



BERGEN KOMMUNE

# 1-ÅRSKONTROLL ETTER TILTAK MOT FORURENSET SJØBUNN I PUDDEFJORDEN

FAGRAPPOR



## Dokumentinformasjon

Tittel:	1-årskontroll etter tiltak mot forurenset sjøbunn i Puddefjorden		
COWI-kontor:	Bergen, Solheimsgaten 13, 5058 Bergen		
Oppdrag nr.:	A109463-008	Rapportnummer	RAP-A109463-2020-01
Utgivelsesdato:	17.06.20	Antall sider:	111
Tilgjengelighet:	Åpen	Antall vedlegg:	3
Utarbeidet:	Margrethe Sæterdal Bøyum, Ragnhild Austbø Kjønssøy, Aud Venke Sundal, Ane Moe Gjesdal, Helen Kvåle, Ingrid Gjesteland		
Kontrollert:	Arve Misund	Sign.	
Godkjent:	Bjørn Christian Kvisvik	Sign.	
Oppdragsgiver:	Bergen kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Kolbjørn Akervold
Kontaktinformasjon saksbehandler:	Bjørn Christian Kvisvik, bckv@cowi.com		
Forsidefoto	Arne Mælands "Livet, leiken og draumane" i Solheimsviken. Foto: COWI AS  Diverse foto fra feltarbeid. Foto: COWI AS og Espen Rekdal Photography		
Stikkord:	Puddefjorden, 1 års-kontroll, tildekkingslag, erosjonssikring, miljøovervåking, tungmetaller, PCB-7, PAH-16, turbiditet, sedimentfeller, vannprøver, passiv prøvetaker POM, blåskjell.		

# INNHOOLD

1	Innledning .....	7
1.1	Miljøsmål .....	7
2	Puddefjorden .....	8
2.1	Lokalitetsbeskrivelse .....	8
2.2	Gjennomførte tiltak .....	10
2.2.1	Renere Puddefjord (indre del av Puddefjorden) .....	10
2.2.2	Nordrevågen, indre Sørrevågen, Marineholmen, Skjøndal .....	11
2.2.3	Kirkebukten .....	12
2.3	Undersøkelser før tiltak .....	12
3	Overvåkingsprogram .....	14
3.1	Utført feltarbeid .....	17
3.2	Utførte laboratorieanalyser .....	18
4	Tildekkingslagets tykkelse og tilstand .....	18
4.1	Metode, visuell inspeksjon .....	18
4.1.1	Sammenligning av dybdemålinger før og etter tiltak .....	19
4.1.2	ROV undersøkelse .....	19
4.2	Resultater og diskusjon .....	20
4.2.1	Sammenligning av dybdemålinger før og etter tiltak .....	20
4.2.2	Avlesning av målepinner .....	26
4.2.3	Undersøkelse langs kaier og overgangssoner .....	30
4.2.4	Vurdering av erosjon i tildekkingslag .....	37
5	Kjemisk tilstand i sjøbunnen .....	38
5.1	Metode, prøvetaking av sediment .....	38
5.2	Resultater og diskusjon .....	40
5.2.1	Innenfor tiltaksområdet .....	40
5.2.2	Utenfor tiltaksområdet .....	46
5.2.3	Oppsummering av kjemisk tilstand i sjøbunnen .....	48
6	Fluks .....	49
6.1	Metode, bentiske flukskammer .....	49
6.2	Resultater og diskusjon .....	50
7	Vannkvalitet .....	54
7.1	Metode .....	54
7.1.1	Vannprøver .....	54
7.1.2	Passive prøvetakere .....	54
7.2	Resultater og diskusjon .....	55
7.2.1	Tungmetaller .....	55
7.2.2	Organiske miljøgifter .....	59
8	Miljøgifter i blåskjell .....	64
8.1	Metode, eksponering av utplasserte skjell .....	64

8.2	Resultater og diskusjon .....	65
9	Spredning av partikkelbundet forurensning .....	71
9.1	Metode, sedimentfeller .....	71
9.2	Resultater og diskusjon .....	72
9.2.1	Observasjoner .....	72
9.2.2	Forurensningsgrad og sedimentasjonsrate .....	75
9.2.3	Sammenlikning av spredning før og etter tiltak .....	82
9.2.4	Samlet vurdering av spredning .....	91
10	Rekolonisering av ny sjøbunn .....	93
10.1	Metoder .....	93
10.1.1	Bløtbunnsfauna .....	93
10.1.2	Visuell inspeksjon .....	95
10.2	Resultater og diskusjon .....	95
10.2.1	Bløtbunnsfauna .....	95
10.2.2	Observasjoner fra filmopptak .....	99
11	Oppsummering og samlet vurdering .....	102
11.1	Miljøtilstanden i tiltaksområdet .....	102
11.2	Tildekkingslagets fysiske tilstand og effekt .....	103
11.3	Rekontaminering av sjøbunnen .....	103
11.4	Rekolonisering av ny sjøbunn .....	105
11.5	Måloppnåelse miljømål .....	106
11.6	Anbefaling oppfølgende undersøkelser .....	106
11.7	Evaluering av overvåkingsprogrammet .....	107
12	Referanser .....	108
13	Vedlegg .....	111

## Sammendrag

I forbindelse med mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Puddefjorden i 2017/2018 er det laget et miljøovervåkingsprogram for 2018-2028. Dette har som hensikt å følge med på utviklingen av miljøtilstanden og å vurdere om utførte tiltak er tilstrekkelige. Det er planlagt overvåkingsundersøkelser 1 år, 4 år og 8 år etter ferdigstilt tiltak. Denne rapporten omhandler 1-årskontrollen.

Som del av 1-årskontrollen er tildekkingslagets tykkelse og tilstand undersøkt med ROV (fjernstyrt undervannsfarkost), kjemisk tilstand i sjøbunn og sjøvann er undersøkt ved hjelp av sedimentprøver, vannprøver og blåskjell, og utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen er målt med flukskammer. Sedimentfeller er benyttet for å vurdere spredning av partikkelbundet forurensning. Rekoloniseringen av ny sjøbunn er undersøkt ved hjelp av kartlegging av bløtbunnsfauna og observasjoner fra filmopptak.

Resultatene fra 1-årskontrollen er sammenlignet med data fra førundersøkelsen i 2016 som representerer førtilstanden i området. Data som ble innsamlet i 2017-2018 i forbindelse med selve mudringen og tildekkingen av forurenset sjøbunn i Puddefjorden er også inkludert for sammenligning. Historiske data fra *Byfjordsundersøkelsene* og *Kostholdsundersøkelser* i Bergen gir også et sammenligningsgrunnlag for analyser av biota (blåskjell og bløtbunnsfauna).

Undersøkelsen av tildekkingslagets fysiske tilstand 1 år etter tiltaket tyder på at det ikke har foregått noe erosjon i tildekkingen av betydning og at tildekkingslaget har den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen. Ved enkelte lokaliteter langs kaifronter som er vurdert til å være mest utsatt for propellererosjon viser undersøkelsen at propellererosjon har forårsaket noen mindre skader i erosjonssikringslaget, typisk i form av gropes med diameter på 2-3 m. I disse gropene er erosjonssikringslaget fraværende og TBM-massene eksponert. Områdene med skader i erosjonssikringen er svært små i forhold til det totale tildekkende og erosjonssikrede arealet, men områdene bør følges opp over tid for å vurdere om oppfølgende tiltak er nødvendig.

Under 1-årskontrollen ble det valgt å prøveta sjøsedimentene i de delene av tiltaksområdet som er vurdert til å ha høyest risiko for rekontaminering, og resultatene viser at det i løpet av det første året etter tiltaket har skjedd en liten økning i miljøgiftkonsentrasjonen i det øverste sedimentlaget på sjøbunnen. Analysene av sedimentprøver fra den nye sjøbunnen viser imidlertid at nivået av de aller fleste miljøgiftene fremdeles tilsvarende tilstandsklasse 2 ("god") eller 1 ("bakgrunn") og ligger således langt under øvre grense for tilstandsklasse 3 ("moderat") som er miljømålet for tiltaket. Stoffene PCB og PAH-forbindelsen antracen skiller seg ut med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 i flere delfelter. Miljømålet til tiltaket overskrides i to av delfeltene pga. av at enten kvikksølv eller kobber er påvist i tilstandsklasse 4 ("dårlig").

En sammenligning av kjemisk vannkvalitet før og etter tiltaket tyder på at vannkvaliteten i Puddefjorden verken er forbedret eller forverret som følge av tiltaket. Miljøtilstanden til sjøvannet påvirkes trolig i større grad av kilder som for eksempel overvann og forurensningskilder relatert til aktiviteten i havneområdet enn forurensningsnivået i sjøbunnen.

Bløtbunnsamfunnet synes å ha etablert seg raskt etter etableringen av ny, ren sjøbunn. Undersøkelser i to områder viste større artsdiversitet allerede ca. ett år etter tiltak enn i en rekke målinger som er gjort i de samme områdene tidligere. Den økologiske tilstanden var på samme nivå etter tildekking som før tildekking. I de ytre områdene var tilstanden god (nEQR klasse 2), mens det innerst i Solheimsviken

var dårlig tilstand (nEQR klasse 4). Indeksene gjenspeiler i liten grad forbedringen i miljøforholdene med hensyn til ren sjøbunn, men indikerer organisk belastning som for eksempel lokale avløpsutslipp.

Basert på sedimentfelledata er det registrert en betydelig reduksjon i spredning av partikkelbundet forurensning i hele tiltaksområdet, men også i et begrenset område utenfor tiltaksområdet der det har foregått en passiv tildekking med finstoff fra TBM-masser. Det vil si at det er mindre forurensete partikler som spres i vannmassene nå enn før oppryddingsarbeidet i Puddefjorden. Resultatene viser at tildekking av forurenset sjøbunn i de grunneste og mest trafikkerte områdene med rene TBM-masser har gitt en effektiv beskyttelse mot oppvirvling og spredning av forurensning.

1-årskontrollen har påvist en begynnende rekontaminering av tildekkingslaget i Puddefjorden. Siden tildekkingslaget vurderes til å ha den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen, må økningen i miljøgiftkonsentrasjoner som er påvist i løpet av det første året etter tiltak ha opphav i andre kilder enn den opprinnelige sjøbunnen innenfor tiltaksområdet. Basert på tidligere undersøkelser, antas det at avrenning/utslipp fra land og forurenset sjøbunn utenfor tiltaksområdet er kildene med størst potensiale til å rekontaminere den nyetablerte sjøbunnen. Andre kilder som utslipp fra aktivitet i sjø og atmosfærisk nedfall av luftbåren forurensning antas å utgjøre et mindre bidrag. Sedimentundersøkelsen viser ingen trend som tilsier at tildekkingslaget i Puddefjorden er mer forurenset i de områdene som ligger nærmest den utildekkede forurensete sjøbunnen utenfor tiltaksområdet. Sammensetningen av miljøgifter i det sedimenterte materialet i sedimentfellene indikerer også at det i liten grad tilføres forurensning fra de omkringliggende, forurensete sjøområdene, og det antas derfor at avrenning fra land er en hovedkilde til materiale i sedimentfellene i tiltaksområdet.

I henhold til overvåkningsplanen skal det gjøres en vurdering av om det er behov for å følge opp enkelte måleresultater fra 1-årskontrollen med nærmere undersøkelser før gjennomføring av 4-årskontrollen. Det anbefales å følge opp de to delfeltene der sjøbunnsprøvene viser overskridelse av miljømålet for tiltaket. I tillegg anbefales det å fremskaffe mer informasjon om kildeforhold ved blant annet oppfølging av flere områder rett utenfor overvannsutslipp og overløp fra avløpsnett.

En evaluering av overvåkingsprogrammet konkluderer med at det kun bør gjøres enkelte mindre justeringer av overvåkningsprogrammet for å optimalisere overvåkingen av tiltaket i Puddefjorden i fremtiden.

# 1 Innledning

Bergen kommune har i samarbeid med Miljødirektoratet og Bergen havn, gjennomført miljøtiltak mot spredning av forurensning fra sjøbunnen i Puddefjorden. Gjennom prosjektet Renere Puddefjord har kommunen gjennomført det første av tre store planlagte tiltak i Bergen havn. Det er utført mudring og etablert ny ren sjøbunn ved tildekking med rene masser. Parallelt har fire private/statlige aktører gjennomført tilsvarende tiltak i egne, mindre områder i Puddefjorden. Det totale området hvor det er utført tiltak er på ca. 550 daa. Arbeidene ble avsluttet i 2018, og prosjektene har gått over i en fase med miljøovervåking. Miljøtilstanden i fjorden skal overvåkes den neste 10-års perioden for å kontrollere utviklingen og undersøke effekten av tiltakene over tid. Tiltaksområdene skal overvåkes av de respektive tiltakshaverne i tråd med egne overvåkingsplaner og tillatelser/pålegg fra Fylkesmannen i Hordaland (nå Fylkesmannen i Vestland). Bergen kommune har ansvar for overvåking av eget tiltaksområde i indre del av Puddefjorden og en samlet overvåking av hele Puddefjorden.

På oppdrag fra Bergen kommune har COWI samlet inn overvåkingsdata gjennom det første året etter ferdig tiltak. Feltarbeidet er utført i 2018/2019. Det er utført kontroll av om tildekkingslaget er fysisk intakt, at lagets isolerende evne fungerer, om miljømål oppnås og en har undersøkt status for reetablering av bunnfauna. Resultatene presenteres i denne rapporten.

## 1.1 Miljømål

Miljømålene som er definert av Bergen kommune og Fylkesmannen i Hordaland, beskriver prosjektets ambisjoner med hensyn til miljøeffekt lokalt og regionalt. Det er definert miljømål for tiltaksområdet i indre Puddefjord, miljømål for hele Puddefjorden og overordnede miljømål for Bergen havn (Fylkesmannen i Hordaland, 2016a). Den indre delen av Puddefjorden utgjør tiltaksområdet der prosjektet Renere Puddefjord har etablert ny sjøbunn (Figur 1). Det operasjonelle tiltaksområdet for anleggsfasen var tilstandsklasse 2 eller lavere for definerte stoffer i toppsedimentet i inntil fire uker etter tildekking. Det langsiktige miljømålet er at innholdet av miljøgifter ikke skal overskride tilstandsklasse 3.

Miljømål for indre Puddefjorden (tiltaksområdet for Renere Puddefjord):

- Det skal etableres et varig, tett tildekkingslag som isolerer miljøgifter på tildekket sjøbunn. Innhold av sum PAH-16, sum PCB-7 og tungmetaller (arsen, bly, kobber, kadmium, kvikksølv, krom, nikkel, sink) i ny sjøbunn (topplag 0-10 cm) skal ikke overskride tilstandsklasse 3<sup>1</sup>.

Miljømål for hele Puddefjorden:

- Spredning av forurensning fra forurenset sjøbunn i Puddefjorden skal reduseres med 80 %.
- Forurenset sjøbunn i Puddefjorden skal ikke utgjøre en helsefare for mennesker.
- Forurenset sjøbunn i Puddefjorden skal ikke gi negativ påvirkning på økosystemet i resten av Byfjorden

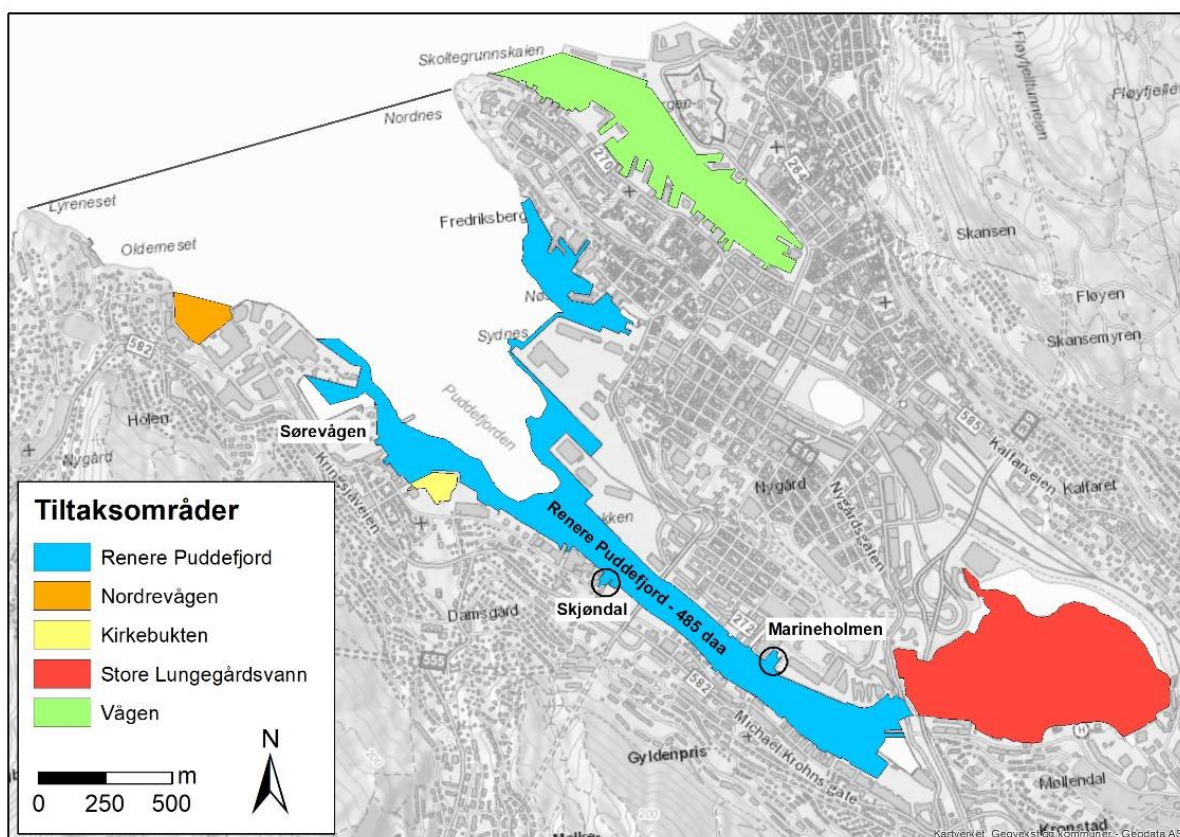
Overordnede miljømål for Bergen havn:

- Tilstanden i sedimentene skal ikke være til hindre for bruk av sjø- og havneområdene til nærings- og fritidsaktiviteter.
- Tiltak skal bidra til å redusere innholdet av miljøgifter i fisk og sjømat fra Byfjorden.

---

<sup>1</sup> etter avtale med Fylkesmannen i Hordaland ble det benyttet klassegrenser i M-608 som erstattet TA2229 i 2016.

For å nå de overordnede målene for Bergen havn, er det forventet at det må gjennomføres tiltak i flere områder i tillegg til Puddefjorden, blant annet i Vågen og Store Lungegårdsvann.



Figur 1 Oversikt over tiltaksområder i Bergen havn. Bergen kommune har ansvar for Renere Puddefjord, Store Lungegårdsvann og Vågen. Nordrevågen, Sørevågen, Marineholmen og Skjøndal har fått egne tillatelser/pålegg fra Fylkesmannen i Hordaland om å utføre oppryddingstiltak (Bergen kommune / COWI, 2019).

## 2 Puddefjorden

### 2.1 Lokalitetsbeskrivelse

Puddefjorden er en del av vannforekomsten Byfjorden – Indre del (id 0261010800-4-C) og er definert som beskyttet kyst/fjord (vann-nett.no). Puddefjorden ligger vest for Bergen sentrum og er avgrenset av Nordnes i øst, Laksevåg i vest og Store Lungegårdsvann i sør. Hele Puddefjorden dekker 1 985 daa fra Nygårdsbroen i sør og ut til en tenkt linje fra Lyreneset på Laksevåg og over til Nordnes (Figur 1). Omtrent 70% av Puddefjorden er dypere enn 20 m, og ytterst ved overgangen til Byfjorden, er Puddefjorden ca. 100 meter dyp.

Puddefjorden er omkranset av kaianlegg, næringsbygg og boligområder. Den ytre og østre delen av området er dominert av aktiv havnedrift og har hyppige anløp av store fartøy. Det er årlig ca. 20 000 anløp av større og mindre fartøy til blant annet Skoltegrunnskaien, Dokken Havneterminal og Hurtigruteterminalen. På Laksevågsiden (vestsiden) og innenfor Puddefjordsbroen er det trafikk av mindre næringsfartøy og flere småbåthavner. Det er flere mindre marinaer og ca. 200 båtplasser for småbåter i Puddefjorden. Det er en rekke tekniske installasjoner på sjøbunnen som blant annet ulike



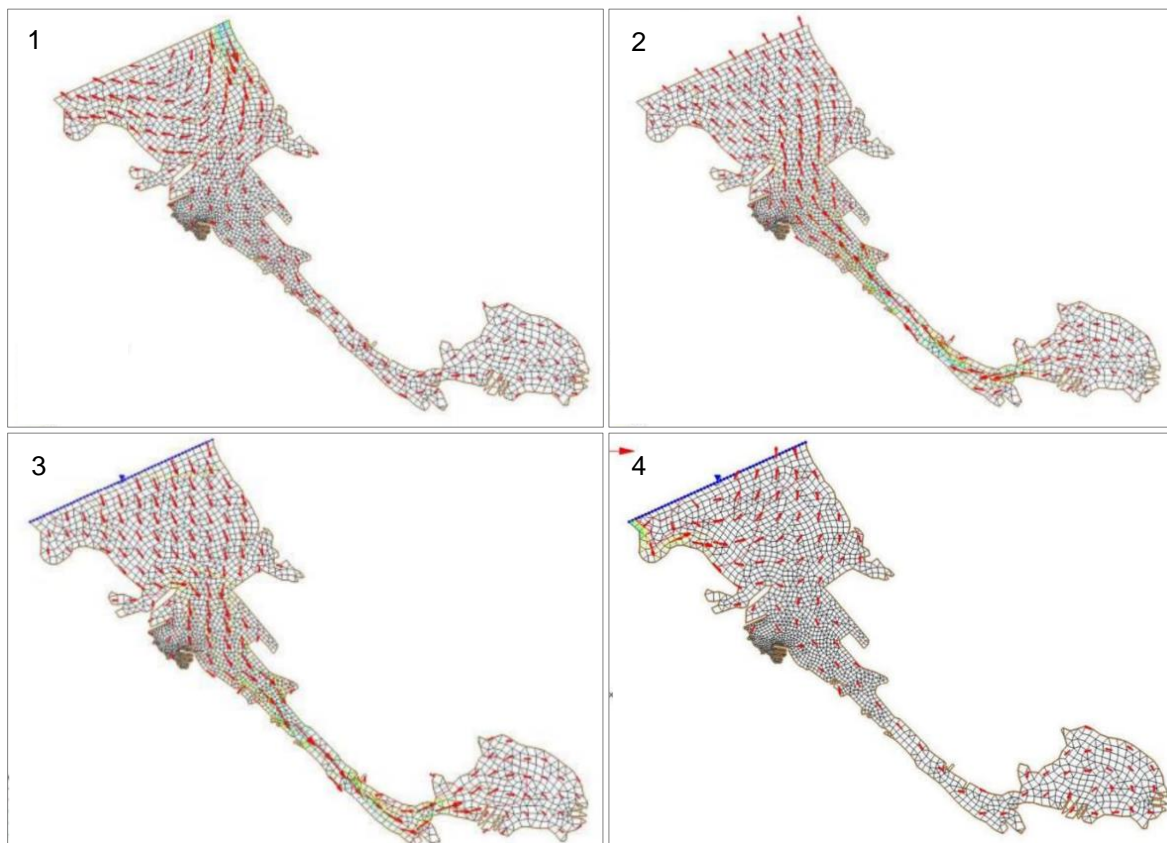
ledninger og kabler. En rekke bedrifter har lange ledninger for sjøvannsinntak til kjøleanlegg og forskning.

Før tiltak var sjøbunnen i hele Puddefjorden sterkt forurenset, og dette utgjorde en uakseptabel risiko for miljø og helse. Høyest risiko var knyttet til PCB, kvikksølv og PAH-forbindelser (COWI, 2015a). Forurensningen stammet først og fremst fra tidligere industriutslipp, kommunalt avløpsvann, bybranner, avfall og urban overflateavrenning fra veier og bebyggelse. De fleste utslippene er stanset, og det arbeides med å minimere ny tilførsel av forurensning til fjorden. Tidligere industri er i stor grad erstattet av nye bolig- og kontorbygg. Det kommunale avløpssystemet er bygd ut, og på 90-tallet ble det meste av avløpsutslippene fra industri og boligområder sanert og re-lokalisert til Holen renseanlegg. Utslipp av avløpsvann til Puddefjorden er nå begrenset til overløp ved store nedbørmengder. Avløpsnett er felles for spillvann og overvann. Kommunen ønsker å separere avløpsnett i egne spillvann- og overvannssystem. Dette vil redusere overløpsdriften for avløpsvann, men det vil medføre flere utslippspunkt for overvann og større mengder overvann ut i fjorden.

De siste årene er tilgangen til sjøen økt gjennom nedbygging av industri og utvikling av boligprosjekter, strandpromenader og parkanlegg. Strandsonen benyttes i større grad til rekreasjon i dag enn tidligere. Området er omfattet av kostholdsråd, og det foregår ikke næringsfiske i området.

Puddefjorden grenser til forurensete sjøområder både i nord og sør. Store Lungegårdsvann grenser til Puddefjorden i sørøst. Det er planlagt tiltak i Store Lungegårdsvann i løpet av 2022/2023 avhengig av når utfyllingsarbeidene for ny Bybanetrase er ferdig. I nord grenser Puddefjorden til Byfjorden og mot Vågen. Bergen kommune planlegger tiltak i Vågen for å stanse spredning av forurensning fra sjøbunnen der og til fjordsystemet utenfor. Tiltak i dette området er ekstra komplisert på grunn av havnedrift og marine kulturminner, og er ikke forventet gjennomført før etter 2024 (Bergen kommune / COWI, 2019).

Sirkulasjonen i Puddefjorden varierer mye og kan være svært kompleks. Systemet styres hovedsakelig av tidevann, vindstyrke og vindretning. Det er oftest sterk vind fra nordlig retning. Sirkulasjonsmønsteret på et gitt tidspunkt styres primært av fasen og styrken på tidevannsstrømmen i kombinasjon med atmosfærisk pådrag. NIVA har simulert strømforholdene i Puddefjorden ved ulike scenarier i modellsystemet SMS. Analyse av simuleringresultatene viste at strømmen ikke alltid er sterkest selv om tidevannsdrevet vannstandsvariasjon eller vind er på sitt sterkeste. Sterk strøm opptrer også på ulike steder i fjordsystemet. Eksempler fra simuleringen er vist i Figur 2 (NIVA, 2008).



Figur 2 Eksempel på ulike strømningsmønstre med forekomst av relativt sterk strøm i (røde piler indikerer styrke og retning på strømmen); 1) den er nordøstlig ytterst i Puddefjorden ved middels tidevann og sterk nordavind 2) ut av kanalen mellom indre Puddefjorden og Store Lungegårdsvann ved ekstremt tidevann og normal vind 3) inn gjennom kanalen mellom Puddefjorden og Store Lungegårdsvann ved ekstremt tidevann og sterk nordavind 4) i nordvest ytterst i Puddefjorden (1,5 m/s) ved tidevann og sterk vind fra vest (NIVA, 2008).

## 2.2 Gjennomførte tiltak

### 2.2.1 Renere Puddefjord (indre del av Puddefjorden)

Gjennom prosjektet Renere Puddefjord har Bergen kommune utført mudring og tildekking av forurenset sjøbunn ned til 20 meters dyp i et område på 490 daa. Avgrensningen av tiltaksområdet ble bestemt etter kartlegging av forurensningsnivået i hele Puddefjorden og en vurderinger av miljørisiko og kost-nytte ved opprydding. Tiltaksarbeidet startet i august 2017 og ble avsluttet i juni 2018. Hovedentreprenøren var Peab AS. Tiltaksområdet omfatter sjøbunnen fra gamle Nygårdsbro i Solheimsviken og utover til Søravågen i vest og Georgernes Verft i øst (Figur 1).

Til sammen er det fjernet 132 tonn med skrot fra sjøbunnen. Avfallet ble sortert og levert til godkjent mottak. Ulike mudringsmetoder ble benyttet, og totalt ble 10.000 tonn forurenset masse gravd opp og sendt til deponering på Langøya. Sjøbunnen i tiltaksområdet ble i hovedtrekk tildekket med 0,45 m med rene tunnelboremasser (TBM) fra Ulrikstunnelen. I erosjonsutsatte områder ble den nye sjøbunnen beskyttet med grovere masser i fraksjon 20-120 mm for å hindre erosjon som følge av propelloppvirvling langs kaifronter. Erosjonssikring ble utført i ca. 10 daa.

