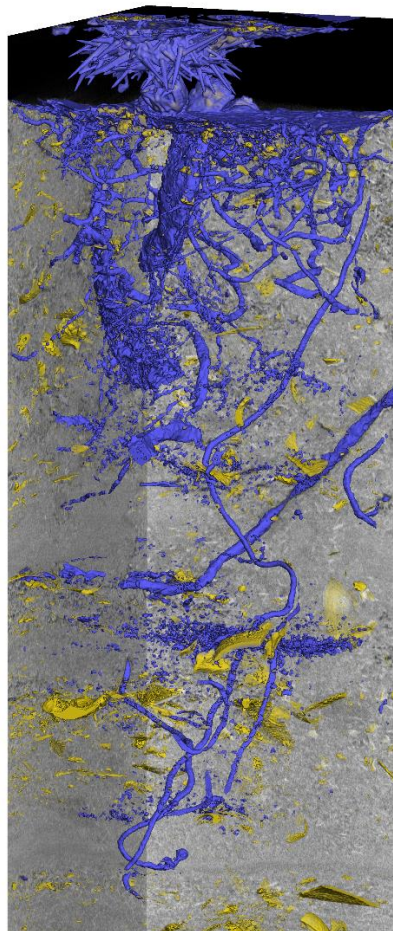



BERGEN KOMMUNE

REKOLONISERING AV BLØTBUNNSFAUNA 6 ÅR ETTER TILDEKNING AV SJØBUNN MED SKJELLSAND OG AKTIVT KARBON

RENERE HAVN BERGEN



Dokumentinformasjon

Tittel:	Rekolonisering av bløtbunnsfauna 6 år etter tildekking av sjøbunn med skjellsand og aktivt karbon		
COWI-kontor:	Bergen, Inger Bang Lunds vei 4, 5059 Bergen		
Oppdrag nr:	A243166	Rapportnummer	A243166-2023-14
Utgivelsesdato:	06.12.2023	Antall sider:	36
Tilgjengelighet:		Antall vedlegg:	2
Utarbeidet:	Kristin Hatlen Eivind Støren Ragni Torvanger		
Kontrollert:	Aud Venke Sundal		
Godkjent:	Bjørn Kvisvik	Sign.	
Oppdragsgiver:	Bergen kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Anne Christine Knag
Stikkord:	Tildekking, skjellsand, aktivt karbon, bunndyr, sedimentkjerne, CT-skanning		
Forsidefoto:	Sedimentkjerne og CT skannet sedimentkjerne fra Store Lungegårdsvann, (Earthlab UIB)		

INNHOOLD

1	Innledning	5
2	Testtildekkingen i testfelt 2	6
3	Metode og analyser 2023	8
3.1	Bløtbunnsfauna	9
3.2	Hydrografi	10
3.3	CT-skanning av kjerneprøver	11
3.4	Sedimentkjemi	12
3.5	Avvik	13
4	Resultater og vurderinger	14
4.1	Rekolonisering bløtbunnsfauna	14
4.2	CT-skanning av kjerneprøver	22
4.3	Sedimentkjemi	29
5	Referanser	35
6	Vedlegg	36

Sammendrag

I forbindelse med forberedelse til tiltak mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann, ble det høsten 2017 gjennomført testtildekking i 3 testfelter i Store Lungegårdsvann. Testen ble utført for å vurdere egnethet av forskjellige tildekkingsmasser, mektigheter og utleggingsmetodikk. Det ble utført oppfølgende undersøkelser i de 3 testfeltene i 2018 (1 årskontroll) og 2021 (4 årskontroll).

I testfelt 2, som ligger i bukten rett nord for munningen av Store Lungegårdsvann, ble sjøbunnen tildekket med skjellsand i kombinasjon med aktivt karbon. Oppfølgingen av dette testfeltet har hatt fokus på å studere rekoloniseringen av sjøbunnen og sammenligne utviklingen av bunnfaunaen innenfor et område som har aktivt karbon i topplaget med utviklingen innenfor et område som har skjellsand i topplaget. Tildekking av forurenset sjøbunn i hele Store Lungegårdsvann startet høsten 2023, og testfelt 2 vil bli påvirket av tilførsel av finstoff fra tildekkingsmassene. Det ble derfor valgt å utføre en 6 årskontroll av testfelt 2 i august 2023 siden dette var siste mulighet for å studere testfeltet før forholdene på sjøbunnen endres. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra 6 årskontrollen.

Som del av 6 årskontrollen ble det utført undersøkelse av bløtbunnsfaunaen, CT-skanning av kjerner for å undersøke gravespor i sedimentene, kjemiske analyser av sedimentprøver og hydrografimålinger som støtteparameter. Resultatene fra 6 årskontrollen ble sammenlignet med resultatene fra 1 og 4 årskontrollen, samt tilstanden i testfeltet før testtildekkingen.

Undersøkelsen av bløtbunnsfaunaen viser at 6 år etter tildekking er bunnfaunaen preget av god diversitet, og tilstandsklassifiseringen viser tilstandsklasse II (god tilstand) for alle de tre undersøkte stasjonene. For de to stasjonene med skjellsand i topplaget, har utviklingen mht. antall arter (både børstemark og bløtdyr) vært relativt lik, med en økning for hver kontrollrunde. Stasjonen med aktivt karbon i topplaget skiller seg fra de to andre stasjonene mht. rekoloniseringen over tid. Ved denne stasjonen var nedgangen i antall arter og individer større ved 1 årskontrollen, og rekoloniseringen har gått mye saktere enn ved de to andre stasjonene. I 1 og 4 årskontrollene var det spesielt synlig at det var færre arter av bløtdyr (Mollusca) ved stasjonen. I 6 årskontrollen var antall arter og individer ved stasjonen med aktivt karbon i topplaget på nivå med de to andre stasjonene, og også antall bløtdyrsarter i forhold til børstemarkarter.

I samarbeid med Universitetet i Bergen er det utviklet en framgangsmåte for å visualisere graveganger i sedimentkjerner ved hjelp av CT-skanning av kjerneprøver. Resultatene fra 4 kjerner fra testfelt 2 indikerer at metoden er vellykket for å identifisere bioturbasjon i sedimentkjerner fra tildekkingslag. Det ble observert bioturbasjon i alle kjernene, men kjernene tatt fra området med aktivt karbon i topplaget hadde færre spor etter bioturbasjon enn kjernene tatt fra området med skjellsand i topplaget.

Analysene av sedimentprøvene viser at det er tilført noe forurensning til sjøbunnen i testfelt 2 etter testtildekkingen i 2017. Hovedårsaken til rekontamineringen er trolig tilførsel av forurensete partikler fra omkringliggende, utildekket sjøbunn. Det er ikke lagt opp til å re-tildekke testfelt 2 som del av tildekkingen i Store Lungegårdsvann, men det forventes at noen få cm med rent finstøv fra tildekkingsmassene vil legge seg som en «passiv tildekking» i testfeltet. En slik «passiv tildekking» med rene masser vil sannsynligvis senke miljøgiftkonsentrasjonene i sedimentene i testfeltet til et akseptabelt nivå, samtidig som det eksisterende bunnssubstratet og bunnfaunaen i testfeltet til en viss grad bevares.

1 Innledning

Store Lungegårdsvann er et av delområdene i prosjektet Renere Havn Bergen der det skal utføres tiltak mot forurenset sjøbunn (COWI AS, 2016). Store Lungegårdsvann grenser til Puddefjorden, der tiltak mot forurenset sjøbunn ble ferdigstilt sommeren 2018 (Figur 1). Tiltakene mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann startet vinteren 2022/2023 med skrottrydding og mudring under Gamle Nygårdsbro. Tildekking av forurenset sjøbunn startet i oktober 2023 og planlegges ferdigstilt våren 2024.

Store Lungegårdsvann skiller seg fra de andre delområdene i Bergen Havn ved at sjøbunnen i størstedelen av området er svært bløt, samt at det finnes brattere skrånninger enn i de andre delområdene. I tillegg er tilkomsten til Store Lungegårdsvann begrenset av Gamle Nygårdsbro ved munningen av Store Lungegårdsvann. Tiltaket i Store Lungegårdsvann gav derfor utfordringer knyttet til valg av tildekkingsmateriale og utleggingsmetodikk.

Høsten 2017 ble det gjennomført testtildekking i 3 testfelter i Store Lungegårdsvann for å vurdere egnethet av forskjellige tildekkingsmasser, mektigheter og utleggingsmetodikk (Figur 1) (COWI AS, 2018). Høsten 2018 ble det utført oppfølgende undersøkelser i testfeltene for å vurdere tilstanden 1 år etter testtildekkingen (COWI AS, 2019a), og i 2021 ble det gjennomført 4 årskontroll av testtildekkingen (COWI AS, 2021). Basert på testtildekkingen og andre undersøkelser, ble tildekking med 30 cm maskinsand (nedknust stein) valgt som tildekkingsløsning for den bløte sjøbunnen i Store Lungegårdsvann.

I testfelt 2, som ligger i Floridabukten rett nord for munningen av Store Lungegårdsvann (Figur 1), ble det som del av testtildekkingen i 2017 lagt ut skjellsand i kombinasjon med aktivt karbon. Aktivt karbon ble lagt mellom lag av skjellsand i en del av testfeltet og som topplag i en annen del av feltet. Oppfølgingen av dette testfeltet har derfor hatt fokus på å studere rekoloniseringen av sjøbunnen og sammenligne utviklingen innenfor feltet som har aktivt karbon i topplaget med utviklingen innenfor feltet som har skjellsand i topplaget.

Det ble valgt å ikke re-tildekke testfelt 2 som del av hovedtiltaket i Store Lungegårdsvann siden det er ønskelig å bevare dette området med skjellsand og aktivt karbon i størst mulig grad. Testfeltet vil imidlertid bli påvirket av det pågående tildekkingsiltaket i resten av Store Lungegårdsvann ved at finstøv fra maskinsanden vil legge seg som en «passiv tildekking» over massene som ble lagt ut i 2017. Det ble derfor valgt å gjennomføre en 6-årskontroll av testfelt 2 i august 2023 siden dette var siste mulighet til å studere utviklingen i testfeltet før forholdene på sjøbunnen endres. Denne rapporten oppsummerer resultatene fra 6 årskontrollen.



Figur 1 Lokalisering av de tre testfeltene i Store Lungegårdsvann. Det har pågått utfyllingsaktivitet i den nordøstlige delen av Store Lungegårdsvann (innenfor blå stiplede linje). Denne rapporten omhandler testfelt 2.

2 Testtildekkingen i testfelt 2

Testfelt 2 har et areal på 6765 m² og ligger i et dybdeområde på mellom 0 og 5 m (Figur 2). Området er tilnærmet helt flatt i de sentrale delene, mens helningsgraden stiger opp mot rundt 15° i enkelte områder nærmere land. Sjøbunnen i testfelt 2 er noe mindre bløt enn i midtre del av Store Lungegårdsvann og har enkelte soner med fastere sjøbunn langs land.

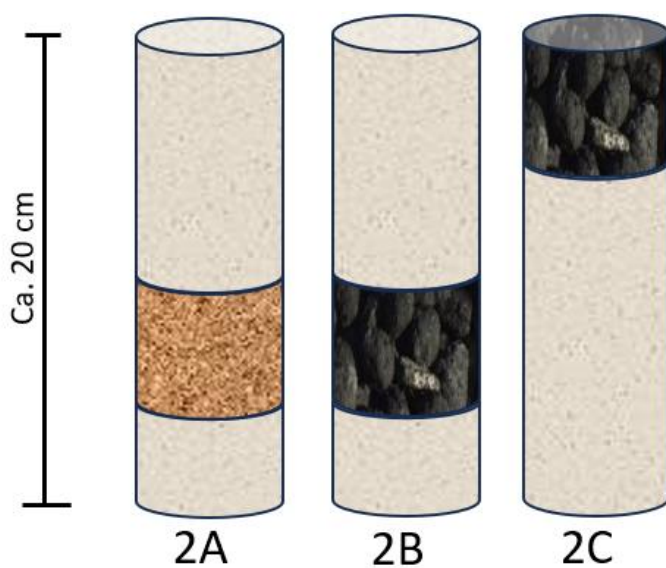
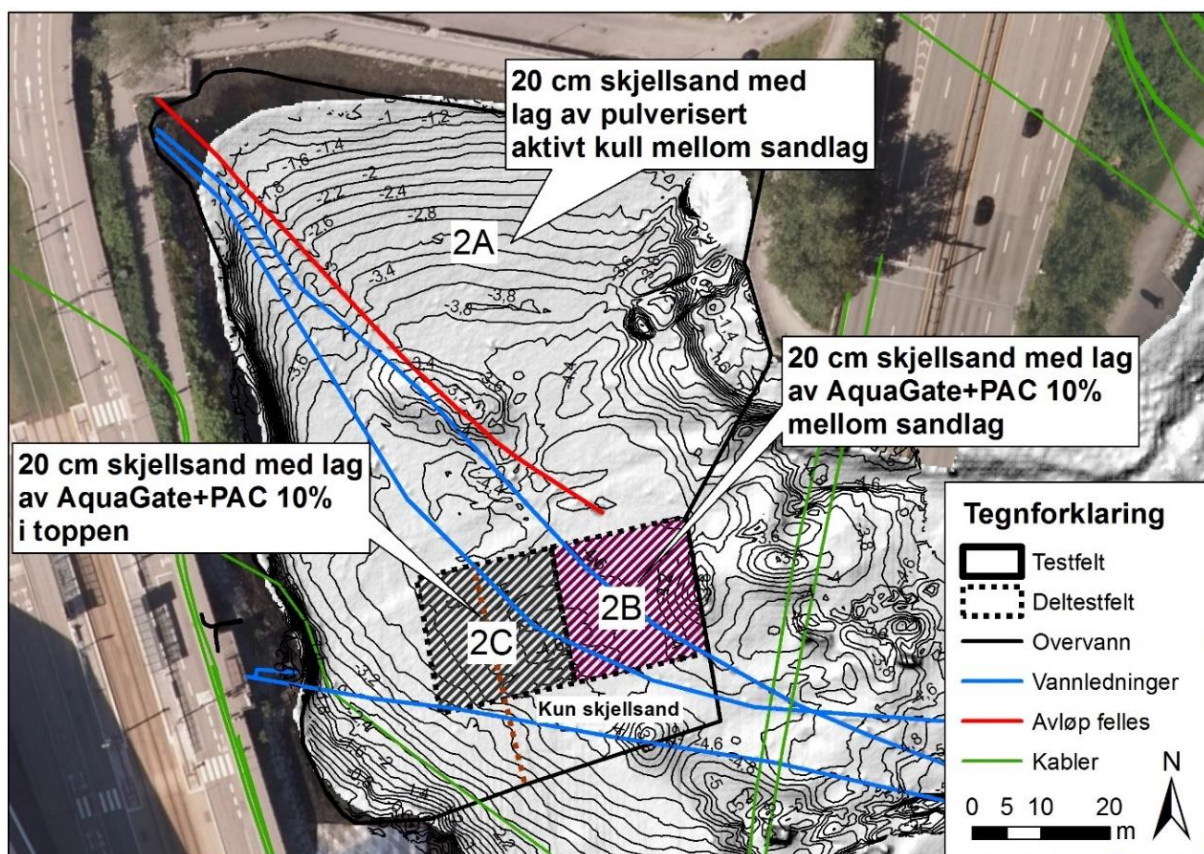
I testfelt 2 ble det i 2017 lagt et tildekkingslag på totalt ca. 20 cm bestående av sand (0/2 mm) utlagt i flere tynne lag og et lag med aktivt karbon tilsvarende 2 kg per m² enten innimellom eller over sandlagene (Figur 2). Det ble valgt å teste utlegging av både pulverisert aktivt karbon (PAC) av type Jacobi AquaSorb CP 1 og produktet AquaGate+PAC 10% som består av gruskjerner (5-8 mm), 15 % bentonittleire i pulverform, 10 % pulverisert aktivt karbon og en biologisk nedbrytbar polymer.

Figur 2 viser de forskjellige tildekkingsløsningen benyttet innenfor testfelt 2:

Delfelt 2A: Skjellsand underst (3-5 cm). Deretter et lag med pulverisert aktivt karbon (PAC) i kombinasjon med NaCl og saltvann. Deretter skjellsand. Total tildekkingsstykkelse ca. 20 cm.

Delfelt 2B: Skjellsand underst (3-5 cm). Deretter et lag med AquaGate+PAC 10%. Deretter skjellsand. Total tildekkingsstykkelse ca. 20 cm.

Delfelt 2C: Skjellsand med tykkelse ca. 18 cm underst. Et lag med AquaGate+PAC 10% over skjellsandlagene. Total tildekkingsstykkelse ca. 20 cm.



Figur 2

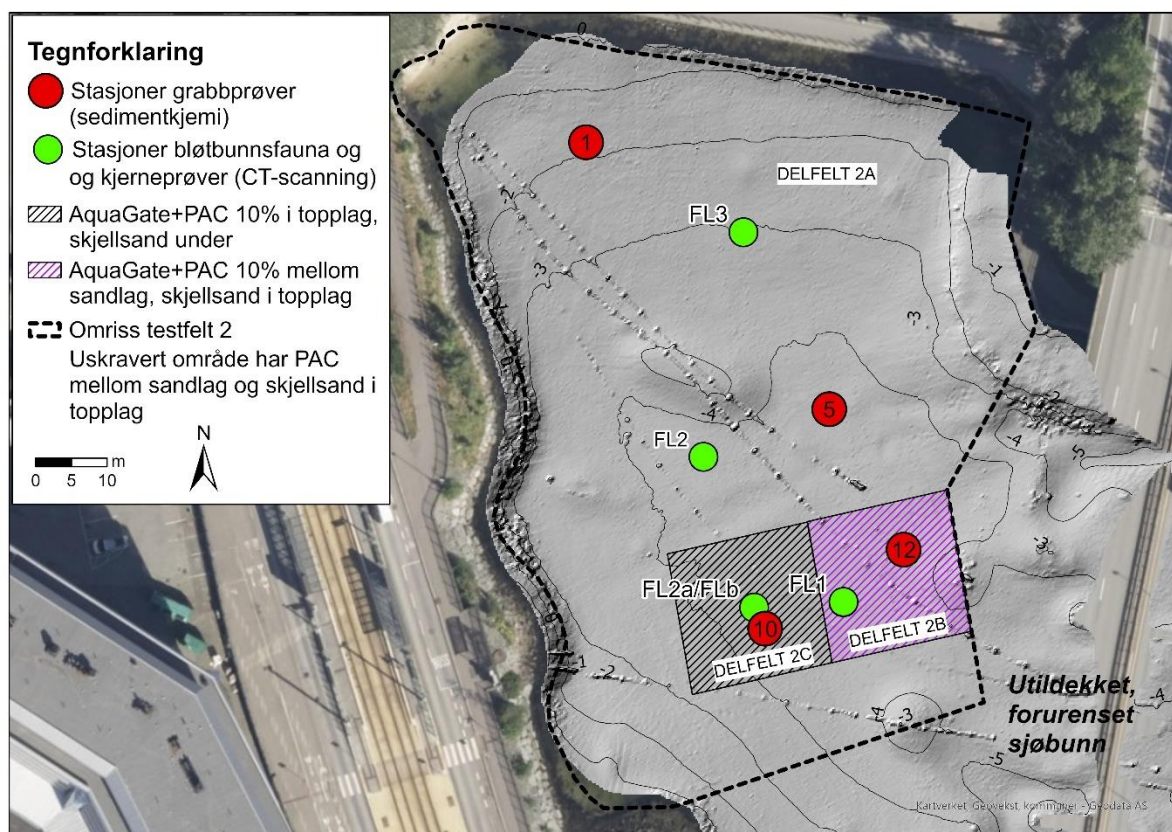
Ulike tildekkingsløsninger benyttet i Testfelt 2. Grå felt i skissen er skjellsand, brunt felt er PAC og svart felt er AquaGate+PAC 10%. Det totale tildekkingslaget er omtrent 20 cm.

3 Metode og analyser 2023

Som del av 6 årskonrollen ble det utført undersøkelse av bløtbunnsfaunaen, CT-skanning av kjerneprøver for å undersøke gravespor i sedimentene, kjemiske analyser av sedimentprøver og hydrografimålinger som støtteparameter.

Feltarbeidet ble gjennomført 23.08.2023 med god hjelp fra Leon Pedersen, som stilte med fartøyene Osedax og Flaket. Fra COWI deltok Bjørn Christian Kvisvik og Kristin Hatlen. Sistnevnte var toktleder. Sedimentkjerner ble samlet inn ved hjelp av en Uwitec kjerneprøvetaker. Prøver til analyse av bunnfauna, kornstørrelse, organisk innhold og miljøgifter ble samlet inn med van Veen grabb. Hydrografien ble undersøkt ved hjelp av CTD.

