Metals

XXS01 : **Mineralisation Water**

Regale on solides

LS874 : **Copper (Cu)** mg/kg dm * 17.1

LS882 : **Phosphorus (P)** mg/kg dry matter * 1580

LS894 : **Zinc (Zn)** mg/kg dm * 42.9

D : detected / ND : undetected

z2 or (2): control zone

Andréa Golfier
Analytical Service Manager

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



Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling, 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al., 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

Gruppe 1 – Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkers (Benevnelse - forurensningssensitive).

Gruppe 2 – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

Gruppe 3 – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkers (Benevnelse - forurensingstolerante).

Gruppe 4 – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkers; «subsurface deposit-feeders» som f.eks cirratulider (Benevnelse - Opportunistisk, forurensingstolerant)

Gruppe 5 – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

Tabell V3.2 Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
Tubificoides benedii	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
Pista mediterranea	Pista cristata (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Pista cristata	Pista lornensis (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
Owenia borealis	Oweina fusiformis	Koh et.al 2003
Terebellides sp.	Terebellides stroemii	Nygren et.al. 2018
Hermania sp.	Philine scabra (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	Philine sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) — a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the Axionice/Pista complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

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

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og $H'_{\max}$ = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og N_i individer av i -ende art.

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg, 2002 og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

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

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivitetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier.

Sensitivitetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: forurensingsindikerende arter, og hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi) (Borja et al., 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe 1- 5, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

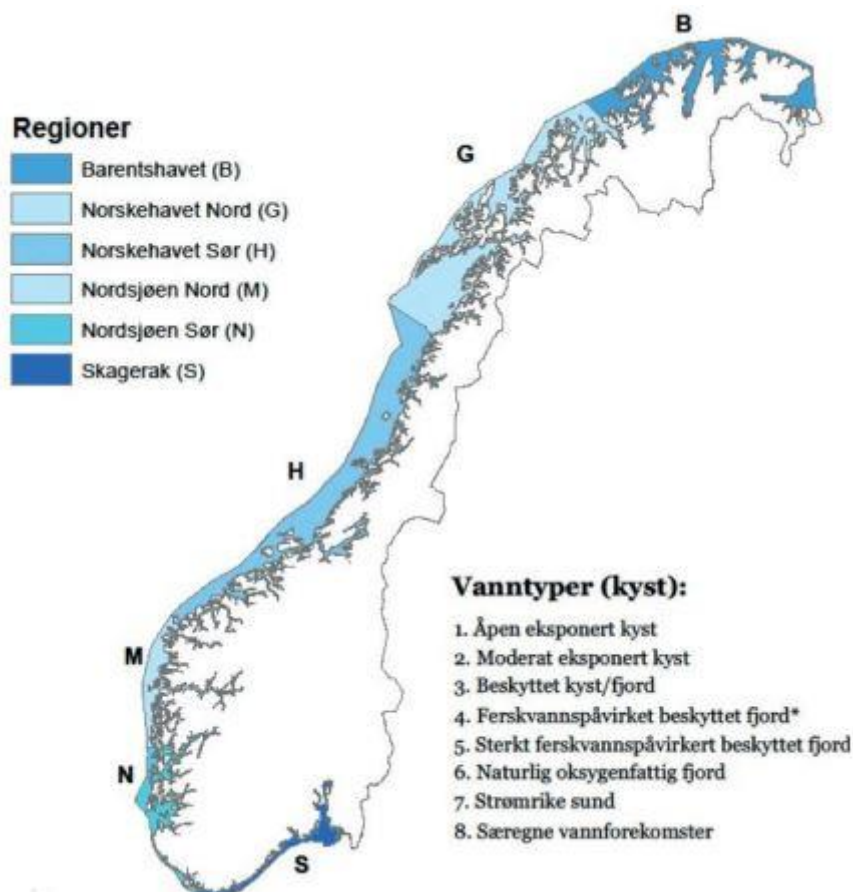
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (Tabell V.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre verdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre grenseverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «*svært god*», grønn à «*god*», gul à «*moderat*», oransje à «*dårlig*» og rød à «*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 V5.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V5.1 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 V5.2 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 V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018. Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

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

* Tilstandsklasse

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

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

Tabell V5.4 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 V5.5 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 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Sølvskjæret (Tabell V6.1).