I hele anleggsperioden foregikk det overvåking av spredning av forurensning ved hjelp av turbiditetsmålinger, sedimentfeller, passive prøvetakere og vannprøver. Etter tildekking ble det tatt kontrollprøver av de øverste 10 cm av tildekkingslaget. For kontroll av tykkelse på tildekkingslaget ble det benyttet en kombinasjon av flere målemetoder. Sjøbunnen ble kartlagt før og etter tildekking med multistråleekkolodd, det ble satt ut målepinner som ble avlest med ROV etter tildekking, dykkere var nede og boniterte på enkelte punkt, og lagtykkelsen ble beregnet ut fra mengde masse lagt ut per areal.

Beskrivelse av anleggsarbeidet og resultater fra overvåking og sluttkontroll framgår av prosjektets sluttrapport (COWI, 2019b).

### 2.2.2 Nordrevågen, indre Sørrevågen, Marineholmen, Skjøndal

Samtidig med at kommunen utførte tiltak i indre del av Puddefjorden, ble det gjort tilsvarende tiltak i Nordrevågen, indre del av Sørrevågen, i den gamle slippen på Marineholmen og ved Skjøndal Slip og Mek. Verksted etter egne pålegg/tillatelser til eiendomshaverne fra Fylkesmannen. Områdene framgår av oversiktskartet i figur 1. Tiltakene fikk tilsvarende miljømål som indre Puddefjord i sine tillatelser/pålegg (Fylkesmannen i Hordaland, 2016b) (Fylkesmannen i Hordaland, 2016c).

#### **Nordrevågen**

Nordrevågen er en nordvendt bukt ytterst i Puddefjorden. Forsvarets anlegg med utbåtdokker ligger på sørøst siden av vågen. Anlegget ble bygget av tyskerne under 2. verdenskrig. Miljøtiltak i Nordrevågen ble utført for Forsvarsbygg høsten 2017 og bestod av utlegging av betongmadrasser i deler av strandsonen utenfor ubåtbunkeren og tildekking av forurenset sjøbunn med TBM-masser. Tiltaksområdet er ca. 23 daa. Generelt ble det i områder dypere enn 10 meter lagt ut tildekking med mektighet 0,35 m, mens det i områder grunnere enn 10 m ble lagt 0,3 m med tildekkingsmasser og 0,1 m med grovere masser, i fraksjon 30-90 mm, for å beskytte mot erosjon. I områder der betongmadrasser var beskrevet, men der dette ikke lot seg gjennomføre, ble det lagt ut stein i fraksjon 90-180 mm som erosjonssikring over avrettingsmasser av fraksjon 20-120 mm.

Sluttkontroll og kontroll av tiltaket ett år etter ferdigstilling er rapportert av Multiconsult (Multiconsult, 2018a) (Multiconsult, 2018b). Resultatene viser at tildekkingslaget i vestre del av tiltaksområdet var tilfredsstillende, mens det ble observert mangelfull tildekking i et område sørøst utenfor dokkene. I dette området er det senere utført utbedrende tiltak. Analyseresultater av materiale i sedimentfelle viste tydelig forbedring i forhold til tilsvarende undersøkelse før tiltak. Vannprøver viste liten forskjell i konsentrasjon før, under og etter tiltak. Diversiteten i bløtbunnsfaunaen ble vurdert til å være på et normalnivå, selv om det forventes at artsdiversiteten vil øke noe og at artssammensetningen vil forandre seg etter hvert. Dyreliv og påvekstorganismer som makroalger, sekkedyr og rur var også i ferd med å etablere seg.

#### **Indre del av Sørrevågen**

I regi av grunneier ble det i 2018 utført tildekking av forurenset sjøbunn med TBM-masser på ca. 23 daa i den indre delen av Sørrevågen på Laksevåg. Den tidligere verftsdriften i området er nedlagt. Sluttkontroll av tiltaket er rapportert av Multiconsult (Multiconsult, 2018c).

#### **Marineholmen**

Sjøbunnen i den tidligere slippen på Marineholmen på vestsiden av Puddefjorden var svært forurenset. I 2017 gjennomførte grunneieren sanering ved oppsamling av 18,3 tonn skrot og sugemudring av toppsedimentet som hadde mye finstoff og var særlig forurenset av PAH-forbindelser. Totalt ble det levert 691 tonn avvannet mudringsmasse til godkjent deponi (Multiconsult, 2018d). Etter mudring ble

sedimentet i det ca. 2 daa store området tildekket med TBM-masser og sluttkontroll ble utført i samarbeid med Renere Puddefjord (COWI, 2019b).

### **Skjøndal**

Bergen Group Skjøndal sitt verftsområde på vestsiden av Puddefjorden utgjør ca. 2 daa og ble ryddet i samarbeid med Renere Puddefjord. Her ble det sugemudret langs skinnen i slippen, og resten av området ble tildekket med TBM-masser (COWI, 2019b).

### **2.2.3 Kirkebukten**

Kirkebukten er en del av Håsteinarparken på Laksevåg. Her gjennomførte Bergen kommune miljøtiltak med mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i 2011. Målet med tiltaket var å oppnå god miljøtilstand i området og samtidig skaffe erfaring med fire ulike aktive tildekkingsmaterialer. Overvåking av testfeltene i Kirkebukten følger et eget overvåkingsprogram som sist ble gjennomført i 2019 (COWI, 2020). Det ble utført dykkerinspeksjon, prøvetaking av vann og sedimentkjerner samt analyse av materiale i sedimentfeller og eksponerte blåskjell. Det er benyttet de samme undersøkelsesmetodene i Kirkebukten som i Puddefjorden.

Gjentatte omganger med overvåking av testfeltene i Kirkebukten har vist at tildekkingen er effektiv og inntakt over tid, men at området blir tilført ny forurensning fra omgivelsene. Tilførsel av ny forurensning i 2019 var imidlertid betydelig redusert sammenliknet med tilsvarende overvåking i 2015 og 2012 (COWI, 2020a). Dette indikerer at tidligere observert tilførsel av ny forurensning i hovedsak har kommet fra forurenset sjøbunn i Puddefjorden utenfor Kirkebukten og i mindre grad med avrenning fra land. At tilførselen nå er redusert, viser at tiltaket i Puddefjorden har hatt god effekt med hensyn til å begrense spredning av forurensning.

## **2.3 Undersøkelser før tiltak**

Det foreligger historiske data fra flere undersøkelser av miljøtilstanden i Puddefjorden før tiltak som er egnet som sammenlikningsgrunnlag for nye målinger og vurdering av utviklingen i området.

### **Kartlegging og risikovurdering av forurenset sjøbunn i Puddefjorden (2014)**

Forurensningsnivået i sjøbunnen i hele Puddefjorden ble kartlagt i 2014. Undersøkelsen omfattet sedimentprøver samt vurdering av spredningsforhold gjennom blant annet bioakkumulasjon og partikkelspredning som følge av erosjon ved skipstrafikk. Resultatene dannet grunnlag for risikovurdering og planlegging av tiltakene i indre del av Puddefjorden (COWI, 2015a).

### **Forundersøkelser i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann (2016)**

Før tiltak i Puddefjord ble det utført en omfattende kartlegging av førtilstanden i tiltaksområdet til Renere Puddefjord og i Store Lungegårdsvann. Undersøkelsen omfattet spredning av vannløst og partikkelbundet forurensning samt utlekking fra sjøbunnen. Innsamling av data ble utført i 8 prøvetakingsstasjoner ved bruk av sedimentfeller, turbiditetsmålere, vannprøver, passive prøvetakere og bentiske flukskammer (COWI, 2017). En av stasjonene (ST3) har vært i bruk en lengre periode før tiltak i forbindelse med test-tildekking og etter tiltak i samarbeid med Bybanens utfyllingsarbeider i Store Lungegårdsvann (COWI, 2019f) Det er tidligere også gjort undersøkelse med sedimentfeller i Nordrevågen (Multiconsult, 2018a) (Multiconsult, 2018b).

### **Kostholdsråundersøkelser (2007-2009, 2019)**

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) har på vegne av Mattilsynet gjennomført flere undersøkelser av miljøgifter i sjømat fra Puddefjorden og et større fjordområde utenfor Bergen (NIFES, 2008) (NIFES, 2009) (NIFES, 2011) Undersøkelsene omfattet kartlegging av innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter i fisk, krabbe og skjell. Resultatene viste konsentrasjoner av miljøgiftene kvikksølv, PCB og dioksinliknende PCB som overstiger EUs grenseverdi. Mattilsynet har derfor innført omsetningsforbud for enkelte arter fra dette fjordområdet og fraråder inntak av dypvannsfisk, ål og brunmat i krabbe. Gravide bør heller ikke spise filet av torsk og annen mager fisk (Mattilsynet, [www.matportalen.no](http://www.matportalen.no), 2013).

Havforskningsinstituttet har på oppdrag fra Mattilsynet, gjennomført en ny undersøkelse av miljøgifter i brosme, torsk og krabbe i Bergensområdet i 2019. En av prøvestasjonene var i Puddefjorden. Resultatene er ikke publisert enda.

### **Byfjordsundersøkelsen (1970- i dag)**

Byfjordsundersøkelsen har pågått siden 1970-tallet og overvåker utvikling av vannkvalitet og bunndyrsamfunn i fjordene rundt Bergen (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016). Byfjordsundersøkelsen har 2 prøvetakingsstasjoner innenfor tiltaksområdet i Puddefjorden der det foreligger historiske data om tilstanden før tildekking (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2012).

### **Forurensningskilder på land (2010-2019)**

Miljødirektoratet, Fylkesmannen i Hordaland og Bergen kommune gjennomførte i 2016 et kildesøk langs Puddefjorden for å få oversikt over aktiviteter som kan medføre forurensning til fjorden og iverksette tiltak slik at man unngår rekontaminering etter at oppryddingstiltak er gjennomført. Det ble gjennomført befarings ved en rekke bedrifter i tillegg til en gjennomgang av potensiale for spredning av forurensning via overvann og gravearbeid i forurenset grunn. Resultatene av kildesøket følges opp av de deltakende myndighetene (Miljødirektoratet, 2016b).

Innhold av miljøgifter i fasadematerialer og i sandfangsmateriale fra overvannssystemet i Bergen er tidligere kartlagt i flere omganger (Norges Geologiske Undersøkelser, 2004) (COWI, 2017b) (COWI, 2019d). Resultatene viser at overvann transporterer forurensning fra veier, plasser og fasader. Sandfang samler opp partikkelbundet forurensning og fungerer som små lokale renseanlegg. Sandfangsmaterialet er forurenset med PCB-7, PAH-16, tungmetaller og i flere tilfeller også TBT. Hvor effektivt sandfangene holder tilbake forurensning vil variere mellom sandfang og over tid. I hvilken grad partikkelbundet forurensning spres videre med overvann til sjø avhenger av hvilke forurensningskilder som finnes i de lokale nedbørfeltene, tømmerutiner, utforming av kum og nedbørsintensitet. Bergen kommune har økt tømmeffrekvens på sandfang i enkelte områder for å øke renseseffekten. Avløpsnettets kapasitet er begrenset, og det er etablert nødoverløp flere steder med utløp til Puddefjorden. Overløp fra avløpsnettets vil også bidra med tilførsel av forurensning til sjø.

### **Film og bilder (2017)**

Før og etter tiltak er sjøbunnen i deler av Puddefjorden dokumentert med film og bilder. Arbeidet er utført av profesjonell undervannsfotograf (Espen Rekdal, 2017)

### 3 Overvåkingsprogram

Et program for langtidsovervåking av Puddefjorden 2018-2028 er utarbeidet i tråd med fylkesmannens tillatelse til tiltaket. Det er lagt opp til overvåking etter 1 år (2018/2019) etter 4 år (2022) og etter 8 år (2026). Programmet vil være et levende dokument som skal evalueres og eventuelt justeres underveis i overvåkingsperioden (COWI, 2019a).

Overvåkingen skal gi et faglig grunnlag for å vurdere:

- 1 Om tildekkingslaget er fysisk intakt og om lagets isolerende evne fungerer.
- 2 Om miljømål for Puddefjorden og indre Puddefjord oppnås.
- 3 Status for reetablering av bunnfauna og artsmangfold i sjøbunnen.

Det skal også gjøres en vurdering av om det er behov for å følge opp enkelte måleresultater med nærmere undersøkelser. Dersom det måles konsentrasjoner av miljøgifter på sjøbunnen som overstiger tilstandsklasse 3 (miljømålet) og det kan sannsynliggjøres at dette *ikke* skyldes mangler ved tildekkingslaget, så skal man benytte informasjonen fra overvåkingen til å lokalisere og redusere utslipp fra eventuelle aktive kilder som bidrar til rekontaminering av sjøbunnen.

Det benyttes en kombinasjon av flere undersøkelsesmetoder for å skaffe tilstrekkelig grunnlag til å vurdere tiltakets miljøeffekt og måloppnåelse (Tabell 1).

*Tabell 1 Oversikt over hvilke metoder som benyttes for å fremskaffe tilstrekkelig faglig grunnlag for å vurdere om tildekkingen er intakt, status for måloppnåelse og status for reetablering av artsmangfold, ref. vilkår i tillatelsen pkt. 8.5 (Fylkesmannen i Hordaland, 2016a).*

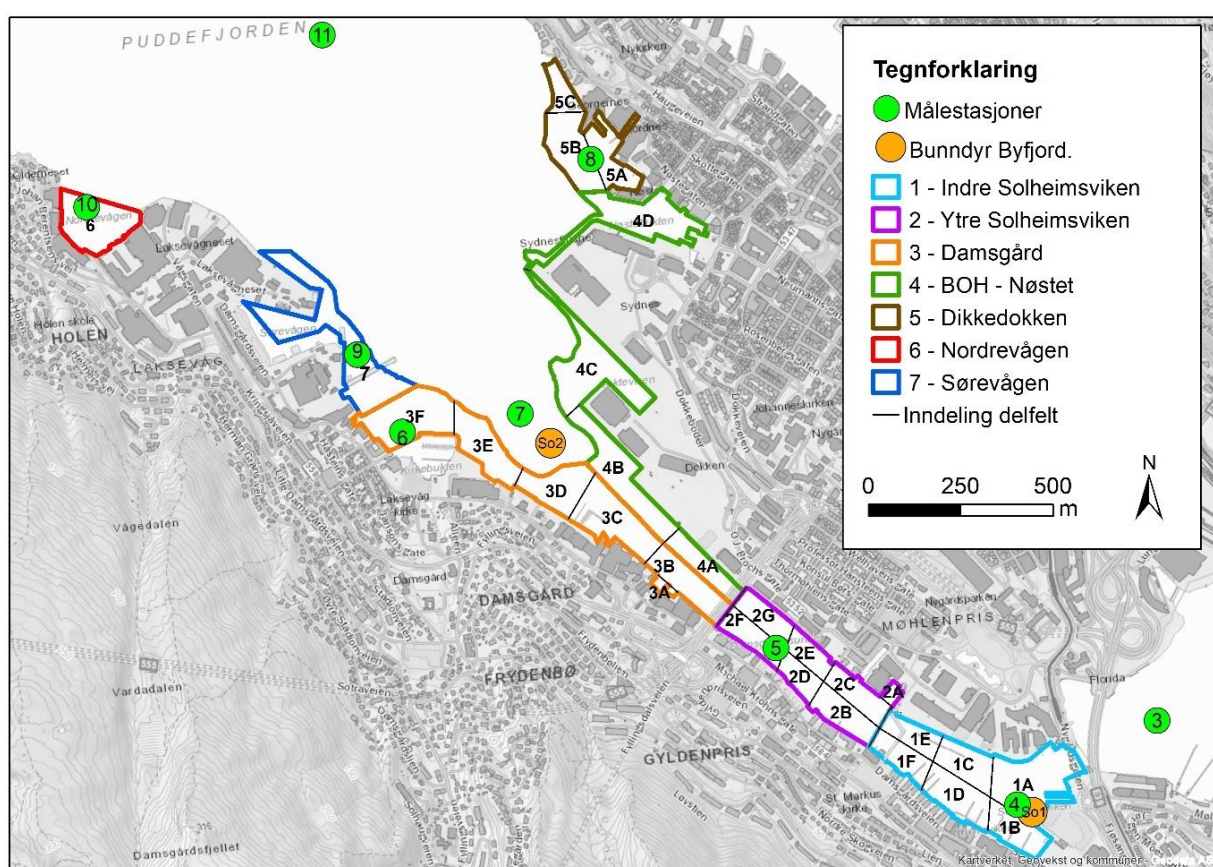
Evaluering	Metode	Spørsmål som overvåkingen skal gi svar på		
		Tildekkingslag (tilstand, effekt)	Måloppnåelse miljømål	Reetablering bunnfauna
Erosjon i tildekkingslaget	ROV/inspeksjon av målepinner	X		
Forurensningsnivå i sjøbunnen	Sjøbunnsprøver	X	X	
Vannkvalitet	Prøvetaking av vann, passiv prøvetaking med POM	X	X	
Isolering av underliggende forurensning	Bentisk flukskammer med passiv prøvetaker	X	X	
Reetablering av biologisk mangfold på ny sjøbunn	Bunndyrundersøkelse			X
Opptak av miljøgifter i biota	Eksposering av rene skjell	X	X	
Rekontaminering	Sedimentfeller		X	
Visuell vurdering	Filming med dykker	X		X

Feltreferanser, målestasjoner og metoder som er brukt i tidligere undersøkelser er så langt som mulig videreført i langtidsovervåkingen for å ha et godt grunnlag for sammenlikning av miljøtilstanden før, under og etter tiltak. Feltinndeling og lokalisering av målestasjoner framgår av figur 3. Ved undersøkelse av eventuell erosjon i tildekkingslaget og ved prøvetaking av sediment skal det refereres til samme feltinndeling som ved tiltaksgjennomføringen.

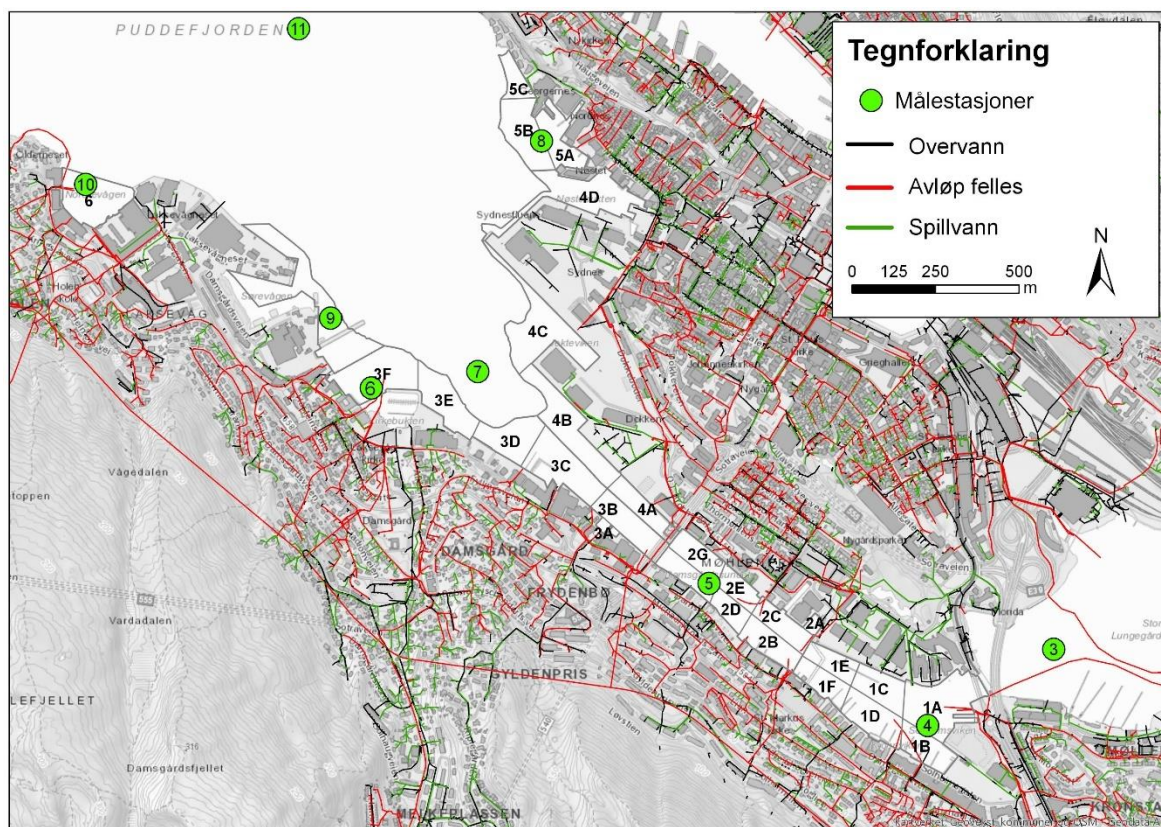
Overvåkingsprogrammet har totalt ni målestasjoner. Seks av disse (ST3-ST8) er benyttet før og under tiltak. Tillatelsen fra Fylkesmannen (Fylkesmannen i Hordaland, 2016a) presiserer at overvåkingen også skal inkludere eventuell påvirkning fra Søreivågen og Nordrevågen, samt påvirkning fra sjøarealene i Puddefjorden der det ikke er gjort tiltak. Stasjon ST11 er fra Byfjordsundersøkelsen

(ST11), hvor den er benevnt som St.14 (Uni Research SAM-MARIN, 2016). Det er også etablert to nye stasjoner for å fange opp eventuell påvirkning fra tiltaksområdene i indre del av Søreivågen (ST9) og Nordrevågen (ST10). Stasjonene So1 og So2 er benyttet for bunndyrsanalyser, og her foreligger det historiske data fra Byfjordsundersøkelsen.

Målestasjonene er plassert slik at de representerer ulike deler av Puddefjorden, ulike vanddyb og aktiviteter som skipsfart og overløp fra avløpsnett. En oversikt over VA-ledningsnett i området rundt tiltaksområdet er vist i Figur 4. Målestasjon 4-6 og stasjon 8-9 står innenfor tiltaksområdet. Stasjon 3, 7 og 11 er plassert utenfor tildekket område i Store Lungegårdsvann og på dypere vann ut mot Byfjorden. Resultat fra disse vil kunne indikere om det foregår transport av forurensing fra tilgrensende forurensede områder. Målestasjon 10 står ved Nordrevågen. Beskrivelse og koordinater er gitt i Tabell 2.



Figur 3 Oversikt over tiltaksområdene i Puddefjorden med målestasjoner og delfelter.



Figur 4 Oversikt over VA-ledningsnettet i området rundt tiltaksområdet.

Tabell 2 Målestasjoner i Puddefjorden. Beskrivelse, vandndyp etter tildekking og lokalisering (2019). (LAT) laveste astronomiske tidevann.

Id	Navn	Beskrivelse	Vandndyp (m LAT)	UTM_X	UTM_Y
ST 3	Store Lungegårdsvann	Utenfor tiltaksområdet. Ytre del av Store Lungegårdsvann.	-13,5	298174	6699496
ST 4	Solheimsviken	Tildekket med TBM. Nært overløp fra avløpsnett.	-9,5	297796	6699268
ST 5	Møhlenpris	Tildekket med TBM. Grunt, nært aktiv kai og overløp fra avløpsnett.	-7	297141	6699693
ST 6	Utenfor Kirkebukten	Tildekket med TBM. Grunt, nært område i Kirkebuktens om ble tildekket i 2011. Nært overløp fra avløpsnettet.	-5	296129	6700278
ST 7	Damsgård, dykket	Utenfor tiltaksområdet. Dypt, sentralt i Puddefjorden. Utenfor store kaianlegg med store fartøy.	-31	296448	6700327
ST 8	Nøstet	Tildekket med TBM. Nært store kaianlegg med store fartøy.	-9,5	296639	6701017
ST 9	Sørevågen	Tildekket med TBM. Utenfor kaianlegg med store fartøy	-14	296007	6700487
ST 10	Nordrevågen	Tildekket med TBM. I 2019 plassert innenfor tiltaksområdet i Nordrevågen av hensyn til lokal aktivitet.	-22,5	295273	6700887
ST 11	Ytre Puddefjorden	Utenfor tiltaksområdet. Ytterst i Puddefjorden. Samme lokalisering som Byfjordsundersøkelsen St.14.	-100	295911	6701353
So1	Byfjord, Solheimsviken	Tildekket med TBM. Nært overløp fra avløpsnettet.	-10,5	297835	6699249
So2	Byfjord, Damsgård	Utenfor tiltaksområdet, sentralt i Puddefjorden.	-28	296530	6700247



### 3.1 Utført feltarbeid

Feltundersøkelser og innsamling prøver for 1-årskontrollen pågikk i to perioder; fra september – desember 2018 og fra mai – november 2019. Arbeidet ble utført av personell fra COWI i samarbeid med prøvetakingsfartøyet MS Solvik og skipper Leon Pedersen, dykkere fra Valen Marina AS og ROV-operatør fra Bergen Havn AS. Undervannsfoto og filming med høyoppløselig kamera er utført av marinbiolog og undervannsfotograf Espen Rekdal.

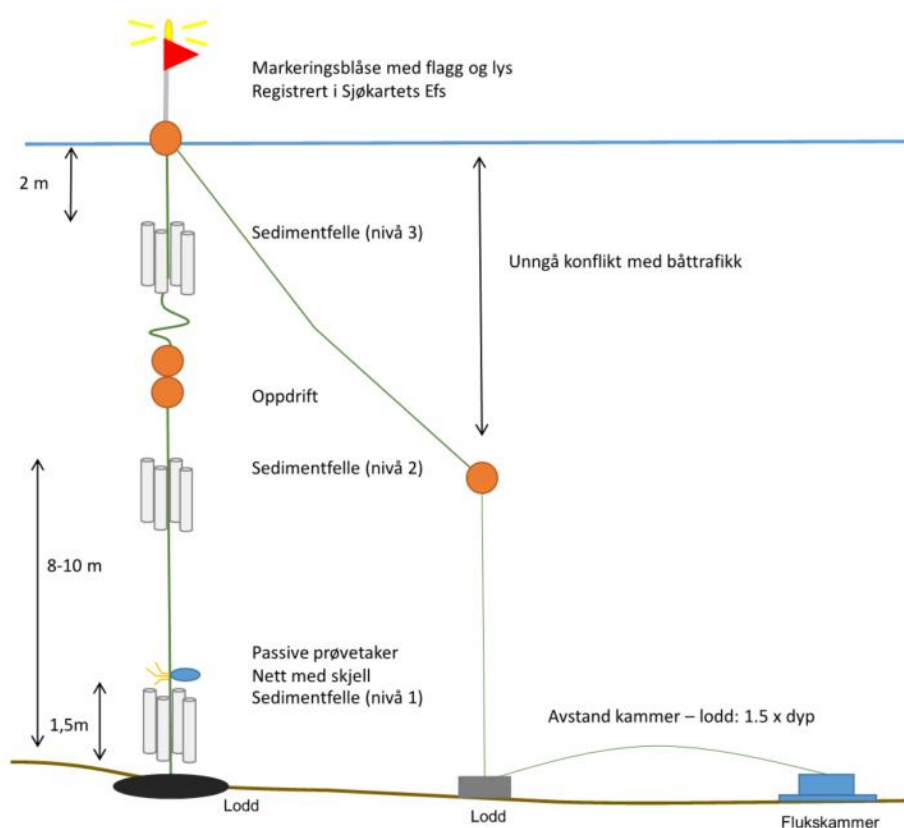
Tabell 3 gir en oversikt over feltundersøkelser og måleperioder i forbindelse med 1-årskontrollen. Undersøkelsene er i all hovedsak utført som beskrevet i *Overvåkingsprogram for Puddefjorden 2018-2028* (COWI, 2019a). Av hensyn til havneaktiviteter i området er det gjort mindre justeringer i plasseringen av målestasjonene underveis. Lokalisering av målestasjonene i august 2019 fremgår av i Tabell 2.

Kontroll av tildekkingslaget med hensyn til mektighet og erosjon ble utført i utvalgte erosjonsutsatte områder. Prøvetaking av sediment ble utført i utvalgte områder som ansees å ha størst risiko for rekontaminering fra landkilder eller nærliggende forurensede sjøområder. Figur 5 viser en prinsippskisse for montering av måleriggene. Riggene ble forankret til sjøbunnen med lodd. Dykkede blåser sørget for fast avstand fra måleutstyret til sjøbunnen uavhengig av flo og fjære.