Figur 3 viser en oversikt over alle prøvestasjonene, og Tabell 1 gir en oppsummering av prøver og prøveparametre innenfor de ulike delfeltene.



Figur 3 Oversikt over stasjoner for bløtbunnsfauna, sedimentkjerner for CT-skanning og grabbprøver for sedimentkjemi. Se også Tabell 1. Lokalitet FL2 fra 2017 ble flyttet et stykke sørover i 2018 for å representere området der det ble lagt ut aktivt karbon i form av AquaGate+PAC 10% i topplaget, og i rapportene fra bunndyrsundersøkelsene er denne nye lokaliteten som ble brukt i 2018, 2021 og 2023 referert til som lokalitet FL2a.

Tabell 1 Oversikt over prøvelokaliteter og prøveparametre. Lokalitet FL2 fra 2017 ble flyttet et stykke sørover i 2018 for å representere området der det ble lagt ut aktivt karbon i form av AquaGate+PAC 10% i topplaget, og i rapportene fra bunndyrsundersøkelsene er denne nye lokaliteten som ble brukt i 2018, 2021 og 2023 referert til som lokalitet FL2a.




Delfelt	Tildeckingsmetode	Stasjonsnavn 2023	Prøvetatt år	Parametre i 2023
2A	PAC (pulverisert aktivt karbon) mellom lag av skjellsand	1	2023, 2021, 2018	Sedimentkjemi
		5	2023, 2021, 2018	Sedimentkjemi
		FL3	2023, 2021, 2018, 2017	Kjerner, bunndyr, hydrografi
2B	AquaGate+PAC 10% mellom lag av skjellsand	FL1	2023, 2021, 2018, 2017	Kjerner, bunndyr, hydrografi
		12	2023, 2021, 2018	Sedimentkjemi
2C	AquaGate+PAC 10% i topplag over skjellsand	FL2a	2023, 2021, 2018	Kjerner, bunndyr, hydrografi
		FL2b	2023	Kjerner
		10	2023, 2021, 2018	Sedimentkjemi

3.1 Bløtbunnsfauna

Prøvetaking av bløtbunnsfauna utføres med grabb, sedimentet siktes, konserveres og kan deretter analyseres av taksonom som systematiserer og teller arter og antall individ. Bløtbunnsfauna lever på, eller graver i leire, mudder og sandbunn. De fleste artene er relativt stasjonære og må være tilpasset miljøforholdene på stedet hvor de lever. Overvåking av bløtbunn er en viktig metode for å dokumentere miljøtilstanden og påvise mulige endringer over tid. Bunnfaunaundersøkelser gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt), og fokuserer på virvelløse dyr større enn 1 mm.

Metodikk for prøvetaking og prøvebehandling er beskrevet i NS-EN ISSO 16665:2013. Det ble benyttet en liten grabb, som tar et prøveareal på 0,025 m² og et potensielt prøvevolum på 3,14 liter. Bunnfauna ble samlet inn fra tre stasjoner, FL1, FL2a og FL3 (Figur 3). Fire grabbhugg ble samlet i en blandprøve (Figur 4). Sedimentene ble spylt forsiktig med sjøvann og vasket gjennom en sikt med hull diameter på 1 mm. De gjenværende materialene i sikten ble fordelt i nummererte plastbokser, hvert hugg for seg, og deretter fiksert med etanol. Prøvevolum per hugg er beregnet ved hjelp av radius til grabben og høyde av sedimentene inne i grabben.

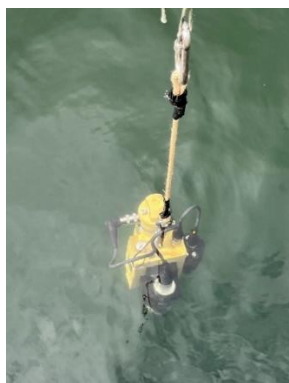
Materialet ble levert til akkreditert laboratorium, Rådgivende Biologer AS (Test 288), for analyse. Der ble materialet sortert og deretter artsbestemt av taksonom. Resultatene er vurdert og beskrevet etter Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen Vanndirektivet, 2018). Det er benyttet standard indekser for diversitet og ømfintlighet. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. En samlet tilstandsvurdering gis som normalisert EQR (nEQR, normalisert ecological quality ratio). Resultatene er rapportert i sin helhet i Vedlegg 1. I gjeldende rapport er resultatene sammenlignet med tilsvarende undersøkelser i 2017, 2018 og 2021.

FL1 i delfelt 2B	FL2a i delfelt 2C	FL3 i delfelt 2A
		
Skjellsand i topplag	AquaGate+PAC 10% i topplag	Skjellsand i topplag

Figur 4 Bilder av prøvene tatt med van Veen grabb og siktet for analyse av bløtbunnsfauna. Se Figur 3 for oversikt over prøvestasjoner.

3.2 Hydrografi

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur, oksygeninnhold og turbiditet med CTD-sonde (SAIV 208) fra stasjonene FL2a og FL3 (Figur 3 og Figur 5). FL2a er også representativ for FL1, ettersom disse stasjonene ligger nær hverandre.



Figur 5 CTD-måleren senkes ned til like over bunnen og måler kontinuerlig temperatur, saltholdighet og oksygen.

3.3 CT-skanning av kjerneprøver

Det ble totalt tatt fire sedimentkjerner fra stasjon FL1, FL2a, FL2b (stasjon FL2a og FL2b ligger tett på hverandre) og FL3 (Figur 3) med en Uwitec kjernetaker med $\varnothing=90\text{mm}$ rør (Figur 6). Sedimentkjernene ble oppbevart vertikalt og kjølig og transportert til Earth Surface Sediment Laboratory (EARTH LAB) ved Universitetet i Bergen (UiB) for CT-skanning med en ProCON-X-ray CT Alpha Core CT skanner. Alle kjerner ble skannet med 130kV, 580mA, 267 ms eksponeringstid med et 0,5 mm kobberfilter for å redusere stråleherdingseffekt. Det ble tatt 2400 bilder per rotasjon i skanneren for å generere et datasett med 200 μm oppløsning.

CT-skanning som metodikk, hvor man setter sammen en serie røntgenbilder fra ulike vinkler, ble utviklet for medisinsk bruk på 70-tallet, men har i de senere årene også blitt tatt i bruk i sedimentstudier. Utvikling av såkalte industri-CT skannere muliggjør tredimensjonale røntgenbilder med sub-millimeter oppløsning som gjør det mulig å visualisere ulike strukturer med ulike tettheter i en sedimentpakke. EARTH LAB er pionerer i denne utviklingen og har en CT-skanner spesialbygget for skanning av sedimentkjerner, og har utviklet metodikk for identifisering av ulike avsetningsmiljøer basert på CT-skanning (se f.eks. (Bakke, 2020; Røthe, et al., 2018; Cederstrøm, 2020).

CT-skanning av sedimentkjerner fra tildekket forurenset sjøbunn er etter det vi vet ikke gjort i andre prosjekter enn Renere Havn Bergen, og ikke tidligere gjort for å visualisere bioturbasjon i tildekkingslag. Fremgangsmåten som er benyttet her er utviklet i samarbeid mellom COWI og UiB, og er basert på at graveganger etter bioturbasjon etterlater seg et spor i sedimentene med lavere tetthet enn de uberørte sedimentene rundt. Dette kan enten være vannfylte hulrom eller sedimenter som er løsere pakket og dermed har større porøsitet og lavere tetthet enn de andre sedimentene. CT data er visualisert i programvaren Avizo Fire, hvor det er gjort 2D og 3D visualisering av strukturer i kjernene. I resultatene er 2D røntgenbilde av sedimentkjernen vist i gråskala der lyse områder indikerer høy tetthet, mens mørkere grå indikerer lav tetthet. 3D data er vist i blå og gule farger der deler av tetthetsspekteret er filtrert bort slik at kun porevolumer og graveganger/bioturbasjon med lav tetthet (blå farger) i tillegg til skjell og gruspartikler med de høyeste tetthetsverdiene (gule farger) er visualisert. Fargeskalaen og terskelverdiene er justert individuelt for å best mulig få fram mest mulig bioturbasjonen i de ulike kjernene.







Figur 6 Det ble tatt kjerneprøver av sedimentet med en Uwitec kjernetaker med 90 mm rør. Bildet viser prøvetakeren til venstre og en sedimentkjerne til høyre.

3.4 Sedimentkjemi

Ved hjelp av en van Veen grabb (0,1 m²) ble det hentet inn sediment fra stasjon 1, 5, 10 og 12 (Figur 3). Fra hver stasjon ble det tatt prøve av både 0-2 cm og 0-10 cm sedimentdyp. Hver av disse to prøvene bestod av materiale fra fire ulike grabbhugg (Tabell 2).

Tabell 2 Beskrivelse av sedimentprøver

Prøve 1 fra delfelt 2A (PAC mellom lag av skjellsand)	Prøve 5 fra delfelt 2A (PAC mellom lag av skjellsand)	Prøve 10 fra delfelt 2C (AquaGate+PAC 10% i topplag med skjellsand under)	Prøve 12 fra delfelt 2B (AquaGate+PAC 10% mellom lag av skjellsand)
			
Skjellsand, uberørt overflate	Skjellsand, mørk stripe få millimeter under sedimentoverflaten.	Overflate med lag av aktivt karbon, lysere farge viser skjellsand ca. 3 cm under sedimentoverflaten.	Skjellsand, mørk stripe få millimeter under sedimentoverflaten.

Prøvene ble oppbevart frosset i rilsanposer til de ble overlevert for kjemisk analyse av metaller (arsen, bly, kobbe, krom, kadmium, kvikksølv, nikkel, sink), PAH-16, Sum PCB-7 og TBT hos Eurofins Environment Testing i Bergen. Som støtteparametre ble prøvene også analysert for organisk innhold (TOC), tørrstoff, og kornstørrelse (andel <math><63\mu\text{m}</math> og <math><2\mu\text{m}</math>).

Se vedlagt analyserapport for detaljer om metoder, akkreditering, kvantifiseringsgrenser og måleusikkerhet (Vedlegg 2).

3.5 Avvik

> Bløtbunnsfauna

- > Prøver til faunaanalyser ble tatt med en 0,025 m² grabb for å kunne sammenligne med tidligere resultater (tilsvarende metodikk ble brukt i 2017, 2018 og 2021).
- > Antall hugg tilfredstiller ikke krav iht. Veileder 02:2018 for klassifisering. Antall hugg er her redusert for å bevare tildekkingen mest mulig intakt. Analyser er utført på blandprøver av fire hugg med liten grabb (0,025 m²).

- › Stasjonsdyp tilfredsstiller ikke krav (>10m) i Veileder 02:2018 mht klassifisering. Hele testfeltet har dybder under 5 m.

Tilstandsklassifisering må pga. disse avvikene anses som veiledende.

› **Sedimentkjemi**

- › Prøvene fra stasjon 1 og stasjon 10 er trolig byttet om før analyse av miljøgifter, organisk innhold og kornfordeling. Se beskrivelse i Vedlegg.

4 Resultater og vurderinger

4.1 Rekolonisering bløtbunnsfauna

4.1.1 Resultater bløtbunnsfauna

Tildekking av forurenset sjøbunn med rene masser innebærer som regel en nullstilling av bunndyrsamfunnet ved at eksisterende bunnfauna begravnes og ny bunnfauna må reetablere seg i området. Tildekkingen vil isolere forurensningen og skape et nytt og rent bunnssubstrat. Det nye bunnssubstratet vil kunne være gunstig for reetableringen, og tildekkingsmaterialet som brukes vil ofte være av en annen sammensetning enn de opprinnelige massene. Dette kan gjenspeiles i sammensetningen av artene som reetablerer seg i området (Miljødirektoratet, 2016c).

Bunndyrsundersøkelsene i testfelt 2 i Floridabukten har hatt fokus på å studere rekoloniseringen av sjøbunnen etter testtildekkingen og sammenligne utviklingen innenfor feltet som har aktivt karbon i topplaget med utviklingen innenfor feltet som har skjellsand i topplaget (Figur 3). Det er benyttet standard metodikk for undersøkelse av bløtbunnsfaunaen. Metoden gir svar på artssammensetning og individtetthet. Resultatene gir også en klassifisering av økologisk tilstand for kvalitetselementet bløtbunnsfauna basert på artsmangfold og ømfintlighet.

Bløtbunnsfauna lever på, eller graver i leire, mudder og sandbunn og domineres i hovedsak av børstemark, krepsdyr og muslinger. Overvåking av bløtbunnsfauna kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet og utvikling over tid da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile. Miljøforholdene er avgjørende for antall arter og antall individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Sensitivitetsindeksene er imidlertid utarbeidet med tanke på organisk belastning (som fra kloakkutslipp), og generelt responderer bunndyrsindeksene dårlig på miljøgifter.

I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et forventet artsantall. Dersom det er dårlige miljøforhold, vil det være få eller ingen arter til stede i sedimentet (STIM AS, 2020). Rekolonisering av sediment etter tildekking vil gjerne avhenge av både type substrat som er benyttet, som gjerne skiller seg fra opprinnelig bunnssubstrat, og bunnfaunaen i omkringliggende områder.

Det har til sammen vært utført fire undersøkelser av bunnfauna i testfelt 2, der den første undersøkelsen (2017) ble utført før tildekking av testfeltet. De øvrige tre undersøkelser er utført i etterkant av tildekkingen, i 2018, 2021 og 2023.

I de tre første undersøkelsene ble analysene utført av Fishguard AS/STIM AS, mens analysene i 2023 ble utført av Rådgivende Biologer AS. Metoden er standardisert, altså skal det ikke påvirke resultatene at to forskjellige laboratorier er benyttet. En oppsummering av resultatene fra bunndyrsundersøkelsen i Florida 2023 er vist i Tabell 3, sammen med tilsvarende resultater fra 2017, 2018 og 2021.

Tabell 3 En sammenstilling av bunndyrsanalyser ved prøvestasjoner i Florida 2017 (Fishguard AS, 2017), 2018 (Fishguard AS, 2018), 2021 (STIM AS, 2021) og 2023 (Rådgivende Biologer AS, 2023). Prøveareal og metodikk er lik i alle undersøkelsene; Van veen grabb 0,025 m² og blandprøve av 4 hugg. Stasjonstilstand (nEQR basert på snitt) er klassifisert iht. Veileder 02:2018. Merk at stasjonsdyp, antall replikater og grabbvolum ikke tilfredsstillende krav i Veileder 02:2018, og klassifisering må derfor sees på som veiledende. Tomme felt for ES₁₀₀ viser til for få individer (<100) på stasjonen til å kunne beregne indeksen. *Avstand fra gammel FL2 (2017) til FL2a (2018-2023) er <20m, og prøvedyp er identisk

Indeks	SUM	FL1				FL2/FL2a				FL3				Klassifisering
		2017	2018	2021	2023	2017*	2018	2021	2023	2017	2018	2021	2023	
Arter		23	30	41	58	25	16	20	57	18	25	43	47	I - Svært god
Individer		303	1049	793	962	194	67	87	991	79	219	823	483	II - God
NQI1	SNITT	0,55	0,38	0,65	0,698	0,58	0,57	0,78	0,668	0,58	0,52	0,69	0,759	III - Moderat
H'		0,50	0,45	0,81	0,841	0,64	0,57	0,58	0,847	0,68	0,57	0,68	0,84	IV - Dårlig
ES ₁₀₀		0,5	0,5	0,7	0,777	0,60			0,788		0,6	0,6	0,813	V - Svært dårlig
ISI ₂₀₁₂		0,34	0,52	0,67	0,651	0,31	0,33	0,42	0,667	0,31	0,57	0,56	0,643	
NSI		0,59	0,33	0,66	0,652	0,56	0,59	0,68	0,601	0,55	0,81	0,57	0,63	
nEQR		0,496	0,423	0,704	0,724	0,530	0,513	0,615	0,714	0,531	0,610	0,619	0,737	

Stasjon FL1 (delfelt 2B – skjellsand i topplag) hadde i undersøkelsen før tildekkingen (2017) et lavt artsantall og en overvekt av individer av arter som er forurensingstolerante eller forurensingsindikatorer. Tilstand før tildekking var tilstandsklasse III – moderat.

Ved undersøkelsen i 2018, ett år etter tildekkingen, var det noen flere arter, men også mer enn en tredobling av antall individer. Størst økning var det for forurensingsindikatorarten *Capitella capitata* (børstemark), som dominerte faunaen med 60 % av alle individer. Dette er en art som koloniserer raskt ved høy næringstilgang, og trives i områder som er organisk belastet, og klarer seg også godt der det er lite oksygen i bunnvannet. Stasjonen ble i 2018 fortsatt klassifisert til TK III – moderat tilstand, men med noe lavere nEQR enn i 2017.

Ved undersøkelsen i 2021, fire år etter tildekkingen, var det flere arter enn i både 2017 og i 2018, og antall individer var redusert noe fra 2018. Dette gir en jevnere fordeling i bunndyrsamfunnet, og diversiteten er betydelig forbedret. Selv om listen over de ti mest individrike artene fortsatt inneholder en del forurensingstolerante og opportunistiske arter, var ikke bunndyrsamfunnet lenger dominert av forurensingsindikatorarten *C. capitata*. I tillegg var der også noen forurensingssensitive arter på lista. Dette er artene som forsvinner først fra et forurenset område, så det er et godt tegn at de er på denne lista. Tilstandsklassifiseringen viser også en forbedring for nEQR på stasjonen, som i 2021 var TK II – God tilstand.

Ved årets undersøkelse (2023), seks år etter tildekkingen, viser analysen av faunaen at antall arter har økt, og også antall individer. Fordelingen av typer arter er fortsatt god som i 2021, og diversiteten

er litt høyere i 2023 enn i 2021. Der er ingen spesielt dominerende arter på stasjonen, og der er både individer av forurensingssensitive arter og av tolerante og opportunistiske arter, men ingen forurensingsindikatorarter. Tilstandsklasse er uendret fra 2021, TK II – god, men nEQR er noe høyere i 2023.

Tabell 4 Sammenligning av de 10 mest individrike artene på stasjon FL1 ved alle fire undersøkelser (Fishguard AS, 2017), (Fishguard AS, 2018), (STIM AS, 2021) og (Rådgivende Biologer AS, 2023). Arter uten farge er ikke tildelt NSI-gruppe.

FL1 - 2017	%	Kum %	NSI EG	FL1 - 2018	%	Kum %	NSI EG	Forurensings sensitiv
<i>Abra alba</i>	53,8	53,8	III	<i>Capitella capitata</i>	60,1	60,1	V	
<i>Lagis koreni</i>	12,9	66,7	IV	<i>Scoloplos armiger</i>	12,0	72,1	III	
<i>Prionospio cirrifera</i>	7,6	74,3	III	<i>Polycirrus medusa</i>	6,6	78,6	I	
<i>Mediomastus fragilis</i>	6,6	80,9	IV	<i>Chaetozone</i>	6,2	84,8	III	
<i>Scoloplos armiger</i>	5,0	85,8	III	<i>Abra alba</i>	4,9	89,7	III	
<i>Corbula gibba</i>	3,0	88,8	IV	<i>Spio filicornis</i>	1,9	91,6	III	
<i>Mya sp.</i>	2,0	90,8	III	<i>Mya arenaria</i>	1,5	93,1	IV	
<i>Pholoe baltica</i>	1,7	92,4	III	<i>Corbula gibba</i>	1,3	94,5	IV	
<i>Phaxas pellucidus</i>	1,3	93,7	II	<i>Prionospio fallax</i>	1,0	95,4	II	
<i>Chaetozone sp.</i>	1,0	94,7	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	0,9	96,3	IV	
FL1 - 2021	%	Kum %	NSI EG	FL1 - 2023	%	kum %	NSI EG	Forurensings nøytral
<i>Scoloplos armiger</i>	24,1	24,1	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	15,59	15,59	IV	
<i>Mediomastus fragilis</i>	13,6	37,7	IV	<i>Aonides paucibranchiata</i>	11,23	26,82	I	
<i>Dipolydora coeca</i>	9,1	46,8	I	<i>Kurtiella bidentata</i>	10,81	37,63	IV	
<i>Spisula elliptica</i>	8,3	55,1		<i>Scoloplos armiger</i>	9,67	47,30	III	
<i>Aonides paucibranchiata</i>	5,3	60,4	I	<i>Abra alba</i>	8,21	55,51	III	
<i>Abra alba</i>	4,9	65,3	III	<i>Pygospio elegans</i>	5,30	60,81		
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,4	69,7	IV	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,89	65,70	IV	
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	3,8	73,5	IV	<i>Abra nitida</i>	3,33	69,02	III	
<i>Prionospio cirrifera</i>	2,6	76,2	III	<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,01	72,04		
<i>Mya arenaria</i>	2,5	78,7	IV	<i>Prionospio fallax</i>	3,01	75,05	II	
								Forurensings tolerant
								Forurensings opportunistisk
								Forurensings indikator

Stasjon FL2 hadde i undersøkelsen før tildekkingen (2017) et lavt artsantall og en overvekt av individer av arter som er forurensingstolerante eller forurensingsindikatorer. Tilstand før tildekking var tilstandsklasse III – moderat. Lokalitet FL2 ble flyttet et stykke sørover i 2018 for å representere området der det ble lagt ut aktivt karbon i form av AquaGate+PAC 10% i topplaget. Den nye lokaliteten brukt i 2018, 2021 og 2023 ble kalt FL2a (se under).