Tabell V6.1 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	NSI (EG)	SØL-1-1	SØL-1-2	SØL-2-1	SØL-2-2	SØL-3-1	SØL-3-2	SØL-4-1	SØL-4-2
Ampharete baltica						1			
Ampharete sp.	1		2		4				
Amphicteis gunneri	3	1							
Aonides paucibranchiata	1				4				
Apistobranchus tullbergi	2			4					
Aricidea catherinae	1		1						
Aricidea sp.	1			4					
Capitella capitata kompleks	5	3			4	6	33		1
Chaetozone setosa kompleks	4	48	43	24		10	15		2
Chaetozone zetlandica		8	12			9	4	2	2
Cirratulus cirratus	4	9	4			3	20		
Cirratulus sp.	1	5	3			5	9		1
Cirriformia tentaculata						2	3		
Diplocirrus glaucus	2				4				
Dipolydora sp.				8	4				
Eteone flava/longa	4	4	1		4	6	4	1	6
Eulalia bilineata		1	2	4	4				
Eumida sp.	1	2	1			1			
Eupolymnia nesidensis	1			8					
Galathowenia oculata	3				4				
Glycera alba	2	2	2	8	12	3	1		3
Glycera lapidum kompleks	1	3	2		4	1	6	2	
Goniada maculata	2	1	2						
Hydroides norvegica	1	1							
Jasmineira sp.	2	2	3	8	60	9	1		1
Laonice sp.	1					2			
Lumbrineris aniara	1	1	1			1			
Macrochaeta clavicornis	1				4				
Malacoceros vulgaris	5							6	3
Mediomastus fragilis	4	13	33	76	44	28	46	1	13
Nereimyra punctata	4						1		
Notomastus latericeus	1	1	2	20	16		1		

Ophelina acuminata	2					1			
Ophryotrocha sp.	4	1					3	2	1
Owenia borealis	2				4				
Paradoneis lyra	2		1		5	4	5		
Parexogone hebes	1	3	1	24			2		
Pholoe baltica	3		3	8		6	6		
Pholoe inornata	3	1		8	8	1			
Pholoe sp.	2	2	1	4	16				
Phyllodoce groenlandica	3						2		
Phyllodoce mucosa	5	4				7	32	1	3
Pista cristata	2			13					
Pista sp.				4					
Polycirrus norvegicus	4					1			
Polycirrus sp.	1			8	4				
Prionospio cirrifera	3	9	9	16	12	3			
Prionospio fallax	2	3	2	4		2			1
Protodorvillea kefersteini	4	12	3	8		7	11		2
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4	3	4						
Scalibregma inflatum kompleks	3	6	12	4		23	23	23	51
Scoloplos armiger kompleks	3	40	45	4	4	9	64	4	
Sosane sulcata	1			4	4				
Sphaerosyllis hystrix	1	1	1	20	4				
Spio decorata		41	20	12	20	14	17		8
Spio limicola			1						
Spio symphyta		3	4	12	32	4	11		1
Syllis cornuta	3	4	5	16	20	6	3		1
Terebellides sp.	2			4					
Terebellomorpha				4					
Tharyx killariensis	2		2	20	4	1			
Tubificoides benedii	5		1			24	8	86	136
Cochlodesma praetenuae				4			1		
Corbula gibba	4								1
Heteranomia squamula		13				2	2		
Lucinoma borealis	1		1	20	8	1			
Mytilus edulis	4	2							
Thyasira biplicata				4					
Thyasira flexuosa	3	14	41	160	103	10	7		
Thyasira sarsii	4	2	5			2			2
Euspira nitida	2				2				
Hermania sp.	2					1			
Caprellidae		2					1		
Leucothoe lilljeborgi	1					1			

Lysianassidae	1		1						
Nototropis vedlomensis	1			4	4				
Photidae		21							
Tryphosites longipes	1							2	
Westwoodilla caecula	1					2	1		
Diastylis cornuta	1							1	
Galathea intermedia			1						
Inachus dorsettensis				4					
Nebalia sp.	5						1		
Pycnogonida	1			8					
Phoxichilidium femoratum		1				2			
Calanoida						1	1		1
Asteroidea	3					1			
Ophiuroidea	2			4					
Labidoplax buskii	2			12					
Cerianthus lloydii	3				4				
Edwardsiidae	2	1		4	8				
Nematoda				23	9	60	40	100	16
Nemertea	3	1	1	4	4		1		
Phascolion strombus strombus	2	1							
Foraminifera			100	10	x	30	30		50
Tubificoides sp.						3	2	11	10
Bryozoa					x		x		x
Bryozoa 2									x

Vedlegg 7 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 CTD data fra SØL-4

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
33	5,4	99,6	10,05	1,1	11:46:57
33	5,4	99,7	10,06	1,0	11:46:59
33	5,4	99,8	10,07	1,4	11:47:01
33	5,4	100,1	10,11	2,4	11:47:03
33	5,4	100,2	10,12	3,5	11:47:05
33	5,4	101,0	10,19	4,5	11:47:07
33	5,4	101,3	10,22	5,7	11:47:09
33	5,4	100,7	10,17	6,5	11:47:11
33	5,4	100,5	10,15	7,2	11:47:13
33	5,4	100,0	10,10	8,4	11:47:15
33	5,4	100,1	10,10	9,4	11:47:17
33	5,4	99,6	10,05	10,5	11:47:19
33	5,4	100,0	10,10	11,2	11:47:21
33	5,4	100,7	10,17	12,2	11:47:23
33	5,4	100,0	10,10	13,2	11:47:25
33	5,4	100,2	10,12	14,3	11:47:27
33	5,4	100,2	10,12	15,5	11:47:29
33	5,3	99,6	10,06	16,7	11:47:31
33	5,3	99,2	10,03	17,7	11:47:33
33	5,3	99,2	10,04	18,8	11:47:35
33	5,2	99,2	10,05	20,0	11:47:37
33	5,2	99,2	10,05	21,1	11:47:39
33	5,2	99,2	10,06	22,4	11:47:41
33	5,1	99,4	10,10	23,7	11:47:43
33	5,1	99,2	10,08	25,1	11:47:45
33	5,1	99,3	10,10	26,4	11:47:47
33	5,1	99,3	10,10	27,6	11:47:49
33	5,1	99,1	10,07	28,8	11:47:51
33	5,0	98,8	10,05	30,0	11:47:53
33	5,0	99,1	10,08	31,2	11:47:55
33	5,0	98,8	10,05	32,0	11:47:57
33	5,0	98,9	10,06	33,8	11:47:59
33	5,0	98,3	10,00	35,6	11:48:01
33	5,0	98,1	9,99	36,6	11:48:03
33	5,0	97,9	9,97	37,8	11:48:05