Tabell 3 Oversikt over feltundersøkelser og måleperioder i forbindelse med 1-årskontrollen av tiltakene i Puddefjorden. (o.b.) over bunnen, (u.v.) under vannflaten

Undersøkelse	Tidspunkt	Lokalitet	Lokalitet												
			ST-3	ST-4	ST-5	ST-6	ST-7	ST-8	ST-9	ST-10	ST-11	So 1	So 2		
Inspeksjon av tildekkingslaget	November 2019	Risikobasert													
Undervannsfilming /foto	August 2018 November 2019	Utvalgte områder													
Sedimentprøver	20.12.2018 09.10.2019	Risikobasert 18 lokaliteter													
Bentiske flukskammer	26.11.-20.12.18	På sjøbunn	X	X	X	X	X	X							
Vannprøver	20.12. 2018	1,5 m o.b.	X	X	X	X	X	X							
	20.08. 2019		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Passiv prøvetaking i vann (POM)	27.09-20.12. 2018	1,5 m o.b.	X	X	X	X	X	X							
	19. 06-20. 08. 2019		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Sedimentfeller	27.09-20.12. 2018	Nivå 1, 1,5 m o.b.	X	X	X	X	X	X							
	19. 06-20. 08 2019		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	27.09-20.12. 2018	Nivå 2, 8-10 m o.b.	X				X								
	19. 06-20. 08 2019		X				X					X <sup>2)</sup>			
	27.09-20.12. 2018	Nivå 3, 2 m u.v.	X	X			X								
	19. 06-20. 08. 2019		X	X			X <sup>1)</sup>					X <sup>3)</sup>			
Eksposering skjell	19.og 20.08 - 13.11. 2019	1,5 m o.b.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Bunndyr	05. 05. 2019													X	X

<sup>1)</sup> - 13 m under vannflate av hensyn til skipstrafikk <sup>2)</sup> - 50 meter under vannflaten <sup>3)</sup> - 20 meter under vannflaten



Figur 5 Prinsippskisse for målestasjonene.

## 3.2 Utførte laboratorieanalyser

Analysene er utført av akkrediterte laboratorier. Kjemiske analyser av vann, passive prøvetakere POM, sediment og biota er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS. Analyser av passive prøvetakere SPMD i vann er utført av ALS Laboratory Group. Sortering, artsbestemmelse og indeksberegning av bunnfauna er utført av Åkerblå AS. Originale analyserapporter er vedlagt (vedlegg 1 og 2).

## 4 Tildekkingslagets tykkelse og tilstand

### 4.1 Metode, visuell inspeksjon

Undersøkelsen av tildekkingslaget i Puddefjorden ble gjennomført ved hjelp av to ulike metoder: 1) Sammenligning av dybdemålinger utført før og etter at tiltaket mot forurenset sjøbunn ble gjennomført, og 2) filming med ROV (fjernstyrt undervannsfarkost) for å avlese målepinner og visuelt vurdere tilstanden til erosjonssikringslaget.

#### 4.1.1 Sammenligning av dybdemålinger før og etter tiltak

I 2016 ble det gjennomført en kartlegging av sjøbunnsdybder i Puddefjorden med multistråle ekkolodd (20x20 cm). Kartleggingen ble gjennomført av Nearshore Survey AS. Målingene viser dybdeforholdene i Puddefjorden før gjennomføringen av tiltaket mot forurenset sjøbunn.

Høsten 2019 gjennomførte Kystverket en ny kartlegging av dybdeforholdene i Puddefjorden med multistråle ekkolodd. Målingene viser dybdeforholdene i Puddefjorden ca. 1 år etter gjennomføringen av tiltaket.

I denne rapporten er resultatene fra de to dybdekartleggingene sammenlignet og fremstilt i kart som differansen mellom dybdene før og etter tiltaket i Puddefjorden. Kartet er fremstilt ved å interpolere mellom dybdemålingspunktene i ArcGIS for å lage to heldekkende dybdekart og deretter trekke dybdene i 2016-kartet fra dybdene i 2019-kartet. Kartet, som viser differansen mellom dybdene før og etter tiltak, ble så sammenstilt med tiltakene som ble gjennomført i de forskjellige delene av tiltaksområdet. Formålet var å se om hovedtrendene i dybde differansekartet stemmer overens med hovedtrendene i tiltaket (tykkelse på tildekkingslag, etc.). Det understrekes imidlertid at det vil være usikkerheter både relatert til dybdemålingene og sammenligningen mellom de to datasettene (forskjellig utstyr, prosessering, interpolering, etc.). Sammenligningen vil heller ikke kunne fastslå om tildekkingslaget har blitt utsatt for erosjon etter at tiltaket ble ferdigstilt.

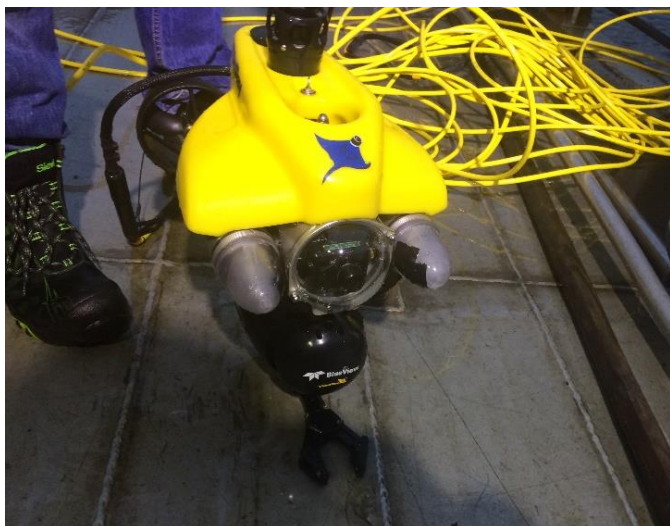
#### 4.1.2 ROV undersøkelse

For å undersøke om det har foregått erosjon i tildekkingslaget, ble det gjennomført filming med ROV i november 2019, omtrent 1,5 år etter at tiltaket i Puddefjorden ble ferdigstilt. Erosjonsutsatte områder ble prioritert i denne kontrollen, så fokus ble lagt på områder ved Bergen Havns kaianlegg og de nærliggende områdene utenfor.

I forkant av tiltaket i Puddefjorden ble det satt ut 1 m lange målepinner på sjøbunnen for å kunne dokumentere tykkelsen på tildekkingslaget etter ferdigstilling av tiltaket. Etter at tildekkingen var ferdigstilt og målepinnene avlest, ble målepinnene stående på sjøbunnen slik at de kan benyttes i årene fremover til vurdering av om det foregår erosjon i tildekkingslaget. I denne undersøkelsen ble det valgt ut 11 målepinner i erosjonsutsatte områder for avlesning. Siden flere av målepinnene var så begrodde at det var vanskelig å lese merkene på pinnene, ble dybdenivået ved toppen av målepinnene og dybdenivået ved overflaten av tildekkingslaget målt med ROV for å bestemme lengden på den delen av målepinnene som stikker over tildekkingslaget. Siden målepinnene er 1 m lange, kan tykkelsen på tildekkingslaget dermed estimeres. Resultatet fra denne avlesningen ble sammenlignet med resultatet fra avlesningen av målepinnene som ble utført rett etter at tildekkingen ble ferdigstilt.

Siden målepinnene ikke nødvendigvis er satt opp der den største erosjonen foregår, ble det også gjennomført filming for visuell inspeksjon langs kaier der det blir ansett som sannsynlig at propellererosjonen er størst. I tillegg ble overgangssoner mellom områder som er erosjonssikret og ikke erosjonssikret undersøkt.

Bergen Havns ROV som ble benyttet i undersøkelsen, har både GPS og sonar. Et bilde av ROVen er vist i Figur 6.



Figur 6 ROVen som ble benyttet i 1 årskontrollen av tildekkingslaget

## 4.2 Resultater og diskusjon

### 4.2.1 Sammenligning av dybdemålinger før og etter tiltak

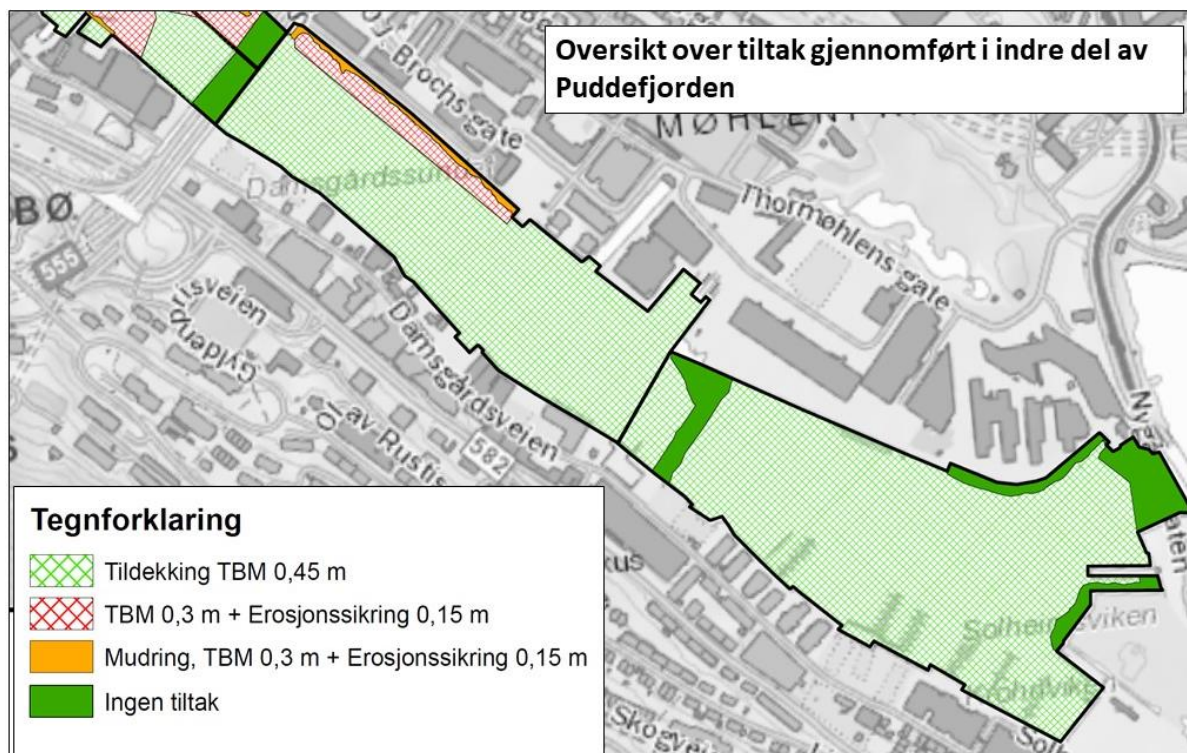
Tiltaket mot forurenset sjøbunn i Puddefjorden bestod av mudring, tildekking eller en kombinasjon av mudring og tildekking. Mudring ble gjennomført i enkelte områder for å opprettholde eller øke seilingsdypet (typisk langs kaier). I noen områder ble det ikke gjennomført tiltak, bl.a. i områder med sprengesteinsskråninger uten finstoff eller fjell, i områder der det tidligere er tildekket eller mudret (under Småpudden og utenfor Hurtigrutekaien) og i områder som ikke kunne tildekkes (områder med mange kabler og sjøledninger). I størstedelen av tiltaksområdet var det planlagt en tildekkingstykkelse på totalt 0,45 cm. En oversikt over tiltaket slik det var planlagt er vist i Figur 7 (indre del av Puddefjorden) og Figur 9 (ytre del av Puddefjorden). Enkelte endringer i forhold til den opprinnelige planen ble gjort i gjennomføringsfasen. Disse endringene er kommentert i avsnittene under.

Kartet som viser differansen i dybdemålingene før og etter tiltak i indre og ytre del av Puddefjorden er vist i henholdsvis Figur 8 og Figur 10. Grønn og blå farge i kartet indikerer at det er blitt grunnere, mens rød og brun farge indikerer at det er blitt dypere. Gul og oransje farge indikerer ingen eller relativt liten endring i dybdeforholdene.

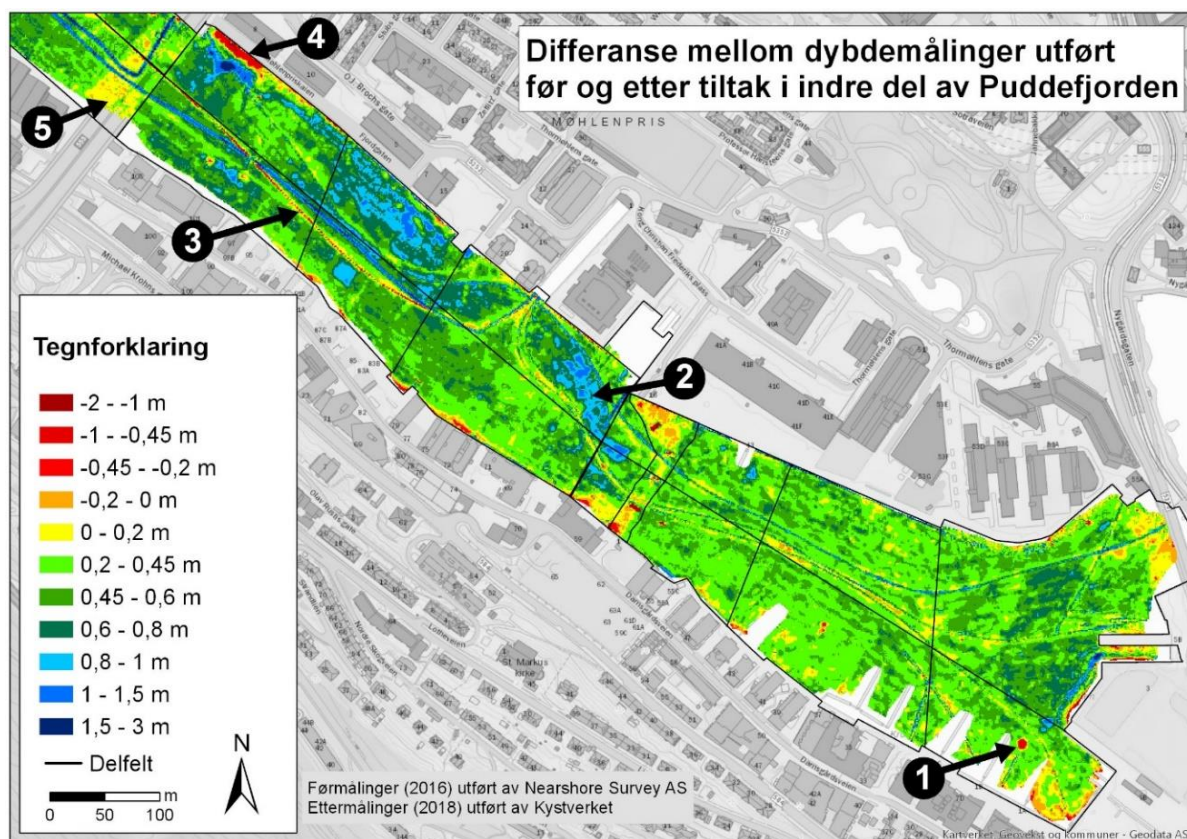
En sammenligning mellom tiltakskartet og dybdedifferansekartet viser at hovedtrendene i de to kartene stemmer godt overens. Det er generelt blitt grunnere i områdene der det var planlagt tildekking, det er ingen/små dybdeendringer der det ikke var planlagt tiltak og det er generelt blitt dypere i områdene der det var planlagt mudring (Figur 7 - Figur 10). Tiltakets yttergrense viser svært godt i dybdedifferansekartet i form av en klar overgang mellom hovedsakelig gul farge utenfor tiltaksområdet (0 – 0,2 m grunnere) og mørkegrønn farge innenfor tiltaksområdet (0,45 – 0,8 m grunnere). Prøvetaking av sjøbunnen i området et stykke utenfor tiltakets yttergrense har vist at finstoff fra tildekkingsmassene har spredt seg dit og lagt seg som et lag på ca. 3-6 cm over sjøbunnen (COWI, 2019b). Dette er trolig en årsak til at dybdedifferansekartet indikerer hovedsakelig positive verdier (indikasjon på at det har blitt grunnere) også i området et stykke utenfor den ytre tiltaksgrensen.

I både den indre og ytre delen av tiltaksområdet var det planlagt en tildekking på 0,45 m over størstedelen av området. Dybdedifferansekartet indikerer at dette i store trekk er oppnådd i den ytre delen av tiltaksområdet, mens dybdedifferansen mellom de to datasettene i deler av den innerste delen av tiltaksområdet (Solheimsviken) generelt er litt mindre enn 0,45 m (lys grønn farge i kartet). Den opprinnelige sjøbunnen i den indre delen av tiltaksområdet var mye bløtere enn i den ytre delen av tiltaksområdet, og den opprinnelige sjøbunnen kan således ha blitt presset noe ned ved tildekking. Dybdemålinger i områder med bløt, "fluffy" sjøbunn kan også være mer utfordrende enn i områder med hardere sjøbunn. Disse faktorene kan ha bidratt til at dybdedifferansen mellom de to datasettene generelt er noe mindre i den indre delen av tiltaksområdet sammenlignet med den ytre delen. Det er lite trolig at erosjon i tildekkingslaget skal ha forårsaket en slik forskjell mellom den innerste delen av tiltaksområdet og områdene lenger ute i Puddefjorden. I etterkant av tiltaket ble det gjennomført bonitering ved enkelte lokaliteter i den indre delen av tiltaksområdet (en stang ble slått gjennom tildekkingslaget for å måle tykkelsen), og resultatene viste at det generelt var lagt ut et lag på ca. 0,45 m i dette området som planlagt (COWI, 2019b).

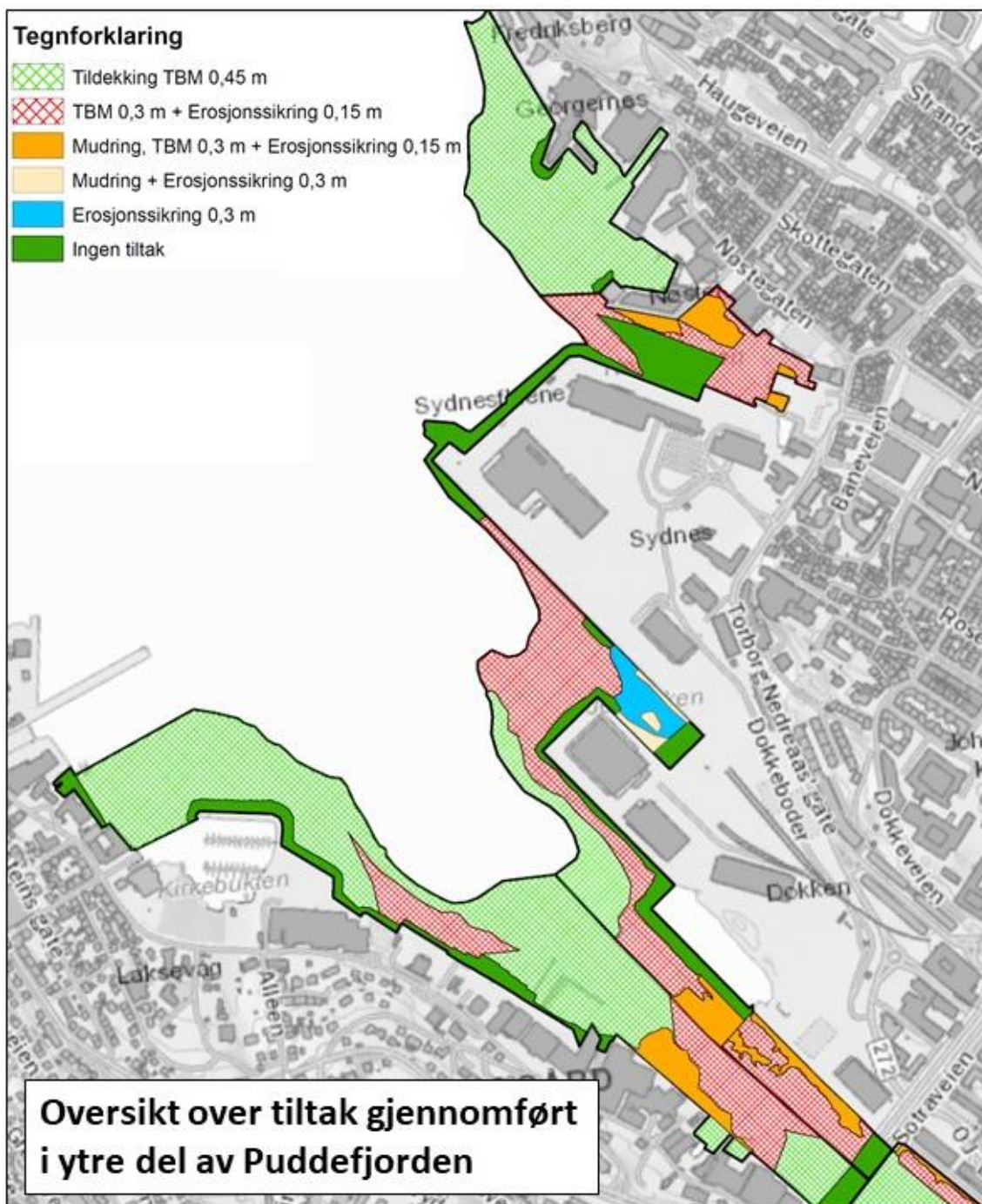
En rekke nummererte lokaliteter er vist i dybdedifferansekartet (Figur 8 og Figur 10). Resultatene ved disse lokalitetene er forklart i mer detalj i Tabell 4.



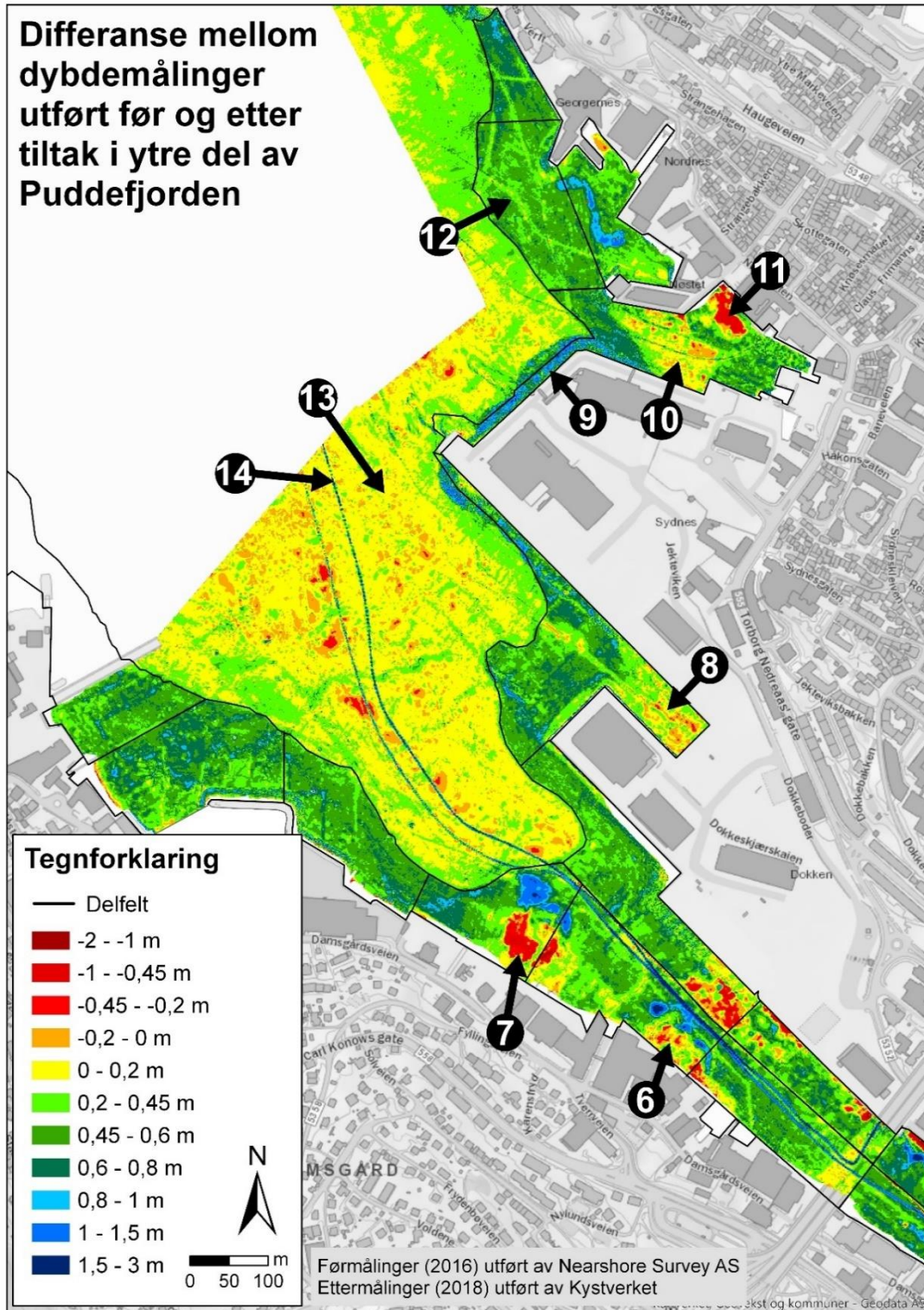
Figur 7 Oversikt over tiltak gjennomført i indre del av tiltaksområdet.



Figur 8 Sammenligning av dybdemålinger utført før og etter tiltak i indre del av tiltaksområdet. Mer detaljert informasjon om resultater ved nummererte lokaliteter er vist i Tabell 4.



Figur 9 Oversikt over tiltak utført i den ytre delen av tiltaksområdet.



Figur 10 Sammenligning av dybdemålinger utført før og etter tiltak i ytre del av tiltaksområdet. Mer detaljert informasjon om resultater ved nummererte lokaliteter er vist i Tabell 4.



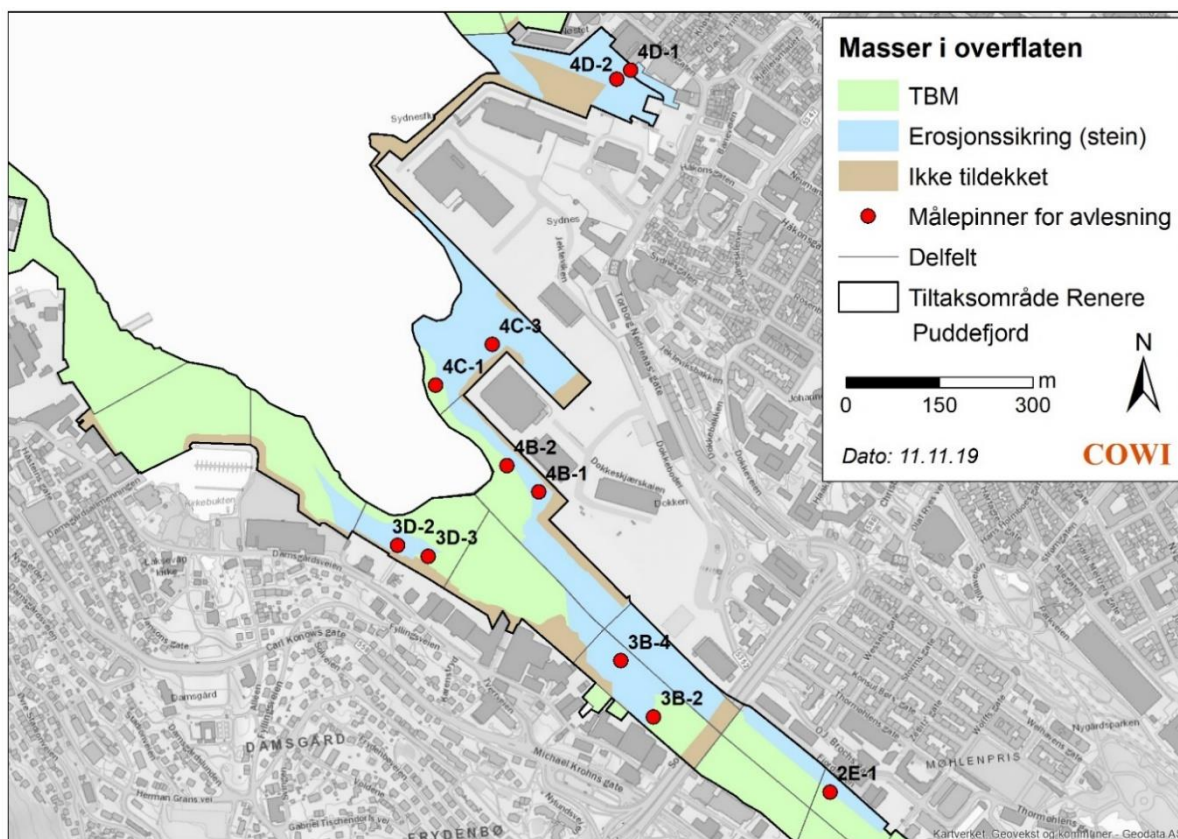
Tabell 4 Forklaring av resultater ved nummererte lokaliteter vist i Figur 8 og Figur 10.