Stasjon FL2a (delfelt 2C – AquaGate+PAC 10% i topplag) hadde i undersøkelsen i 2018, ett år etter tildekkingen, en del færre arter enn FL2 i 2017, og også kun 1/3 av individantallet i 2017. Artssammensetningen var betydelig endret, faunaen var i hovedsak dominert av individer av arter som er forurensingstolerante, opportunistiske og indikatorarter, men der var også individer av en forurensingssensitiv art blant de ti mest individrike artene. Tilstandsklasse var uendret fra 2017 (TK III – moderat), men nEQR-verdien var lavere i 2018.

Ved undersøkelsen i 2021, fire år etter tildekkingen, var det noen flere arter og individer på stasjonen. Artsammensetningen hadde endret seg noe, som gjenspeiles i indekser som tar hensyn til ømfintlighet (NQI1 og ISI₂₀₁₂). Det var i 2021 en overvekt av individer av arter som er forurensingsnøytrale og tolerante, som gir en jevnere fordeling i bunndyrssamfunnet enn ved tidligere undersøkelser.

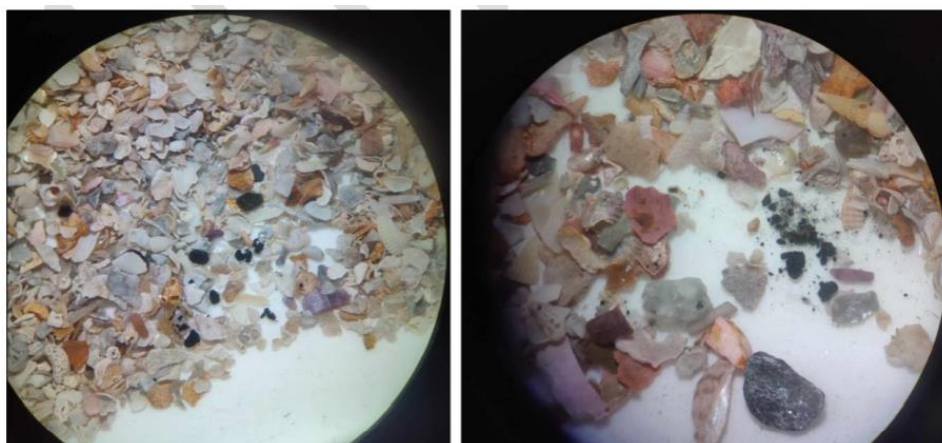
Ved årets undersøkelse (2023), seks år etter tildekkingen, er der nesten en tredobling i antall arter, og antall individer er mer enn 10 doblet siden 2021. Det er fremdeles en del opportunistiske arter på

stasjonen, men fordelingen av individer over arter er jevn, og der er ingen spesielt dominerende arter. Diversiteten er den høyeste som har vært på stasjonen. Tilstandsklassifiseringen viser TK II – god, som i 2021, men med en høyere nEQR enn tidligere.

Det ble observert kullpartikler i prøven fra FL2a, men ingen partikler var festet på dyrene (Figur 7).

Tabell 5 Sammenligning av de 10 mest individrike artene på stasjon FL2 (2017) og FL2a (2018-2023) ved alle fire undersøkelser (Fishguard AS, 2017), (Fishguard AS, 2018), (STIM AS, 2021) og (Rådgivende Biologer AS, 2023). NSI EG= økologisk gruppering av arter. Arter uten farge er ikke tildelt NSI-gruppe.

FL2 - 2017	%	Kum %	NSI EG	FL 2a - 2018	%	Kum. %	NSI EG	
<i>Abra alba</i>	27,8	27,8	III	<i>Abra alba</i>	41,8	41,8	III	Forurensings sensitiv
<i>Scoloplos armiger</i>	19,6	47,4	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	17,9	59,7	IV	
<i>Mediomastus fragilis</i>	12,9	60,3	IV	<i>Prionospio fallax</i>	10,4	70,1	II	Forurensings nøytral
<i>Lagis koreni</i>	9,8	70,1	IV	<i>Capitella capitata</i>	3,0	73,1	V	
<i>Prionospio cirrifera</i>	5,7	75,8	III	<i>Hydroides norvegica</i>	3,0	76,1	I	Forurensings tolerant
<i>Pholoe baltica</i>	3,6	79,4	III	<i>Nephtys hombergii</i>	3,0	79,1	II	
<i>Eteone sp.</i>	3,6	83,0	IV	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	3,0	82,1	IV	Forurensings opportunistisk
<i>Prionospio fallax</i>	3,1	86,1	II	<i>Pseudopolydora cf. paucibranchiata</i>	3,0	85,1	IV	
<i>Caulerliella sp.</i>	2,1	88,1	III	<i>Scoloplos armiger</i>	3,0	88,1	III	Forurensings indikator
<i>Capitella capitata</i>	2,1	90,2	V	<i>Spio filicornis</i>	3,0	91,0	III	
FL2a - 2021	%	Kum. %	NSI EG	FL2a - 2023	%	kum %	NSI EG	
<i>Spisula elliptica</i>	43,7	43,7		<i>Scoloplos armiger</i>	11,91	11,91	III	Forurensings indikator
<i>Scoloplos armiger</i>	16,1	59,8	III	<i>Kurtiella bidentata</i>	10,90	22,81	IV	
<i>Dipolydora sp.</i>	8	67,8		<i>Varicorbula gibba</i>	9,89	32,69	IV	Forurensings indikator
<i>Prionospio fallax</i>	6,9	74,7	II	<i>Abra alba</i>	9,28	41,98	III	
<i>Chaetozone sp.</i>	3,4	78,2	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	8,88	50,86	IV	Forurensings indikator
<i>Pholoe baltica</i>	2,3	80,5	III	<i>Cirratulus cirratus</i>	8,48	59,33	IV	
<i>Arctica islandica</i>	2,3	82,8	III	<i>Abra nitida</i>	6,76	66,09	III	Forurensings indikator
<i>Thyasira flexuosa</i>	2,3	85,1	III	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,14	70,23	IV	
<i>Abra alba</i>	2,3	87,4	III	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,23	73,46	II	Forurensings indikator
<i>Nereimyra woodsholea</i>	1,1	88,5		<i>Cirriformia tentaculata</i>	2,62	76,08	IV	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1,1	89,7	IV					
<i>Eunereis elitoralis</i>	1,1	90,8						
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,1	92	IV					
<i>Glycera alba</i>	1,1	93,1	II					
<i>Serpulidae</i>	1,1	94,3						
<i>Ophiura albida</i>	1,1	95,4	II					
<i>Abra nitida</i>	1,1	96,6	III					
<i>Bivalvia</i>	1,1	97,7	I					
<i>Parvicardium sp.</i>	1,1	98,9						
<i>Gammaridae</i>	1,1	100						



Figur 7 Kullpartikler i prøven fra FL2a i 2023. Bilde tatt av Rådgivende Biologer AS (Rådgivende Biologer AS, 2023).

ST FL3 (delfelt 2A – skjellsand i topplag) hadde i undersøkelsen før tildekkingen (2017) et lavt artsantall og en overvekt av individer av arter som er forurensingstolerante eller forurensingsindikatorer. Tilstand før tildekking var tilstandsklasse III – moderat.

Ved undersøkelsen i 2018, ett år etter tildekkingen, var det noen flere arter, og også nesten en tredobling av antall individer. Størst økning var det for den forurensingssensitive børstemarken *Polycirrus medusa*, som sto for 50% av alle individene i prøven. Øvrige individer blant de ti mest individrike artene var tolerante, opportunistiske og forurensingsindikatorarter. Tilstanden på stasjonen var bedret til TK II – God i 2018.

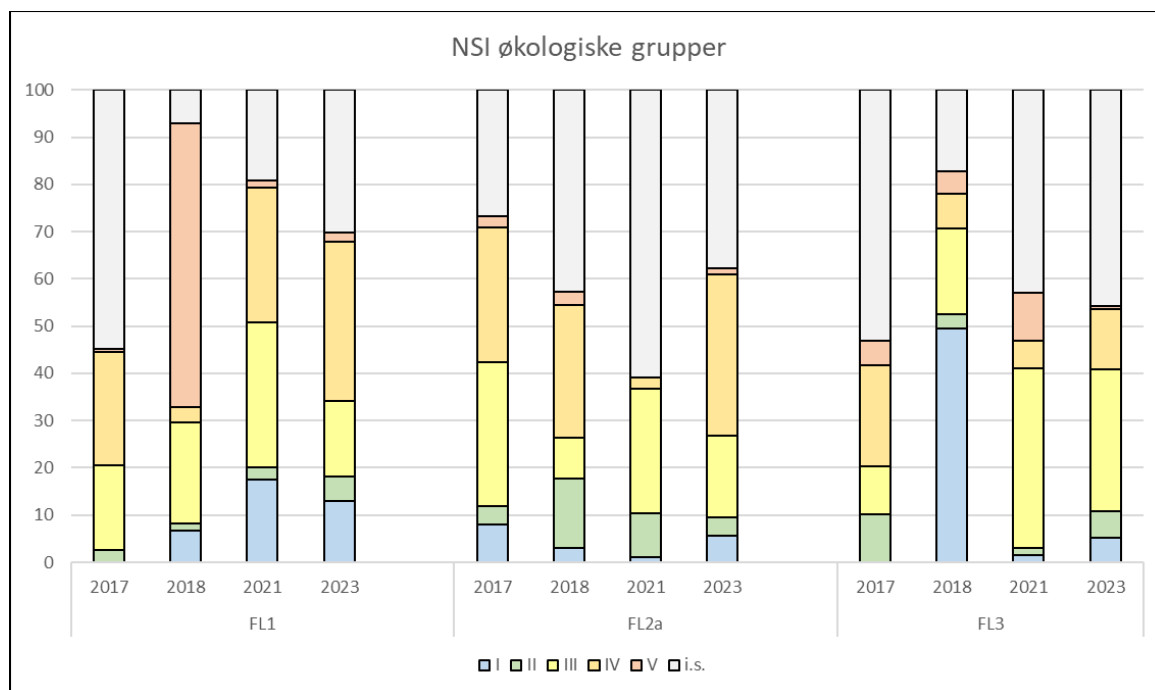
Ved undersøkelsen i 2021, fire år etter tildekkingen, var det ca. dobbelt så mange arter enn i 2017 og i 2018, og antall individer var firedoblet siden 2018. Det var ingen spesielt dominerende arter, og fordelingen av individer på arter var jevnere enn ved tidligere undersøkelser. Tilstandsklassifiseringen var uendret; TK II – God tilstand, med en noe høyere nEQR-verdi.

Ved årets undersøkelse (2023), seks år etter tildekkingen, viser analysen av faunaen at antall arter har økt med noen få arter, og antall individer er noe redusert fra 2021. Fordelingen av typer arter er hakket bedre enn i 2021, og diversiteten er en del høyere i 2023 enn i 2021. Der er noe dominans av den forurensingstolerante børstemarken *Scoloplos armiger* (26%). Tilstandsklasse er uendret siden 2021, men nEQR-verdien er betydelig høyere i 2023. Stasjon FL3 skilte seg ut fra de andre stasjonene ved å ha større forekomst av arter som tolererer lav saltholdighet og grunt vann.

Tabell 6 Sammenligning av de 10 mest individrike artene på stasjon FL3 ved alle fire undersøkelser (Fishguard AS, 2017), (Fishguard AS, 2018), (STIM AS, 2021) og (Rådgivende Biologer AS, 2023). NSI EG= økologisk gruppering av arter. Arter uten farge er ikke tildelt NSI-gruppe.

FL3 - 2017	%	Kum %	NSI EG	FL3 - 2018	%	Kum. %	NSI EG	Forurensings sensitiv
<i>Peringia ulvae</i>	24	24,1	n.a.	<i>Polycirrus medusa</i>	49,8	49,8	I	
<i>Abra alba</i>	22	45,6	III	<i>Abra alba</i>	9,1	58,9	III	
<i>Lagis koreni</i>	12,7	58,2	IV	<i>Scoloplos armiger</i>	9,1	68,0	III	
<i>Mediomastus fragilis</i>	6,3	64,6	IV	<i>Corbula gibba</i>	5,0	73,1	IV	
<i>Prionospio fallax</i>	5,1	69,6	II	<i>Mediomastus fragilis</i>	5,0	78,1	IV	
<i>Nephtys hombergii</i>	3,8	73,4	II	<i>Oligochaeta</i>	2,7	80,8	V	
<i>Scoloplos armiger</i>	3,8	77,2	III	<i>Peringia ulvae</i>	2,7	83,6		
<i>Oligochaeta</i>	3,8	81,0	V	<i>Capitella capitata</i>	2,3	85,8	V	
<i>Macoma balthica</i>	3,8	84,8	IV	<i>Chaetozone</i>	2,3	88,1	III	
<i>Pholoe baltica</i>	2,5	87,3	III	<i>Mya arenaria</i>	1,8	90,0	IV	
FL3 - 2021	%	Kum. %	NSI EG	FL3 - 2023	%	kum %	NSI EG	Forurensings tolerant
<i>Spisula elliptica</i>	22	22		<i>Scoloplos armiger</i>	25,88	25,88	III	
<i>Spionidae</i>	21,9	43,9	III	<i>Peringia ulvae</i>	7,25	33,13		
<i>Scoloplos armiger</i>	14,5	58,3	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	6,83	39,96	IV	
<i>Crassikorophium crassicorne</i>	11,1	69,4		<i>Pygospio elegans</i>	6,63	46,58		
<i>Capitella capitata</i>	9,6	79	V	<i>Spisula subtruncata</i>	5,80	52,38		
<i>Dipolydora sp.</i>	3,9	82,9		<i>Macoma balthica</i>	4,55	56,94	IV	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	2,4	85,3	IV	<i>Phaxas pellucidus</i>	4,35	61,28	II	
<i>Exogoninae</i>	2,2	87,5		<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,93	65,22		
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,6	89,1	IV	<i>Thracia phaseolina</i>	3,31	68,53	II	
<i>Spio sp.</i>	1,1	90,2	II	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,31	71,84		
FL3 - 2023	%	Kum. %	NSI EG	FL3 - 2023	%	kum %	NSI EG	Forurensings opportunistisk
<i>Spisula elliptica</i>	22	22		<i>Scoloplos armiger</i>	25,88	25,88	III	
<i>Spionidae</i>	21,9	43,9	III	<i>Peringia ulvae</i>	7,25	33,13		
<i>Scoloplos armiger</i>	14,5	58,3	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	6,83	39,96	IV	
<i>Crassikorophium crassicorne</i>	11,1	69,4		<i>Pygospio elegans</i>	6,63	46,58		
<i>Capitella capitata</i>	9,6	79	V	<i>Spisula subtruncata</i>	5,80	52,38		
<i>Dipolydora sp.</i>	3,9	82,9		<i>Macoma balthica</i>	4,55	56,94	IV	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	2,4	85,3	IV	<i>Phaxas pellucidus</i>	4,35	61,28	II	
<i>Exogoninae</i>	2,2	87,5		<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,93	65,22		
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,6	89,1	IV	<i>Thracia phaseolina</i>	3,31	68,53	II	
<i>Spio sp.</i>	1,1	90,2	II	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,31	71,84		
FL3 - 2023	%	Kum. %	NSI EG	FL3 - 2023	%	kum %	NSI EG	Forurensings opportunistisk
<i>Spisula elliptica</i>	22	22		<i>Scoloplos armiger</i>	25,88	25,88	III	
<i>Spionidae</i>	21,9	43,9	III	<i>Peringia ulvae</i>	7,25	33,13		
<i>Scoloplos armiger</i>	14,5	58,3	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	6,83	39,96	IV	
<i>Crassikorophium crassicorne</i>	11,1	69,4		<i>Pygospio elegans</i>	6,63	46,58		
<i>Capitella capitata</i>	9,6	79	V	<i>Spisula subtruncata</i>	5,80	52,38		
<i>Dipolydora sp.</i>	3,9	82,9		<i>Macoma balthica</i>	4,55	56,94	IV	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	2,4	85,3	IV	<i>Phaxas pellucidus</i>	4,35	61,28	II	
<i>Exogoninae</i>	2,2	87,5		<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,93	65,22		
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,6	89,1	IV	<i>Thracia phaseolina</i>	3,31	68,53	II	
<i>Spio sp.</i>	1,1	90,2	II	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,31	71,84		
FL3 - 2023	%	Kum. %	NSI EG	FL3 - 2023	%	kum %	NSI EG	Forurensings indikator
<i>Spisula elliptica</i>	22	22		<i>Scoloplos armiger</i>	25,88	25,88	III	
<i>Spionidae</i>	21,9	43,9	III	<i>Peringia ulvae</i>	7,25	33,13		
<i>Scoloplos armiger</i>	14,5	58,3	III	<i>Mediomastus fragilis</i>	6,83	39,96	IV	
<i>Crassikorophium crassicorne</i>	11,1	69,4		<i>Pygospio elegans</i>	6,63	46,58		
<i>Capitella capitata</i>	9,6	79	V	<i>Spisula subtruncata</i>	5,80	52,38		
<i>Dipolydora sp.</i>	3,9	82,9		<i>Macoma balthica</i>	4,55	56,94	IV	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	2,4	85,3	IV	<i>Phaxas pellucidus</i>	4,35	61,28	II	
<i>Exogoninae</i>	2,2	87,5		<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,93	65,22		
<i>Mediomastus fragilis</i>	1,6	89,1	IV	<i>Thracia phaseolina</i>	3,31	68,53	II	
<i>Spio sp.</i>	1,1	90,2	II	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,31	71,84		

Utvikling av artssammensetning på individnivå på stasjonene er vist i Figur 8. Høy forekomst av forurensingsindikatorarten *C. capitata* vises som høyt utslag for NSI EG V for stasjon FL1 i 2018, og høy forekomst av den forurensingssensitive børstemarken *P. medusa* (50% av alle individer) vises som utslag i NSI EG I for stasjon FL3 i 2018.



Figur 8 Figuren viser forholdet mellom antall individer i de forskjellige økologiske gruppene (NSI EG), og gruppene viser til hvordan artene responderer på organisk forurensing. Blå=sensitive, grønn=nøytrale, gul=tolerante, oransje=opportunistiske, rød=indikator på forurensing.

4.1.2 Støtteparametere til bløtbunnsfauna

Totalt organisk karbon (TOC)

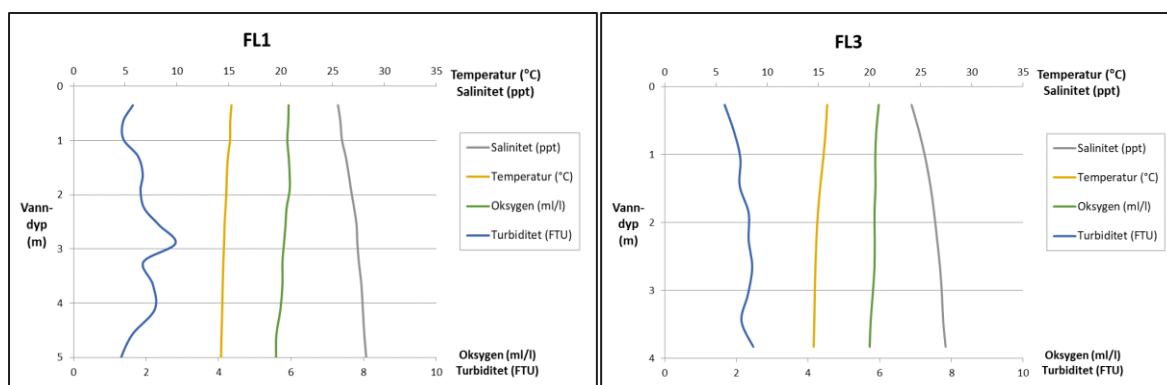
TOC og kornfordeling er analysert i grabbprøver fra 0-2 cm prøvedyp fra stasjon 1 og 5 (delfelt 2A), 10 (delfelt 2C) og 12 (delfelt 2B) (se Figur 3 for lokaliteter). Resultatene er oppsummert i Tabell 7. Innhold av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentet benyttes ofte som støtteparameter for bløtbunnsfauna. En sammenstilling av normalisert TOC (TOC korrigert mot finstoff) er gitt i Tabell 7, og viser en betydelig reduksjon i innhold av organisk materiale ved prøvepunkt 1 og en svak reduksjon for prøvepunkt 10 for undersøkelsen i 2023 sammenlignet med tidligere undersøkelser. Resultatene viser at det er betydelig høyere nivåer av TOC i prøvepunkt 10 (delfelt 2C med aktivt karbon i topplag) enn i øvrige prøvepunkt. Det organiske innholdet ved denne stasjonen er sannsynligvis påvirket av det aktive karbonet fra tildekkingsmaterialet.