33	5,0	97,6	9,94	39,5	11:48:07
33	5,0	95,1	9,68	40,6	11:48:09
33	5,0	92,4	9,39	40,9	11:48:11

Vedlegg 8 – Bilder av sediment

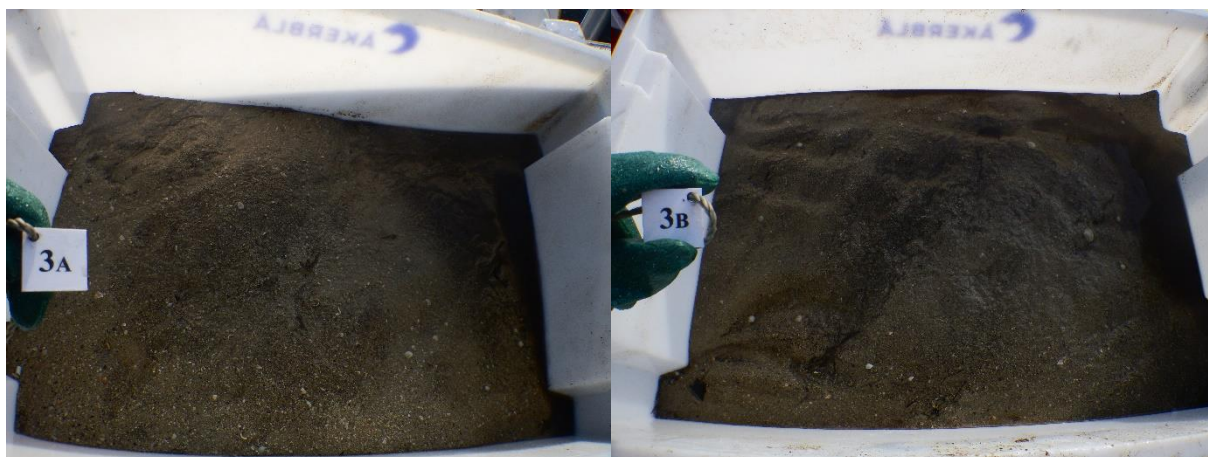
Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (Figur V8.1 – V8.5). Det foreligger ikke bilde av grabbhugg 1A.



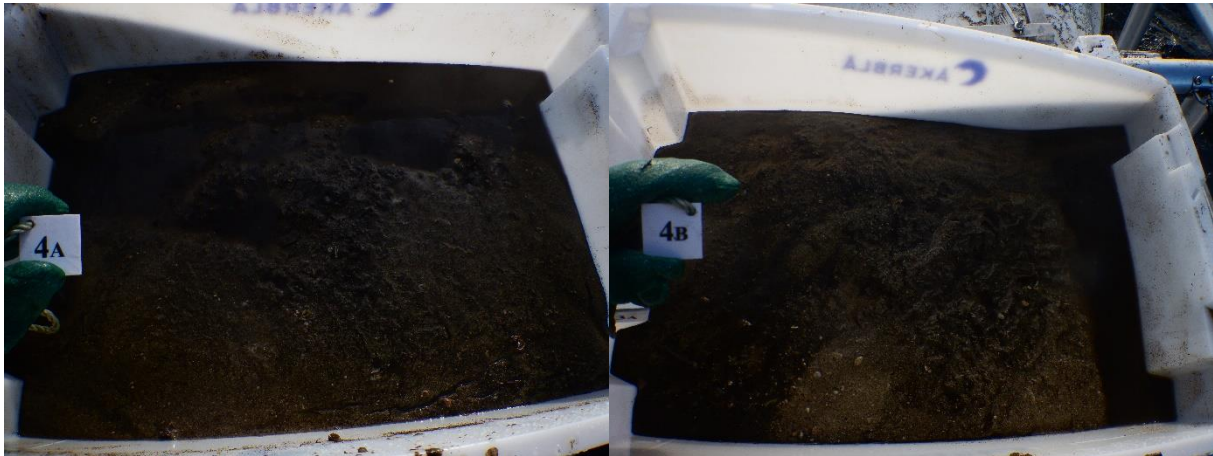
Figur V8.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer SØL-1.



Figur V8.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer SØL-2.



Figur V8.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer SØL-3.



Figur V8.4 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer SØL-4.



Figur V8.5 Sediment før vask. GUL/GRÅ/SØL-REF.