Lokali- tet	Forklaring
1	I dette området ble det fjernet en haug med organisk rikt materiale som hadde samlet seg foran utløpet til et felles avløp.
2	I de blå sonene ble det re-tildekket en eller flere ganger fordi de første kontrollprøvene viste at sjøbunnen ikke oppfylte kravene til miljøtilstand. Dette medførte et tykkere tildekkingslag i disse områdene.
3	En rørledning ble flyttet mellom tidspunktet for de to dybdemålingene. Traseen der ledningen ble flyttet fra fremstår dermed som rødfarget (det har blitt dypere), mens traseen der ledningen ble flyttet til fremstår som blåfarget (det har blitt grunnere).
4	Det ble mudret langs Møhlenpris-kaien for å opprettholde eksisterende seilingsdyp. Massene ble forflyttet til området rett utenfor og deretter tildekket.
5	Det var ikke mulig å tildekke under Puddefjordsbroen fordi det går det mange kabler i dette området.
6	I dette området ble det mudret til fjell. Massene ble lagt i området rett utenfor (blå soner i kartet).
7	Denne lokaliteten viser en senkning av sjøbunnen på opptil 1,4 m (røde soner) og et område med heving av sjøbunnen på opptil 1,6 m (blå soner). I den blå sonen ble det re-tildekket fordi de første kontrollprøvene viste at sjøbunnen ikke oppfylte kravene til miljøtilstand, så dette kan iallfall delvis forklare dybdene her. Når det gjelder de røde sonene, er det mer usikkert hva som har forårsaket disse siden entreprenør gjennomførte tiltaket i dette området i henhold til planen (tildekking). Tidligere prøvetaking av sjøbunnen i dette området har vist et tykt lag med finstoff som er trolig består av sedimentstøv fra Norcem AS. Strukturene i dybde differansekartet kan være relatert til hvordan disse massene har reagert på å bli tildekket, uten at det er helt klart hvilke mekanismer som har spilt inn.
8	I dette området ble det ikke mudret, kun erosjonssikret. Det er en del ledninger i området, og erosjonssikringen ble kun lagt inntil ledningene. Det er litt usikkert hva som har forårsaket de mindre røde sonene som indikerer en senkning av sjøbunnen på inntil 0,35 cm.
9	I dette området finnes en sprengsteinsskråning. Dybde differansekartet indikerer her en heving av sjøbunnen på opptil 1,5 - 2 m (blå sone). Det ble ikke gjort tiltak i dette området, og dybde differansen vist i kartet er trolig ikke et resultat av en reell dybdeendring, men heller et resultat av at det er utfordrende å gjennomføre dybdemålinger med multistråle ekkolodd i slike skrånninger bestående av store blokker.
10	I området utenfor Hurtigrutekaaien ble det ikke gjennomført tiltak fordi det tidligere var blitt gjennomført mudring av forurenset masse i området.
11	I dette området ble det gjennomført mudring for å opprettholde/øke seilingsdypet. Området ble deretter tildekket.
12	De lysegrønne stripene innenfor det mørkegrønne området viser ledningstraseer der tildekkingsmassene ble lagt inntil ledningene (ikke over).
13	Gul og oransje farge indikerer ingen endring eller en relativt liten endring i dybde mellom de to måletidspunktene (+/- 0-0,2 m). Kartet viser en klar overvekt av positive verdier i dette området (indikasjon på at det er blitt grunnere), og spredning og avsetning av finstoff fra tiltaksområdet kan være en årsak til dette resultatet. Strømmen som førte finstoff med seg var særlig sterk utover langs Nordnes (nordlig del av tiltaksområdet i Figur 10), noe som kan være årsak til den lysegrønne sonen rett utenfor tiltaksområdet i dette området.
14	Det ble lagt ut en ny ledning mellom tidspunktet for de to dybdemålingene. Ledningstraseen vises tydelig i blått.

## 4.2.2 Avlesning av målepinner

Lokaliseringen av de 11 målepinnene som ble valgt for avlesning i denne 1 årskontrollen er vist i Figur 11. Målepinnene står i nærheten av trafikkerte kaier. 7 av de utvalgte målepinnene står i områder hvor det ble lagt ut TBM-masser med et lag av stein over som erosjonssikring, mens de 4 andre målepinnene står i områder som er tildekket med TBM-masser uten erosjonssikring (Figur 11).

Tabell 5 viser avlest tykkelse på tildekkingslaget rett etter ferdigstillelse av tiltaket i 2018 og resultatene fra avlesningen under 1 årskontrollen. Figur 12 viser bilder av målepinnene.



Figur 11 Oversikt over avleste målepinner under 1 årskontrollen, områder med erosjonssikring i overflaten (stein), områder med TBM i overflaten (dvs. områder som er tildekket med TBM men ikke erosjonssikret) og områder som ikke ble tildekket under tiltaket (dvs. områder med opprinnelig sjøbunn).

Sammenligningen mellom resultatene fra avlesningen av målepinnene etter ferdigstillelse av tildekkingen i 2018 og resultatene fra 1 årskontrollen viser at det ikke har foregått noe erosjon av betydning i områdene der de undersøkte målepinnene står (Tabell 5). Erosjonssikringslaget ser intakt ut rundt målepinnene som står innenfor områdene som ble erosjonssikret. Forskjellene i avlesningsresultatene fra de to tidspunktene ligger innenfor +/- 5 cm for alle målepinnene, med unntak av målepinne 3D-2. I 2018 ble avlesningen utført med dykker mens ROV ble benyttet i 2019, og mindre forskjeller i avlesningsresultatene er å forvente med tanke på at det er brukt forskjellig avlesningsmetode. I tillegg var avlesningen av enkelte målepinnene vanskelig på grunn av begroing på målepinnene. For målepinne 3D-2 viser avlesningsresultatet 15 cm *tykkere* tildekkingslag under 1 årskontrollen. Målepinnen står i et erosjonssikret område, og ROV-filmen viser at det ikke er tilført

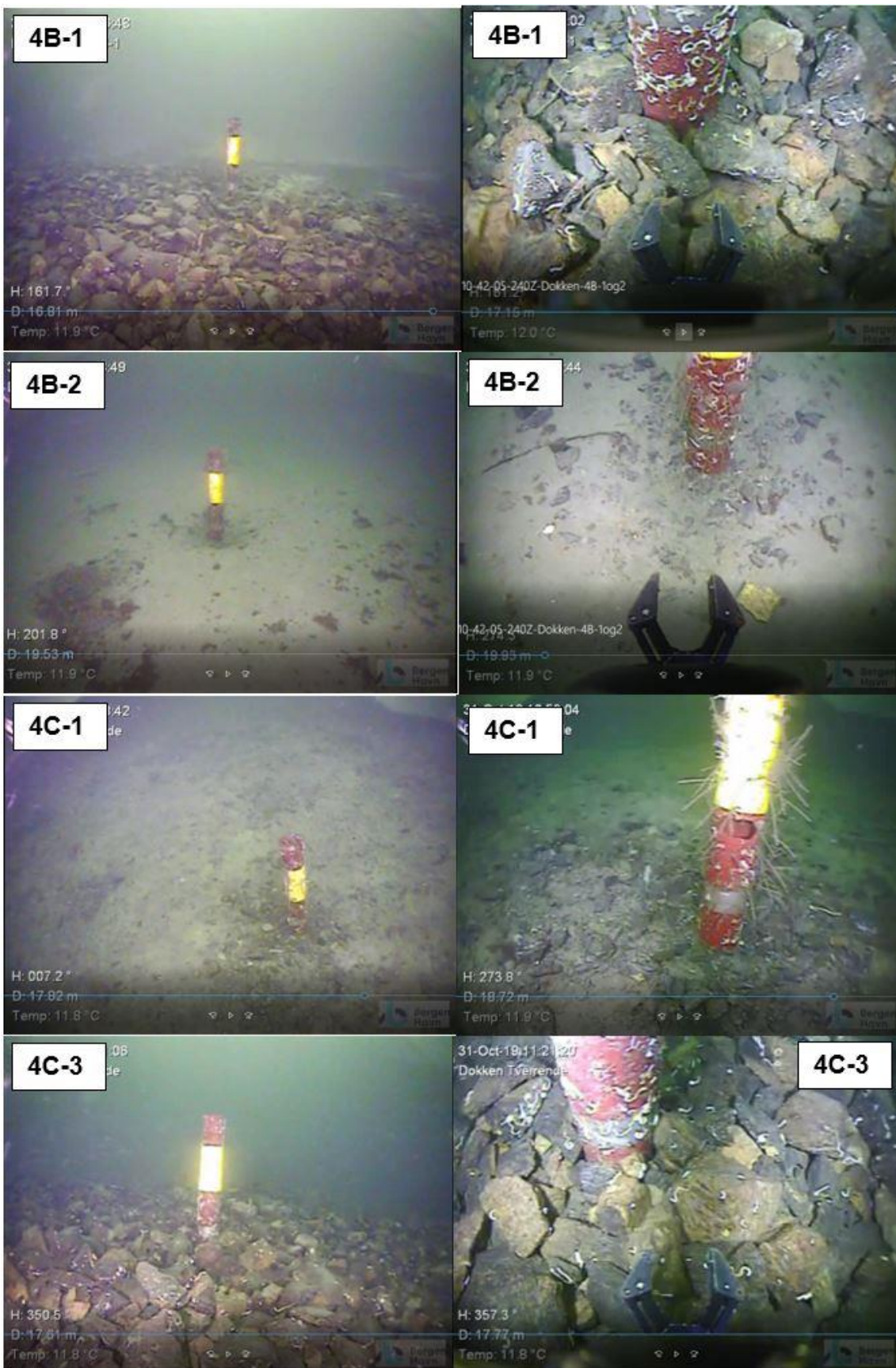
masse over erosjonssikringslaget. Forskjellen i avlesningsresultatene kommer sannsynligvis av en avlesningsfeil i 2018.

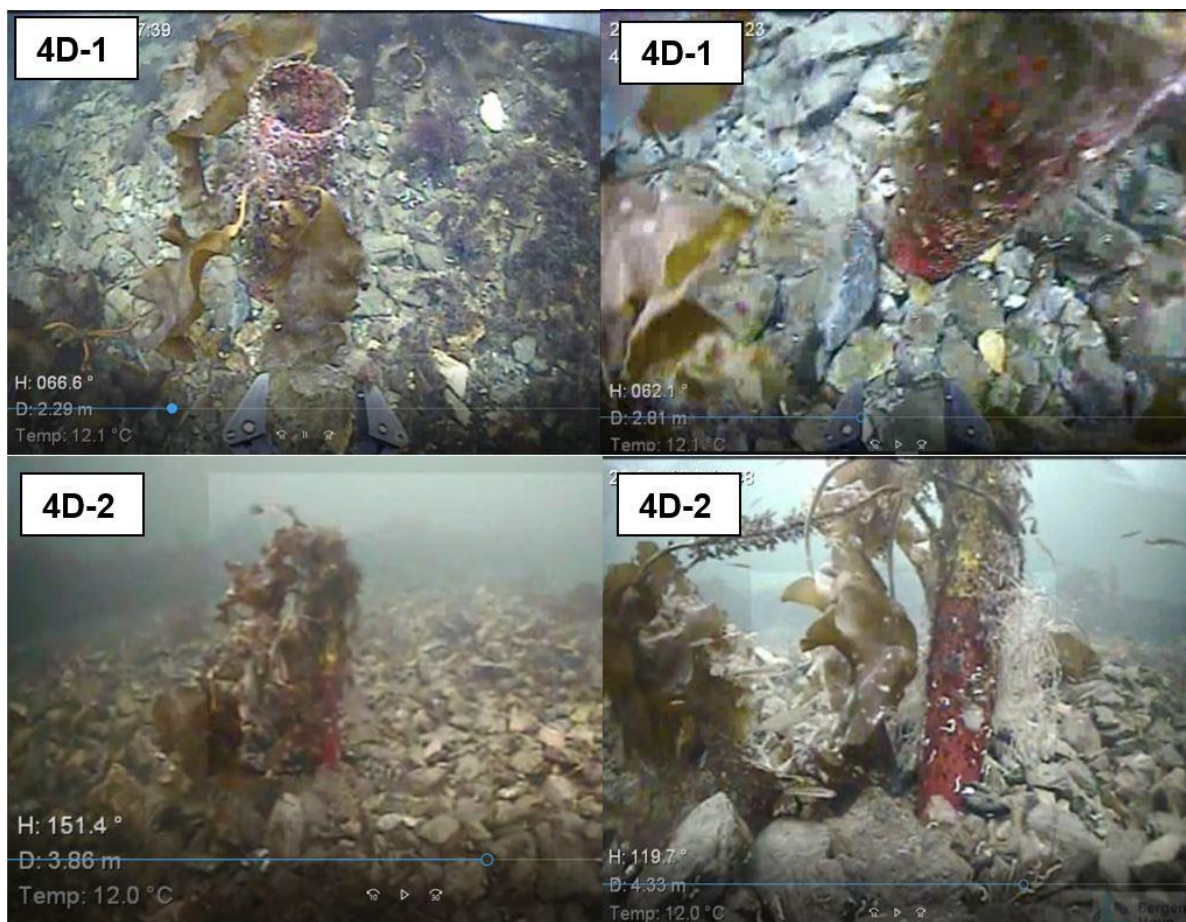
Målepinne 3B-4 ble ikke funnet under 1 årskontrollen. Det var en god del begroing på sjøbunnen i området, noe som vanskeliggjorde søket. De oppgitte koordinatene til denne målepinnen er trolig også unøyaktige, da den oppgitte lokaliteten ble grundig undersøkt uten at målepinnen ble funnet.

Tabell 5 Avlesningsresultater målepinner rett etter tiltaket ble gjennomført i 2018 og under 1 årskontrollen.

Målepinne	Avlest 2018 (etter tiltak) (cm)	Avlest 2019 (1 årskontroll) (cm)	Type masse i overflaten	Merknad
2E-1	45	ca. 50	Erosjonssikring	Står i overgangssone erosjonssikring/ikke erosjonssikring. Erosjonssikring ser intakt ut rundt målepinnen. Noe begroing. Målepinnen står litt skeivt.
3B-2	50	ca. 45	TBM	Begroing på målepinne og ellers på sjøbunnen. Målepinnen står litt skeivt.
3B-4	40	-	Erosjonssikring	Ikke funnet
3D-2	35	ca. 50	Erosjonssikring	Erosjonssikringslaget ser intakt ut, ingen visuelle tegn til erosjon. Lite begroing på målepinne
3D-3	55	55-60	TBM	Lite begroing.
4B-1	30	ca. 35	Erosjonssikring	Unøyaktige koordinater oppgitt i etterkontrollrapport fra 2018. Står i overgangssone mellom erosjonssikring/ikke erosjonssikring på ca. 17 m dybde. Erosjonssikringslaget ser intakt ut rundt målepinnen. Lite begroing på målepinne og i området rundt.
4B-2	40	ca. 40	TBM	Lite begroing på målepinne og i området rundt.
4C-1	40	ca. 40	TBM	Noe begroing på målepinne
4C-3	50	ca. 50	Erosjonssikring	Erosjonssikringslaget ser intakt ut, ingen visuelle tegn til erosjon. Lite begroing på målepinne.
4D-1	50	45-50	Erosjonssikring	Erosjonssikringslaget ser intakt ut, ingen visuelle tegn til erosjon. Begroing på målepinne og noe ellers på sjøbunnen.
4D-2	50	ca. 50	Erosjonssikring	Erosjonssikringslaget ser intakt ut, ingen visuelle tegn til erosjon. Begroing på målepinne og noe ellers på sjøbunnen.





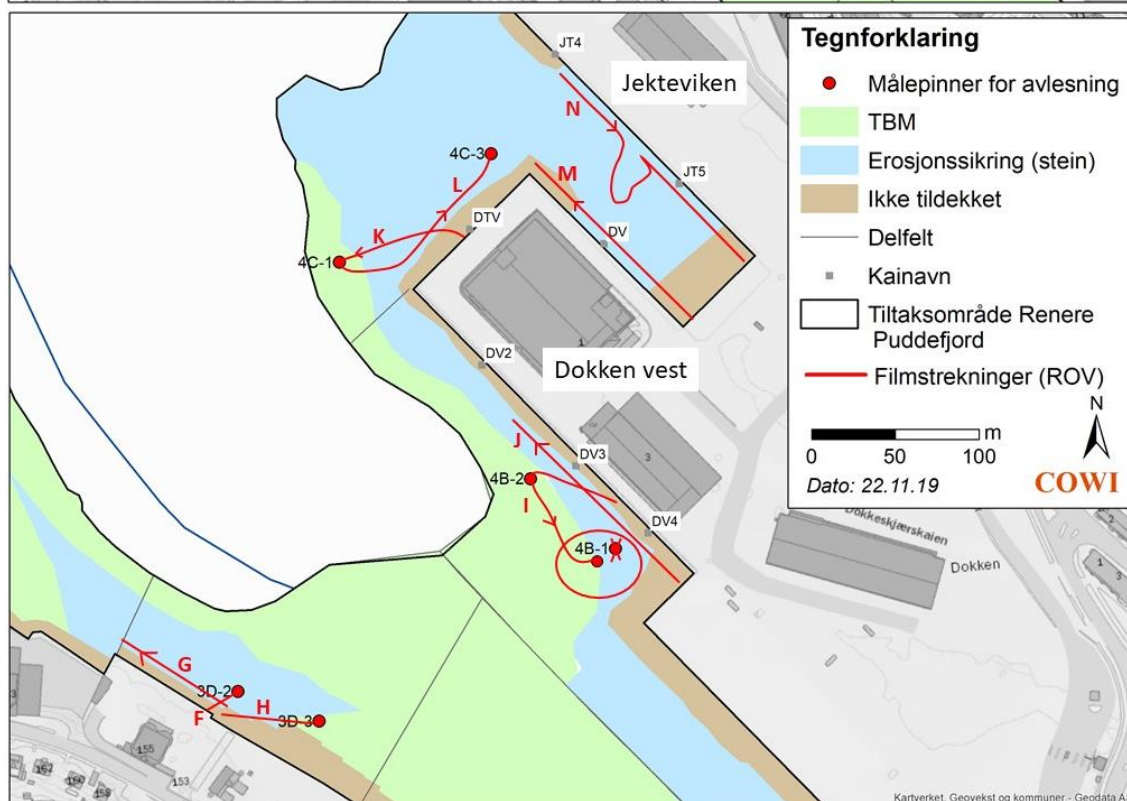
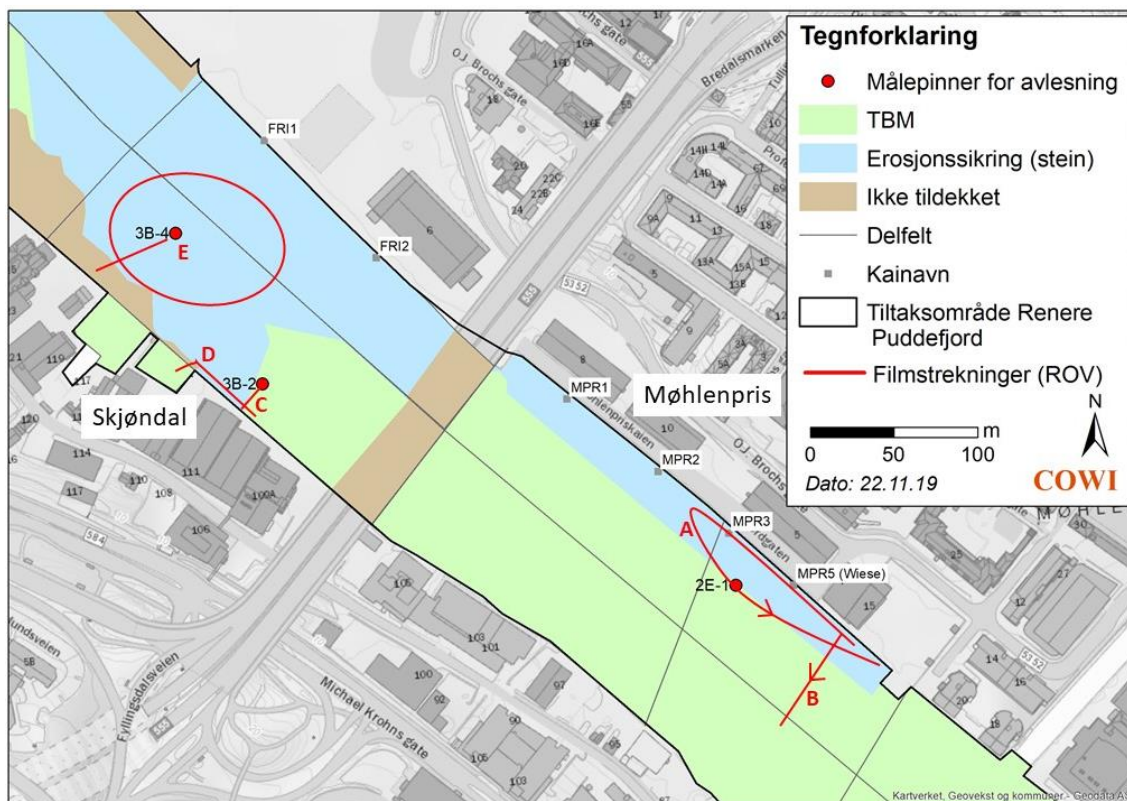


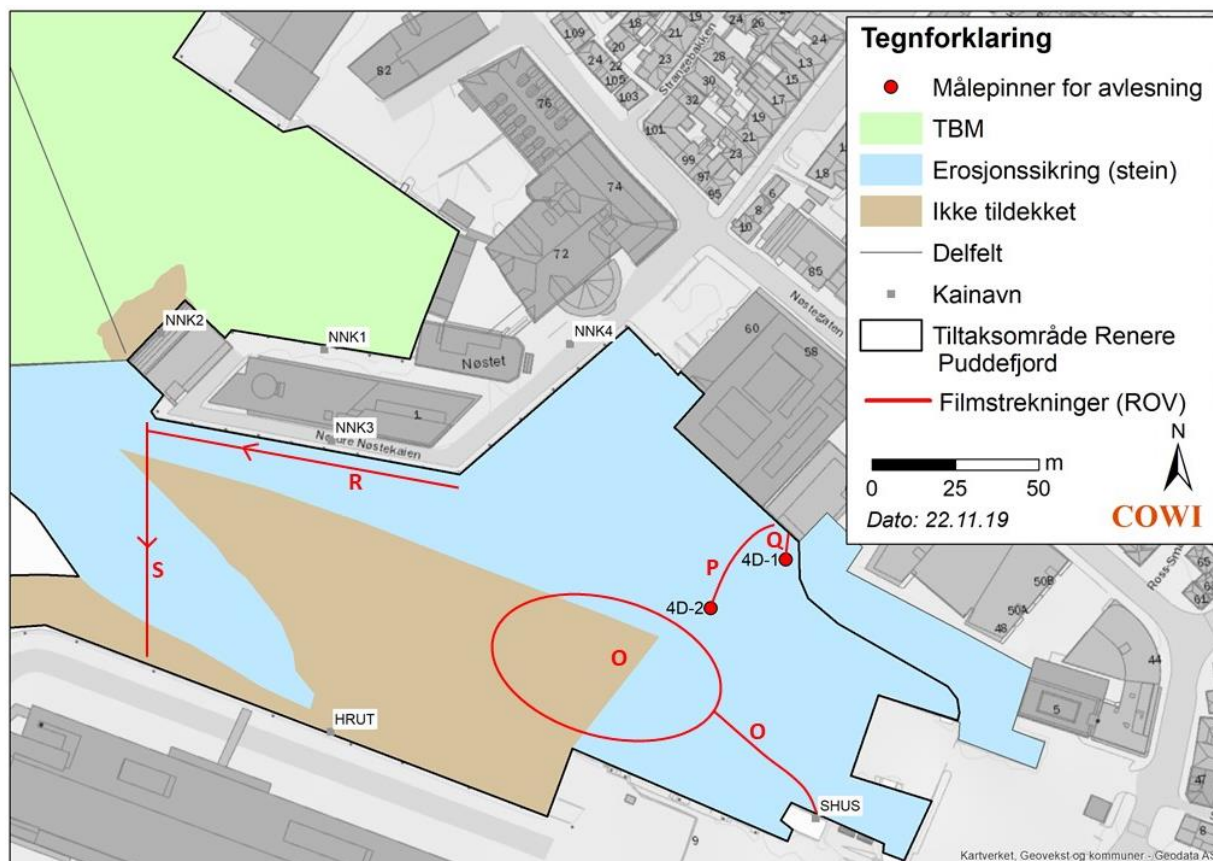
Figur 12 Bilder fra ROV filming av målepinner

#### 4.2.3 Undersøkelse langs kaier og overgangssoner

I tillegg til avlesning av målepinner, ble det filmet med ROV langs kaifronter der man forventer størst erosjon fra propellstrøm. Overgangssoner mellom områder som er erosjonssikret og ikke erosjonssikret ble også undersøkt. Figur 13 viser de totalt 19 strekningene som ble filmet med ROV (markert A-S i Figur 13). Røde linjer viser omtrentlige filmstrekninger, mens røde sirkler indikerer områder der det ble filmet mye frem og tilbake (t.d. for å undersøke overgangssone, etc.).

Figur 14 - Figur 19 viser bilder fra filmingen langs kaifrontene og overgangssonene. Resultatene fra hvert av undersøkelsesområdene (Møhlenpris, Laksevåg v/Skjøndal slipp, Laksevåg v/Norcem, Dokken, Jektevikshopen og Nøstebukten) er diskutert under.





Figur 13 Kartene viser områdene som ble filmet med ROV. Røde linjer viser omtrentlige filmstrekninger (A-S). Røde sirkler indikerer områder der det ble filmet spesielt mye frem og tilbake (t.d. for å lete etter målepinne, undersøke overgangssone).

### Møhlenpris

Det ble gjennomført filming av erosjonssikringslaget fra Wieselageret og et stykke mot nordvest langs Møhlenpris kaien, samt fra Wieselageret og et stykke utover i fjorden (strekning A og B, Figur 13).

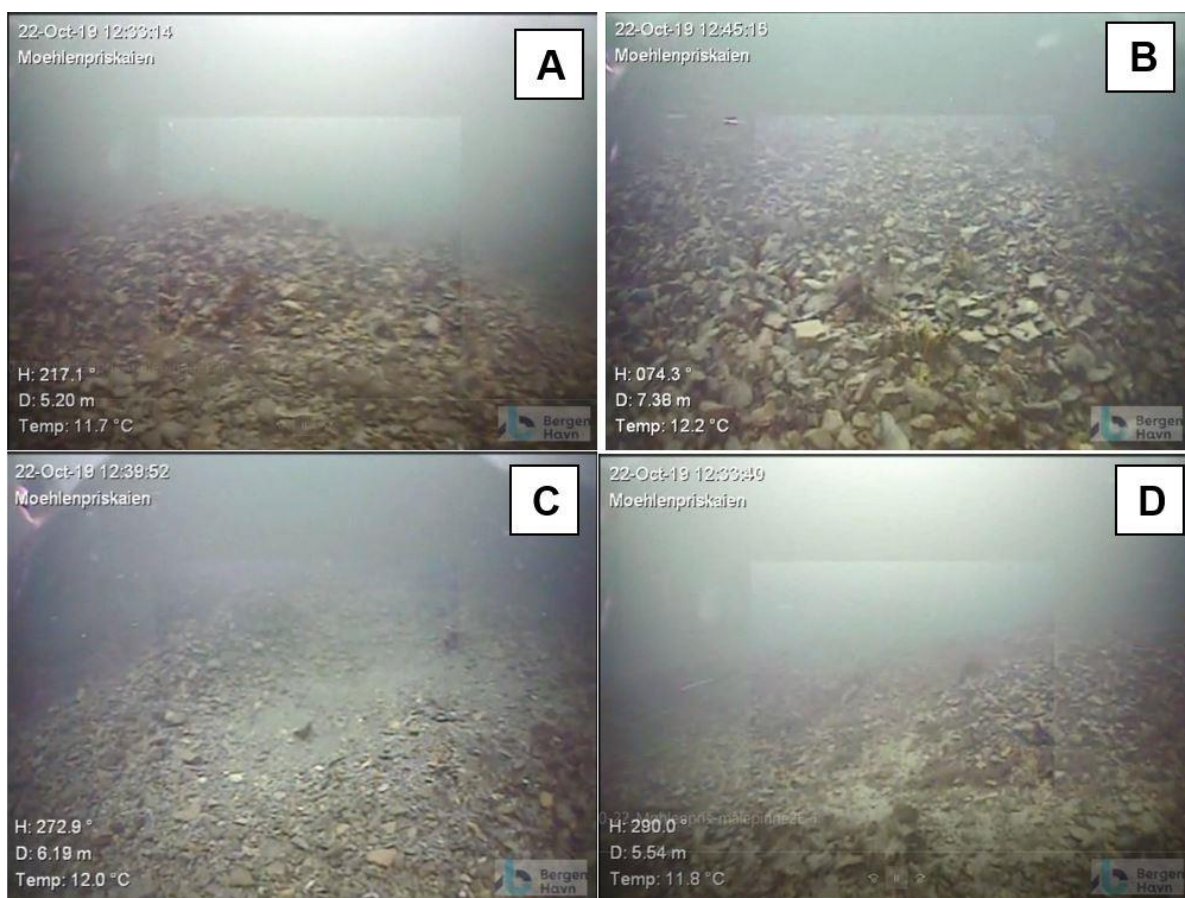
Generelt viser filmene et heldekkende erosjonssikringslag i området. Det ble observert en noe mer ujevn overflate nær Wieselageret (starten av strekning A) (Figur 14A), mens overflaten av erosjonssikringslaget fremstod jevnere lenger mot nordvest langs Møhlenpris kaien (Figur 14B).