Tabell 7 Finstoff og nTOC for stasjoner prøvetatt 2018-2023. Stasjonsplasseringen for sedimentprøvene er noe ulik plasseringen for bunnfaunastasjonene, se Figur 3 for lokalisering av stasjoner.

Område	Prøvepunkt	Prøvedyp	År	Leir+silt (%)	nTOC (mg/g)	
Delfelt 2A	1	0-2 cm	2023	15,5	20,7	I - Svært god
			2021	12,4	24,5	II - God
			2018	81,8	76,3	V - Svært dårlig
	5		2023	31,2	30,2	III - Moderat
			2021	21,9	28,6	IV - Dårlig
Delfelt 2C	10		2023	49,3	109,1	V - Svært dårlig
			2021	58,6	142,5	V - Svært dårlig
			2018	85,6	112,6	V - Svært dårlig
Delfelt 2B	12		2023	31,2	35,1	III - Moderat
			2021	25,7	28,8	IV - Dårlig
		2018	91	69,6	V - Svært dårlig	

Hydrografi

Undersøkelsene viser ingen lagdeling av vannsøylen, og oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet tilsvarer tilstandsklasse I – Svært god iht. Veileder 02:2018 (Figur 9). Oksygen er dermed ikke en begrensende faktor for bunndyr i dette området. Målinger av saltinnhold viser at overflatelaget i Store Lungegårdsvann er ferskvannspåvirket, og at stasjon FL3 er mest ferskvannspåvirket. Stasjon FL3 er grunnest og også plassert nærmest land av alle stasjonene.



Figur 9 Saltholdighet, temperatur, oksygenkonsentrasjon og turbiditet i vannsøylen.

4.1.3 Vurderinger

Resultatene tyder på at det etter tildekkingen har foregått en betydelig rekolonisering på samtlige stasjoner, med noe tidsvariasjon mellom stasjonene som muligens kan knyttes til type tildekking. Artsantallet i 2023 er det høyeste som har vært registrert på samtlige stasjoner (Figur 10). Felles for stasjonene er at de i 2023 har færre individer av forurensingsindikatorarter, og flere individer av forurensingssensitive og nøytrale arter enn tidligere, og at de alle tre har tilstand TK II – god (Veileder 02:2018). Ved alle stasjonene har det vært en kontinuerlig forbedring i samlet nEQR-tilstand fra 2017 og frem til 2023, med unntak av en dupp for alle tre stasjonene i 2018, 1 år etter tildekkingen.

For stasjonene FL1 og FL3, som har skjellsand i topplaget, har utviklingen mht. antall arter vært relativt lik, med en økning for hver undersøkelse. Utviklingen på disse to stasjonene mht. antall arter av børstemark og bløtdyr følger også hverandre med en økning for hver undersøkelse. Faunaen ved FL3,

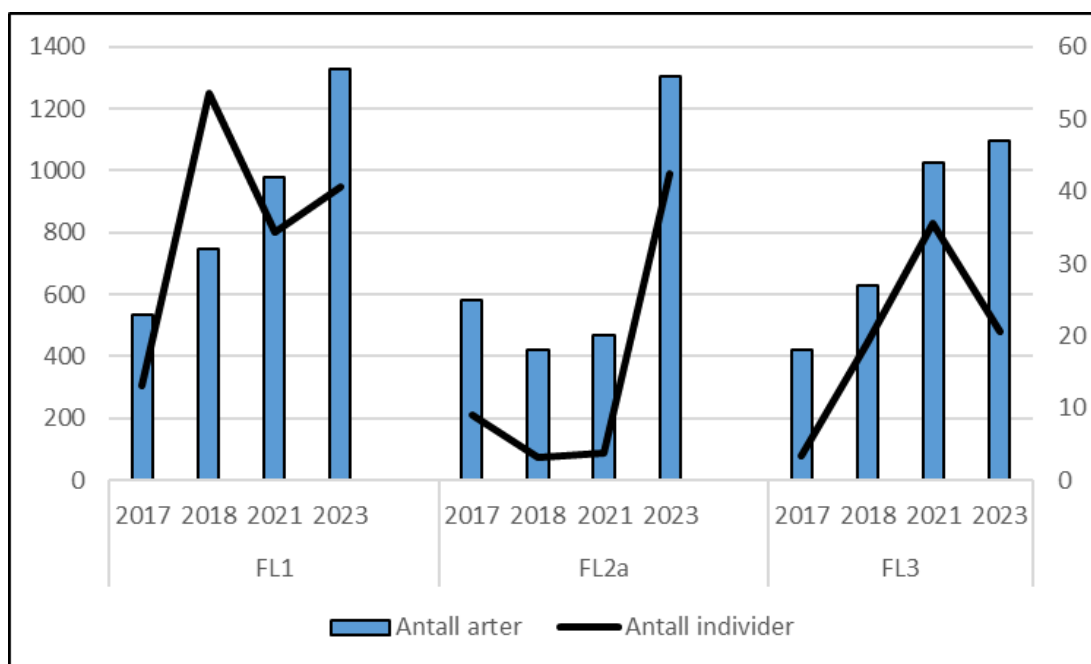
den grunneste stasjonen, skiller seg fra øvrige stasjoner ved å ha flere arter som er tolerante mot lav salinitet og trives på grunt vann.

Stasjon FL2a, med aktivt kull i topplaget, skiller seg fra de to øvrige stasjonene mht. rekoloniseringen over tid. Her var nedgang i antall arter og individer større ved 1 årskontrollen, og rekoloniseringen har gått mye saktere ved denne stasjonen enn ved de øvrige to stasjonene. I undersøkelsene fra 2018 og 2021 var det spesielt synlig at det var færre arter bløtdyr (Mollusca) ved stasjonen (Figur 11). I 2023 er antall arter og individer på nivå med de to andre stasjonene (Figur 10), og også antall bløtdyrsarter i forhold til børstemarkarter (Figur 11).

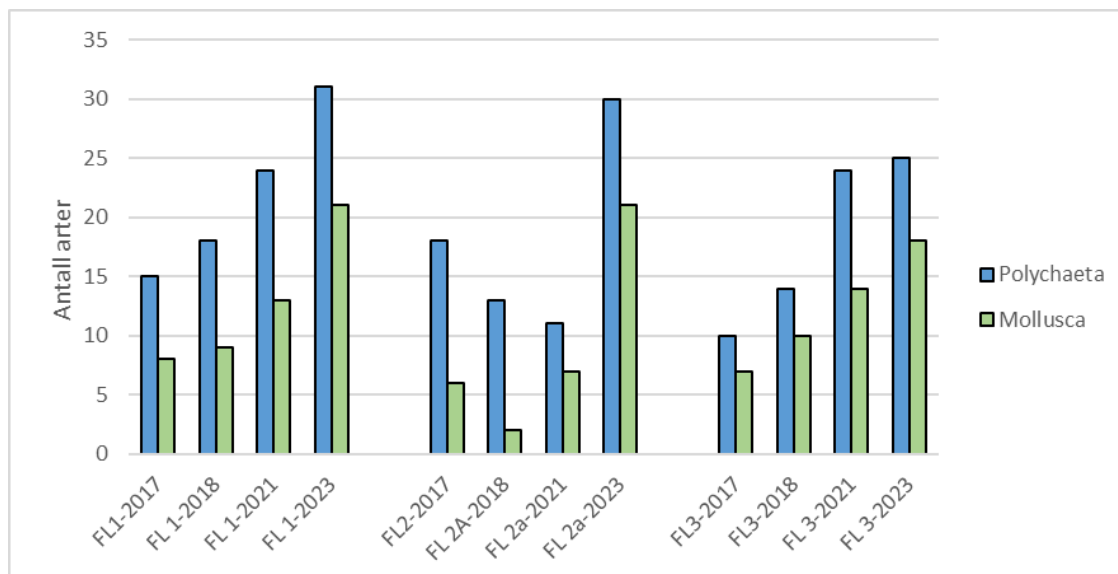
Flere undersøkelser har vist negative effekter for antall individer ved bruk av aktivt karbon i forhold til andre tildekkingstyper (Miljødirektoratet, 2014) (Miljødirektoratet, 2016) (NIVA AS, 2014). NIVA sin studie utformet to hypoteser mht. hvilke mekanismer som er involvert:

- 1) Partikkelstørrelsen sammenfaller med størrelsen på næringspartikler som foretrekkes av filtrerende organismer. Opptaket av næring kan dermed forstyrres.
- 2) De aktive kullpartiklene binder til seg næringsstoffer og reduserer dermed tilgjengeligheten av næring.

I tidligere undersøkelser i testfelt 2 i Floridabukten har det vært antatt at det er de samme mekanismene som har styrt rekoloniseringen i delfeltet med aktivt karbon i topplaget. I årets undersøkelse (6 årskontroll) ser man at artsantallet på stasjon FL2a er på nivå med FL1 og faktisk høyere enn FL3. Individantallet har også økt betydelig fra tidligere undersøkelser til 2023, og er høyere enn ved både FL1 og FL3. Rekolonisering på aktivt karbon ser ut til å gå senere enn rekoloniseringen på annen tildekking, men undersøkelsen i testfelt 2 i Store Lungegårdsvann indikerer at det over tid også vil rekoloniseres på aktivt karbon (Figur 10 og Figur 11).



Figur 10 En sammenstilling av antall arter (høyre akse) og individer (venstre akse) på stasjonene i undersøkelsene 2017-2023



Figur 11 En sammenstilling av antall arter børstemark (Polychaeta) og bløtdyr (Mollusca) i prøvene fra stasjoner undersøkt 2017-2023

4.2 CT-skanning av kjerneprøver

4.2.1 Resultater





Sedimentkjerne **FL1** er tatt fra testfelt 2B hvor det er lagt ut skjellsand og deretter AquaGate+PAC 10% toppet med 4 lag skjellsand. I kjernen sees tydelig lag med lys skjellsand ned mot 18 cm dyp. De øverste ca. 10 cm har en mørkere farge. Under dette er det svart gytje som utgjør opprinnelig sjøbunn i området (Figur 12). CT-bilder fra kjernen viser lagdelt sand og grus i de øverste 18 cm, og et lag med grus på 16 cm dyp i kjernen som trolig er laget med AquaGate+PAC 10% (Figur 13). Under nederste lag med skjellsand fra 16-18 cm er det homogent materiale med lavere tetthet og kun enkelte skjellfragmenter (Figur 13).

Visualisering av bioturbasjonen viser at det er flest graveganger i de øverste ca. 5 cm av kjernen, mens det er noen vertikale graveganger ned mot 12 cm under sedimentoverflaten (Figur 13). Den mørkere fargen på skjellsanden her kan være innblanding av PAC og/eller ny sedimentasjon i skjellsanden. Mellom 12 og 18 cm dyp i kjernen er det ingen tegn på bioturbasjon i tildekkingslaget (Figur 13).

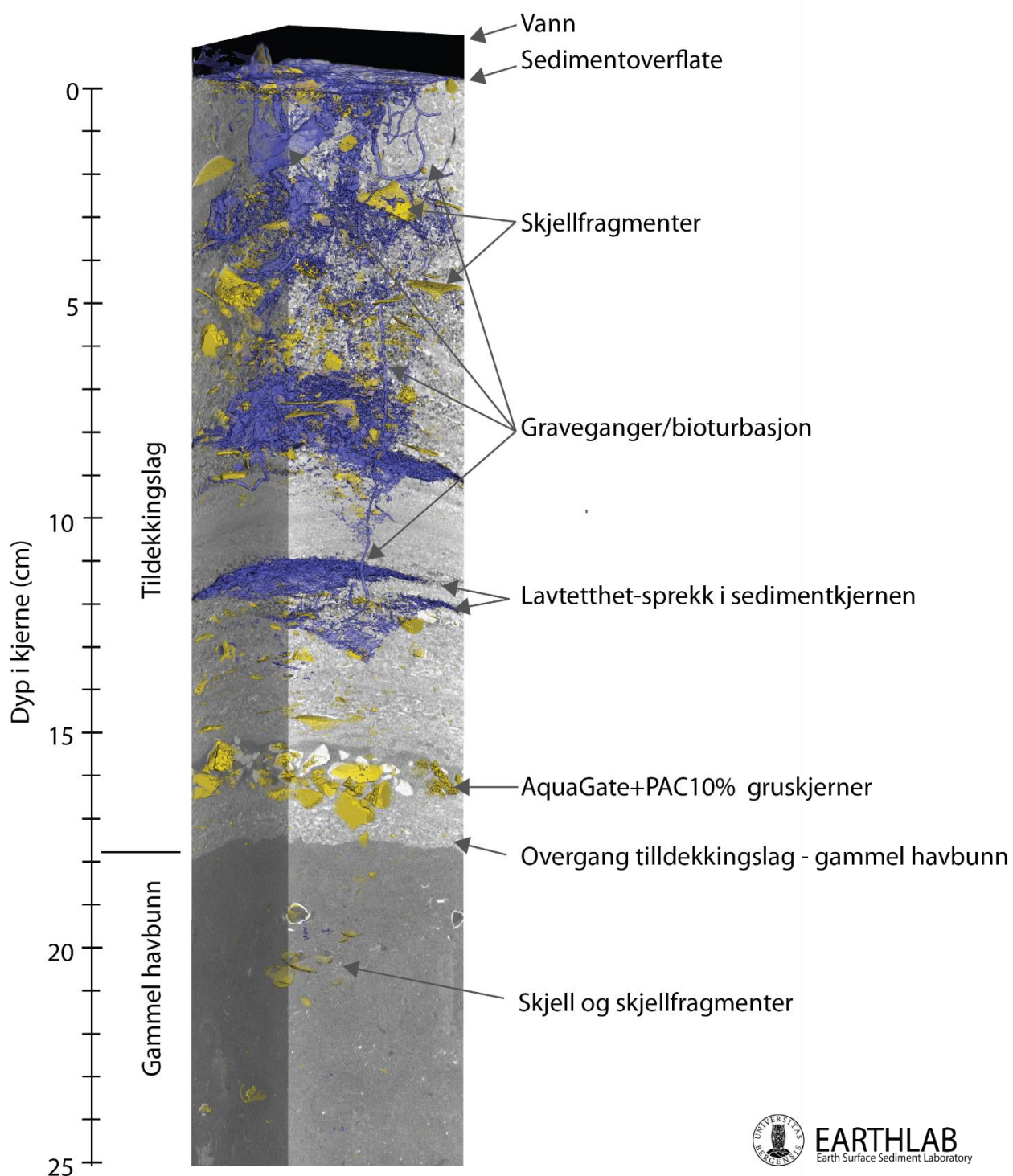
FL2a og **FL2b** er tatt tett på hverandre i testfelt 2C hvor tildekkingslaget består av skjellsand med AquaGate+PAC 10% lagt som topplag over skjellsandlagene. I bildet av kjernene sees tildekkingslaget i de øverste 20 cm i FL2a og 22 cm i FL2b (Figur 12). I CT-data sees gruslaget med AquaGate+PAC 10% i toppen av begge kjernene (Figur 14 og Figur 15). Visualisering av graveganger indikerer mindre utviklet bioturbasjon i disse kjernene enn i FL1 og FL3. Gravegangene i disse kjernene er både færre og tynnere enn i de andre kjernene. I FL2a sees antydning til graveganger ned mot ca. 8 cm dyp i kjernen (Figur 14), mens det i FL2b primært sees graveganger i de øverste ca. 3 cm (Figur 15). Under tildekkingslaget sees homogen gytje med skjellfragmenter.

FL3 er tatt i felt 2A hvor det er lagt ut skjellsand med tykkelse 3,5-4 cm, deretter et lag med en blanding av PAC, NaCl og saltvann, før det ble toppet med flere lag skjellsand tilsvarende total

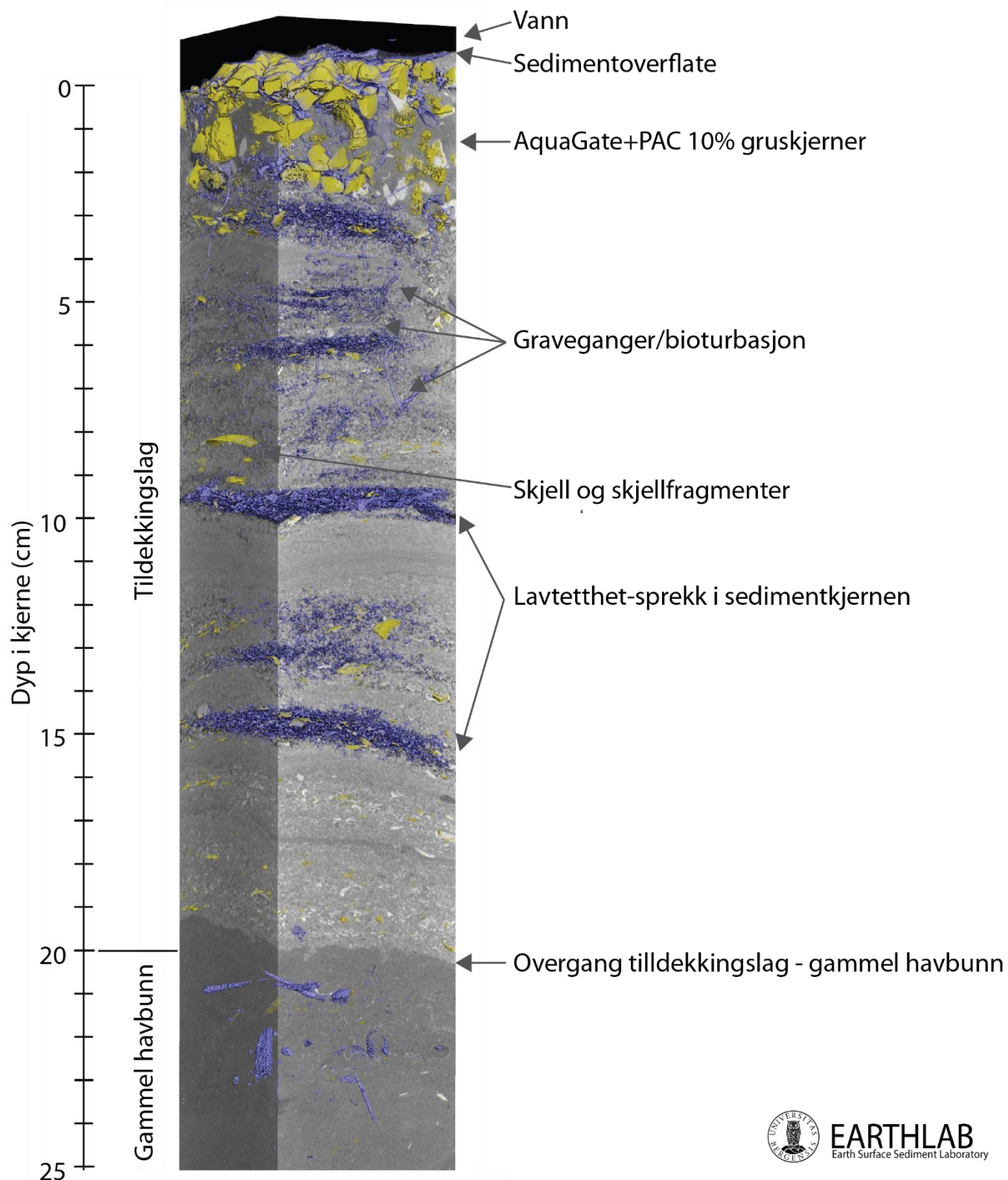
tildekkingsstykkelse på ca. 20 cm. I sedimentkjernen sees tydelig laget med skjellsand ned til ca. 22 cm dyp. Laget med skjellsand er mørkere og brunlig mot toppen av kjernen (Figur 12). Ned til 22 cm ser man lagdelt skjellsand, og homogen gytje med litt skjellfragmenter under dette. Mot bunnen av kjernen under 30 cm dyp sees et lag med mye skjell og skjellfragmenter (Figur 16). CT-visualisering av graveganger viser tydelig bioturbasjon i de øverste ca. 15 cm av denne kjernen. Det er best utviklet i de øverste 5-7 cm dyp av kjernen. Her sees både vertikale og horisontale graveganger. Mellom ca. 7 og 15 cm er det færre graveganger, men noen tydelige vertikale ganger hvorav en av dem kan følges som et sammenhengende spor fra overflaten og ned til 15 cm dyp i kjernen. I toppen av kjernen sees også skjell som står i vokseposisjon, og en type pigghud/kråkebolle som ligger oppå sedimentoverflaten (Figur 16).

FL1 i felt 2B	FL2a i felt 2C	FL2b i felt 2C	FL3 i felt 2A
 A vertical sediment core sample in a clear tube. From top to bottom, it shows a thin dark layer, a thick greyish-brown layer, a thin dark layer, and a thick dark layer at the bottom.	 A vertical sediment core sample in a clear tube. From top to bottom, it shows a thick white layer, a thin dark layer, a thick greyish-brown layer, and a thick dark layer at the bottom.	 A vertical sediment core sample in a clear tube. From top to bottom, it shows a thin dark layer, a thick greyish-brown layer, a thin dark layer, and a thick dark layer at the bottom.	 A vertical sediment core sample in a clear tube. From top to bottom, it shows a thin dark layer, a thick greyish-brown layer, a thin dark layer, and a thick dark layer at the bottom.
<p>AquaGate+PAC 10% mellom lag av skjellsand.</p>	<p>AquaGate+PAC i topplag, med skjellsand under.</p>		<p>PAC mellom lag av skjellsand.</p>

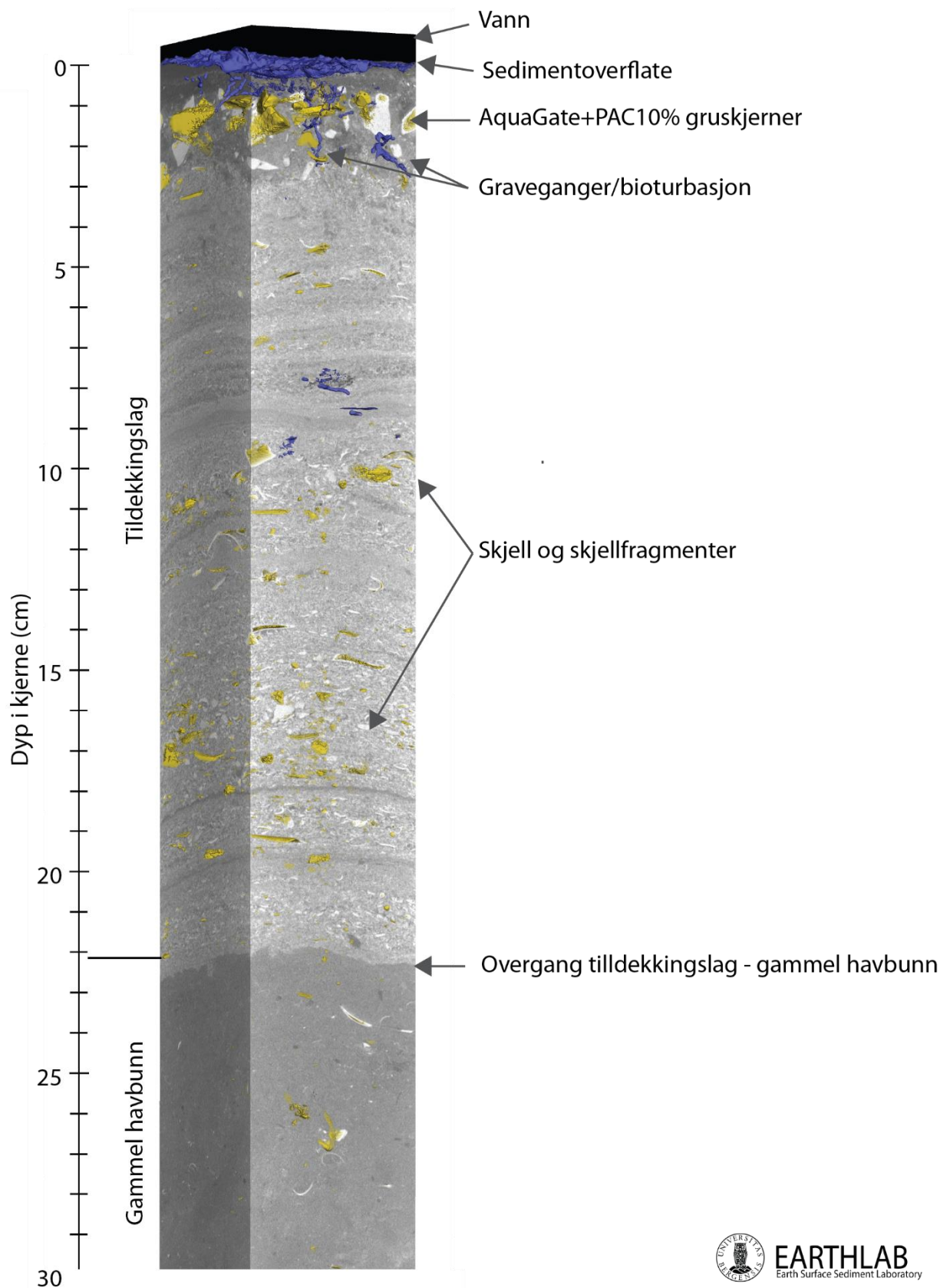
Figur 12 Bilder av sedimentkjerne fra testfelt 2.



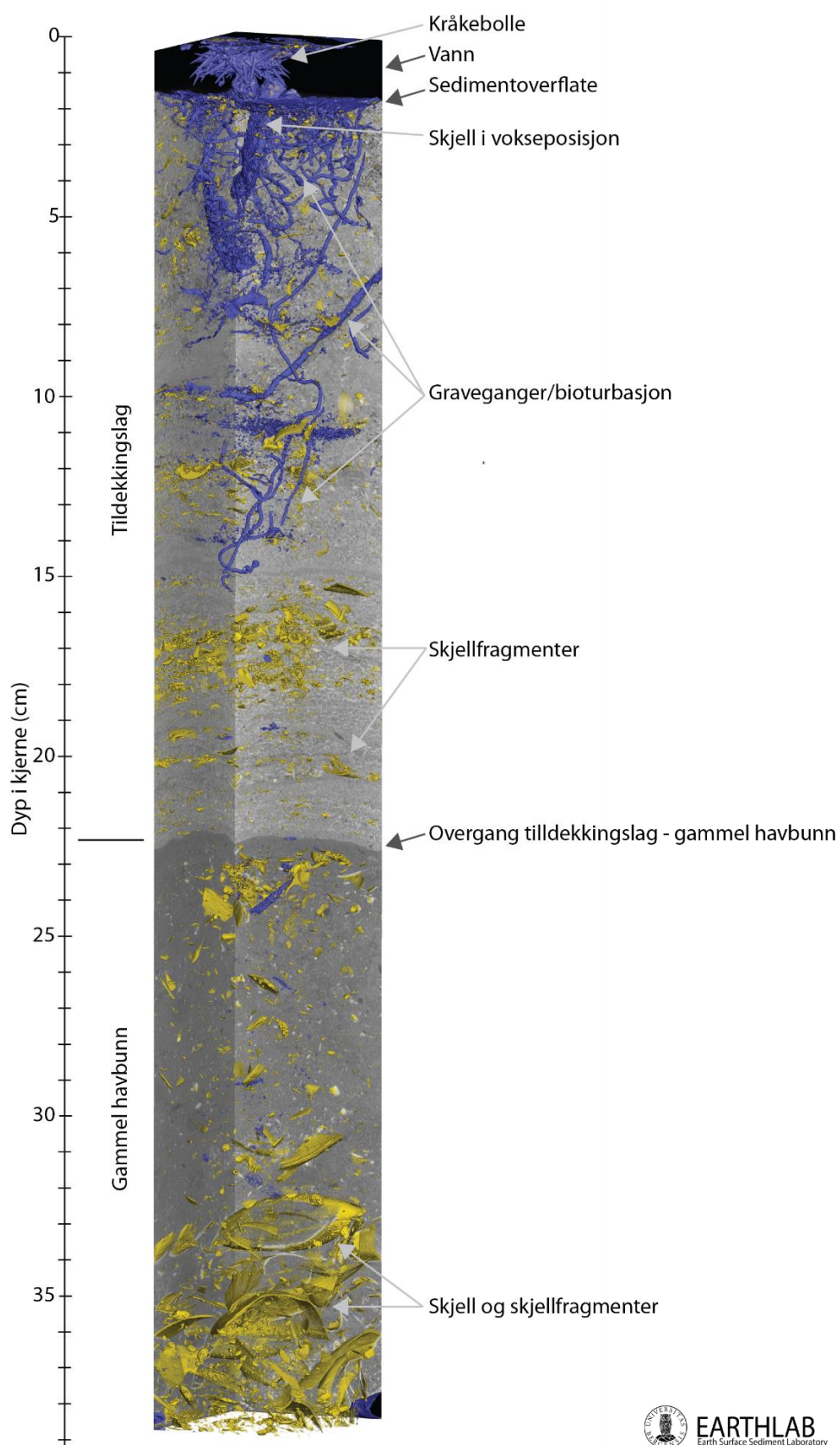
Figur 13 3D CT bilde av sedimentkjerne FL1. Blå farger viser lav tetthet i graveganger etter bioturbasjon, og soner med høy porøsitet eller sprekker i sedimentkjernen. Gule farger viser skjell og skjellfragmenter med høy tetthet, og gruskjerner i AquaGate+PAC10%. Gråskala bilde viser 2D profil av sedimentkjernene der lyse toner indikerer høy tetthet mens mørkere grå indikerer laver tetthet.



Figur 14 3D CT bilde av sedimentkjerne FL2a. Blå farger viser lav tetthet i graveganger etter bioturbasjon, og soner med høy porøsitet eller sprekker i sedimentkjernen. Gule farger viser skjell og skjellfragmenter med høy tetthet, og gruskjerner i AquaGate+PAC10% i toppen av kjernen. Gråskala bilde viser 2D profil av sedimentkjernene der lyse toner indikerer høy tetthet mens mørkere grå indikerer lavere tetthet.



Figur 15 3D CT bilde av sedimentkjerne FL2b. Blå farger viser lav tetthet i graveganger etter bioturbasjon, mens gule farger viser strukturer med høy tetthet som skjell og gruskjernene i AquaGate+PAC10%. Gråskala bilde viser 2D profil av sedimentkjernene der lyse toner indikerer høy tetthet mens mørkere grå indikerer lavere tetthet.



Figur 16 3D CT bilde av sedimentkjerne FL3. Blå farger viser lav tetthet i graveganger etter bioturbasjon, mens gule farger viser skjell og skjellfragmenter med høy tetthet. Gråskala bilde viser 2D profil av sedimentkjernene der lyse toner indikerer høy tetthet mens mørkere grå indikerer laver tetthet.

4.2.2 Vurderinger

Resultatene fra de fire sedimentkjernene bekrefter at CT-skanning som metode kan benyttes for å identifisere og visualisere bioturbasjon i sedimentkjerner fra tildekkingslag. Metoden muliggjør visualisering av graveganger der de har ulik tetthet sammenlignet med de omliggende sedimentene. Graveganger etter bioturbasjon er tydelig identifiserbare i CT-bildene og kan vurderes og kvantifiseres. Det finnes imidlertid ikke noe systematisk test av denne metoden, og datagrunnlaget i denne rapporten er for lite til å slå fast om metoden vil fungere på ulike typer sedimenter og bioturbasjon. I tildekkingslag med relativt høy tetthet som i testfeltene i Store Lungegårdsvann blir tetthetskontrasten stor og bioturbasjonen kommer tydelig fram, men det kan likevel ikke helt utelukkes at det finnes bioturbasjon i sedimentene som ikke kommer fram med denne metoden. Videre analyser med CT-skanning av kjerneprøver fra tildekkingslag med ulike materialer samt kartlegging av fauna vil kunne forbedre metoden og dermed også forståelsen av rekolonisering av ulike typer tildekkingslag.

Oppsummert viser CT-skanning av sedimentkjerner fra de ulike feltene bioturbasjon i alle kjernene, men det er ikke observert bioturbasjon som går igjennom tildekkingslaget i noen av dem. Det er kun analysert fire kjerner, og datagrunnlaget er derfor svært begrenset. Det er imidlertid verdt å merke at kjernene med aktivt karbon i toppen (FL2a og FL2b) har mindre bioturbasjon enn de to andre kjernene. I FL3, hvor det ikke er AquaGate+PAC 10% i topplaget, er det best etablert bioturbasjon med flest og dypest graveganger. Dette reflekterer analysene av bløtbunnsfauna i testområdene (se kap. 4.1). Ved stasjon FL2/FL2a, hvor det er aktivt kull i topplaget, har rekoloniseringen gått saktere enn i de andre områdene.

Det er ikke i noen av kjernene observert graveganger i de underliggende sedimentene under tildekkingslaget. Dette kan komme av at 1) det ikke var noe aktiv bioturbasjon før tildekkingen, 2) at metoden ikke like godt fanger opp bioturbasjonen i dette materialet med lavere tetthet, eller 3) at gravegangene har kollapset under vekten av pålagringen ved tildekking. Analyse av bløtbunnsfauna indikerer at det har blitt flere arter og individer etter tildekkingen, men at det også var liv på bunnen før tildekkingen (kap. 4.1). Det er derfor mer sannsynlig at gravegangene har kollapset under pålagringen av tildekkingslaget da bioturbasjonen ikke lengre var aktiv. Det er heller ikke observert gravespor opp i tildekkingslaget nedenifra. Det kan tyde på at fauna som levde på/i bunnen under tildekking ikke har gravd seg opp gjennom tildekkingslaget, men at tildekkingslaget er kolonisert fra omliggende områder.

4.3 Sedimentkjemi

Tabell 9 viser analyseresultatene av sedimentprøvene fra lokalitet 1, 5, 10 og 12 fargelagt etter tilstandsklasser oppgitt i veileder M-608/2020 "Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota" (Tabell 8) (Miljødirektoratet, 2016). Tilstandsklassene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn i sedimentene. Analyserapportene er gitt i vedlegg 2. Stasjonene er også prøvetatt i 2018 og 2021.

Det er av laboratorietekniske grunner ikke vært mulig å gjennomføre analyse av de organiske parameterne PAH og PCB i prøver fra stasjon 1A og 1B.

Tabell 8 Klassifiseringssystem fra Miljødirektoratets veileder M-608/2020 der klassegrensene representerer en økende grad av skade på organismsamfunnet i sedimentene (Miljødirektoratet, 2016).

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved kort-tidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Tabell 9 Konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentet ved de ulike stasjonene undersøkt i 2023. A-prøvene er fra 0-10 cm sedimentdyp, mens B-prøvene er fra 0-2 cm sedimentdyp. Fargene er i henhold til miljødirektoratets klassifisering, se Tabell 8. Lys grønn indikerer at kvantifiseringsgrensen (LOQ) ikke er lav nok til å skille mellom tilstandsklasse I og II. *) Ikke mulig å analysere pga. lav respons på internstandard. ♣) Ombytting av prøver, se vedlegg 1 for mer info. Tabellen fortsetter neste side.

		1A [♣]	1B [♣]	5A	5B	10A [♣]	10B [♣]	12A	12B
	Enhet S-dyp	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm
As (Arsen)	mg/kg TS	1,1	1,5	1,9	3,5	1,1	13	2,6	4,2
Pb (Bly)	mg/kg TS	3,9	4,4	7,8	14	2,4	48	15	22
Cu (Kopper)	mg/kg TS	6,4	6,9	13	22	3,4	66	22	34
Cr (Krom)	mg/kg TS	4,3	4,4	7,1	10	3,3	27	10	14
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,071	0,063	0,14	0,14	0,11	0,28	0,15	0,2
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,048	0,039	0,092	0,17	0,029	0,49	0,19	0,32
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	1,8	1,8	3,3	4,7	1,5	14	4,6	6,3
Zn (Sink)	mg/kg TS	18	21	38	52	9,6	170	49	72
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	*	*	<10	27
Acenaftylen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	*	*	12	28
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	*	*	<10	22
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	*	*	12	28
Fenantren	µg/kg TS	<10	10	38	40	*	*	54	130
Antracen	µg/kg TS	<4,6	<4,6	14	14	*	*	24	49
Fluoranten	µg/kg TS	18	31	92	110	*	*	170	440
Pyren	µg/kg TS	15	22	75	89	*	*	150	370
Benzo[a]antracen	µg/kg TS	<10	<10	34	34	*	*	55	110
Krysen/Trifenylen	µg/kg TS	<10	<10	35	31	*	*	51	96
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	17	21	85	99	*	*	150	470
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	<10	<10	26	32	*	*	44	120
Benzo[a]pyren	µg/kg TS	11	14	53	53	*	*	92	270
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	<10	<10	10	<10	*	*	19	50
Benzo[ghi]perylen	µg/kg TS	12	15	50	59	*	*	90	290
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	12	16	51	59	*	*	88	270
Sum PAH(16) EPA	µg/kg TS	85	130	560	620	*	*	1000	2800
PCB 28	µg/kg TS	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	*	*	<0,50	<0,50
PCB 52	µg/kg TS	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	*	*	1,2	1,9
PCB 101	µg/kg TS	<0,50	<0,50	0,69	0,78	*	*	1,5	4,7
PCB 118	µg/kg TS	<0,50	<0,50	<0,50	0,74	*	*	1,1	3,9
PCB 153	µg/kg TS	<0,50	<0,50	1,5	1,4	*	*	3	8,4

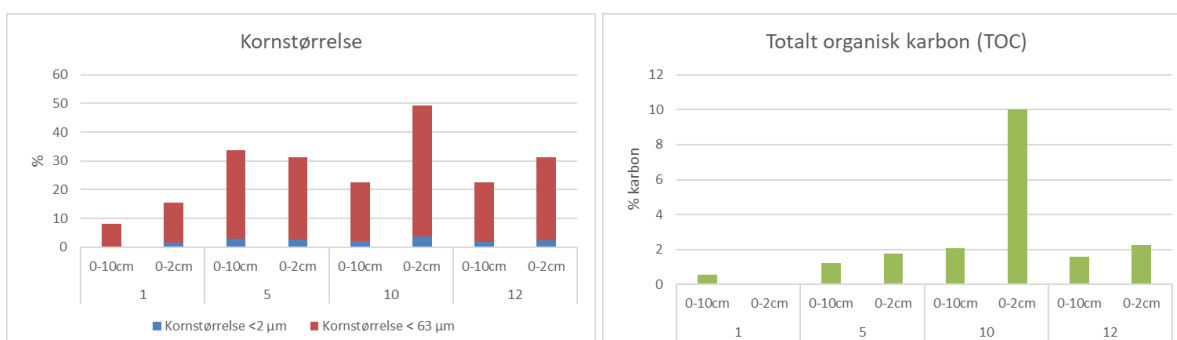
		1A ^a	1B ^a	5A	5B	10A ^a	10B ^a	12A	12B
	Enhet S-dyp	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm	0-10cm	0-2cm
PCB 138	µg/kg TS	<0,50	<0,50	1,3	1,5	*	*	2,7	6,8
PCB 180	µg/kg TS	<0,50	<0,50	0,76	0,9	*	*	1,6	3,9
Sum 7 PCB	µg/kg TS	nd	nd	4,3	5,3	*	*	11	30
Monobutyltinn (MBT)	µg/kg tv	8,7	9,5	10	30	8,5	38	43	45
Dibutyltinn (DBT)	µg/kg tv	8,8	9,7	14	37	9,3	40	76	78
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	4,6	4,5	12	20	6,8	55	42	41
Kornstørrelse <2 µm	% TS	<1,0	1,5	2,9	2,6	2,2	3,8	1,8	2,3
Kornstørrelse < 63 µm	%	8,2	14	30,8	28,6	20,3	45,5	20,8	28,9
Totalt organisk karbon	% C	0,56	<0,54	1,22	1,78	2,06	10	1,59	2,27
Totalt organisk karbon (TOC)	mg C/kg TS	5620	<5440	12200	17800	20600	100000	15900	22700
Tørrstoff	%	64,1	66,7	62,9	67,3	66	40,2	67,5	63,4

4.3.1 Generelt om konsentrasjoner av miljøgifter

Det er generelt påvist høyere konsentrasjoner av miljøgifter i intervallet 0-2 cm sammenlignet med intervallet 0-10 cm (Tabell 9). Dette indikerer at det er tilført ny forurensning til testfeltet etter tildekkingen av området. Forurensningen kan være tilført fra land via avløpsnett eller fra omkringliggende, utildekkede områder i Store Lungegårdsvann.

4.3.2 Kornfordeling og organisk innhold

Det er som forventet påvist et høyt innhold av organisk karbon i det øverste sedimentlaget ved stasjon 10 der AquaGate+PAC 10% ble lagt i topplaget (Tabell 9 og Figur 17). Her er også den mest finkornede sanden påvist.



Figur 17 Kornstørrelse og organisk innhold i sedimentet ved de ulike stasjonene og sedimentdybene i testfelt 2 i 2023.