Innenfor erosjonssikringslaget ble det i et område ca. 12 m utenfor kaiområdet merket "MPR5 (Wiese)" i Figur 13 observert 2-3 gropene uten erosjonssikringslag der man kan se de underliggende TBM-massene i midten av gropen. Den største gropen har en diameter på ca. 2-3 m (Figur 14C). De observerte gropene er ikke så dype at den opprinnelige sjøbunnen er eksponert. Observasjonene og avstanden fra kaien kan tyde på at det er propellerrosjon som har fjernet erosjonssikringslaget og dermed eksponert TBM-massene.

I området med ujevn overflate nær Wieselageret (starten av strekning A), ble det også observert noe eksponering av TBM-masser mellom haugene (Figur 14D). I motsetning til gropene beskrevet over, er disse områdene delvis tilgrodd. Det er mulig at eksponeringen av TBM-massene i disse områdene kommer av en noe ujevn utlegging av erosjonssikringslaget.

Arealet av gropene/flekkene der TBM-massene er eksponert utgjør en svært liten andel av arealet av de erosjonssikrede områdene.





Figur 14 Bilder fra filming utenfor Møhlenpris kaien og Wieselageret.

### Laksevåg v/Skjøndal slipp

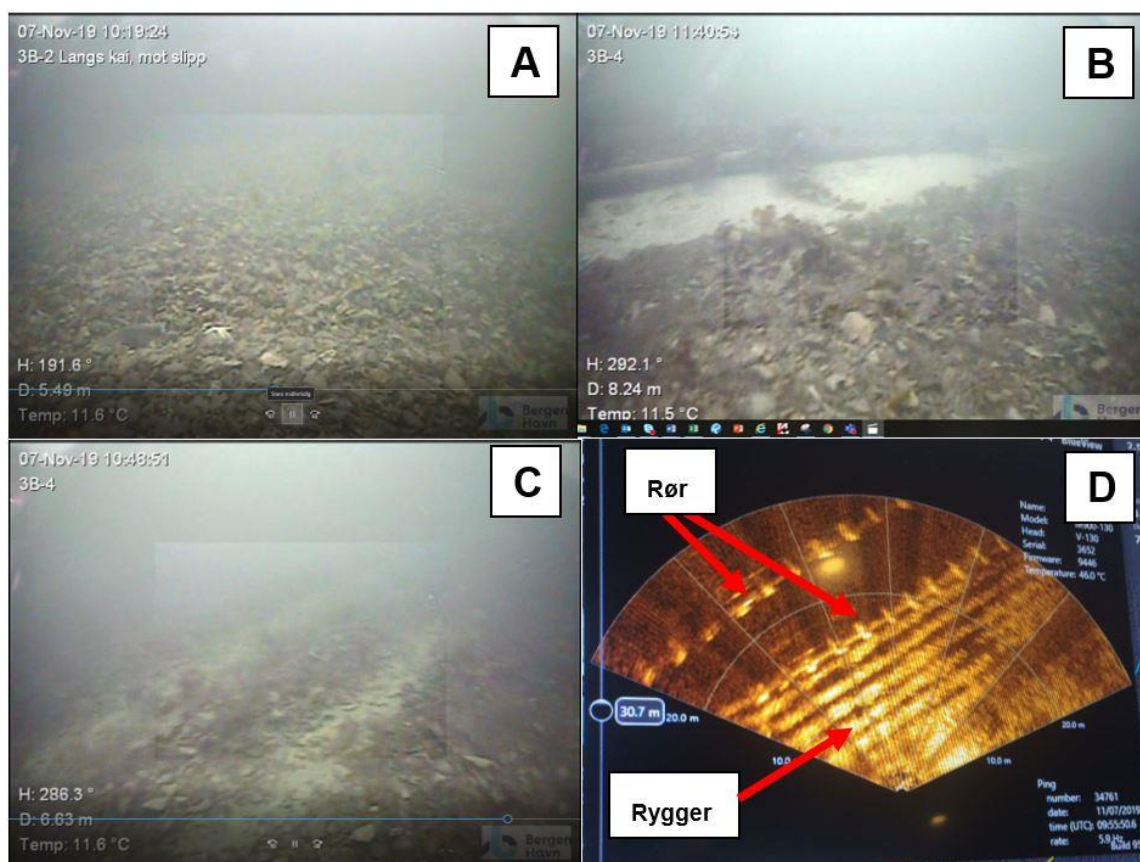
Det ble gjennomført filming langs kaifronten sørøst for Skjøndal slipp, samt i et område nord for slippen (strekning C, D og E, Figur 13).

Filmingen langs kaifronten rett sørøst for slippen viste et heldekkende erosjonssikringslag uten områder med eksponerte TBM-masser (Figur 15A).

Det ble filmet lenge i området markert med E i Figur 13 for å lete etter målepinne 3B-4. Dette gav en god oversikt over erosjonssikringslaget i dette området. I størstedelen av området ble det observert et heldekkende erosjonssikringslag. Det ligger en del rør i området, og på/rundt disse var det ikke erosjonssikret (Figur 15B). Dette er i henhold til prosjekteringen der det var lagt inn at rørene ikke skulle tildekkes.

I deler av området var overflaten preget av et mønster med parallelle rygger med regelmessig avstand (Figur 15C). Dette mønsteret kan også tydelig sees i sonarbildet fra undersøkelsen (Figur 15D). Et tilsvarende mønster ble observert også ved andre lokaliteter som i Nøstebukten og Jektvikshopen, men det var spesielt tydelig i dette området. Det antas at mønsteret oppstår som følge av metoden som ble brukt ved utlegging av massene. I deler av området ble det observert eksponert TBM-masser i forsenkningene mellom ryggene (Figur 15C), noe som tyder på at det ikke ble lagt ut nok

erosjonssikringsmateriale i dette området. Et slikt regelmessig mønster vil ikke oppstå som følge av erosjon, og det antas at det ikke har skjedd erosjon av betydning i dette området.

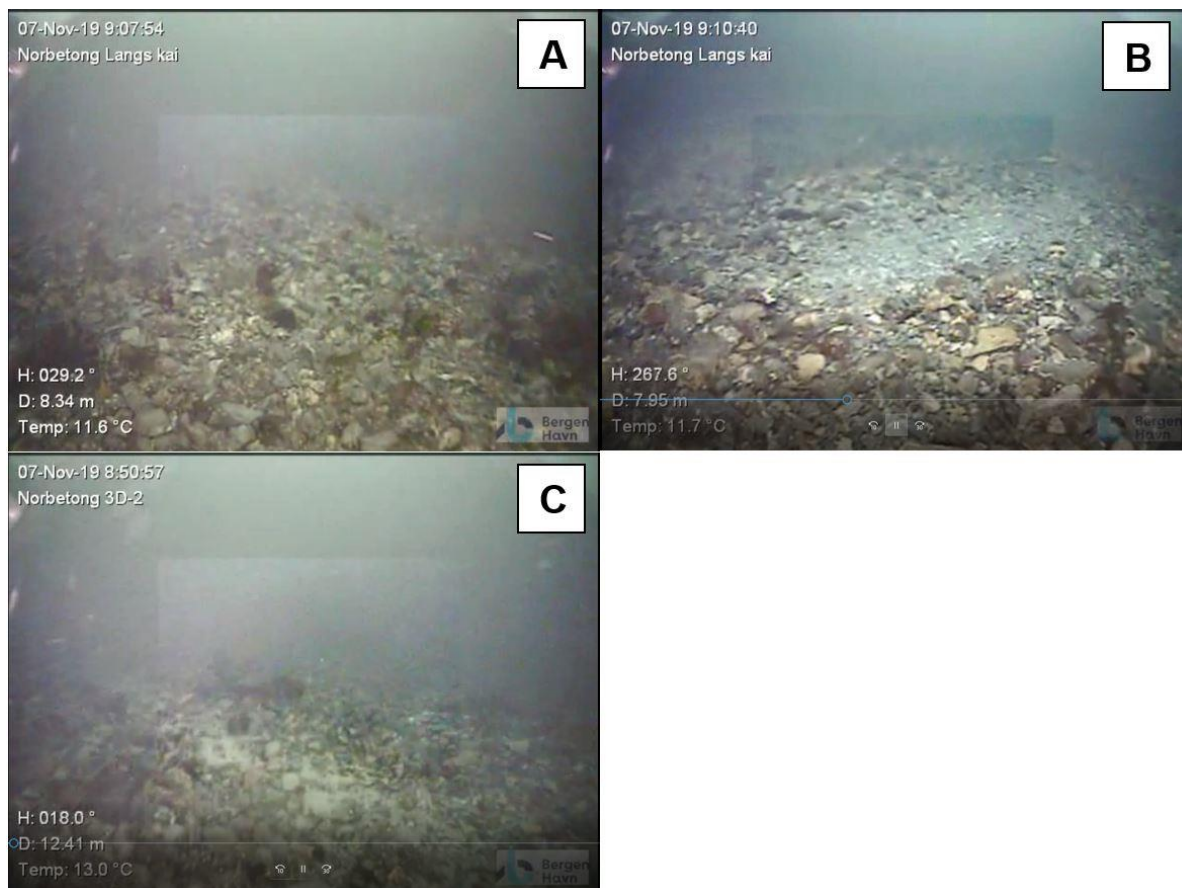


Figur 15 Bilder fra filming sørøst og nord for Skjøndal slipp.

### Laksevåg v/Norcem

I dette området ble det filmet langs kaifronten utenfor Damsgårdsveien 155 og to strekninger ut fra kai mot øst (strekning F, G og H i Figur 13). Det ble generelt påvist et heldekkende erosjonssikringslag i området (Figur 16A), men langs kaifronten ble det registrert en tydelig grop der TBM-massene var synlige (strekning G) (Figur 16B). Det var ingen begroing i gropen, og det antas at propellerrosjon har fjernet erosjonssikringslaget i dette området.

Litt lenger ut fra kaifronten, på strekningen mellom kaien og målepinne 3D-2, ble det også observert noen mindre områder der TBM-massene var synlige (Figur 16C). Disse områdene er delvis begrodd, og det er litt vanskeligere å vurdere årsaken til at erosjonssikringslaget er fraværende her. Det kan være på grunn av en noe svakere propellerrosjon enn i området nærmere kaien, eller det kan være forårsaket av forhold relatert til utleggingen av erosjonssikringsmassene.

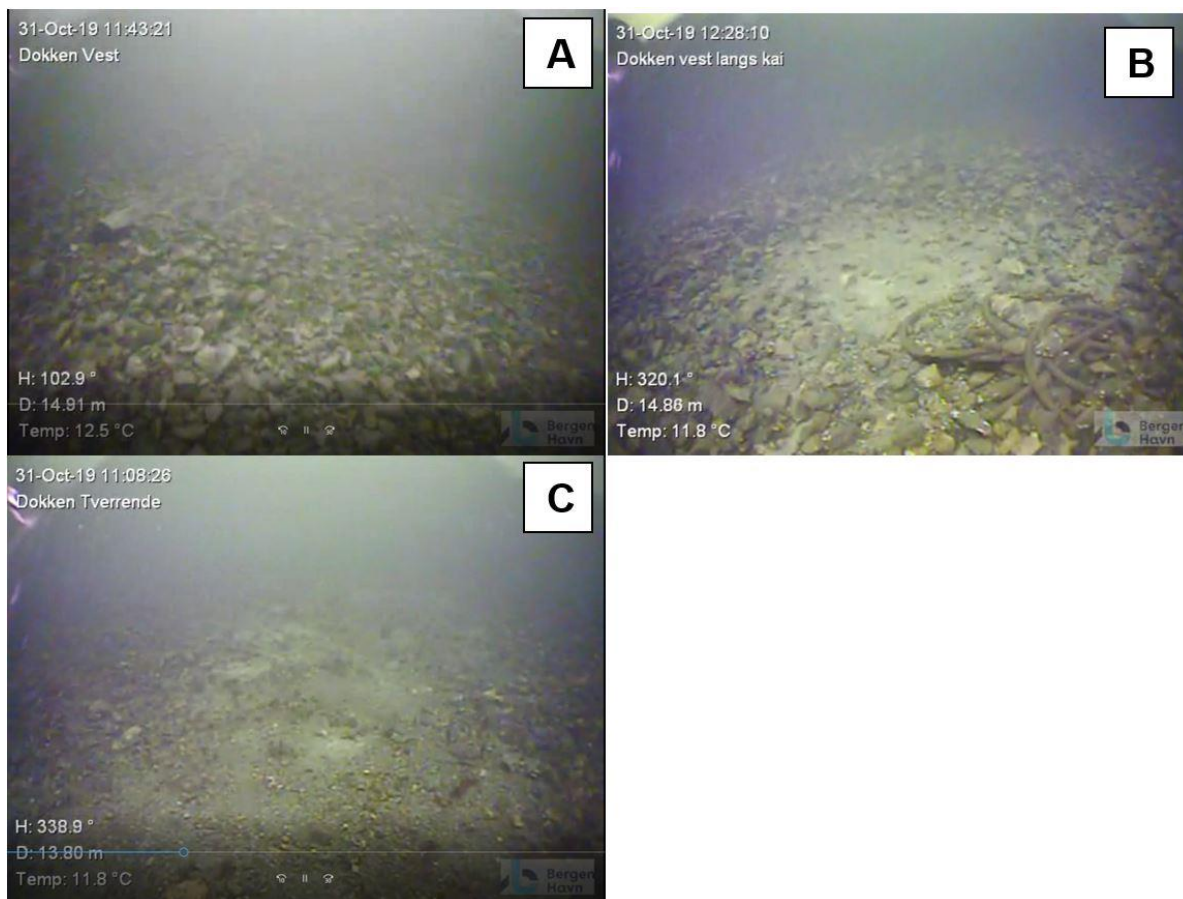


Figur 16 Bilder fra filming på Laksevåg v/Norcem.

### Dokken

Utenfor Dokken Vest ble det filmet langs strekning I og J (Figur 13), og utenfor Dokken tverr-ende ble det filmet langs strekning K og L (Figur 13).

I det erosjonssikrede området ble det registrert et heldekkende steinlag (Figur 17A) med noen få groper med eksponert TBM-masser. Det ble registrert to mindre groper ca. 18 m fra land langs strekning J som trolig er forårsaket av propellerrosjon (utenfor kaien markert med "DV4" i Figur 13) (Figur 17B). Også langs strekning K og L ble det registrert et par områder der TBM-massene var synlige gjennom erosjonssikringslaget (Figur 17C). Disse arealene utgjør en svært liten andel av det erosjonssikrede området.



Figur 17 Bilder fra filming ved Dokken Vest og Dokken tverr-ende.

### Jektevikshopen

Det ble filmet langs kaifronten på både østsiden og vestsiden av Jektevikshopen (strekning M og N i Figur 13). Som del av strekning N ble det også filmet ut mot midten av Jektevikshopen.

Det ble registrert et område i den indre, vestre delen av Jektevikshopen (strekning M) der det ser ut som at erosjonssikringslaget er fraværende (Figur 18A). Siden området ligger nær ytterkanten av området som er erosjonssikret er det imidlertid vanskelig å avgjøre om dette er forårsaket av erosjon eller om kanten på erosjonssikringslaget er noe ujevn. Ellers i Jektevikshopen ble det registrert et heldekkende erosjonstillekkingslag i denne undersøkelsen (Figur 18B).



Figur 18 Bilder fra filming i Jektevikshopen.

### Nøstebukten

I Nøstebukten ble det filmet langs strekning O, P, Q, R og S (Figur 13).

Filmingen viste generelt et heldekkende erosjonssikringslag langs de filmete strekningene (Figur 19A). Unntaket er to groper med eksponert TBM-masser som ble observert langs Nordre Nøstekai, ca. 7 m fra kaifronten og ca. 2-3 m i diameter (strekning R) (Figur 19B). Steinlaget brukt i erosjonssikringen er her tydelig forflyttet og ligger i en rygg rundt gropen, og det antas at det er propellerrosjon som har forårsaket dette.



Figur 19 Bilder fra filming i Nøstebukten.

#### 4.2.4 Vurdering av erosjon i tildekkingslag

Undersøkelsen av potensiell erosjon i tildekkingslaget i Puddefjorden basert på filming med ROV i utvalgte områder 1 år etter tiltaket tyder generelt på at tildekkingslaget fortsatt har den tykkelse som ble registrert rett etter tiltaket i 2018 og at tildekkingslaget dermed fortsatt har den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen.

Avlesningen av målepinnene både i områdene der det kun ble lagt ut TBM-masser og i områdene der det ble lagt et erosjonssikringslag i form av stein over TBM-massene tilsier at det ikke har foregått noe erosjon av betydning i områdene der de undersøkte målepinnene står.

Sentralt i Puddefjorden ble det observert et område der erosjonssikringsmassene ikke er heldekkende og de underliggende TBM-massene er eksponert i ett regelmessig mønster. Det antas at mønsteret er oppstått under utleggingen av massene og at det ikke har skjedd erosjon av betydning i dette området.

Filmingen langs kaifronter i områdene som er vurdert til å være mest utsatt for propellererosjon viser at propellererosjon enkelte steder har forårsaket skade i erosjonssikringen, typisk i form av groper med diameter på 2-3 m. I disse gropene/områdene er erosjonssikringslaget fraværende og TBM-massene er eksponert. Gropene er imidlertid ikke dype, og kun den øverste delen av TBM-massene er så langt eksponert.

Områdene med skader i erosjonssikringen er svært små i forhold til det totale tildekkende og erosjonssikrede arealet i Puddefjorden. Områdene med skader i erosjonssikringen bør imidlertid følges opp over tid for å se om gropene utvikler seg til å bli dypere. Det må i fremtiden gjøres en vurdering av om områdene der propellererosjon har forårsaket skade i erosjonssikringslaget skal tildekkes med grovere masser eller eventuelt betongmadrasser for å hindre videre erosjon i tildekkingslaget.

## 5 Kjemisk tilstand i sjøbunnen

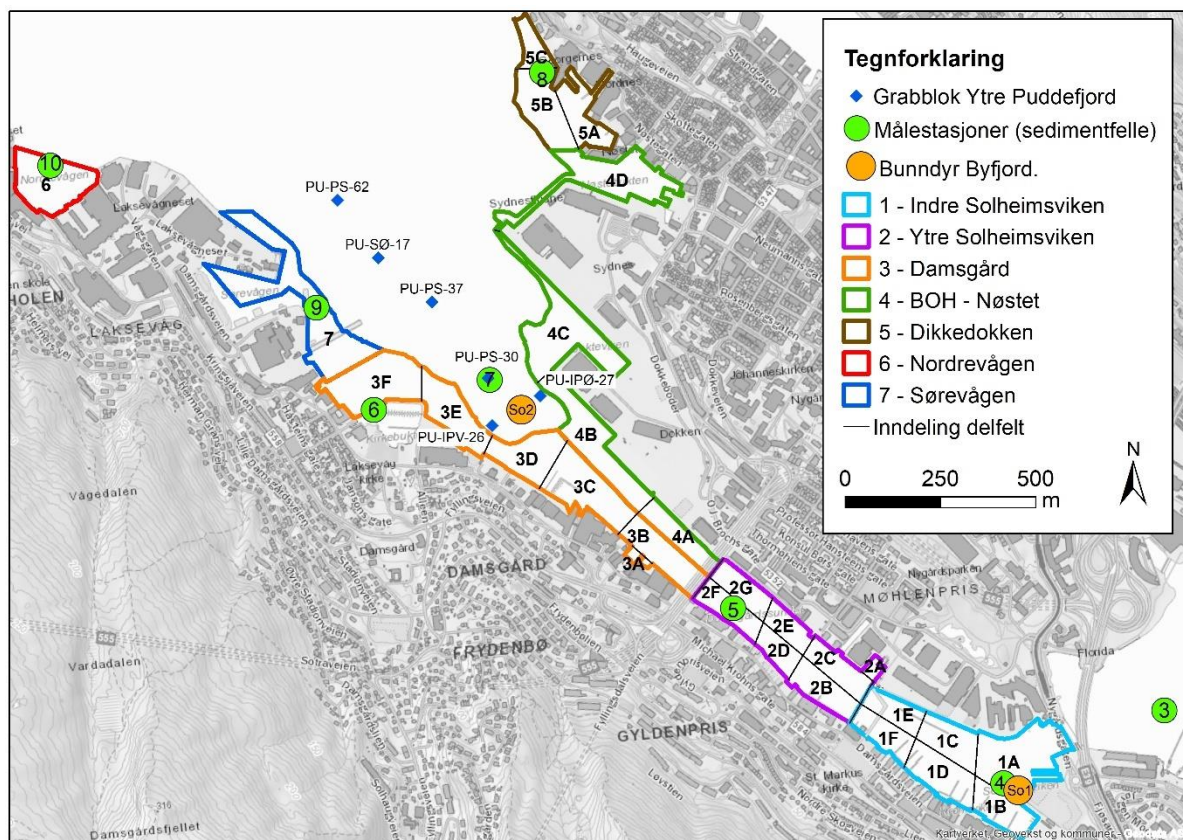
### 5.1 Metode, prøvetaking av sediment

For å undersøke den kjemiske tilstanden til tildekningslaget 1 år etter tiltak, ble det samlet inn sedimentprøver fra sjøbunnen i utvalgte delfelter innenfor tiltaksområdet. Det ble valgt å prøveta de delfeltene som er vurdert til å ha høyest risiko for rekontaminering for å forsøke å identifisere kilder til eventuell ny forurensning på sjøbunnen. Dette gjelder for eksempel delfelter der det finnes COWI overvannsutløp/overløp som kan føre med seg miljøgifter til sjø fra kilder på land. En full prøvetakingsrunde med prøvetaking av sjøbunnen i alle delfelter er planlagt gjennomført 4 år etter tiltak (år 2022).

Figur 20 viser et kart over inndeling av delområdene og delfeltene i Puddefjorden. Under 1-års-kontrollen ble sedimentprøver innhentet fra delfelt 1A, 1B, 1E, 1F, 2A, 2C, 2E, 2F, 3B, 3C, 3E, 3F og 5A. Prøvene ble innhentet ved hjelp av dykkere som tok 4 delprøver av sjøbunnen innenfor hvert av de undersøkte delfeltene. Dykkerne brukte standard plastrør til innsamling av prøvemateriale. De 4 delprøvene fra hvert delfelt ble slått sammen slik at en blandprøve ble analysert fra hvert delfelt. Målet var å ta prøver av de øverste 10 cm av sjøbunnen, men det kan ikke utelukkes at dykkerne ikke klarte å ta prøver av hele dette intervallet.

I delfelt 1A ble de 4 delprøvene tatt konsentrert i nærheten av overvannsutløp. I de andre delfeltene ble delprøvene tatt mer spredt innenfor delfeltet. Nesten hele delområde 4 er erosjonssikret med stein og kan således ikke prøvetas.

De innsamlede sedimentprøvene ble beskrevet med hensyn til kornstørrelse, farge og lukt. Prøvene ble lagret mørkt og kjølig frem til overlevering til laboratorium. Prøvene ble analysert for 8 metaller, PAH-16, PCB-7 og tørrstoff. Analysene ble utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins AS.



Figur 20 Oversikt over tiltaksområdet i Puddefjorden med delområder og delfelter. Under 1-års-kontrollen ble det tatt sedimentprøver fra delfelt 1A, 1B, 1E, 1F, 2A, 2C, 2E, 2F, 3B, 3C, 3E, 3F og 5A. Disse delfeltene ble vurdert til å ha høyest risiko for rekontaminering. Nesten hele delområde 4 er erosjonssikret med stein og kan således ikke prøvetas.



Figur 21 Bilder rør med prøvemateriale fra delfelt 1F (venstre) og opparbeiding av blandprøve fra delfelt 2A (høyre).

I tillegg til sedimentprøvetaking innenfor tiltaksområdet, ble det også tatt sedimentprøver med grabb fra de øverste 10 cm av sjøbunnen i området utenfor tiltaksområdet (blå punkter i Figur 20). Formålet med prøvetakingen i dette området var å undersøke om noe av finstoffet i de rene tildekkingsmassene hadde spredd seg til områdene utenfor tiltaksområdet og således ført til en positiv effekt på miljøtilstanden til sedimentene. Prøvetakingen ble derfor gjennomført ved 6 lokaliteter der det også ble tatt sedimentprøver av de øverste 10 cm av sjøbunnen i forkant av tiltaket. Forurensningsnivået i prøvene tatt før og etter tiltak ved samme lokalitet ble deretter sammenlignet.

## 5.2 Resultater og diskusjon

Analyseresultatene er vurdert og fargelagt etter klassifiseringssystemet for sedimenter gitt i veileder M-608/2016 (Miljødirektoratet, 2016) og veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet, 2018). Veileder M-608/2016 inneholder ikke klassegrenser for sum PAH-16, så disse er hentet fra veileder 02:2018. Referanse til klassifiseringssystem for sedimenter i denne rapporten blir derfor skrevet som M-608/2016 (02:2018). I klassifiseringssystemet for sedimenter representerer klassegrensene en økende grad av skade på organismesamfunnet i sedimentene fra tilstandsklasse 1 (bakgrunnsnivå) til tilstandsklasse 5 (svært dårlig miljøtilstand). Grensene er basert på tilgjengelig informasjon fra laboratorietjenester, risikovurderinger og dossierer om akutt og kronisk toksisitet på organismer. Fullstendige analysebeviser for alle sedimentprøver innhentet i 1-årskontrollen er gitt i vedlegg 1.

Tabell 6 Klassifiseringssystem for sedimenter gitt i veileder M-608/2016 (02:2018)

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
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC <sub>akutt</sub>	Øvre grense: PNEC <sub>akutt</sub> * AF <sup>1)</sup>	

### 5.2.1 Innenfor tiltaksområdet

Sedimentprøvene innhentet i 1-årskontrollen bestod primært av grålig, siltig og sandig materiale med enkelte stein og gruspartikler. Det ble registrert sterk H<sub>2</sub>S lukt fra prøve 1B, og svak H<sub>2</sub>S lukt fra prøve 2A og 2C. Det ble påvist en rekke organismer i prøvene, blant annet larver, børstemark, knivskjell, sjøgress, sjøstjerne, kreps og snegle.

Tabell 7 viser en sammenligning mellom analyseresultatene av sedimentprøvene som ble tatt under 1-årskontrollen i oktober 2019 (merket 2019) og resultatene av prøvene som ble tatt innenfor de samme delfeltene rett etter gjennomført tiltak (merket 2018). Formålet med sammenligningen er å undersøke om miljøtilstanden til den nyetablerte sjøbunnen har endret seg i løpet av det første året etter tiltaket, samt forsøke å identifisere kilder til eventuell ny forurensning på sjøbunnen.

Analyseresultatene viser at konsentrasjonene for de aller fleste miljøgiftene målt i 1-årskontrollen tilsvarer tilstandsklasse 2 ("god") eller tilstandsklasse 1 ("bakgrunn") i henhold til veileder M-608/2016 (02:2018). PCB-7 og PAH-forbindelsen antracen skiller seg ut med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 ("moderat") i flere delfelter. I delfelt 2F er det påvist en kvikksølv-verdi i tilstandsklasse 4 ("dårlig"). Delfelt 2A skiller seg ut med det høyeste forurensningsnivået under 1-års-kontrollen. Både



kobber og tre PAH-forbindelser er her påvist i tilstandsklasse 4, og PCB-7 og flere PAH-forbindelser er påvist i tilstandsklasse 3. I delfelt 2A har det vært utfordringer knyttet til tildekkingen, og det ble gjennomført flere runder med re-tildekking i dette området i etterkant av hovedtiltaket. Det er derfor kun vist resultater fra 1-årskontrollen for dette delfeltet i Tabell 7.

**Tabell 7** Sedimentprøver av øverste 0-10 cm fra tildekkingslaget i Puddefjorden fargelagt etter klassifiseringssystemet for sediment i veileder M-608/2016 (02:2018). Lokalisering av delområder og delfelter er vist i Figur 20. Resultatene merket 2018 er fra prøvene tatt rett etter gjennomført tildekking, og resultatene merket 2019 er fra prøvene tatt under 1-årskontrollen. I delfelt 2A er det gjennomført flere runder med re-tildekking, så her er kun resultatene fra 1-årskontrollen vist.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
---------------	-----------	----------------	--------------	-------------------

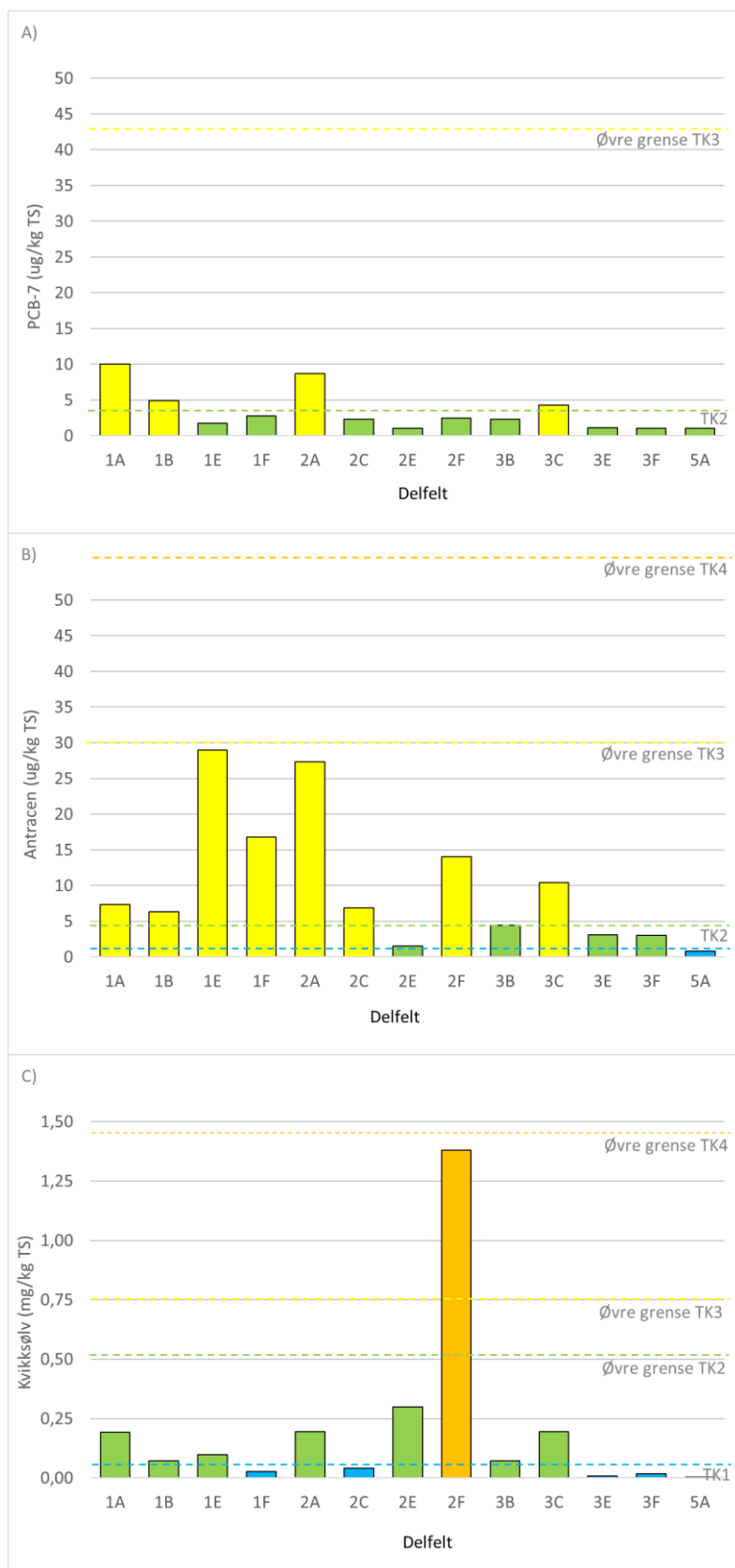
Parameter	Enhet	1A		1B		1E		1F		2A	2C		2E		2F	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Arsen (As)	mg/kg TS	1,0	2,5	1,2	3,7	1,2	1,9	1,4	2	2,4	0,9	2	1,2	1,2	1,3	1,8
Bly (Pb)	mg/kg TS	6,7	14	6,8	12	4,4	18	6,6	9,1	28	4,8	11	5,2	6	6,1	16
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,03	0,1	0,04	0,11	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,03	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03
Kobber (Cu)	mg/kg TS	16,7	40	17,5	46	18,7	27	15,8	34	100	18,3	33	18,8	31	19,8	42
Krom (Cr)	mg/kg TS	6,6	35	10,6	42	16,0	17	12,8	22	24	11,5	27	18,3	26	13,5	16
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,01	0,19	0,01	0,07	0,002	0,10	0,01	0,03	0,20	0,01	0,04	0,002	0,30	0,02	1,38
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	5,4	23	7,7	27	12,5	13	8,9	17	17	8,3	18	13,4	19	9,8	11
Sink (Zn)	mg/kg TS	43,9	110	40,8	75	34,8	77	41,8	80	130	38,0	73	34,3	54	42,3	53
Naftalen	µg/kg TS	0,65	2,75	0,81	3,17	0,35	4,42	0,63	2,03	8,92	0,89	2,55	0,39	0,65	0,37	3,07
Acenaftylen	µg/kg TS	0,32	2,2	0,72	1,93	0,24	5,16	0,60	1,92	9,53	0,94	2,21	0,23	0,54	0,71	3,09
Acenaften	µg/kg TS	0,27	0,88	0,80	1,4	0,34	3,3	0,33	1,18	8,26	0,63	1,93	0,22	0,35	0,90	3,96
Floren	µg/kg TS	0,33	2,14	1,10	2,2	0,34	7,15	0,51	1,85	14,2	0,83	3,3	0,19	0,6	0,95	5,95
Fenantren	µg/kg TS	1,65	23,6	9,93	15,1	1,31	65,8	12,27	14,9	92,3	4,66	28,8	0,74	4,29	5,99	45,3
Antracen	µg/kg TS	0,48	7,3	2,68	6,29	0,22	29,0	0,87	16,8	27,3	1,44	6,8	0,21	1,52	1,82	14,0
Fluoranten	µg/kg TS	5,14	53	17,85	35,3	3,26	157	8,86	38	249	13,37	62,4	1,63	11,3	14,13	87,6
Pyren	µg/kg TS	4,60	49,6	16,86	32	3,29	140	9,74	31,1	248	13,42	46,6	2,26	10,1	14,08	69
Benzo[a]antracen	µg/kg TS	2,91	27,6	8,31	18,7	1,11	64,5	4,12	18,5	143	5,85	23,5	0,85	6,94	6,40	40,3
Krysen	µg/kg TS	3,38	26,9	8,13	15,8	1,88	49,2	4,87	16,7	113	6,80	20	2,02	6,2	7,36	34,4
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	4,41	46,2	7,40	35,6	1,70	75,9	7,31	27,7	213	9,66	34,8	1,74	10,9	10,19	52,9
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	1,81	22,9	4,81	17,5	0,51	36,7	3,25	13,7	96,9	4,11	15,6	0,41	4,89	3,89	26,5
Benzo[a]pyren	µg/kg TS	3,68	35,9	12,54	28,7	1,06	84,3	7,63	24,9	211	10,74	32,9	1,26	9,62	10,90	56,1
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	2,90	20,5	6,79	17,5	1,06	45,6	6,03	13	136	7,59	20,4	0,82	5,53	7,17	32,7
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	0,84	0,84	1,50	5,32	0,28	12,1	0,32	4,37	38,5	0,91	5,73	0,38	1,61	1,58	8,84
Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS	3,75	33,3	8,75	27,6	1,55	57,2	6,05	21,3	158	9,39	26,2	2,16	8,49	9,58	38,4
Sum PAH(16) EPA	µg/kg TS	36,8	356	113,3	264	18,5	838	64,2	248	1770	91,3	334	15,5	83,6	95,9	522
Sum PCB(7)	µg/kg TS	<1	9,98	1,20	4,93	<1	1,77	1,02	2,74	8,65	1,14	2,26	<1	<1	1,63	2,43

Parameter	Enhet	3B		3C		3E		3F		5A	
		2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Arsen (As)	mg/kg TS	2,0	1,5	1,7	4,3	0,9	1,4	1,3	0,99	1,6	1,8
Bly (Pb)	mg/kg TS	9,6	7,4	9,2	22	4,1	4,9	5,0	4,8	4,8	4
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,05	0,04	0,06	0,10	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03
Kobber (Cu)	mg/kg TS	44,3	44	32,3	62	23,8	27	17,3	21	29,3	32
Krom (Cr)	mg/kg TS	25,3	20	29,8	21	19,0	24	11,5	14	40,0	35
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,03	0,07	0,04	0,19	0,005	0,01	0,002	0,02	0,003	0,002
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	17,8	17	20,8	14	14,3	18	9,3	12	28,0	22
Sink (Zn)	mg/kg TS	60,0	81	55,8	120	42,8	66	46,8	62	36,0	40
Naftalen	µg/kg TS	2,86	2,09	1,95	6,39	0,39	0,77	0,10	0,57	0,57	0,59
Acenaftalen	µg/kg TS	4,91	2,05	2,13	5,1	0,47	1,4	0,44	0,9	0,29	0,42
Acenaften	µg/kg TS	2,96	1,12	0,70	2,69	0,58	0,24	0,28	0,2	0,14	0,2
Fluoren	µg/kg TS	3,48	1,97	1,81	4,83	0,69	0,56	0,34	0,41	0,43	0,47
Fenantren	µg/kg TS	21,63	15,3	10,29	30,1	10,01	4,09	1,02	2,62	3,03	2,99
Antracen	µg/kg TS	6,71	4,41	3,01	10,4	1,37	3,11	0,34	2,97	1,07	0,82
Fluoranten	µg/kg TS	56,40	37,4	24,26	75,2	26,10	17,2	2,74	8,67	9,72	5,91
Pyren	µg/kg TS	52,33	32,2	23,09	65,5	17,65	13,8	2,82	6,52	6,51	4,66
Benzo[a]antracen	µg/kg TS	26,18	18,2	10,16	43,6	8,98	10	0,94	4,83	3,72	3,26
Krysen	µg/kg TS	25,83	15,8	11,29	32,9	10,78	8,35	1,32	4,02	6,01	2,82
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	35,03	29,5	15,54	53,6	10,57	11,6	1,39	6,82	5,84	4,59
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	13,27	13,8	5,74	25,6	4,62	5,95	0,37	3,73	1,34	2,61
Benzo[a]pyren	µg/kg TS	34,78	28,6	16,09	51,7	9,32	11,5	1,11	6,45	5,50	4,42
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	23,83	16,8	8,88	24,5	5,15	5,52	0,78	2,98	3,03	1,99
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	5,22	5,05	5,88	10,8	1,57	1,84	0,29	1,19	1,08	0,71
Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS	27,70	24,9	20,12	53,8	7,22	9,11	1,70	7,01	5,67	4,41
Sum PAH(16) EPA	µg/kg TS	343,0	249	158,5	497	115,7	105	15,9	59,9	53,8	40,9
Sum PCB(7)	µg/kg TS	5,12	2,27	1,67	4,28	<1	1,1	1,03	<1	<1	<1

I henhold til miljømålene for tiltaket i Puddefjorden skal ikke innholdet av tungmetaller, sum PAH-16 og sum PCB-7 i de øverste 10 cm av ny sjøbunn overskride øvre grense for tilstandsklasse 3. Konsentrasjonene for de aller fleste miljøgiftene i 1-årskontrollen tilsvarer tilstandsklasse 2 eller 1 og ligger således godt under miljømålet. Et av stoffene som skiller seg ut med noe høyere konsentrasjoner er PCB som er påvist i tilstandsklasse 3 i flere av delfeltene. Figur 22 viser imidlertid at PCB kun er påvist i den nedre delen av tilstandsklasse 3. Den høyeste målte PCB-verdien i undersøkelsen er på 9,98 µg/kg, og øvre grense for tilstandsklasse 3 for PCB i henhold til veileder M-608 (02:2018) er 43 µg/kg. PCB-konsentrasjonene fra 1-årskontrollen ligger således godt under miljømålet for tiltaket.

PAH-forbindelsen antracen er også målt i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 i flere av delfeltene. Tilstandsklasse 3 for antracen tilsvarer konsentrasjoner mellom 4,6 og 30 µg/kg (M-608/2016 og 02:2018), og Figur 22 viser at det for antracen er påvist konsentrasjoner både i den midtre og øvre delen av dette intervallet. Det er ikke gitt miljømål for hver enkelt PAH-forbindelse, - kun for summen av 16 PAH-forbindelser (sum PAH-16). Alle verdier for sum PAH-16 under 1-årskontrollen tilsvarer tilstandsklasse 2 eller 1, og sum PAH-16 ligger således godt under miljømålet i hele tiltaksområdet. Det er imidlertid ikke usannsynlig at konsentrasjonene av antracen kan overstige tilstandsklasse 3 flere steder i løpet av de nærmeste årene.

Generelt er det påvist relativt lave konsentrasjoner av kvikksølv tilsvarende tilstandsklasse 2 eller 1, dvs. godt under miljømålet for tiltaket (Figur 22). Unntaket er kvikksølv-prøven i delfelt 2F som overskrider miljømålet for tiltaket med en konsentrasjon tilsvarende tilstandsklasse 4.



Figur 22 Konsentrasjoner av a) sum PCB-7, b) PAH-forbindelsen antracene og c) kvikksølv i prøver tatt fra de utvalgte delfeltene under 1-årskontrollen. Stiplede linjer viser øvre grense for tilstandsklasse 1, 2, 3 og 4 i henhold til klassifiseringssystemet gitt i veileder M-608/2016 (02:2018). Tilstandsklasse 1 eksisterer ikke for PCB

I delfelt 2A viser resultatene fra 1-årskontrollen av sjøbunnen at miljømålet overskrides for kobber som er påvist i tilstandsklasse 4 (Tabell 7). I tillegg ble PAH-forbindelsene benzo(b)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren og benzo(ghi)perylene påvist i tilstandsklasse 4. Miljømålet for tiltaket er imidlertid gitt for sum PAH-16 og ikke for enkelt PAH-forbindelser. Konsentrasjonen av sum PAH-16 i dette delfeltet ligger godt under miljømålet. Det bør likevel gjøres en oppfølging av dette delfeltet for å finne kilden til de forhøyde konsentrasjonene av enkelt PAH-forbindelser og kobber.

Delfelt 2A omfatter det tidligere slipp-området ved Marineholmen der det i dag er anlagt en badestrand. Målinger av badevannskvaliteten i delfelt 2A, der man måler på TKB (termostabile koliforme bakterier), viser at det er stabil god badevannskvalitet i området (Marineholmen, 2020). En strand representerer en overgangssone mellom land og sjø, og bruksmessig kan den sammenlignes med for eksempel lekeplasser og parkområder. Dersom man klassifiserer resultatene fra 1-årskontrollen i delfelt 2A etter helsebaserte tilstandsklasser i Miljødirektorats veileder TA-2553/2009, som benyttes for å gi føringer for hvilke nivåer som ut fra en *helsevurdering* kan aksepteres av miljøgifter i jord ved forskjellig arealbruk, så havner alle miljøgiftene det er oppgitt tilstandsklasser for innenfor tilstandsklasse 2 "god" eller 1 "bakgrunn". Det vil si at i henhold til dette klassifiseringssystemet er forurensningsnivået i massene akseptabelt for områder som benyttes som lekeplasser, parkområder og boligområder.

Etter prøvetakingen av delfelt 2A under 1-årskontrollen i oktober 2019, er det fylt på med 350 tonn skjellsand i den indre delen av delfeltet, og grunneier planlegger for ytterligere tiltak for å styrke isoleringen av forurensningen i sjøbunnen. Ny prøvetaking vil avklare effekten disse tiltakene har hatt på forurensningen.

En sammenligning mellom resultatene for 2019 og 2018 viser at det har skjedd en moderat økning i miljøgiftkonsentrasjonen i sjøbunnen i de fleste av de undersøkte delfeltene i løpet av året etter tildekkingen (Tabell 7). Økningen i miljøgiftkonsentrasjonene er registrert i delfelt 1A, 1B, 1E, 1F, 2C, 2E og 2F (alle innenfor Puddefjordsbroen), samt i delfelt 3C og 3F. I delfelt 3B, 3E og 5A er det relativt like konsentrasjoner av miljøgifter i 2018 og 2019.

Siden undersøkelsen av tildekkingslaget tyder på at laget fortsatt har den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen, må økningen i miljøgiftkonsentrasjoner ha opphav i andre kilder enn den opprinnelige sjøbunnen innenfor det tildekkede området (med mulig unntak av delfelt 2A der det har vært utfordringer i forbindelse med tildekkingen). Potensielle kilder til rekontaminering av tildekkingslaget er avrenning/utslipp fra land (overvann eller avløpsvann som går i overløp), forurenset sjøbunn i områder der det ikke er gjennomført tiltak (Store Lungegårdsvann, ytre del av Puddefjorden og et smalt belte rett under Puddefjordsbroen), samt båt- og havneaktiviteten i Puddefjorden. I tillegg kan det ikke utelukkes mindre bidrag fra atmosfærisk nedfall eller tilsig av forurensning via grunnvannet fra eventuell forurenset grunn rundt Puddefjorden.

Miljøgiftkonsentrasjonene i tildekkingslaget er fortsatt relativt lave, og det er dermed utfordrende å skille mellom rekontamineringsbidrag fra forskjellige kilder. Basert på tidligere undersøkelser av miljøgiftkonsentrasjoner i overvann og sandfangsedimenter antas det at avrenning/utslipp fra land er en av kildene med størst potensiale til å rekontaminere den nyetablerte sjøbunnen. Målinger av miljøgifter i ufiltrerte overvannsprøver i sentrumsområdene i Bergen og i andre byer (COWI, 2019d) (VA-miljøblad, 2015) viser høye konsentrasjoner av blant annet sink, kobber og PAH-forbindelser. Også avløpsvann som går i overløp inneholder miljøgifter i samme størrelsesorden som overvann (VA-miljøblad, 2015), men mengden avløpsvann som går i overløp er generelt mindre enn mengden overvann som tilføres sjø. Analyse av sandfangsedimenter som blir holdt tilbake i overvannssystemet i området rundt Puddefjorden og andre deler av Bergen har påvist konsentrasjoner av PCB tilsvarende tilstandsklasse 3 - 5 i de fleste sandfangene (COWI, 2017b) (COWI, 2019d). Det er også påvist

konsentrasjoner av PAH-16, kobber, sink tilsvarende tilstandsklasse 3 eller høyere i mange av sandfangene, mens de andre metallene typisk er påvist i tilstandsklasse 2 eller 1. Sandfangsediment representerer sedimenterte partikler som er vasket med overvann i det lokale nedslagsfeltet som drenerer mot de ulike kummene. Prøvene indikerer hvilke miljøgifter som er i omløp og representerer det som fjernes i sandfangene som fungerer som små renseanlegg for partikkelbundet forurensning. Sandfangenes renseeffekt avtar imidlertid ved fyllingsgrad over 50% da partiklene lettere kan vaskes ut av kummene og føres til sjø med overvannet. En kartlegging av fyllingsgrad i sandfang rundt Puddefjorden i 2017 viste at fyllingsgraden i mer enn halvparten av sandfangene oversteg 50 % (COWI, 2017b).

Det finnes en rekke utslippspunkt for overvann og overløp for avløpsvann innenfor tiltaksområdet, særlig innenfor Puddefjordsbroen (Figur 3). I delfelt 1A i Solheimsviken finnes det et større overvannsutslipp/overløp, og under 1-årskontrollen ble alle delprøvene i delfeltet tatt konsentrert rundt dette utslippspunktet. Analyseresultatene for denne prøven viser en generell økning i konsentrasjonene av både PCB, PAH-forbindelser og metaller sammenlignet med resultatene fra delfelt 1A i 2018, og prøven har den høyeste registrerte PCB-konsentrasjonen på 9,98 µg/kg (tilstandsklasse 3) i 1-årskontrollen. Til sammenligning ble det ikke påvist PCB i dette delfeltet rett etter tildekking i 2018. I de andre delfeltene ble de 4 delprøvene tatt spredt utover hvert delfelt, og også i flere av disse feltene ble det registrert en økning i miljøgiftkonsentrasjonene. Avrenning/utslipp fra land som føres til sjø kan spre seg utover avhengig av faktorer som strømforhold, mengde overvann, etc. og således forårsake økte miljøgiftkonsentrasjoner over et større område. Avrenning/utslipp fra land via de mange utslippspunktene i Puddefjorden er trolig en viktig kilde til rekontaminering av tildekkingslaget i Puddefjorden.

Oppfølging av en rekke testfelter i Kirkebukten og Store Lungegårdsvann som ble tildekket med rene masser i henholdsvis 2011 (COWI, 2020) og 2017 (COWI, 2019e) viser at særlig områdene nær ytterkantene av testfeltene ble rekontaminert i årene etter tildekkingen på grunn av tilførsel av forurensede partikler fra den omkringliggende sjøbunnen der det ikke var gjennomført tiltak. En slik trend er ikke påvist i sedimentresultatene fra 1-årskontrollen av tildekkingslaget i Puddefjorden. Testfeltene i Kirkebukten og Store Lungegårdsvann er lokalisert i relativt grunne områder (grunnere enn 15 m dybde) der potensialet for oppvirvling av forurensede partikler på grunn av blant annet båttrafikk er større enn i dypere liggende områder. I Puddefjorden er det tildekket ned til ca. 25 m dybde, så faren for oppvirvling av partikler fra det utildekkede, dypere liggende området utenfor tiltaksområdet er mindre enn i grunnere områder. Man kan imidlertid ikke utelukke at bunnstrøm fører til oppvirvling av forurensede partikler og transport av disse innover tiltaksområdet. Det samme gjelder på den andre siden av tiltaksområdet der sjøbunnen i Store Lungegårdsvann har et høyt forurensningsnivå. Sjøbunnen rett under Puddefjordsbroen er heller ikke tildekket på grunn av det høye antallet kabler i dette området.

I forundersøkelsen av spredning av miljøgifter i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann, som ble gjennomført før tiltaket i Puddefjorden (COWI, 2017), ble kvikksølv benyttet som indikator på oppvirvling av sediment fra sjøbunnen. Grunnen til dette er at den opprinnelige sjøbunnen i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann er sterkt forurensset av kvikksølv tilsvarende tilstandsklasse 4 eller 5, mens konsentrasjoner av kvikksølv i sandfangsedimenter som er holdt tilbake i overvannsystemet tilsvarer tilstandsklasse 1 eller 2. Sjøbunnen i Store Lungegårdsvann og det utildekkede området utenfor tiltaksområdet inneholder fremdeles høye konsentrasjoner av kvikksølv, og en eventuell påvisning av høye konsentrasjoner av kvikksølv innenfor tiltaksområdet vil dermed indikere spredning av forurensede partikler fra sjøbunnen utenfor tiltaksområdet. Resultatene i Tabell 7 viser at det er skjedd en økning av kvikksølv-konsentrasjonene i de fleste delfeltene i året etter tildekking. Men med unntak av delfelt 2F, der kvikksølv-konsentrasjonen tilsvarer tilstandsklasse 4, er

det kun målt kvikksølv i nivåer tilsvarende tilstandsklasse 2 og 1 under 1-årskontrollen. Basert på kvikksølv-nivået som er målt under 1-årskontrollen kan derfor ikke kvikksølv benyttes som indikator på spredning av forurensede partikler fra sjøbunnen utenfor tiltaksområdet siden den påviste økningen av kvikksølv-forurensning også kan ha sitt opphav i tilførsel av kvikksølv til sjø med overvann. Dersom kvikksølv-nivåene i tiltaksområdet i tiden fremover øker til konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 og høyere, vil dette imidlertid indikere en tilførsel av forurensning fra de utenforliggende sjøområdene. Basert på sedimentresultatene alene kan man foreløpig ikke si noe om omfanget av en eventuell spredning av forurensede partikler innover tiltaksområdet fra omkringliggende, utildekket sjøbunn.

Delfelt 2F, der det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse 4, er lokalisert omtrent midt i tiltaksområdet. Det er derfor lite trolig at tilførsel av forurensning fra sjøområdene utenfor tiltaksområdet skulle medføre en så høy konsentrasjon i dette delfeltet. En mulig kilde til forurensningen kan imidlertid være det utildekkede beltet rett under den nærliggende Puddefjordsbroen. Puddefjorden er et aktivt havneområde og noe forurensning til sjø kan også påregnes i forbindelse med båttrafikk til og fra større og mindre kaianlegg, potensielt søl ved fylling av drivstoff, lasting og lossing, etc. I den neste prøvetakingsrunden bør delfelt 2F følges opp spesielt for å undersøke om det høye kvikksølv-nivået er reelt, og i så fall hva som kan være kilden til forurensningen.

Sedimentprøvene i 1-årskontrollen ble innhentet ved hjelp av dykkere som brukte plastrør for å samle prøvematerialet. Målet var å ta prøver av de øverste 10 cm av sjøbunnen som er standard for prøvetaking av sjøsedimenter (M-409/2015). TBM-massene er imidlertid relativt kompakte med en del stein, og det kan derfor ikke utelukkes at dykkerne ikke klarte å ta prøver av hele dette intervallet enkelte steder. Nytilført forurensning vil legge seg på toppen av det rene tildekkingslaget. En prøve tatt av f.eks. de øverste 5-6 cm av sjøbunnen vil dermed ha høyere miljøgiftkonsentrasjoner enn en prøve tatt av de øverste 10 cm av sjøbunnen samme sted. Enkelte prøver fra 1-årskontrollen viser noe høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn forventet 1 år etter tiltak, og det kan ikke utelukkes at dette kan være en overestimert av miljøgiftkonsentrasjonene i sjøbunnen dersom prøvedypet har vært mindre enn 10 cm. Det kan gjøres en vurdering av om der er en feilkilde av betydning relatert til prøvetakingen ved å gjennomføre oppfølgende prøvetaking av sjøbunnen i Puddefjorden der man analyserer miljøgiftkonsentrasjonen i forskjellige dybdeintervaller.

## 5.2.2 Utenfor tiltaksområdet

Tabell 8 viser analyseresultatene av sedimentprøvene som ble tatt med grabb fra de øverste 10 cm av sjøbunnen i området rett utenfor tildekkingsområdet før og etter tiltak. Prøvetakingen ble utført i desember 2018. Bilder fra prøvetakingen er vist i Figur 23, og prøvelokalitetene er vist i Figur 20 og Figur 23.

Observasjonene under prøvetakingen viser at prøvene hadde et lag med finkornet, lyst sediment øverst. Det finkornede laget har en tykkelse på 5-6 cm ved de innerste prøvelokalitetene nærmest tiltaksområdet og blir gradvis tynnere etter lenger fra tiltaksområdet prøvene ble tatt. Topplaget er høyst sannsynlig finstoff fra TBM-massene som under tildekking i tiltaksområdet har spredt seg utover i Puddefjorden og lagt seg over den opprinnelige mørke sjøbunnen. Ved det ytterste prøvepunktet ble det finkornede laget ikke observert, og grabbprøven tatt ved denne lokaliteten ble derfor ikke analysert (lokalitet PU-PS-62 i Figur 23).

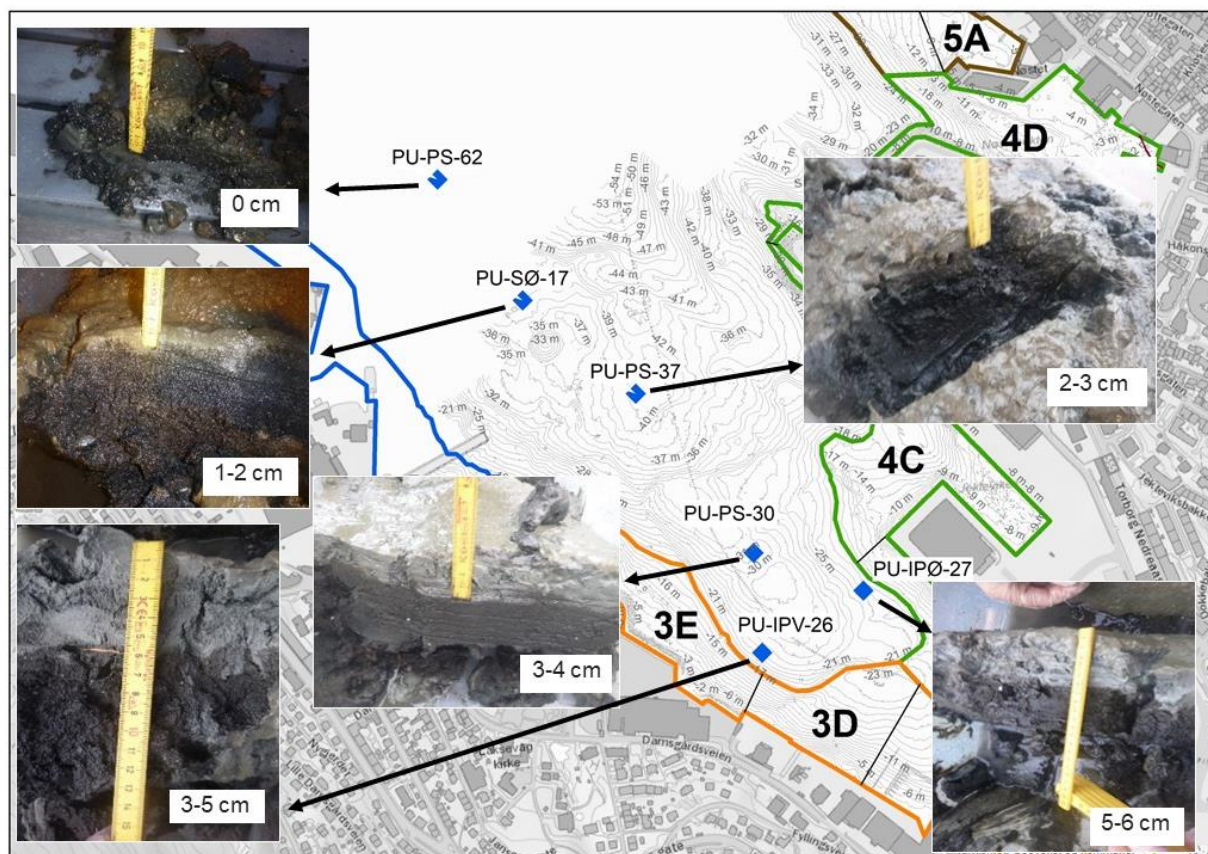
En sammenligning mellom miljøgiftinnholdet i sedimentprøvene ved samme lokalitet før og etter tiltaket viser at laget av finstoff som har spredt seg til området utenfor tiltaksområdet generelt har medført en forbedring av miljøtilstanden i sjøbunnen, iallfall i de innerste områdene nærmest tiltaksområdet

(Tabell 8). Ved de innerste 3 lokalitetene er det påvist en gjennomsnittlig reduksjon i miljøgiftinnhold på mellom 11 og 58 %. Miljøgiftinnholdet i prøvene tatt etter tiltaket er fortsatt høyt siden prøvetaking av de øverste 0-10 cm av sjøbunnen også inkluderer en del av den opprinnelige sjøbunnen som er sterkt forurenset. Men laget av finstoff på toppen antas å være helt rent, og det er dette materialet som primært er tilgjengelig for marine organismer. I tillegg vil laget med rent finstoff redusere muligheten for oppvirvling av forurensete partikler fra den opprinnelige sjøbunnen som potensielt kan rekontaminere den nyetablerte sjøbunnen i tiltaksområdet innenfor. Siden bioturbasjonslaget antas å være ca. 10 cm, vil det imidlertid trolig over tid skje en blanding av det rene finstoffet i topplaget med de underliggende forurensete sedimentene.