4.3.3 Metaller

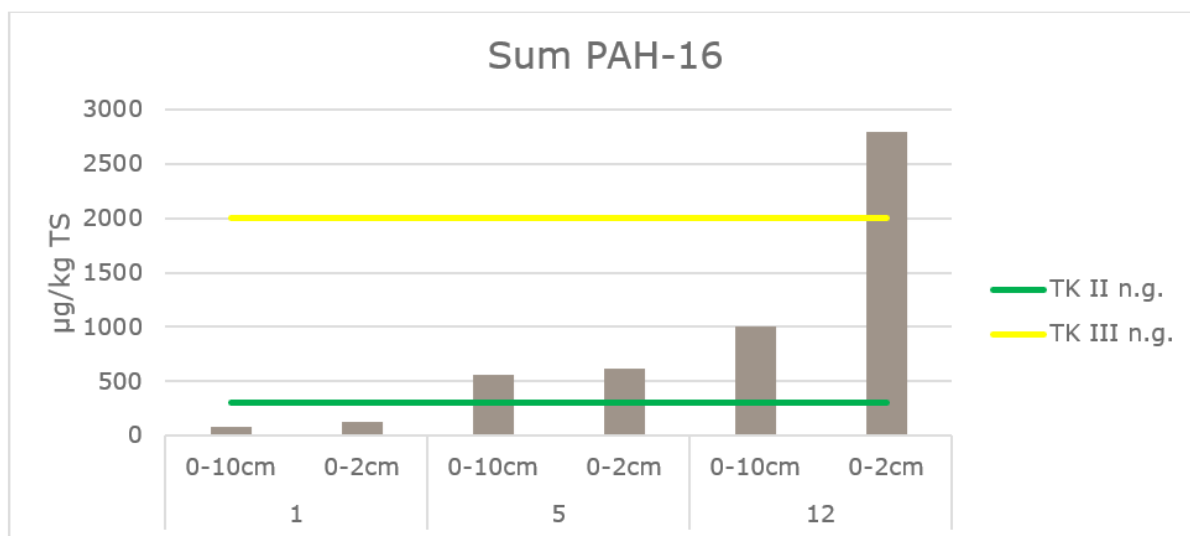
I prøvene fra samtlige av de undersøkte stasjonene er det påvist konsentrasjoner av metaller som tilsvarer tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) eller II (God) (Tabell 9). De høyeste konsentrasjonene er påvist i 0-2 cm intervallet ved stasjon 10 og 12 som ligger nærmest ytterkanten av testfeltet mot uttildekket sjøbunn.

4.3.4 PAH-forbindelser

De fleste PAH-forbindelsene er påvist i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) eller II (God) (Tabell 9). Prøvene fra stasjon 10, området som har AquaGate+PAC 10% i topplaget, har av laboratorietekniske årsaker ikke vært mulig å analysere for PAH-forbindelser.

Ved stasjon 1 lengst nord i testfeltet ble det ikke funnet PAH-forbindelser med konsentrasjoner over tilstandsklasse II (God). Ved stasjon 5 ble det påvist antracen og pyren i moderat tilstand (III) (Figur 18). I sedimentet fra stasjon 12, som ligger i ytterkanten av testfeltet, er det i tillegg til flere PAH-forbindelser med konsentrasjoner i moderat tilstand (III) også funnet antracen, fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(a)pyren, benzo(ghi)perylen og indeno(1,2,3-cd)pyren i dårlig tilstand (IV), og da i størst grad i de øverste 2 cm.

For sum PAH-16 er prøvene fra stasjon 1 i tilstandsklasse I (bakgrunn) og fra stasjon 5 i tilstandsklasse II (god) (Figur 18). Sedimentlaget 0-10 cm fra stasjon 12 har også konsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse II (god), mens konsentrasjonen av sum PAH-16 i det øverste sedimentlaget (0-2 cm) tilsvarer tilstandsklasse III (moderat).

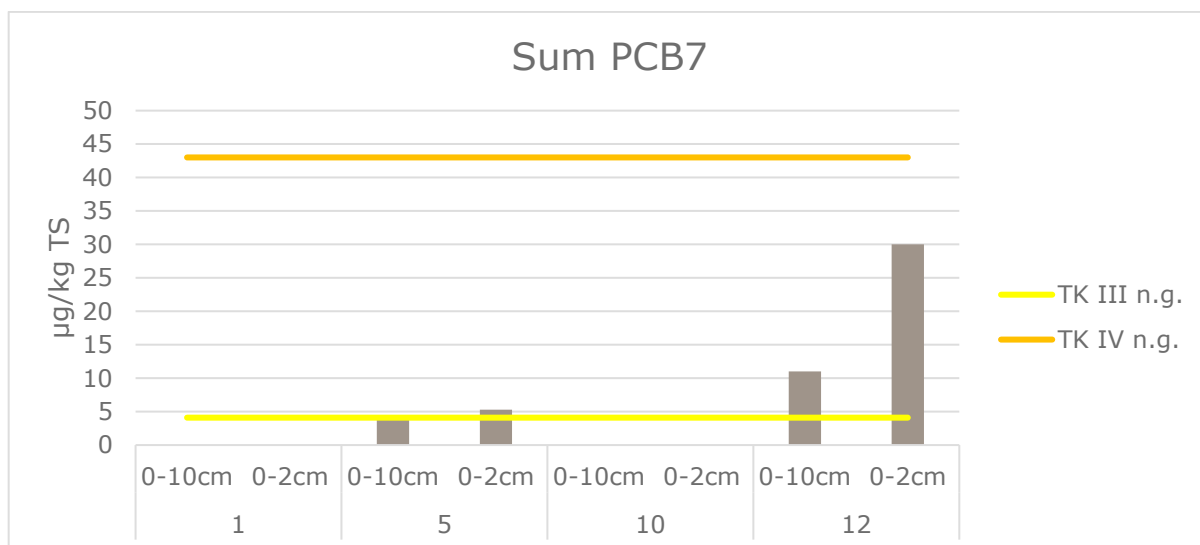


Figur 18 Konsentrasjon av sum PAH-16 i prøvene fra 2023. Fra hver stasjon er det tatt en prøve fra 0-10 cm sedimentdyp (A) og en prøve fra 0-2 cm sedimentdyp (B). Klassegrense for god (TK II) og moderat (TK III) tilstand er vist med henholdsvis grønn og gul linje. Merk at stasjon 10 er utelatt pga. analyseutfordringer

4.3.5 PCB

Det er påvist PCB-forbindelser i prøvene fra stasjon 5 og 12 (Tabell 9 og Figur 19). Ved stasjon 1 er det ikke funnet PCB-forbindelser med konsentrasjoner over laboratoriets kvantifiseringsgrense (LOQ). Ved stasjon 10 (AquaGate+PAC 10% i topplaget) har det av laboratorietekniske årsaker ikke vært mulig å analysere for PCB.

Samtlige prøver fra stasjonene 5 og 12 har konsentrasjoner av sum PCB7 tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat). Den høyeste konsentrasjonen er målt i sedimentlaget 0-2 cm fra stasjon 12.

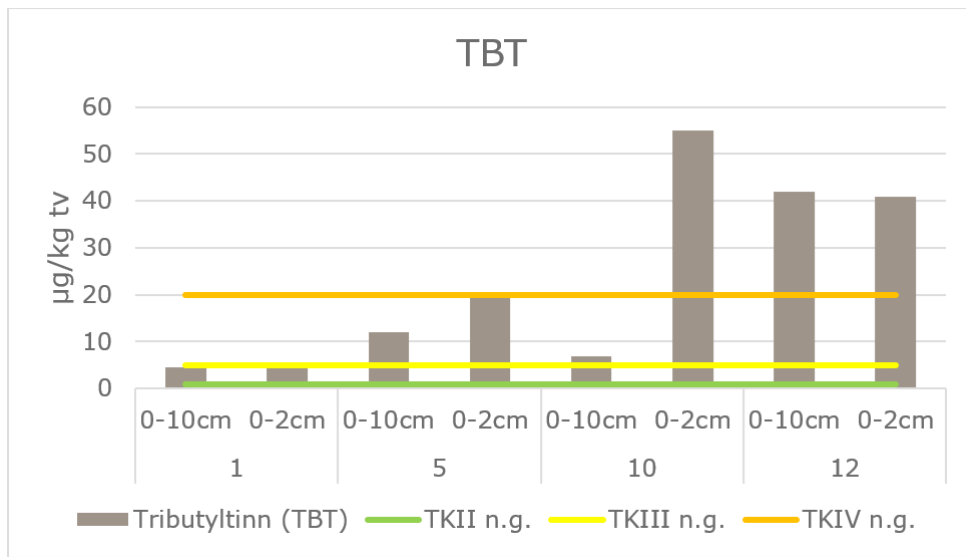


Figur 19 Konsentrasjon av sum PCB-7 i prøvene fra 2023. Fra hver stasjon er det tatt en prøve fra 0-10 cm sedimentdyp (A) og en prøve fra 0-2 cm sedimentdyp (B). Klassegrense for moderat (TK III) og dårlig (TK IV) tilstand er vist med henholdsvis gul og oransje linje. Merk at stasjon 10 er utelatt pga. analyseutfordringer.

4.3.6 Tinnorganiske forbindelser

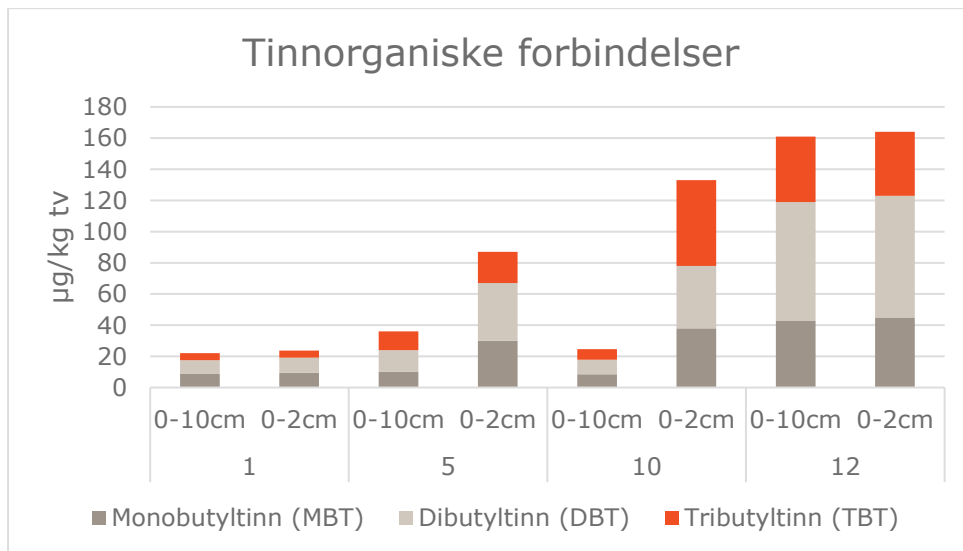
I 2023 er sedimentprøvene analysert for de tinnorganiske forbindelsene monobutyltinn (MBT), dibutyltinn (DBT) og tributyltinn (TBT). Det er kun gitt tilstandsklasser for TBT, men da både forvaltningsmessig og effektbaserte klassegrenser, hvor de effektbaserte tilstandsklassene er svært mye lavere. Legger vi de effektbaserte grensene til grunn, havner alle de kvantifiserbare prøvene i svært dårlig tilstand (V). Dette er normalt i norske fjorder hvor det har vært båttrafikk over lang tid. I veilederen (Miljødirektoratet, 2016) er det beskrevet at de forvaltningsmessige klassegrensene skal benyttes ved vurdering av opprydningstiltak i sediment. I Tabell 9 er konsentrasjonene av TBT fargelagt etter forvaltningsmessig grenseverdier. Merk at TBT ikke er tiltaksdrivende i henhold til Miljødirektoratet.

Prøvene fra stasjon 1 har TBT-konsentrasjoner i tilstandsklasse II (God), og det er lite forskjell mellom de to sedimentdypene (Tabell 9 og Figur 20). Ved stasjon 5 og 10 er det påvist konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III (Moderat) i 0-10 intervallet og tilstandsklasse IV (Dårlig) i 0-2 cm intervallet. Ved stasjon 12, som ligger i ytterkanten av testfeltet, er konsentrasjonen av TBT relativt lik mellom de to sedimentdypene, og begge havner i tilstandsklasse IV (Dårlig).



Figur 20 Konsentrasjon av tributyltinn (TBT) med nedre klassegrense for forvaltningsmessig god (TKII), moderat (TKIII) og dårlig (IV) tilstand tegnet inn.

Det er også registrert MBT og DBT i samtlige prøver (Figur 21), med de høyeste konsentrasjonene fra stasjon 12 etterfulgt av prøven fra 0-2 cm sedimentdyp fra stasjon 10.



Figur 21 Konsentrasjonen av tinnorganiske forbindelser målt i prøver fra 0-10 og 0-2 cm sedimentdyp ved 4 ulike stasjoner i testfelt 2.

4.3.7 Vurderinger

Analysene av sedimentprøvene viser at det er tilført forurensning til sjøbunnen i testfelt 2 etter testtildekkingen i 2017. Det er primært områdene nærmest yttergrensen av testfeltet som er forurenset, noe som indikerer at hovedårsaken til rekontamineringen er tilførsel av forurensete partikler fra den utildekkede sjøbunnen øst og sør for testfeltet.

Tildekking av forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann startet i oktober 2023. Det er ikke lagt opp til å re-tildekke testfelt 2 som del av tildekkingen i Store Lungegårdsvann siden det er ønskelig å bevare dette området med skjellsand og aktivt karbon i størst mulig grad. Det forventes imidlertid at testfeltet til en viss grad vil bli påvirket av det pågående tildekkingstiltaket i resten av Store Lungegårdsvann ved at noen få cm med rent finstøv fra maskinsanden vil legge seg som en «passiv tildekking» over massene som ble lagt ut i 2017. En slik «passiv tildekking» med rene masser vil høyst sannsynlig senke miljøgiftkonsentrasjonene i områdene som er rekontaminert til et akseptabelt nivå, samtidig som det eksisterende bunnssubstratet og bunnfaunaen i testfeltet til en viss grad bevares.

5 Referanser

- Bakke, Jostein. 2020.** *Medisinsk teknologi gir banebrytende geoforskning.* s.l. : geoforskning.no, 2020.
- Cederstrøm, Jan Magne. 2020.** *Fra medisin til geologi.* s.l. : geoforskning.no, 2020.
- COWI AS. 2019a.** *1 årskontroll av testtildekking i Store Lungegårdsvann. Rapport A109463-2019-09.* 2019a.
- , **2021.** *4 års kontroll av testtildekking i Store Lungegårdsvann. A109463-2021-10.* 2021.
- , **2018.** *Testtildekking store Lungegårdsvann, Bergen Havn. A040950-2018-02.* 2018.
- , **2016.** *Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann, Bergen. Fagrapport A040950-2016-03.* 2016.
- Direktoratsgruppen Vanndirektivet. 2018.** *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.* 2018.
- Fishguard AS. 2017.** *Marinbiologisk undersøkelse ved Florida i Store Lungegårdsvann 2017, FG notat 26-2017.* 2017.
- , **2018.** *Oppfølgende bunndyrsundersøkelse i Store Lungegårdsvann ved Florida 2018, FG notat 17-2018.* 2018.
- Miljødirektoratet. 2016.** *Oppsummering av erfaring med tildekking av forurenset sjøbunn.* 2016.
- , **2014.** *Tynntildekking av forurensete sedimenter - overvåking av fire testfelt i Grenlandsfjordene.* 2014.
- , **2016.** *Veileder M-608:2016 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, revidert 2020.* 2016.
- NIVA AS. 2014.** *Thin layer capping of fjord sediments in Greenland. Chemical and biological monitoring 2009-2013. NIVA rapport 6724-2014.* 2014.
- Røthe, Torgeir, et al. 2018.** *Reconstructing Holocene Glacier and Climate Fluctuations From Lake Sediments in Vårfluesjøen, Northern Spitsbergen.* s.l. : Frontiers of Earth Science , 2018.
- Rådgivende Biologer AS. 2023.** *Undersøkelse av bløtbunnsfauna. Lokalitet: Store Lungegårdsvann ved Florida, Bergen kommune.* 2023.
- STIM AS. 2020.** *Bunndyrsundersøkelse i Kirkebukten 2019. Miljø Rapport 8-2000.* 2020.
- , **2021.** *Oppfølgende bunndyrsundersøkelse ved Florida, STIM rapport 105-2021.* 2021.

6 Vedlegg

Vedlegg 1: Rapport 6 årskontroll bunnfauna fra Rådgivende Biologer AS

Vedlegg 2: Analysebevis fra Eurofins

Merknad til prøvene for analyse av sedimentkjemi fra stasjon 1 og 10:

COWI vurderer det til at prøvene fra stasjon 1 og stasjon 10 er blitt byttet om. Dette er hovedsaklig basert på at Eurofins beskriver analyseutfordringer og at det er observert kullpartikler i prøvene. Dette samsvarer med tilbakemelding på stasjon 10 i 2018. COWI avd. Bergen har ellers ikke opplevd å få lignende tilbakemelding på andre prøver. Bilder fra feltarbeidet viser stor grad av kull i topplaget ved stasjon 10, men ikke ved stasjon 1. COWI konkluderer dermed med at det har skjedd en ombytting og behandler analyserapportens stasjon 1 som stasjon 10 (og motsatt) gjennomgående i denne fagrapporten.



Rådgivende Biologer AS

Rådgivende Biologer AS - Notat

Undersøkelse av bløtbunnsfauna

NS-EN ISO 16665:2013



Lokalitet: Store Lungegårdsvann ved Florida, Bergen kommune

Rapportdato: 20.11.2023

Oppdragsgiver: COWI AS



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Undersøkelse av bløtbunnsfauna i Store Lungegårdsvann ved Florida, Bergen kommune

FORFATTERE:

Nina T. Mikkelsen

OPPDRAKSGIVER:

COWI AS

DATO FELTARBEID:

23. august 2023

RAPPORTDATO:

20. november 2023

RAPPORT NR:

Rådgivende Biologer AS - Notat

ANTALL SIDER:

16

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført etter	Utført av	Akkreditering /Test nr
Taksonomi			
Fauna i marine bløtbunnsediment			
- Sortering	NS EN ISO 16665:2013	Åkerblå AS*	Test 252
- Artsbestemmelse	NS EN ISO 16665:2013	RB AS L. Ohnheiser, E. Gerasimova	Test 288
- Indeksberging	Veileder 02:2018	RB AS L. Ohnheiser	Test 288
- Vurdering og fortolkning av resultat**		RB AS N. T. Mikkelsen	

*Kontakt Rådgivende Biologer AS for adresse/kontaktinformasjon

**Vurdering og fortolkning er basert på veileder 02:2018, men er ikke akkreditert da prøvetakning ikke er utført etter veileder 02:2018 og ISO 16665:2013.

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Helge. O. T. Bergum	20. november 2023	Spesialrådgiver	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Edvard Griegs vei 3D, N-5059 Bergen
Foretaksnummer 828988492-mva
www.radgivende-biologer.no Telefon: 55 31 02 78 E-post: post@radgivende-biologer.no

Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra COWI AS utført en bunndyrundersøkelse i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 av prøver fra Store Lungegårdsvann ved Florida, Bergen kommune.

Rådgivende Biologer AS er akkreditert for analyser av marin bløtbunnsfauna etter Norsk Standard NS 9410:2016 og veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen Vanddirektivet 2018). Rådgivende Biologer AS sitt taksonomilaboratorium møter krav i NS-EN ISO/IEC 17025.

Rådgivende biologer AS takker COWI AS ved Kristin Saugestad Hatlen for oppdraget.

Bergen, 20. november 2023

INNHold

Forord	2
Innhold	2
Sammendrag	3
Innledning	3
Metode og datagrunnlag	4
Resultat Bunndyranalyse	6
Vurdering av tilstand	10
Referanser	11
Vedlegg	12

SAMMENDRAG

Denne rapporten omtaler en undersøkelse av miljøforhold i Store Lungegårdsvann ved Florida i Bergen kommune basert på artsmangfold og hyppighet av bunndyr. Materialet ble grovsortert og artsidentifisert i henhold til NS-EN ISO 16665:2014, samt klassifisert basert på veileder 02:2018.

Basert på veileder 02:2018 havnet alle stasjonene innenfor tilstandsklasse "god". På alle stasjonene var det høy forekomst av arter som spiser organisk materiale eller organiske partikler og trives med høyt innhold av organisk materiale i sedimentet, men det forekom også mange arter som er sensitive mot organisk forurensning. Bløtbunnsfaunasamfunnet var ganske likt på alle de tre stasjonene, men stasjon FL3 skilte seg noe fra de andre to stasjonene med forekomst av flere arter som trives med lav saltholdighet og på grunt vann.