Prøvene er tatt med grabb fra båt, og det kan være vanskelig å treffe nøyaktig de samme prøvelokalitetene ved to forskjellige prøvetakingstidspunkt. Ved lokalitet PU-PS-37 er det påvist generelt høyere miljøgiftkonsentrasjoner etter tiltak enn før tiltak til tross for at det ble observert et 2-3 cm lag med finstoff i toppen av prøven. Årsaken til dette kan være variasjoner i miljøgiftinnhold i den opprinnelige sjøbunnen over relativt korte distanser slik at prøven tatt etter tiltak inkluderer sjøbunn med høyere miljøgiftinnhold enn prøven tatt før tiltak. Som forventet er det i de indre områdene nærmest tiltaksområdet at denne passive tildekkingen har medført en målbar reduksjon i miljøgiftinnholdet i sjøbunnen.

**Tabell 8** Analyseresultater av grabbprøver tatt rett utenfor tiltaksområdet før (COWI, 2015a) og etter tiltak klassifisert i henhold til klassifiseringssystemet for sediment i veileder M-608/2016 (02:2018). Prøvelokaliteter er vist i Figur 20. Prøven fra lokalitet PU-PS-62 inneholdt ikke finstoff fra tildekkingsmassene og ble derfor ikke analysert.

Parameter	Enhet	I Bakgrunn			II God			III Moderat			IV Dårlig			V Svært dårlig		
		Før tiltak	Etter tiltak	%-vis endring	Før tiltak	Etter tiltak	%-vis endring	Før tiltak	Etter tiltak	%-vis endring	Før tiltak	Etter tiltak	%-vis endring	Før tiltak	Etter tiltak	%-vis endring
Tykkelse på tilført tildekkingsmasse		3-5 cm			5-6 cm			3-4 cm			2-3 cm			1-2 cm		
Arsen (As)	mg/kg TS	23,6	9,1	-61	26,3	9,8	-63	24,8	16	-35	24,2	22	-9	45,9	22	-52
Bly (Pb)	mg/kg TS	232	72	-69	238	87	-63	268	160	-40	251	220	-12	338	260	-23
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,8	0,15	-81	0,86	0,22	-74	0,67	0,3	-55	0,05	0,16	220	0,05	0,055	10
Kobber (Cu)	mg/kg TS	280	96	-66	300	110	-63	669	160	-76	333	260	-22	451	410	-9
Krom (Cr)	mg/kg TS	159	62	-61	115	75	-35	116	97	-16	132	120	-9	126	100	-21
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	5,55	1,6	-71	4,67	1,47	-69	4,57	3,83	-16	4,86	2,86	-41	5,04	2,13	-58
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	21,2	22	4	21,9	29	32	21,1	26	23	24,3	29	19	23,6	29	23
Sink (Zn)	mg/kg TS	511	210	-59	490	190	-61	598	260	-57	457	470	3	463	550	19
Naftalen	µg/kg TS	221	77,8	-65	220	131	-40	213	186	-13	97	184	90	174	134	-23
Acenafitylen	µg/kg TS	228	145	-36	154	345	124	142	335	136	124	371	199	301	161	-47
Acenafiten	µg/kg TS	56	49,6	-11	200	64,2	-68	161	119	-26	84	185	120	39	209	436
Fluoren	µg/kg TS	277	57,3	-79	222	86,1	-61	207	138	-33	156	201	29	362	194	-46
Fenantren	µg/kg TS	1950	467	-76	1520	582	-62	1750	902	-48	1450	1500	3	2720	1420	-48
Antracen	µg/kg TS	540	215	-60	495	357	-28	578	513	-11	450	652	45	944	446	-53
Fluoranten	µg/kg TS	4180	1410	-66	4330	2520	-42	4150	2890	-30	2920	3310	13	5520	3300	-40
Pyren	µg/kg TS	4130	1340	-68	4700	2650	-44	4070	3140	-23	2590	3610	39	4790	3110	-35
Benzo[a]antracen	µg/kg TS	2020	1190	-41	2730	2320	-15	1900	2680	41	1330	3030	128	2210	2280	3
Krysen	µg/kg TS	2600	912	-65	3120	1680	-46	2220	2000	-10	1200	2320	93	1740	1950	12
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	3620	1530	-58	4240	3210	-24	3320	3820	15	2400	2750	15	3470	3300	-5
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	1810	702	-61	2360	1060	-55	2040	1920	-6	1190	1190	0	1590	1060	-33
Benzo[a]pyren	µg/kg TS	3850	1640	-57	4300	3110	-28	4150	3740	-10	1970	4020	104	2950	2760	-6
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	3560	1250	-65	4910	2180	-56	2210	2800	27	1420	3160	123	2510	2200	-12
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	337	207	-39	613	362	-41	238	458	92	205	460	124	296	420	42
Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS	2670	1000	-63	2680	1640	-39	2380	2130	-11	1110	2150	94	1640	1940	18
Sum PAH(16) EPA	µg/kg TS	32000	12200	-62	36800	22300	-39	29700	27800	-6	18700	29100	56	31300	24900	-20
Sum PCB(7)	µg/kg TS	354	70	-80	191	78	-59	145	98,9	-32	116	118	2	190	91,1	-52
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	2900	520	-82	4430	970	-78	2990	1100	-63	4760	5000	5	12300	18000	46
<b>Snitt % endring</b>				<b>-58</b>			<b>-39</b>			<b>-11</b>			<b>53</b>			<b>1</b>
<b>Median % endring</b>				<b>-62</b>			<b>-46</b>			<b>-16</b>			<b>29</b>			<b>-20</b>



Figur 23 Oversikt over prøvelokaliteter og bilder av grabbprøvene. Tall-intervallet oppgitt for hvert bilde henviser til tykkelsen på det finkornede, lyse topplaget.

### 5.2.3 Oppsummering av kjemisk tilstand i sjøbunnen

Under 1-årskontrollen ble det valgt å prøveta sjøsedimentene i de delene av tiltaksområdet som er vurdert til å ha høyest risiko for rekontaminering, og resultatene viser at det i løpet av det første året etter tiltaket har skjedd en liten økning i miljøgiftkonsentrasjonen i det øverste sedimentlaget på sjøbunnen i de fleste av de undersøkte delfeltene. Konsentrasjonene for de aller fleste miljøgiftene i 1-årskontrollen tilsvarer imidlertid fremdeles tilstandsklasse 2 ("god miljøtilstand") eller 1 ("bakgrunn") og ligger således godt under øvre grense for tilstandsklasse 3 ("moderat miljøtilstand") som er miljømålet for tiltaket. Stoffene PCB og PAH-forbindelsen antracen skiller seg ut med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 i flere delfelter. Miljømålet til tiltaket overskrides i delfelt 2F og 2A pga. av at henholdsvis kvikksølv og kobber er påvist i tilstandsklasse 4 ("dårlig miljøtilstand").

Delfelt 2A omfatter det tidligere slipp-området ved Marineholmen der det i dag er anlagt en badestrand. Målinger av badevannskvaliteten i dette delfeltet, der man måler på TKB (termotabile koliforme bakterier), viser at det er stabil god badevannskvalitet i området (Marineholmen, 2020). En strand representerer en overgangssone mellom land og sjø, og bruksmessig kan den sammenlignes med for eksempel lekeplasser og parkområder. Dersom man klassifiserer resultatene fra 1-årskontrollen av sjøbunnen i delfelt 2A etter helsebaserte tilstandsklasser i Miljødirektorats veileder TA-2553/2009, som benyttes for å gi føringer for hvilke nivåer som ut fra en *helsevurdering* kan aksepteres av miljøgifter i jord ved forskjellig arealbruk, så havner alle miljøgiftene det er oppgitt tilstandsklasser for innenfor tilstandsklasse 2 "god" eller 1 "bakgrunn". Det vil si at i henhold til dette klassifiseringssystemet er forurensningsnivået i massene akseptabelt for områder som benyttes som lekeplasser, parkområder og boligområder.



Miljøgiftkonsentrasjonene i tildekkingslaget er fortsatt relativt lave, og det er dermed utfordrende å skille mellom rekontamineringsbidrag fra forskjellige kilder. Basert på tidligere undersøkelser, antas det at avrenning/utslipp fra land og forurenset sjøbunn utenfor tiltaksområdet er kildene med størst potensiale til å rekontaminere den nyetablerte sjøbunnen. Det finnes en rekke utslippspunkt for overvann og overløp for avløpsvann innenfor tiltaksområdet, særlig innenfor Puddefjordsbroen. Resultatene fra sedimentprøvetakingen og tidligere undersøkelser av miljøgiftinnhold i overvann og sandfangsedimenter i området indikerer at avrenning/utslipp fra land via disse utslippspunktene kan være en viktig kilde til rekontaminering av den nyetablerte sjøbunnen i Puddefjorden.

Oppfølging av en rekke testfelter i Kirkebukten og Store Lungegårdsvann som ble tildekket med rene masser i henholdsvis 2011 (COWI, 2020) og 2017 (COWI, 2019e) viser at særlig områdene nær ytterkantene av testfeltene ble rekontaminert i årene etter tildekkingen på grunn av tilførsel av forurensete partikler fra den omkringliggende sjøbunnen der det ikke var gjennomført tiltak. En slik trend er ikke påvist i sedimentresultatene fra 1-årskontrollen av tildekkingslaget i Puddefjorden. Basert på denne undersøkelsen kan man likevel ikke utelukke at forurensete partikler spres innover tiltaksområdet fra den omkringliggende, utildekkede sjøbunnen, men kun 1 år etter tiltaksgjennomføring kan man ikke si noe om omfanget av et eventuelt slikt bidrag basert på sedimentresultatene alene. Resultater fra undersøkelsene med sedimentfeller som er presentert i kapittel 9 gir mer informasjon relatert til spredning av partikkelbundet forurensning, og det henvises til kapittel 9 for mer diskusjon rundt dette temaet.

I området rett utenfor tiltaksområdet i Puddefjorden er det observert et tynt lag finstoff fra TBM-massene som under tildekking i tiltaksområdet har spredt seg utover i Puddefjorden og lagt seg over den opprinnelige sjøbunnen. Dette har vært en positiv tilleggs-effekt av tiltaket som har gitt en passiv tildekking. Denne "gratis-tildekkingen" har medført en målbar reduksjon i miljøgiftinnholdet i sjøbunnen i disse områdene og dermed bedre leveforhold for marine organismer. Topplaget vil også redusere faren for oppvirvling av de underliggende forurensete sedimentene som potensielt kan spres innover den nyetablerte sjøbunnen i tiltaksområdet.

## 6 Fluks

### 6.1 Metode, bentiske flukskammer

Bentiske flukskammer med SPMD (Semi Permeable Membrane Device) ble benyttet for å måle utlekking av PAH og PCB fra sjøbunnen (Figur 24). SPMD er en svært følsom passiv prøvetaker som adsorberer organiske miljøgifter i luft eller vann umiddelbart. Det må derfor tas en blankprøve som kan brukes til å korrigere for eventuell eksponering som skjer i forbindelse med utsetting/innhenting av flukskammeret. Fluks fra sediment til vann kan beregnes ut fra mengde PAH og PCB i adsorbenten, eksponert areal og eksponeringstid og benevnes som mengde miljøgift per areal per tid ( $\text{ng/m}^2/\text{døgn}$ ). For verdier som er under deteksjonsgrensen ( $<\text{LOD}$ ) til analysemetoden skal  $\text{LOD}/2$  benyttes i beregningene. Beregnet negativ fluks settes lik null fordi flukskammeret skal måle fluks fra sediment til vann og ikke omvendt.

SPMD kvantifiserer hva som faktisk lekker ut fra sedimentene og reflekterer biotilgjengelig konsentrasjon av PCB og PAH. Måling av utlekking ved hjelp av SPMD kan derfor være et godt

supplement til tradisjonell analyse av sedimentprøver og videre beregning av porevannskonsentrasjoner. Ved lave konsentrasjoner vil imidlertid usikkerheten kunne være stor.

Selve flukskammeret er utviklet av Norges Geotekniske Institutt (NGI) og består av en stålkonstruert bredbremmet «hatt» som skal sørge for et tett omsluttet miljø av vann og sediment rundt SPMD på sjøbunnen. Flukskamrene med SPMD ble satt ut på de samme målestasjonene som ble brukt til fluksmålinger før tiltak (ST3, ST4, ST5, ST6, ST7 og ST8). Flukskamrene sto på sjøbunnen i 3,5 uker i perioden 26.november til 20.desember 2018. Ideelt skal man ved opphenting av kammeret se en tydelig rand hvor sedimentene har stått. En slik rand var synlig på stasjon 4, 5 og 7. På stasjon 6 og 8 var det ingen tydelig rand i kammeret, og man kan derfor ikke garantere optimal eksponering. En blankprøve ble også tatt i forbindelse med utsetting av flukskamrene. SPMD ble montert inne i flukskammeret, senket ned til sjøbunnen og tatt umiddelbart opp igjen. SPMD ble demontert og blankprøven ble oppbevart mørkt og kjølig.

SPMD fra de ulike målestasjonene ble analysert av ALS Laboratory Group Norway. Rapporteringsgrensen for PAH og PCB var henholdsvis 1000 og 150-500 ng/SPMD. Blankprøven ble ikke analysert på grunn av kontaminering under oppbevaring. Blankprøven fra 2016 er derfor benyttet i beregning av fluks for 2018.



Figur 24 Bentisk flukskammer (venstre) og SPMD montert inne i flukskammeret (høyre).

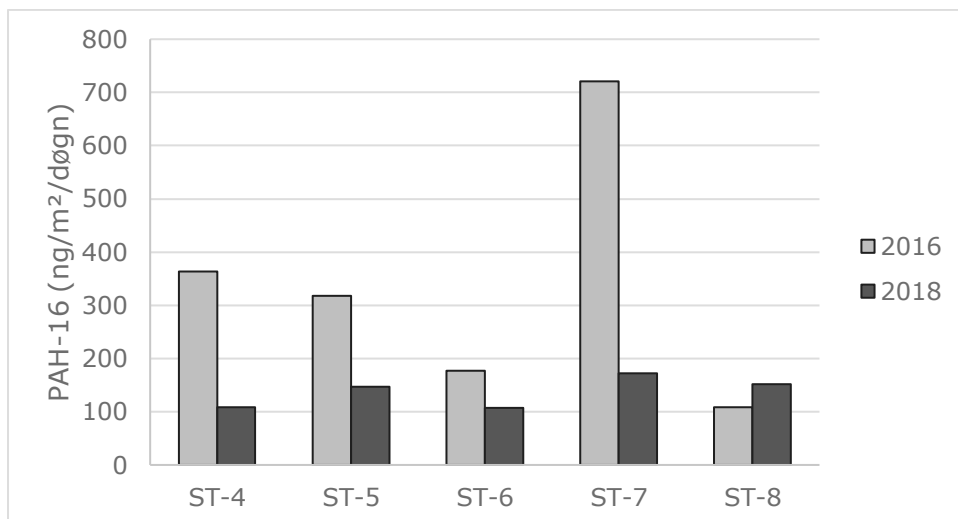
## 6.2 Resultater og diskusjon

Beregnet fluks basert på SPMD-målingene i 2018 er vist i Tabell 9. Beregnet fluks for de ulike stoffene er stort sett i samme størrelsesorden for alle de 5 målestasjonene i Puddefjorden. Den høyeste fluksen er hovedsakelig beregnet for ST7 (Damsgård), slik var det også i 2016. Det er liten variasjon mellom de ulike stasjonene, både for PAH-16 (108-172 ng/m<sup>2</sup>/døgn) og PCB-7 (0,25-0,88 ng/m<sup>2</sup>/døgn).

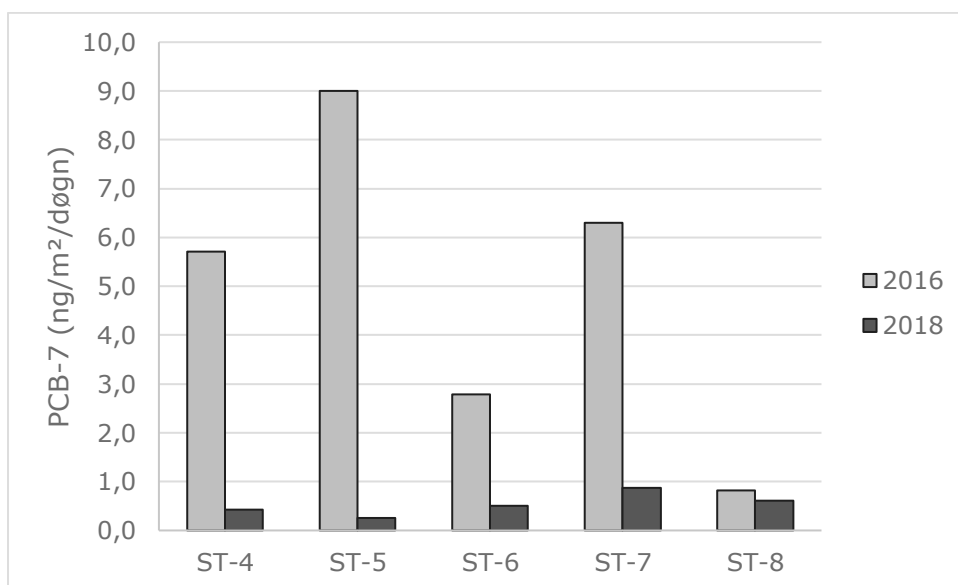
Tabell 9. Beregnet fluks (ng/m<sup>2</sup>/døgn) for 5 målestasjoner i Puddefjorden i 2018.

Målestasjon	Solheimsviken	Møllendal	Kirkebukten	Damsgård	Nøstet
	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8
Eksponeeringstid (døgn)	23,82	23,83	23,85	23,85	23,94
	ng/m <sup>2</sup> /døgn				
Naftalen	20,1	10,7	20,1	12,4	27,7
Acenaftalen	3,7	13,6	9,3	5,9	8,5
Acenaften	9,2	16,9	10,9	10,1	10,0
Fluoren	10,5	12,2	11,3	8,8	18,1
Fenantren	8,1	16,7	7,3	8,1	27,7
Antracen	2,0	3,6	1,0	8,4	4,2
Fluoranten	19,7	20,6	16,3	34,2	18,8
Pyren	10,7	17,6	8,1	28,7	11,5
Benso(a)antracen	4,0	4,9	4,2	9,0	4,5
Krysen	5,7	7,0	5,1	9,8	6,1
Benso(b)fluoranten	3,4	4,4	3,3	9,0	3,8
Benso(k)fluoranten	1,2	3,3	1,5	5,0	2,0
Benso(a)pyren	1,4	3,4	1,5	6,2	2,7
Dibenso(ah)antracen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Benso(ghi)perylene	6,9	9,9	5,4	12,4	4,9
Indeno(123cd)pyren	1,3	1,9	1,5	4,3	1,0
<b>Fluks PAH-16</b>	<b>108</b>	<b>146</b>	<b>106</b>	<b>172</b>	<b>151</b>
PCB 28	0	0	0	0	0
PCB 52	0,10	0,05	0,15	0,05	0,06
PCB 101	0,08	0,09	0,14	0,26	0,06
PCB 118	0	0	0	0,07	0
PCB 138	0,05	0,04	0,06	0,22	0,11
PCB 153	0,08	0,01	0,07	0,13	0,22
PCB 180	0,08	0,07	0,08	0,15	0,13
<b>Fluks PCB-7</b>	<b>0,43</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>0,88</b>	<b>0,61</b>

Sammenlignet med 2016 er beregnet fluks av både PAH-16 og PCB-7 i 2018 lavere eller på samme nivå ved samtlige målestasjoner (Figur 25 og Figur 26). Det er også mindre variasjon i fluks mellom de ulike stasjonene for 2018.



Figur 25. Beregnet fluks (ng/m<sup>2</sup>/døgn) av PAH-16 ved de ulike målestasjonene i Puddefjorden i 2016 og 2018.



Figur 26. Beregnet fluks (ng/m<sup>2</sup>/døgn) av PCB-7 ved de ulike målestasjonene i Puddefjorden i 2016 og 2018.

I Tabell 10 er gjennomsnittlig beregnet fluks per år ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$ ) for de 5 målestasjonene i Puddefjorden i 2018 sammenlignet med tilsvarende for 2016. I tillegg er gjennomsnittlig beregnet fluks for 3 målestasjoner i Store Lungegårdsvann i 2016 inkludert. Slik det fremgår av figuren er det en større mengde stoffer som løses fra sedimentene i Puddefjorden enn i Store Lungegårdsvann. Målingene fra 2018 viser imidlertid at fluks av nesten samtlige stoffer har gått ned og at fluks i Puddefjorden i 2018 er på nivå med Store Lungegårdsvann.

Faktoren mellom beregnet fluks i 2018 og beregnet fluks i 2016 i Puddefjorden viser at fluks av acenaftalen, acenaften og fenantren er bortimot uendret ( $\approx 1$ ). Beregnet fluks av naftalen derimot var nesten 6 ganger høyere i 2018 enn i 2016. Dette skyldes trolig at det for 2016 ble beregnet negativ fluks ved alle stasjoner unntatt ST7. Disse verdiene ble derfor satt lik 0, og gjennomsnittlig beregnet

fluks av naftalen i 2016 ble dermed svært lav. Beregnet fluks av naftalen for ST7 i 2016 (15,1 ng/m<sup>2</sup>/døgn) er imidlertid på samme nivå som beregnet fluks av naftalen ved samme stasjon i 2018 (12,4 ng/m<sup>2</sup>/døgn), og kan tyde på at utlekking av naftalen er uendret etter tiltak.

Tabell 10 Gjennomsnittlig beregnet fluks per år (µg/m<sup>2</sup>/år) i Store Lungegårdsvann og Puddefjorden i 2016 sammenlignet med målt fluks i Puddefjorden i 2018. Hvert stoff er fargekodet etter nivå av hver forbindelse, der heltrukket grå celle indikerer høyeste verdi. Faktor mellom fluks i Puddefjorden 2018/2016 er også inkludert.

Fluks (µg/m <sup>2</sup> /år)	Snitt Store Lungegårdsvann	Snitt Puddefjorden		Faktor
	2016	2016	2018	
Naftalen	0,1	1,1	6,6	5,8
Acenaftalen	0,1	2,2	3,0	1,3
Acenaften	0,8	3,2	4,2	1,3
Fluoren	2,1	8,2	4,4	0,5
Fenantren	1,6	4,0	5,0	1,2
Antracen	0,4	3,8	1,4	0,4
Fluoranten	3,5	26,5	8,0	0,3
Pyren	11,3	27,0	5,6	0,2
Benso(a)antracen	0,4	3,9	1,9	0,5
Krysen	0,3	4,5	2,5	0,6
Benso(b)fluoranten	0,3	7,9	1,7	0,2
Benso(k)fluoranten	0,2	5,0	0,9	0,2
Benso(a)pyren	0,2	5,4	1,1	0,2
Dibenso(ah)antracen	0	0,5	0	0,0
Benso(ghi)perylene	0,3	4,3	2,9	0,7
Indeno(123cd)pyren	0,1	2,8	0,7	0,3
Sum PAH <sub>16</sub>	21,6	110,2	50,0	0,5
Sum PCB <sub>7</sub>	0,7	1,5	0,2	0,1

Det er gjort tilsvarende fluksmålinger før og etter tiltak i prosjektet Renere Havn i Trondheim (NGI, 2019) der det er registrert redusert utlekking etter tiltak. Fluks av PAH-16 før tiltak i Trondheim havn (Nyhavna 1894 ng/m<sup>2</sup>\*døgn og snitt av 9 stasjoner 691 ng/m<sup>2</sup>\*døgn) var noe høyere enn i stasjonene i Puddefjorden (139-721 ng/m<sup>2</sup>\*døgn), mens fluks av PCB-7 før tiltak var relativt likt (Trondheim Nyhavna 6,12 ng/m<sup>2</sup>\*døgn, snitt av 9 stasjoner i Trondheim 2,2 ng/m<sup>2</sup>\*døgn, Puddefjorden 2-6 ng/m<sup>2</sup>\*døgn) (NGI, 2019) (COWI, 2017).

Overvåking etter tiltak viser at fluks av de organiske miljøgiftene PAH og PCB i Puddefjorden er lavere enn de siste overvåkingsresultatene i Nyhavna i Trondheim. De siste overvåkingsmålingene i Trondheim havn etter tiltak ble utført ved deponi nord og deponi sør i Nyhavna sommeren 2019. Resultatene viser en fluks av PAH-16 (371 og 173 ng/m<sup>2</sup>/døgn) og PCB-7 (2,4 og 0,87 ng/m<sup>2</sup>/døgn) som er høyere eller lik målt fluks ved ST7 i Puddefjorden (PAH-16 172 ng/m<sup>2</sup>/døgn og PCB-7 0,88 ng/m<sup>2</sup>/døgn). ST7 står i området utenfor tiltaksområdet der det har foregått passiv tildekking som har gitt et tynnere lag med rene masser (kap. 5.2.2). Ved målestasjonene innenfor tiltaksområdet i Puddefjorden ble det målt enda lavere fluks.

## 7 Vannkvalitet

### 7.1 Metode

Vannkvalitet er undersøkt ved hjelp av en kombinasjon av vannprøver og passive prøvetakere (POM). Prøver ble samlet inn ved stasjon ST3 – ST11 vist i Tabell 3 og Figur 3.

#### 7.1.1 Vannprøver

Vannprøver gir et øyeblikksbilde av vannkvaliteten og fanger opp både oppløst og partikkelbundet forurensning. Førmålinger har vist at turbiditeten i Puddefjorden generelt er lav (COWI, 2017). Ved lav turbiditet er det lite til ingen forskjell på metallkonsentrasjon i filtrert og ufiltrert prøve. Prøvene ble derfor analysert med direkte metode uten filtrering. Årsaken til dette valget er at man ønsket å se på spredning av forurensning i vannfasen, inkludert partiklene som er i vannet.

Det er totalt innhentet vannprøver i 11 prøvetakingsrunder i Puddefjorden fordelt på 3 runder før tiltak (2016), 6 runder i anleggsfasen (2017/2018) og 3 runder etter at tiltaket ble avsluttet (2018/2019). Prøveresultatene fra vannprøvene tatt før og under tiltak er tidligere rapportert i henholdsvis (COWI, 2017) og (COWI, 2019b), men de er også inkludert i denne rapporten for å kunne sammenligne med analyseresultatene av vannprøvene innhentet etter tiltak.

Vannprøvene ble tatt fra omtrent 1,5 meter over sjøbunnen ved hjelp av en Ruttner vannprøvetaker. Prøvene ble oppbevart mørkt og kjølig frem til overlevering til laboratorium. Vannprøvene ble analysert for metallene arsen, bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel og sink, samt turbiditet. Vannprøvene fra 1-årskontrollen ble i tillegg analysert for salinitet som er en støtteparameter til blåskjell og bunndyrsprøver (rapportert i avsnitt 8.2). Analysene ble utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins AS.

#### 7.1.2 Passive prøvetakere

POM (PolyOxyMetylen) er et plastmateriale som over tid oppnår likevekt med organiske miljøgifter i vannet det eksponeres for. Ved å måle innholdet i POM, og benytte etablerte fordelingskoeffisienter mellom POM og sjøvann, kan man beregne konsentrasjonene av organiske miljøgifter i vannet prøvetakeren har vært eksponert for. POM er en robust prøvetaker, og metoden gjør det mulig å kvantifisere svært lave konsentrasjoner av blant annet PAH og PCB. Innholdet av miljøgifter i prøvetakeren representerer vannkvaliteten som prøvetakeren var eksponert for de siste 4 ukene.