INNLEDNING

Det er vanlig å benytte bløtbunnsfauna som indikator på miljøforholdene, og for å karakterisere virkningene av en eventuell forurensning. Mange dyr som har sedimentet som habitat er ofte flerårige og relativt lite mobile, og ut fra dette kan en derfor registrere unaturlige forstyrrelser på miljøet. Samfunnet kan beskrives og tallfestes. Ved hjelp av slik informasjon kan en se om negative påvirkninger har ført til en dominans av forurensningstolerante arter, reduksjon i antall arter og reduksjon i mangfold. Er det gode og upåvirkede bunnforhold med oksygenrikt sediment blir dette vist av større, dyptgravende individer. Her vil det være mange arter som forekommer i få eksemplarer hver, og fordelingen mellom individene vil være noenlunde jevn. I områder med moderate tilførsler vil bunnen få en "gjødslingseffekt", som fører til at en vil se dyr av mindre størrelse, samt en økning av tolerante arter som forekommer i høye individantall (Kutti mfl. 2007). I svært påvirkede områder eller under tilnærmet oksygenfrie forhold vil en bare finne forurensningstolerante arter, som for eksempel *Capitella capitata* og *Malacoceros vulgaris*, ofte med svært høye individantall. En "overgjødsling" vil føre til at dyresamfunnet blir kvelt.

Det blir utført en kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for hver enkelt prøve. Dette for å kunne stedfeste en samlet miljøtilstand. Vurderingen av tilstand blir gjort ut fra et klassifiseringssystem basert på en kombinasjon av indekser som inkluderer undersøkelse av mangfold og tetthet (antall arter og individer) samt forekomst av sensitive og forurensningstolerante arter (Direktoratgruppen vanndirektivet 2018).

METODE OG DATAGRUNNLAG

COWI AS leverte 24. august 2023 totalt 3 sedimentprøver tatt med liten grabb (0.025 m²). Prøvene kom fra 3 stasjoner, med 4 grabbhugg per stasjon, som ble slått sammen til 1 prøve per stasjon. (**tabell 1**). Det er derfor ikke flere replikater fra hver stasjon, som anført i standard EN ISO 16665:2013 og veileder 02:2018. Prøven fra hver stasjon dekker tilnærmet samme areal på sedimentoverflaten som en enkelt prøve tatt med 0,1 m² grabb, men penetrerer ikke like dypt i sedimentet, og samler i mindre grad fauna i de dypere sedimentlagene.

Sedimentprøvene fra hver stasjon var vasket gjennom en rist med hulldiameter på 1 mm, og gjenværende materiale var fiksert med sprit (96 % etanol), merket med prøvested, prøve-ID og dato.

Alle prøver ble sortert, identifisert og kvantifisert i henhold til NS-EN ISO 16665:2014. Deltagende personale er registrert i kvalitetsoversikten på side 1. Det ble utført en kvantitativ og kvalitativ analyse av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for å kunne stadfeste miljøtilstand/økologisk tilstandsklasse for hver stasjon.

Tabell 1. Posisjoner og dyp for stasjonene i Store Lungegårdsvannet ved Florida 20. april 2023.

Stasjon	Dyp (m)	Posisjon N	Posisjon Ø	Kulltildekning
FL1	5	60 22.89369748	005 20.06267599	Kull dypt nede
FL2a	5	60 22.89291315	005 20.04913282	Kull i topplag
FL3	4	60 22.92107694	005 20.04432897	Kull dypt nede

Vurdering i henhold til veileder 02:2018

Bløtbunnsfauna klassifiseres etter veileder 02:2018 (**tabell 2**). Vurderingen består av et klassifiseringssystem basert på en kombinasjon av indekser som inkluderer mangfold og tetthet (antall arter og individ), samt forekomst av sensitive og forurensningstolerante arter. Det blir brukt fem ulike indekser for å sikre best mulig vurdering av tilstanden av bunnfauna. Verdien for hver indeks for grabben blir videre omregnet til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og gitt en tallverdi fra 0-1. Middelerverdiene av nEQR-verdiene blir brukt til å fastsette den økologiske tilstanden på stasjonen. Se **vedlegg 1** og veileder 02:2018 for detaljer angående de forskjellige indeksene.

Grenseverdiene for de enkelte indeksene er avhengig av vannregion og vanntype. Store Lungegårdsvann ved Florida i Bergen kommune ligger i vannforekomst Byfjorden indre del, som ifølge www.vannportalen.no hører til vannregion *Nordsjøen Nord* og vanntype *beskyttet kyst/fjord* (M3).

Maksimalverdien for Shannon indeks $H_{max} = \log_2(\text{artsantall})$, jevnhetsindeks etter Pielou ($J' = H'/H'_{max}$) og AMBI-verdi er også ført i resultattabellene. For beregning av indekser er AMBI vers. 6.0 (oppdatert mai 2022) brukt for beregning av AMBI indeksen, som også inngår NQI1. Programmet *Softfauna_calc* versjon v26.09.2021 (programmert for Rådgivende Biologer AS av Valentin Plotkin) er brukt for beregning av alle andre indekser, samt nEQR-verdier. Microsoft Excel 2016 er brukt for å lage tabeller.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for bløtbunnsfauna basert på en kombinasjon av indekser med verdier for relevant vannforekomst og vanntype (Klassifisering av miljøtilstand i vann, veileder 02:2018).

Grenseverdier M3						
Indeks	type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
Kvalitetsklasser →		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
NQII	samansett	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfold	5,9 - 3,9	3,9 - 3,1	3,1 - 2	2 - 0,9	0,9 - 0
ES₁₀₀	artsmangfold	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
ISL₂₀₁₂	sensitivitet	13,1 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,5	4,5 - 0
NSI	sensitivitet	29 - 24	25 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

RESULTAT BUNNDYRANALYSE

Detaljer omkring arter og individer for de ulike stasjonene finnes i **vedlegg 2**.

Stasjon FL1

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 3**).

Alle indeksverdier lå innenfor tilstandsklasse "god", unntatt verdiene for H' som lå innenfor "svært god" tilstand.

Tabell 3. Artsantall (*S*), individantall (*N*), jevnhetsindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks og NSI-indeks på stasjon St. FL1 ved Florida, 20. april 2023. I høyre kolonne står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt med farge, der blå = klasse I, grønn = II, gul = III, oransje = IV og rød = V (jf. **tabell 2**).

St. FL1		nEQR \bar{G}
S	58	
N	962	
AMBI	2,995	
H'_{max}	5,858	
J'	0,736	
NQI1	0,674 (II)	0,698 (II)
H'	4,310 (I)	0,841 (I)
ES_{100}	25,061 (II)	0,777 (II)
ISI_{2012}	7,831 (II)	0,651 (II)
NSI	20,288 (II)	0,652 (II)
Samlet		0,724 (II)

Artsantallet i de to prøvene fra stasjon FL1 var normalt, med 58 arter (**tabell 3**). Normalt gjennomsnittlig artsantall i henhold til veileder 02:2018 er 25-75 arter per grabb. Individantallet var høyt, med 962 individer. Normalt gjennomsnittlig individantall i henhold til veileder 02:2018 er 50-300 per grabb. Jevnhetsindeksen (J') har høye verdier, noe som viser lite dominans av enkeltarter.

Hyppigst forekommende art på stasjonen var flerbørstemarken *Mediomastus fragilis* (NSI-klasse IV), som er tolerant mot organisk forurensning (**tabell 6**) og utgjorde ca. 16 % av det totale individantallet i prøvene. Andre vanlige arter var den svært sensitive flerbørstemarken *Aonides paucibranchiata* (NSI-klasse I) og den forurensningstolerante muslingen *Kurtiella bidentata* (NSI-klasse IV) som begge utgjorde rundt. 11 % av det totale individantallet. Ellers var det på stasjonen flest arter som er til en viss grad tolerante mot organisk forurensning, men også flere sensitive arter. Bløtbunnsfaunaen på stasjonen bestod hovedsakelig av flerbørstemark og bløtdyr.

Stasjon St. FL2a

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 4**).

Alle indeksverdier lå innenfor tilstandsklasse "god", unntatt verdiene for H' som lå innenfor "svært god" tilstand.

Tabell 4. Artsantall (S), individantall (N), jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (H') og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks og NSI-indeks på stasjon St FL2a ved Florida, 20. april 2023. I høyre kolonne står middelveidien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt med farge, der blå = klasse I, grønn = II, gul = III, oransje = IV og rød = V (jf. tabell 2).

St. FL2a		nEQR \bar{G}
S	57	
N	991	
AMBI	3,154	
H'_{max}	5,833	
J'	0,749	
NQI1	0,660 (II)	0,668 (II)
H'	4,370 (I)	0,847 (I)
ES_{100}	25,503 (II)	0,788 (II)
ISI_{2012}	7,899 (II)	0,667 (II)
NSI	19,014 (II)	0,601 (II)
Samlet		0,714 (II)

Artsantallet på stasjon FL2 var normalt med 57 arter (**tabell 4**). Individantallet var høyt med 991 individer. Jevnhetsindeksen (J') har høye verdier, noe som viser lite dominans av enkeltarter.

Hyppest forekommende art på stasjonen var flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-klasse III) som er moderat tolerant mot organisk forurensning (**tabell 6**) og forekom med ca. 12% av det totale individantallet. Andre vanlig forekommende arter på stasjonen var muslingene *Kurtiella bidentata* og *Varicorbula gibba* (begge NSI-klasse IV) som utgjorde henholdsvis ca. 11 og 10 % av det totale individantallet på stasjonen. Ellers var det på stasjonen mange arter som er til en viss grad tolerante mot organisk forurensning, men også flere arter som er mer sensitive. Faunaen på stasjonen bestod hovedsakelig av flerbørstemark og bløtdyr.

Stasjon FL3

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble stasjonen totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018. Indeksverdiene viste "god" tilstand for NQI1, ISI_{2012} og NSI, og indeksverdiene for mangfoldsindeksene H' og ES_{100} viste "svært god" tilstand (**tabell 5**).

Tabell 5. Artsantall (*S*), individantall (*N*), jevnhetsindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), AMBI-indeks, NQI1-indeks, artsmangfold uttrykt ved Shannon-Wiener (*H'*) og Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} -indeks og NSI-indeks for stasjon FL3 ved Florida, 20. april 2023. I høyre kolonne står middelveidien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt med farge, der blå = klasse I, grønn = II, gul = III, oransje = IV og rød = V (jf. tabell 2).

St. FL3		nEQR \bar{G}
S	47	
N	483	
AMBI	2,602	
H'_{max}	5,555	
<i>J'</i>	0,773	
NQI1	0,702 (II)	0,759 (II)
<i>H'</i>	4,296 (I)	0,840 (I)
ES_{100}	27,666 (I)	0,813 (I)
ISI_{2012}	7,792 (II)	0,643 (II)
NSI	19,750 (II)	0,630 (II)
Samlet		0,737 (II)

Artsantallet på stasjon FL3 var normalt med 47 arter (tabell 5). Individantallet var høyt, med en verdi på 483. Jevnhetsindeksen (*J'*) har høye verdier, noe som viser lite dominans av enkeltarter.

Den mest tallrike arten på stasjonen var flerbørstemarken *Scoloplos armiger* (NSI-klasse III) som var noe dominerende på stasjonen med ca. 26 % av det totale individantallet (tabell 6). Ellers vanlig på stasjonen var sneglen *Peringia ulvae* (ikke klassifisert i NSI-systemet) og flerbørstemarkene *Mediomastus fragilis* (NSI-klasse IV) og *Pygospio elegans* (ikke klassifisert i NSI-systemet) som alle utgjorde rundt 7 % av det totale individantallet. Ellers var det på stasjonen flest arter som er til en viss grad tolerante mot organisk forurensing, men også flere sensitive arter. Flerbørstemark og bløtdyr utgjorde den største delen av artene på stasjonen.

Tabell 6. De ti hyppigst forekommende artene av bunndyr tatt på stasjon St. FL1, St. FL2a og St. FL3 i Store Lungesvann ved Florida, 20. april 2023.

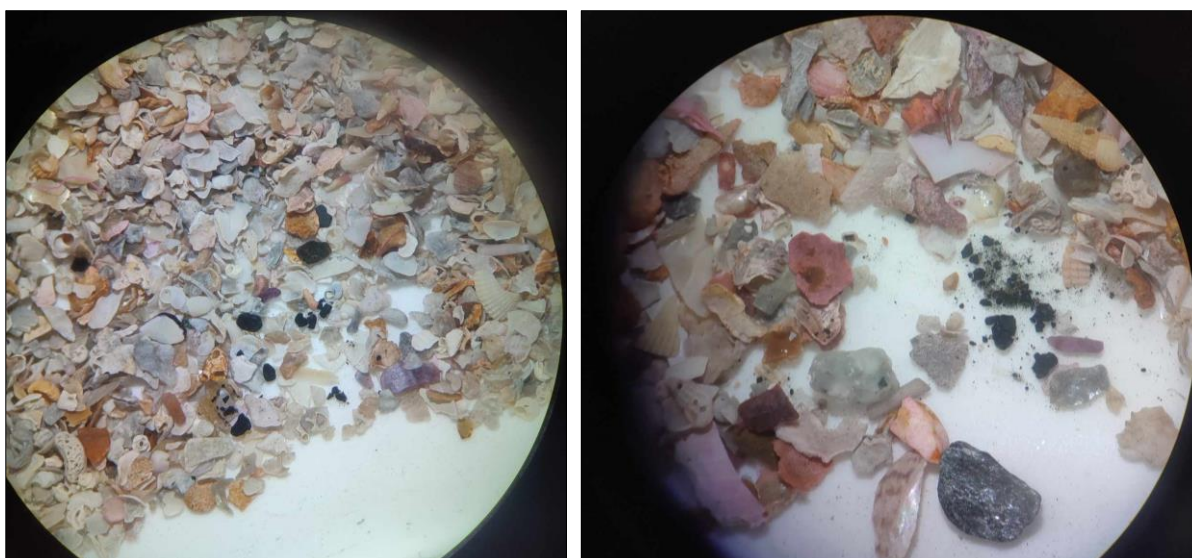
Arter St. FL1	%	kum %	Arter St. FL2a	%	kum %
<i>Mediomastus fragilis</i>	15,59	15,59	<i>Scoloplos armiger</i>	11,91	11,91
<i>Aonides paucibranchiata</i>	11,23	26,82	<i>Kurtiella bidentata</i>	10,90	22,81
<i>Kurtiella bidentata</i>	10,81	37,63	<i>Varicorbula gibba</i>	9,89	32,69
<i>Scoloplos armiger</i>	9,67	47,30	<i>Abra alba</i>	9,28	41,98
<i>Abra alba</i>	8,21	55,51	<i>Mediomastus fragilis</i>	8,88	50,86
<i>Pygospio elegans</i>	5,30	60,81	<i>Cirratulus cirratus</i>	8,48	59,33
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,89	65,70	<i>Abra nitida</i>	6,76	66,09
<i>Abra nitida</i>	3,33	69,02	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	4,14	70,23
<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,01	72,04	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,23	73,46
<i>Prionospio fallax</i>	3,01	75,05	<i>Cirriformia tentaculata</i>	2,62	76,08

Arter St. FL3	%	kum %
<i>Scoloplos armiger</i>	25,88	25,88
<i>Peringia ulvae</i>	7,25	33,13
<i>Mediomastus fragilis</i>	6,83	39,96
<i>Pygospio elegans</i>	6,63	46,58
<i>Spisula subtruncata</i>	5,80	52,38
<i>Macoma balthica</i>	4,55	56,94
<i>Phaxas pellucidus</i>	4,35	61,28
<i>Dipolydora quadrilobata</i>	3,93	65,22
<i>Thracia phaseolina</i>	3,31	68,53
<i>Aonides paucibranchiata</i>	3,31	71,84

NSI klasse I	NSI klasse II	NSI klasse III	NSI klasse IV	NSI klasse V
--------------	---------------	----------------	---------------	--------------

Kullpartikler

Det ble funnet noen kullpartikler i sedimentet i prøven fra stasjon FL 2a (**figur 1**). Det ble ikke observert kullpartikler festet til dyr i noen av prøvene.



Figur 1. Sediment fra prøve FL2a med kullpartikler.

VURDERING AV TILSTAND

Vurdering av bløtbunnsfauna tar utgangspunkt i veileder 02:2018, men prøvetakning er ikke utført etter EN ISO 16665:2013. Vurdert etter veileder 02:2018 havner alle stasjonene innenfor tilstandsklasse "god".

Artsantallet (artsmangfoldet) var normalt på alle de tre stasjonene. Individantallet var høyt på alle stasjonene, spesielt på stasjon FL1 og FL2a. Den største delen av faunaen på alle stasjonene ble utgjort av flerbørstemark og bløtdyr (hovedsakelig muslinger). På alle stasjonene var det høy forekomst av arter som spiser organisk materiale eller organiske partikler, og trives med høyt innhold av organisk materiale i sedimentet, men det forekom også mange arter som sensitive mot organisk forurensning. Det var lite dominans av enkeltarter, men flerbørstemarken *Scoloplos armiger* som var blant de hyppigst forekommende artene på alle stasjonene var noe dominerende på stasjon FL3.

Artssamfunnet var ganske likt på stasjon FL1 og FL2a. Faunaen på stasjon FL3 skilte seg noe fra de andre to stasjonene med forekomst av flere arter som er tolerante mot lav salinitet og trives på grunt vann, deriblant muslingen *Macoma balthica* og sneglen *Peringia ulvae*. Flerbørstemarken *Scoloplos armiger*, som var vanlig på alle stasjonene, men forekom i særlig høyt antall på denne stasjonen, er også tolerant mot lav salinitet. Dette tyder på noe ferskvannspåvirkning, spesielt på stasjon FL3 som er plassert nærmest land og på grunnest dybde.

Prøvene er tatt med liten grabb, og det er forekomst av flere arter som ikke er klassifisert i NSI-systemet da stasjonene ligger på grunt vann. På grunnlag av det høye artsmangfoldet, individantallet og antallet arter med tildelt indeksverdi, vurderer vi likevel at den innsamlede faunaen og utregnede indekser er tilstrekkelige for klassifisering etter standarden av økologisk tilstand for lokaliteten.

REFERANSER

- Borja, A., J. Franco, V. Perez 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.
- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 – revidert 2020. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 222 sider.
- Kutti, T., P. Kupka Hansen, A. Ervik, T. Høisæter & P. Johannessen 2007. Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture* 262: 355-366.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.
- Rygg, B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA-rapport 4548-2002. 32 sider.
- Rygg, B., & K. Norling, 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013. 46 sider.
- Shannon, C.E. & W. Weaver 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 sider.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Indekser for bløtbunnsfauna.

1. NQII = Norwegian quality index

Den sammensatte indeksen NQII kombinerer undersøkelse av ømfintlighet (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja mfl., 2000) direkte med artsantall og individantall.

$$NQI1 = 0,5 \times \frac{1 - AMBI}{7} + 0,5 \times \frac{\ln(S) / \ln(\ln N)}{2,7} \times \frac{N}{N + 5}$$

hvor N er antall individer og S er antall arter.

$$AMBI = 0 \times EGI + 1,5 \times EGII + 3 \times EGIII + 4,5 \times EGIV + 6 \times EGV$$

hvor EGI er andelen av individene som tilhører toleransegruppe I etc. Tallene angir toleranseverdiene. AMBI blir beregnet ved bruk av dataprogrammet ambi_v5 (2012). Det er 6500 marine bunndyrarter med toleranseverdi i dette systemet. Høy AMBI-verdi betyr at det finnes mange arter med høy sensitivitet (lav toleranse mot påvirkning og/eller organisk belastning) i prøvene.

2. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949)

Komponentene artsrikhet og jevnhet (fordeling av antall individer per art) er samlet i Shannon-Wieners diversitetsindeks:

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

der $p_i = \frac{n_i}{N}$, og n_i = antall individer av arten i , N = totalt antall individer og S = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen (H') høy. Dersom en art dominerer og/eller prøvene inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997).

3. ES₁₀₀ = Hurlberts indeks

Denne indeksen beskriver ventet antall arter blant 100 vilkårlig valgte individer i en prøve.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - \frac{N - N_i! / (N - N_i - 100)! \times 100!}{N! / (N - 100)! \times 100!}$$

hvor N = totalt antall individer i prøven, S er antall arter og N_i er antall individer av arten i .

4. ISI₂₀₁₂ = Indicator species index (se Rygg (2002) og oppdatering 2012 (Rygg & Norling 2013) med revidert og utvidet artsliste)

Indikatorartsindekser som ISI₂₀₁₂ (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på bunnfauna på grunnlag av ulike arters reaksjon på ugunstige miljøforhold. Arter som er sensitive for miljøpåvirkninger har høye sensitivitetsverdier, mens arter med høy toleranse har lave verdier.

$$ISI_{2012} = \sum_i^s \left(\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right)$$

hvor ISI_i = verdi for arten i , og S_{ISI} = antall arter tildelt sensitivitetsverdier.

Listen med ISI-verdier omfatter 591 arter (taksa). Indeksen tar bare hensyn til hva slags arter som er i en prøve og ikke hvor mange individer av arten som finnes.

5. NSI = Norsk sensitivetsindeks

NSI ligner på AMBI, men er utviklet for norske forhold (norske arter) og indeksen tar hensyn til hvor mange individer av hver art som finnes i en prøve. Her er det – i samsvar med ISI₂₀₁₂ – 591 arter som har tilordnet sensitivetsverdi.

$$NSI = \sum_i^s \left[\frac{(N_i \times NSI_i)}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i = antall individer og NSI_i = verdi for arten i , og N_{NSI} = antall individer med sensitivetsverdi.

Vedlegg 2. Oversikt over bunndyr funnet i sediment på stasjonene FL1, FL2a og FL3 ved Store Lungegårdsvann ved Florida. Markering med x viser at taksa var i prøvene, men antall er ikke inkludert i indeksberegninger.

Florida bunndyr 2023	NSI-klasse		FL 1	FL 2a	FL 3
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk					
FORAMINIFERA					
Foraminifera	-	X	x		x
NEMATODA					
Nematoda	-	X	x	x	x
CNIDARIA					
<i>Edwardsia</i> sp.	II		1	3	
Hydrozoa	-	X	x	x	x
<i>Synarachnactis lloydii</i>	III		2	1	1
NEMERTEA					
Nemertea spp.	III		28	12	6
POLYCHAETA					
<i>Aonides paucibranchiata</i>	I		108	32	16
<i>Capitella capitata</i> kompl.	V		15	7	3
Cirratulidae indet.	-	X	3	2	1
<i>Cirratulus cirratus</i>	IV		8	84	
<i>Cirriformia tentaculata</i>	IV		27	26	14
<i>Chaetozone setosa</i> kompl.	IV		5	7	
<i>Dipolydora caulleryi</i> kompl.	V		4	4	
<i>Dipolydora</i> sp.	-		9	4	
<i>Dipolydora quadrilobata</i>	-		29	21	19
<i>Dipolydora</i> indet.	-	X	1	1	
<i>Eumida</i> sp.	I		5	8	3
<i>Eteone flava/longa</i>	IV		5	2	2
<i>Exogone</i> sp.	II		4	1	1
<i>Glycera alba</i>	II		1		1
<i>Glycera lapidum</i>	I		4	5	5
<i>Lumbrineris aniara</i>	I		1		
<i>Lagis koreni</i>	IV		2	4	2
<i>Mediomastus fragilis</i>	IV		150	88	33
<i>Nereimyra punctata</i>	IV		1		
<i>Ophelia</i> sp.	-				1
<i>Pherusa plumosa</i>	III			1	
<i>Pholoe baltica</i>	III		8	17	4
<i>Phyllodoce groenlandica</i>	III			1	
<i>Phyllodoce mucosa</i>	V			1	1
<i>Polycirrus medusa</i>	I		2	3	1
<i>Polycirrus norvegicus</i>	IV			1	
<i>Prionospio cirrifera</i> cf.	III		13	14	5
<i>Prionospio fallax</i>	II		29	24	2
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	IV		47	41	8
<i>Psamathe fusca</i>	II		1	2	

Florida bunndyr 2023	NSI-klasse		FL 1	FL 2a	FL 3
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk					
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	IV				3
<i>Pseudopolydora nordica</i>	IV		4		
<i>Pygospio elegans</i>	-		51	5	32
Sabellidae	II		1	1	
<i>Scolelepis korsuni</i>	I		1	1	
<i>Scalibregma inflatum</i>	III		1		2
<i>Scoloplos armiger</i>	III		93	118	125
<i>Spio armata</i>	-			4	7
<i>Spio decorata</i>	II		3		4
<i>Tubificoides benedii</i>	V		2	2	1
MOLLUSCA					
<i>Abra alba</i>	III		74	92	7
<i>Abra alba</i> juv.	III		5		
<i>Abra</i> indet.	-	X	6	12	3
<i>Abra nitida</i>	III		32	67	12
<i>Aporrhais pespelecani</i>	-		1	1	
<i>Arctica islandica</i>	III		1		1
<i>Bivalvia</i> indet.	-	X		1	
<i>Bivalvia</i> sp.1	-			1	
<i>Bivalvia</i> sp.2 juv.	-			2	
<i>Cerastoderma edule</i> juv.	II		8	11	7
<i>Chamelea striatula</i>	I		1		
<i>Dosinia</i> sp.	-		1	1	4
<i>Euspira nitida</i>	II		1		1
<i>Fabulina fabula</i>	-				1
Gastropoda sp.	-		1		
<i>Kurtiella bidentata</i>	IV		91	95	7
<i>Kurtiella bidentata</i> juv.	IV		13	13	4
<i>Littorina</i> sp.	-		1		
<i>Lucinoma borealis</i> juv.	I			1	
<i>Macoma balthica</i>	IV				1
<i>Macoma balthica</i> juv.	IV				21
<i>Macoma calcarea</i>	IV		1	1	
<i>Mya</i> indet. juv.	-	X	4	9	6
<i>Mya truncata</i>	III		2	7	2
<i>Papillicardium minimum</i>	I			3	
<i>Peringia ulvae</i>	-				34
<i>Peringia ulvae</i> cf. juv.	-				1
Pharidae indet. juv.	-	X	1		2
Pharidae sp.	-				3
<i>Phaxas pellucidus</i>	II		12	11	21
<i>Spisula subtruncata</i>	-		2	11	28
<i>Steromphala</i> sp.	-		1		
<i>Steromphala umbilicalis</i>	-				1

Florida bunndyr 2023	NSI-klasse		FL 1	FL 2a	FL 3
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk					
<i>Steromphala umbilicalis</i> juv.	-				1
<i>Tectura virginea</i>	-			1	
<i>Thracia</i> cf. <i>phaseolina</i> juv.	II		8	6	3
<i>Thracia</i> indet. juv.	-	X		1	
<i>Thracia phaseolina</i>	II		19	12	13
<i>Thyasira flexuosa</i>	III		4	1	
<i>Thyasira flexuosa</i> juv.	III			2	
<i>Tritia reticulata</i>	IV		2	1	2
Trochidae sp.	-		1	2	
<i>Varicorbula gibba</i>	IV		12	97	4
<i>Varicorbula gibba</i> juv.	IV			1	
<i>Venerupis corrugata</i>	-			1	
CRUSTACEA					
<i>Pagurus</i> cf. <i>pubescens</i>	I		1	1	1
Corophiidae	-			2	
ECHINODERMATA					
<i>Ophiura</i> sp. juv.	II		1		
<i>Amphipholis squamata</i>	I			1	
<i>Amphipholis squamata</i> juv.	I			1	
Echinoidea regulær juv.	-				1
PRIAPULIDA					
<i>Priapulius caudatus</i>	III		1		

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er). Vennligst makuler tidligere
tilsendt analyserapport.
AR-23-MX-024097XX

Prøvenr.:	441-2023-0828-153	Prøvetakingsdato:	23.08.2023		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT		
Prøvemerkning:	1A 0-10cm	Analysestartdato:	28.08.2023		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	66.0	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	1.1	mg/kg TS	0.68	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	2.4	mg/kg TS	0.68	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg TS	0.014	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	3.4	mg/kg TS	0.68	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	3.3	mg/kg TS	0.68	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kvikksølv (Hg)	0.029	mg/kg TS	0.0014	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	1.5	mg/kg TS	0.68	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	9.6	mg/kg TS	3	25%	SS 28311:2017mod/SS-

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.

				EN ISO 17294-2:2016
a)	Tributyltinn (TBT)	6.8 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	2.8 µg Sn/kg TS	2 0.98	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	9.3 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	4.7 µg Sn/kg tv	2 1.44	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	8.5 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	5.7 µg Sn/kg tv	2 2.00	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	2.2 % TS	1	Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	20.3 %	0.1	Internal Method 6
a)* Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported		GC-MS/MS
a) Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	2.06 % C	0.1 0.406	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	20600 mg C/kg TS	1000 4057	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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


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

b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhogsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Rapportkommentar:

Kemisk kommentar

PAH och PCB kan inte analyseras pga kompleks matris.

Bergen 23.11.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er). Vennligst makuler tidligere
 tilsendt analyserapport.
 AR-23-MX-024096XX

Prøvenr.:	441-2023-0828-155	Prøvetakingsdato:	23.08.2023
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT
Prøvemerkning:	1B 0-2cm	Analysestartdato:	28.08.2023

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	40.2	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	13	mg/kg TS	1.1	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	48	mg/kg TS	1.1	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.28	mg/kg TS	0.022	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	66	mg/kg TS	1.1	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	27	mg/kg TS	1.1	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kvikksølv (Hg)	0.49	mg/kg TS	0.0022	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	14	mg/kg TS	1.1	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	170	mg/kg TS	5	25%	SS 28311:2017mod/SS-

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.

				EN ISO 17294-2:2016
a)	Tributyltinn (TBT)	55 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	23 µg Sn/kg TS	2 8	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	40 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	21 µg Sn/kg tv	2 6	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	38 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	26 µg Sn/kg tv	2 9	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	3.8 % TS	1	Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	45.5 %	0.1	Internal Method 6
a)* Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported		GC-MS/MS
a) Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	10.0 % C	0.1 1.96	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	100000 mg C/kg TS	1000 19623	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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


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

b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhogsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Rapportkommentar:

Kemisk kommentar

PAH och PCB kan inte analyseras pga kompleks matris.

Bergen 23.11.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen
AR-23-MX-024099-01
EUNOBE-00067338

 Prøvemottak: 28.08.2023
 Temperatur:
 Analyseperiode: 28.08.2023 02:35 -
 15.09.2023 02:46

Referanse: A243166

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-156	Prøvetakingsdato:	23.08.2023
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT
Prøvemerkning:	5A 0-10cm	Analysestartdato:	28.08.2023

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	62.9	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	1.9	mg/kg TS	0.72	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	7.8	mg/kg TS	0.72	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.14	mg/kg TS	0.014	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	13	mg/kg TS	0.72	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	7.1	mg/kg TS	0.72	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.092	mg/kg TS	0.0014	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	3.3	mg/kg TS	0.72	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	38	mg/kg TS	3.2	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b)	Naftalen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftylen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	38 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	14 µg/kg TS	4.6	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	92 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	75 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	34 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylen	35 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	85 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	26 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	53 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	51 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	10 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylen	50 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	560 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b)	PCB(7) Premium LOQ				
b)	PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 52	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 101	0.69 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 118	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 153	1.5 µg/kg TS	0.5	45%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 138	1.3 µg/kg TS	0.5	50%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 180	0.76 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	Sum 7 PCB	4.3 µg/kg TS		25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.

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.

a)	Tributyltinn (TBT)	12 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	5.0 µg Sn/kg TS	2	1.75	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	14 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	7.0 µg Sn/kg tv	2	2.12	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	10 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	6.9 µg Sn/kg tv	2	2.42	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	2.9 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	30.8 %	0.1		Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	1.22 % C	0.1	0.242	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	12200 mg C/kg TS	1000	2420	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-157	Prøvetakingsdato:	23.08.2023
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT
Prøvemerkning:	5B	Analysestartdato:	28.08.2023
	0-2cm		

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	67.3	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	3.5	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	14	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.14	mg/kg TS	0.013	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	10	mg/kg TS	0.67	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.17	mg/kg TS	0.0013	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	4.7	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	52	mg/kg TS	3	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b)	Naftalen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftylen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	40 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	14 µg/kg TS	4.6	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	110 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	89 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	34 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylen	31 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	99 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	32 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	53 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	59 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylen	59 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	620 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b) PCB(7) Premium LOQ					
b)	PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 52	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 101	0.78 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 118	0.74 µg/kg TS	0.5	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 153	1.4 µg/kg TS	0.5	45%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 138	1.5 µg/kg TS	0.5	50%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 180	0.90 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	Sum 7 PCB	5.3 µg/kg TS		25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.

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.

a)	Tributyltinn (TBT)	20 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	8.1 µg Sn/kg TS	2	2.84	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	37 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	19 µg Sn/kg tv	2	6	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	30 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	20 µg Sn/kg tv	2	7	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	2.6 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	28.6 %	0.1		Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	1.78 % C	0.1	0.351	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	17800 mg C/kg TS	1000	3510	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS

Inger Bang Lunds vei 4

Postboks 6051 Bedriftssenteret

5059 Bergen

Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-158	Prøvetakingsdato:	23.08.2023		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT		
Prøvemerkning:	10A	Analysestartdato:	28.08.2023		
	0-10cm				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	64.1	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	1.1	mg/kg TS	0.7	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	3.9	mg/kg TS	0.7	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.071	mg/kg TS	0.014	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	6.4	mg/kg TS	0.7	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	4.3	mg/kg TS	0.7	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.048	mg/kg TS	0.0014	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	1.8	mg/kg TS	0.7	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	18	mg/kg TS	3.1	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b) Naftalen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenaftylen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenaften	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoren	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fenantren	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Antracen	<4.6 µg/kg TS	4.6		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoranten	18 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Pyren	15 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]antracen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Krysen/Trifenylen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[b]fluoranten	17 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[k]fluoranten	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]pyren	11 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Indeno[1,2,3-cd]pyren	12 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Dibenzo[a,h]antracen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[ghi]perylen	12 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Sum PAH(16) EPA	85 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b) PCB(7) Premium LOQ				
b) PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 52	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 101	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 118	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 153	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 138	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) PCB 180	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.
b) Sum 7 PCB	nd			SS-EN 16167:2018+AC:201 9 mod.

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.

a)	Tributyltinn (TBT)	4.6 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	<2.0 µg Sn/kg TS	2		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	8.8 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	4.5 µg Sn/kg tv	2	1.39	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	8.7 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	5.9 µg Sn/kg tv	2	2.06	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	<1.0 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	8.2 %	0.1		Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	0.56 % C	0.1	0.115	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	5620 mg C/kg TS	1000	1158	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen
AR-23-MX-024095-01
EUNOBE-00067338

 Prøvemottak: 28.08.2023
 Temperatur:
 Analyseperiode: 28.08.2023 02:35 -
 15.09.2023 02:46

Referanse: A243166

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-159	Prøvetakingsdato:	23.08.2023
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT
Prøvemerkning:	10B	Analysestartdato:	28.08.2023
	0-2cm		

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	66.7	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	1.5	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	4.4	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.063	mg/kg TS	0.013	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	6.9	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	4.4	mg/kg TS	0.67	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.039	mg/kg TS	0.0013	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	1.8	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	21	mg/kg TS	3	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b)	Naftalen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftylen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	10 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	<4.6 µg/kg TS	4.6		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	31 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	22 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylene	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	21 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	14 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	16 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylene	15 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	130 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b)	PCB(7) Premium LOQ				
b)	PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 52	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 101	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 118	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 153	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 138	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 180	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	Sum 7 PCB	nd			SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.

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.

a)	Tributyltinn (TBT)	4.5 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	<2.0 µg Sn/kg TS	2	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	9.7 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	5.0 µg Sn/kg tv	2 1.53	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	9.5 µg/kg tv	2.5	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	6.4 µg Sn/kg tv	2 2.24	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	1.5 % TS	1	Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	14.0 %	0.1	Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT			
a)*	Injeksjon	blank value/Imported		GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)			
a)	Totalt organisk karbon	<0.54 % C	0.1	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	<5440 mg C/kg TS	1000	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-160	Prøvetakingsdato:	23.08.2023		
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT		
Prøvemerkning:	12A	Analysestartdato:	28.08.2023		
	0-10cm				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	67.5	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	2.6	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	15	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.15	mg/kg TS	0.013	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	10	mg/kg TS	0.67	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.19	mg/kg TS	0.0013	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	4.6	mg/kg TS	0.67	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	49	mg/kg TS	3	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b) Naftalen	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenaftylen	12 µg/kg TS	10	50%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Acenaften	<10 µg/kg TS	10		SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoren	12 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fenantren	54 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Antracen	24 µg/kg TS	4.6	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Fluoranten	170 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Pyren	150 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]antracen	55 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Krysen/Trifenylen	51 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[b]fluoranten	150 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[k]fluoranten	44 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[a]pyren	92 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Indeno[1,2,3-cd]pyren	88 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Dibenzo[a,h]antracen	19 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Benzo[ghi]perylen	90 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b) Sum PAH(16) EPA	1000 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b) PCB(7) Premium LOQ				
b) PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 52	1.2 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 101	1.5 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 118	1.1 µg/kg TS	0.5	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 153	3.0 µg/kg TS	0.5	45%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 138	2.7 µg/kg TS	0.5	50%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) PCB 180	1.6 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b) Sum 7 PCB	11 µg/kg TS		25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.

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.

a)	Tributyltinn (TBT)	42 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	17 µg Sn/kg TS	2	6	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	76 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	39 µg Sn/kg tv	2	12	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	43 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	29 µg Sn/kg tv	2	10	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	1.8 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	20.8 %	0.1		Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	1.59 % C	0.1	0.314	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	15900 mg C/kg TS	1000	3139	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.

COWI AS
 Inger Bang Lunds vei 4
 Postboks 6051 Bedriftssenteret
 5059 Bergen
Attn: Kristin Saugstad Hatlen

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2023-0828-161	Prøvetakingsdato:	23.08.2023
Prøvetype:	Saltvannssedimenter	Prøvetaker:	KIHT
Prøvemerkning:	12B	Analysestartdato:	28.08.2023
	0-2cm		

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	63.4	%	0.1	10%	SS-EN 12880:2000 mod.
b) Arsen (As) Premium LOQ					
b) Arsen (As)	4.2	mg/kg TS	0.71	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Bly (Pb)	22	mg/kg TS	0.71	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kadmium (Cd)	0.20	mg/kg TS	0.014	30%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Kobber (Cu)	34	mg/kg TS	0.71	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Krom (Cr)	14	mg/kg TS	0.71	35%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b)* Kvikksølv (Hg)	0.32	mg/kg TS	0.0014	20%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Nikkel (Ni)	6.3	mg/kg TS	0.71	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) Sink (Zn)	72	mg/kg TS	3.2	25%	SS 28311:2017mod/SS-EN ISO 17294-2:2016
b) PAH(16) Premium LOQ					

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.

b)	Naftalen	27 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaftylen	28 µg/kg TS	10	50%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Acenaften	22 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoren	28 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fenantren	130 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Antracen	49 µg/kg TS	4.6	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Fluoranten	440 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Pyren	370 µg/kg TS	10	25%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]antracen	110 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Krysen/Trifenylen	96 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[b]fluoranten	470 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[k]fluoranten	120 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[a]pyren	270 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	270 µg/kg TS	10	35%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Dibenzo[a,h]antracen	50 µg/kg TS	10	30%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Benzo[ghi]perylen	290 µg/kg TS	10	40%	SS-ISO 18287:2008, mod
b)	Sum PAH(16) EPA	2800 µg/kg TS			SS-ISO 18287:2008, mod
b)	PCB(7) Premium LOQ				
b)	PCB 28	<0.50 µg/kg TS	0.5		SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 52	1.9 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 101	4.7 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 118	3.9 µg/kg TS	0.5	30%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 153	8.4 µg/kg TS	0.5	45%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 138	6.8 µg/kg TS	0.5	50%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	PCB 180	3.9 µg/kg TS	0.5	40%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.
b)	Sum 7 PCB	30 µg/kg TS		25%	SS-EN 16167:2018+AC:2019 mod.

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.

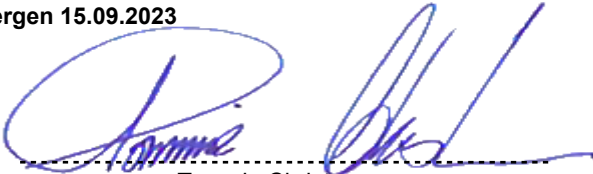
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Tributyltinn (TBT)	41 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	17 µg Sn/kg TS	2	6	XP T 90-250
a)	Dibutyltinn (DBT)	78 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	40 µg Sn/kg tv	2	12	XP T 90-250
a)	Monobutyltinn (MBT)	45 µg/kg tv	2.5		XP T 90-250
a)	Monobutyltinn kation	31 µg Sn/kg tv	2	11	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse <2 µm	2.3 % TS	1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse < 63 µm	28.9 %	0.1		Internal Method 6
a)*	Preptest - TBT,DTB,MBT				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)				
a)	Totalt organisk karbon	2.27 % C	0.1	0.447	NF EN 15936 - Méthode B
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	22700 mg C/kg TS	1000	4468	NF EN 15936 - Méthode B

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

- a)* Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne
a) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne COFRAC TESTING 1-1488,
b)* Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2017 SWEDAC 1125,

Bergen 15.09.2023


Tommie Christensen

Kundeveileder (ASM)

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.