Det er gjennomført målinger med POM i totalt 8 prøverunder fordelt på 2 runder før tiltak (2016), 4 runder i anleggsfasen (2017/2018) og 2 runder etter tiltak (2018/2019). Prøveresultatene fra POM før og under tiltak er tidligere rapportert i henholdsvis (COWI, 2017) og (COWI, 2019b), men de er også inkludert i denne rapporten for å kunne sammenligne med analyseresultatene av POM etter tiltak.

POM ble plassert like over sedimentfellene omtrent 1,5 m over sjøbunnen og eksponert i 2-3 uker. Prøvetakerne ble analysert for PCB-7 og PAH-16. Innsamlede prøvetakere ble oppbevart mørkt og kjølig i egnet emballasje frem til levering på laboratorium. Under førmålingene og de to første prøveomgangene av anleggsfasen ble analysene utført hos Norges Geotekniske institutt (NGI). Eurofins AS overtok deretter analyser av POM, og analysene fra med mars 2018 er utført av Eurofins AS.

## 7.2 Resultater og diskusjon

Analyseresultatene for vannprøver og POM er klassifisert etter klassifiseringssystemet for kystvann gitt i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen Vanndirektivet, 2018). I klassifiseringssystemet representerer klassegrensene en økende grad av skade på organismsamfunnet i vannsøylen fra tilstandsklasse 1 (bakgrunnsnivå) til tilstandsklasse 5 (svært dårlig miljøtilstand).

Tabell 11 Klassifiseringssystem gitt i veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018).

I Bakgrunn	II Gog	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende toksiske effekter
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNECakutt	Øvre grense: PNEC <sub>akutt</sub> * AF <sup>1)</sup>	

### 7.2.1 Tungmetaller

Analyseresultatene for metaller i vannprøvene tatt før, under og etter tiltak ved målestasjon ST3 – ST11 er vist i Tabell 12. Ved stasjon ST3 og ST5 ble det av praktiske grunner ikke utført prøvetaking i alle prøverundene under tiltaksgjennomføringen. Målestasjon ST9 – ST11 ble kun benyttet under 1-årskontrollen. Analyserapporter er vist i vedlegg 1.

Vannprøvene var generelt klare og uten synlige partikler. Med få unntak ble det målt turbiditet under 1 FNU i vannprøvene (Tabell 12).

Tabell 12 Metallkonsentrasjoner (mg/kg) i vannprøver innhentet før, under og etter tiltaket i Puddefjorden klassifisert i henhold til veileder 02:2018. Se Figur 3 for lokalisering av målestasjonene ST3 – ST11. Prøvene ble analysert med direkte metode. Verdier under rapporteringsgrensen for parametere som har rapporteringsgrense over tilstandsklasse 2 er ikke fargelagt.

Parameter	Fase	Tid	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Arsen	Før tiltak	jun.16	1,6	1,6	1,7	1,6	2	1,8			
		aug.16	1,9	1,8	1,7	1,7	2,1	1,7			
		nov.16	2,7	2,3	2,3	2,1	2,7	2,5			
	Under tiltak	aug.17		1,4	1,6	1,4	1,8	1,6			
		okt.17		1,5	1,1	1,3	1,4	1,3			
		jan.18		3,7		4,2	4	4,3			
		mar.18	1,4	1,4	1,4	1,3	1,5	1,6			
		mai.18	5	4,3		3,5	4,1	4,3			
		sep.18	1,7	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3			
	Etter tiltak	des.18	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5			
aug.19		3,2	3	2,9	3,2	2,9	3	3	3,2	3,3	
Bly	Før tiltak	jun.16	2,5	1,4	1,3	1,8	5,4	2,7			
		aug.16	1,1	1,1	1,4	1,2	0,8	0,9			
		nov.16	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
	Under tiltak	aug.17		0,22	0,33	0,28	0,24	0,81			
		okt.17		2	7,6	2	3,5	0,91			
		jan.18		0,75		8,8	1	1,2			
		mar.18	7	11	5,7	1,9	9,1	1,1			
		mai.18	3,4	3,3		3,6	6,1	8,2			
		sep.18	2,5	3,2	3	2,4	1,5	4,1			
	Etter tiltak	des.18	3,6	6,5	23	1,4	27	1,6			
aug.19		1,6	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Kadmium	Før tiltak	jun.16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
		aug.16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
		nov.16	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
	Under tiltak	aug.17		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
		okt.17		<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040			
		jan.18		< 0,2		< 0,2	< 0,2	< 0,2			
		mar.18	< 0,040	< 0,040	0,059	< 0,040	0,12	<0,2			
		mai.18	< 0,2	< 0,2		< 0,2	< 0,2	< 0,2			
		sep.18	< 0,040	0,047	< 0,040	< 0,040	0,045	0,043			
	Etter tiltak	des.18	< 0,040	0,055	0,082	< 0,040	0,041	< 0,040			
aug.19		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Kobber	Før tiltak	jun.16	<1	<1	<1	<1	<1	<1			
		aug.16	1,9	3,6	4,6	4,8	5,4	1,4			
		nov.16	5,2	4,1	5,4	6	3,6	3,9			
	Under tiltak	aug.17		<3	<3	<3	<3	<3			
		okt.17		2,2	4,1	3,1	3,5	1,1			
		jan.18		< 0,5		< 0,5	< 0,5	< 0,5			
		mar.18	< 0,50	3,7	3,9	1	5,9	7,3			
		mai.18	1,7	1,4		2	4,2	3,3			
		sep.18	2,2	1,2	1,9	2,1	0,62	4,4			
	Etter tiltak	des.18	3,2	3,7	5,8	1,6	3,5	1,2			
aug.19		< 0,5	< 0,5	0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	



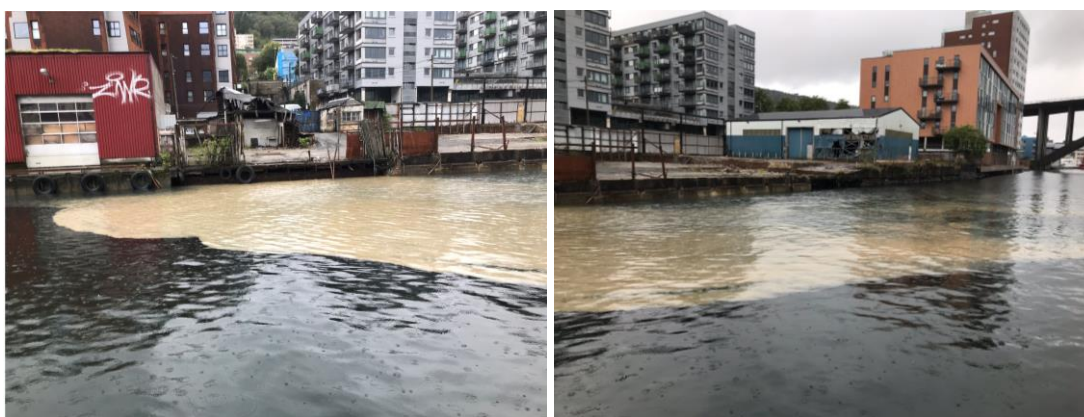
Parameter	Fase	Tid	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11
Krom	Før tiltak	jun.16	0,8	1	0,8	0,7	0,9	0,7			
		aug.16	1,2	1	1	1	1,4	1			
		nov.16	1,5	<1	<1	6	1,3	1,3			
	Under tiltak	aug.17		<1	<1	<1	<1	3,3			
		okt.17		0,53	0,66	<0,50	0,53	0,57			
		jan.18		<1		<1	<1	<1			
		mar.18	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	1,1		
		mai.18	14	14		16	14	16			
	Etter tiltak	sep.18	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50			
		des.18	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,51	<0,50			
		aug.19	4	3,8	4,4	3,5	3,4	4,4	4	3,9	5,3
	Kvikksølv	Før tiltak	jun.16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
aug.16			0,17	0,13	0,13	0,092	0,1	0,078			
nov.16			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Under tiltak		aug.17		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
		okt.17		0,001	0,005	0,003	<0,001	0,003			
		jan.18		<0,05		<0,05	<0,05	<0,05			
		mar.18	0,004	0,002	<0,001	0,001	0,002	<0,05			
		mai.18	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05			
Etter tiltak		sep.18	0,003	<0,001	0,002	0,009	0,005	0,002			
		des.18	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003			
		aug.19	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,59	0,59	<0,05
Nikkel		Før tiltak	jun.16	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
	aug.16		<1	<1	<1	<1	<1	<1			
	nov.16		<2	<2	<2	<2	<2	<2			
	Under tiltak	aug.17		<2	<2	<2	<2	7			
		okt.17		4,2	4,4	2,7	5,9	1,6			
		jan.18		<2		<2	<2	<2			
		mar.18	1,2	6,8	6,9	1,7	20	10			
		mai.18	9,6	8		7,6	13	15			
	Etter tiltak	sep.18	5,7	5,1	3,1	5,5	2,7	9,9			
		des.18	3	5	18	1	2,8	0,89			
		aug.19	2,7	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	Sink	Før tiltak	jun.16	<5	<5	<5	<5	<5	<5		
aug.16			<5	<5	<5	<5	<5	<5			
nov.16			5,6	<2	<2	2,4	<2	<2			
Under tiltak		aug.17		<2	2,3	3,1	<2	17			
		okt.17		68	76	110	78	51			
		jan.18		6,4		6,7	8,9	11			
		mar.18	4	84	53	19	170	430			
		mai.18	80	81		76	180	150			
Etter tiltak		sep.18	60	63	37	57	27	110			
		des.18	62	130	260	24	58	14			
		aug.19	45	5,9	41	7,3	3,5	<2	<2	<2	4,6
Turbiditet		Før tiltak	jun.16	0,49	0,51	0,25	0,26	0,31	0,17		
	aug.16		1,3	0,46	0,35	0,4	0,28	0,21			
	nov.16		2,9	0,19	0,22	0,2	0,18	0,14			
	Under tiltak	aug.17		0,54	0,41	0,36	0,25	0,26			
		okt.17		23	0,85	0,6	0,68	0,57			
		jan.18		0,92		0,34	0,34	0,23			
		mar.18	0,8	1,2	1,2	0,7	0,53	0,76			
		mai.18	0,46	0,52		0,31	0,21	0,25			
	Etter tiltak	sep.18	0,2	0,17	0,25	0,18	0,22	0,2			
		des.18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
		aug.19									

Analyseresultatene viser at kobber og sink utmerker seg med flest høye konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4 (dårlig) eller 5 (svært dårlig), etterfulgt av kvikksølv og bly. De andre metallene er påvist i tilstandsklasse 3 (moderat) eller lavere.

Metall-konsentrasjonene er relativt like for prøver som er tatt i samme prøvetakingsrunde, mens konsentrasjonene varierer en del mellom de forskjellige prøvetakingsrundene. Særlig varierer innholdet av kobber, sink og kvikksølv mellom prøvetakingsrundene. For disse metallene varierer konsentrasjonene fra under rapporteringsgrensen i en prøvetakingsrunde til tilstandsklasse 4 eller 5 i en annen runde. Det er imidlertid ingen prøvetakingsrunde som utmerker seg med høye konsentrasjoner for alle metallene.

Analyseresultatene viser ingen klare trender i metall-konsentrasjoner i sjøvannet mellom fasen før, under og etter tiltaket. Kobber er påvist i relativt like konsentrasjoner i alle tre fasene, mens sink og bly er påvist i noe høyere konsentrasjoner under og etter tiltak sammenlignet med før tiltak. Kvikksølv er derimot målt i høyeste konsentrasjoner før tiltak. I oktober 2017 ble det målt en høy turbiditetsverdi på 23 FNU ved stasjon ST4, men det er ikke påvist høyere metall-konsentrasjoner i denne prøven enn i prøvene med turbiditet <1 FNU. Metall-konsentrasjonene i sjøvannet vil generelt kunne påvirkes av bidrag fra forskjellige kilder, som for eksempel overvann og kilder relatert til aktiviteten i havneområdet, og prøveresultatene indikerer at konsentrasjonene i vannmassene varierer betydelig uavhengig av forurensningsnivået i sjøbunnen. Siden vannprøver kun gir et øyeblikksbilde på vannkvaliteten i et område, kan det ikke utelukkes at det i kortere perioder ble virvlet opp og spredt noe forurensning fra sjøbunnen i forbindelse med mudring/tildekkingsarbeid som ikke ble fanget opp av vannprøvetakingen.

Ved innhenting av sedimentfellene under 1-årskontrollen ble det observert et brunfarget utslipp i området nær målestasjon ST5. Det ble tatt en vannprøve av det brunfargede vannet. Det ble ikke registrert lukt av vannet. Det ble observert suspendert stoff i vannprøven.



Figur 27 Bilder fra utslipp observert nær målestasjon ST5.

Analyseresultatene av vannprøvene fra utslippsområdet er vist i Tabell 13. Det ble ikke påvist konsentrasjoner over rapporteringsgrensen for noen av metallene. Bakterienivået i prøven var imidlertid relativt høyt med konsentrasjoner av E.coli og Termotolerante koliforme bakterier (TKB) på henholdsvis 980 og 1000 MPN/100 ml. Det norske regelverket for vannkvalitet i friluftsbad benytter blant annet TKB som indikatorbakterie (Folkehelseinstituttet, 2015). TKB er tarmbakterier fra

mennesker og dyr/fugler, og de overlever ikke lenge ute i naturen. Dersom det blir påvist slike bakterier i en vannprøve, er det tegn på fersk fekal forurensning. Det er gitt følgende grenseverdier for TKB: God: <100 MPN/100 ml, Mindre god: 100-1000 MPN/100 ml, Ikke akseptabel: > 1000 MPN/100 ml. I henhold til dette klassifiseringssystemet havner vannprøven i kategorien Mindre god på grensen til Ikke akseptabel.

Det er ikke helt klart hva som forårsaket utslippet, men bakterienivået indikerer at utslippet inneholdt kloakk. Det finnes et kommunalt overvannsutslipp i dette området, men sikten var ikke god nok til å kunne verifisere at utslippet kom fra overvannsledningen.

*Tabell 13 Analyseresultater fra utslipp observer i området nær målestasjon ST5 klassifisert i henhold til veileder 02:2018. Se Figur 3 for lokalisering av målestasjonen. Verdier under rapporteringsgrensen for parametere som har rapporteringsgrense over tilstandsklasse 2 er ikke fargelagt.*

Parameter	Enhet	Nær ST5
Arsen	µg/l	< 1
Bly	µg/l	< 0,2
Kadmium	µg/l	< 0,2
Krom	µg/l	< 1
Kobber	µg/l	< 0,5
Kvikksølv	µg/l	< 0,05
Nikkel	µg/l	< 2
Sink	µg/l	< 2
Koliforme	MPN/100 ml	1000
E.coli	MPN/100 ml	980
Turbiditet	FNU	150
TOC/NPOC	mg/l	4,7
pH		7,8
Suspendert stoff	mg/l	133

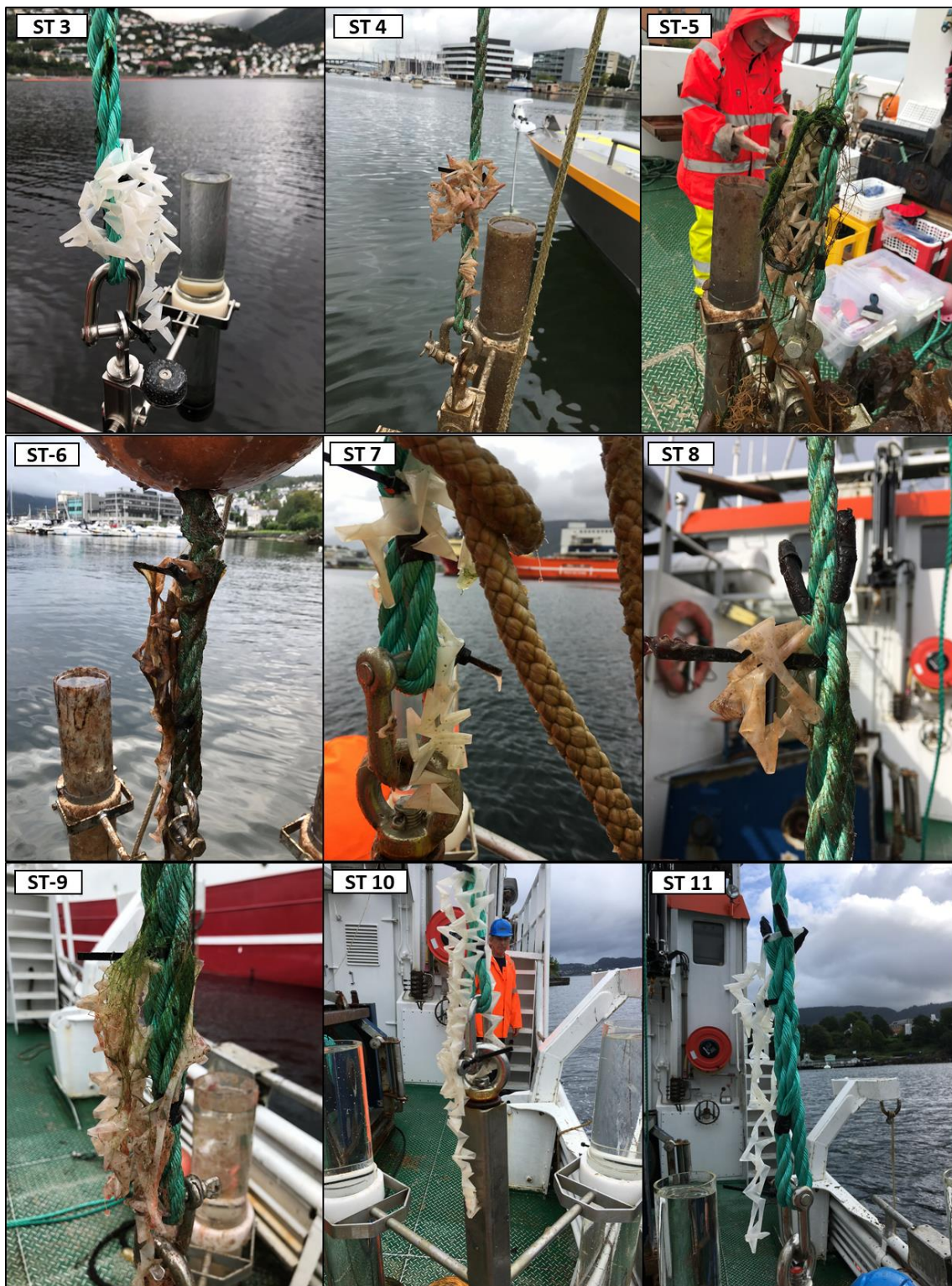
## 7.2.2 Organiske miljøgifter

Analyseresultatene for POM fra perioden før, under og etter tiltak ved målestasjon ST3 – ST11 er vist i Tabell 14. Av praktiske grunner ble ikke alle målestasjoner inkludert i alle målerunder under anleggsfasen. Målestasjon ST9 – ST11 ble kun benyttet under 1-årskontrollen. Analyserapporter er vist i vedlegg 1. Figur 28 viser bilder fra innhenting av POM under 1-årskontrollen.

Analyseresultatene viser at det generelt er registrert lave verdier av PAH-forbindelser tilsvarende tilstandsklasse 2 (god) eller 1 (bakgrunn). Kun for PAH-forbindelsene fluoranten og benzo(a)pyren er det målt konsentrasjoner i nedre del av tilstandsklasse 3 (moderat). Antracen har med ett unntak kun verdier i tilstandsklasse 1.

Det er ikke oppgitt tilstandsklasser for PAH-16 eller PCB-7 i kystvann i veileder 02:2018. For PCB-7 er det oppgitt en miljøkvalitetsstandard for årlig gjennomsnitt i kystvann på 0,0024 ng/l. Målte konsentrasjoner av PCB-7 i Puddefjorden varierer mellom 0,004 og 0,032 ng/l og overskrider således miljøkvalitetsstandarden.

Eurofins AS, som overtok analyseringen av POM fra NGI i 2018, opererte i en periode med høyere rapporteringsgrense enn NGI, noe som gav særlig utslag for PCB-7. I prøverundene mars og mai 2018 var rapporteringsgrensen for PCB-7 på 1 ng/l, noe som medførte at det ikke ble påvist PCB-7 over rapporteringsgrensen ved noen av målestasjonene i disse prøverundene.



Figur 28 Bilder av POM ved innhenting av sedimentfeller fra målestasjonene under 1-årskontrollen i 2019. Se Figur 3 for lokalisering av målestasjonene.

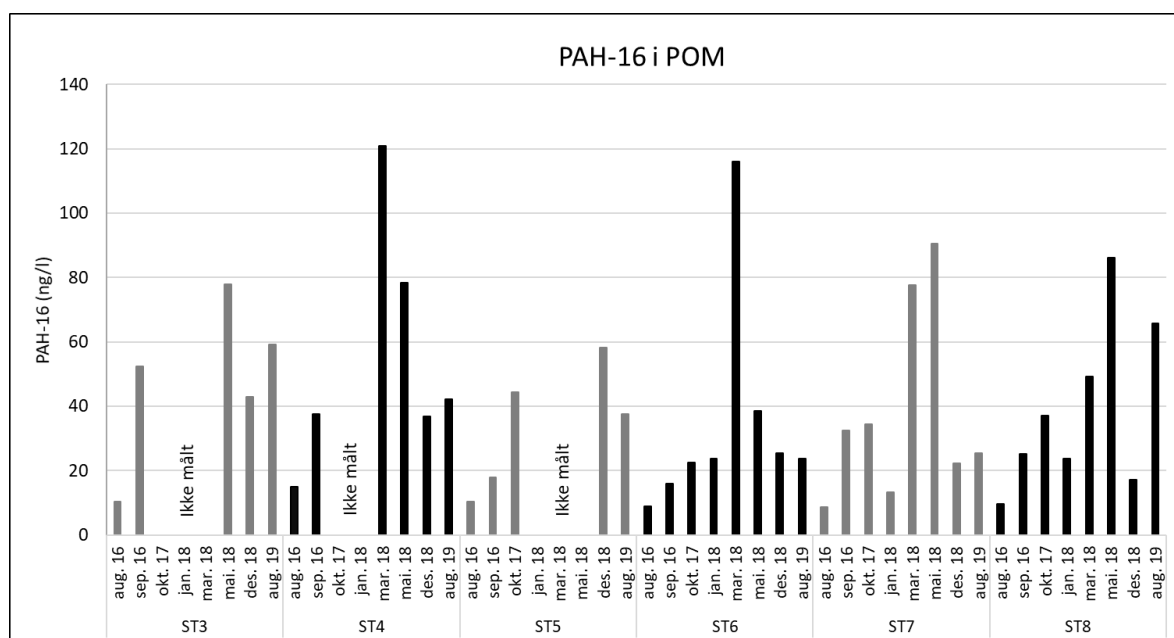
Tabell 14 Resultat av PAH-16 og PCB-7 (ng/l) målt i passive prøvetakere (POM) klassifisert etter system for kystvann gitt i veileder 02:2018. Se Figur 3 for lokalisering av målestasjonene.

Parameter	Fase	Tid	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6	ST 7	ST 8	ST 9	ST 10	ST 11
Naftalen	Før tiltak	aug. 16	6,15	9,18	3,14	3	3,64	4,43			
		sep. 16	42,38	26,7	9,83	8,22	23,51	18,03			
	Under tiltak	okt. 17			8,34	2,83	8,87	6,34			
		jan. 18				9,47	3,45	9,1			
		mar. 18		43,5		77,7	39,8	22			
		mai. 18	20,6	30,1		13,8	33,8	56,9			
	Etter tiltak	des. 18	12,5	15,1	27,8	13,4	10,4	9,62			
		aug. 19	29,2	20,5	17,8	15,4	15,6	51,5	20	16,4	16,4
Acenaftalen	Før tiltak	aug. 16	0,15	0,25	0,3	0,22	0,2	0,28			
		sep. 16	0,33	0,48	0,44	0,36	0,39	0,38			
	Under tiltak	okt. 17			1,96	1,04	1,87	1,59			
		jan. 18				0,785	0,589	0,633			
		mar. 18		1,44		0,86	1,16	0,4			
		mai. 18	3,03	4,59		1,56	4,36	2,21			
	Etter tiltak	des. 18	1,36	1,54	2,09	0,98	0,86	0,87			
		aug. 19	2,86	0,81	0,99	0,56	0,47	1,03	0,51	0,44	0,48
Acenaften	Før tiltak	aug. 16	0,99	0,83	0,81	0,72	0,73	0,71			
		sep. 16	3,15	3,42	2,07	1,92	2,59	1,66			
	Under tiltak	okt. 17			4,09	2,06	3,63	4,41			
		jan. 18				2,41	0,446	1,7			
		mar. 18		5,04		3,31	2,45	1,36			
		mai. 18	8,33	8,63		5,29	11,6	6,85			
	Etter tiltak	des. 18	1,63	1,23	2	1,05	0,76	0,73			
		aug. 19	4,26	2,42	2,11	1,69	1,53	2,5	1,27	1,84	1,65
Fluoren	Før tiltak	aug. 16	1,04	0,81	0,88	0,83	0,69	0,65			
		sep. 16	2,63	3,21	1,62	1,19	1,85	1,46			
	Under tiltak	okt. 17			4,1	2,29	2,77	2,85			
		jan. 18				1,04	0,877	0,688			
		mar. 18		9,05		5,55	4,81	6,08			
		mai. 18	15,2	14		5,99	19,2	9,75			
	Etter tiltak	des. 18	2,33	2,38	3,35	1,74	1,46	0,9			
		aug. 19	5,73	3,22	2,81	1,69	1,91	3,03	1,89	2,59	1,97
Fenantren	Før tiltak	aug. 16	1,53	1,59	2,43	2,5	1,72	1,83			
		sep. 16	2,63	1,83	2,08	2,18	2,55	2,22			
	Under tiltak	okt. 17			8,59	7,25	7,93	10,9			
		jan. 18				3,56	1,82	2,15			
		mar. 18		20,3		11,4	12,9	6,07			
		mai. 18	15,2	13,5		9,16	15,9	8,56			
	Etter tiltak	des. 18	4,34	4,31	6,38	3,44	2,54	2,22			
		aug. 19	6,08	5,67	5,32	2,23	2,46	3,55	2,3	4,55	2,4
Antracen	Før tiltak	aug. 16	0,041	0,17	0,22	0,094	0,065	0,16			
		sep. 16	0,076	0,15	0,14	0,15	0,052	0,12			
	Under tiltak	okt. 17			4,97	0,393	0,36	0,901			
		jan. 18				0,273	0,204	0,32			
		mar. 18		1,64		0,77	1,32	0,8			
		mai. 18	0,18	0,27		0,18	0,64	0,26			
	Etter tiltak	des. 18	1,09	1,21	1,13	0,3	0,48	0,49			
		aug. 19	1,47	1,05	0,88	0,31	0,44	0,57	0,23	0,3	0,26
Fluoranten	Før tiltak	aug. 16	0,24	1	1,29	0,84	0,73	0,83			
		sep. 16	0,543	0,78	0,74	0,81	0,65	0,58			
	Under tiltak	okt. 17			3,37	2,77	2,52	3,62			
		jan. 18				2,57	1,04	1,75			
		mar. 18		22,7		9,04	8,41	8,26			
		mai. 18	4,33	4,32		1,54	3,04	1,1			
	Etter tiltak	des. 18	8,17	7,11	9,25	2,97	3,38	1,38			
		aug. 19	4,38	5,11	4,68	1,27	1,47	2,13	1,02	1,05	1,44
Pyren	Før tiltak	aug. 16	0,272	0,94	1,16	0,64	0,68	0,68			
		sep. 16	0,557	0,92	0,88	0,89	0,8	0,56			
	Under tiltak	okt. 17			5,36	2,35	2,93	3,72			
		jan. 18				2,37	2,92	6			
		mar. 18		7,6		3,45	2,88	3,14			
		mai. 18	10,1	2,19		0,96	1,2	0,43			
	Etter tiltak	des. 18	10,5	2,54	3,42	1,17	1,38	0,8			
		aug. 19	4,61	2,25	1,76	0,45	0,72	0,84	0,41	0,26	0,86

Parameter	Fase	Tid	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6	ST 7	ST 8	ST 9	ST 10	ST 11
Benzo[a]antracen	Før tiltak	aug. 16	0,0038	0,038	0,048	0,021	0,04	0,042			
		sep. 16	0,0061	0,031	0,037	0,029	0,023	0,000			
	Under tiltak	okt. 17			0,355	0,208	0,373	0,313			
		jan. 18				0,116	0,172	0,18			
		mar. 18		1,65		0,96	0,88	1,09			
		mai. 18	0,12	0,18		<0,1	0,19	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	0,21	0,34	0,53	<0,1	0,24	<0,1			
		aug. 19	0,13	0,24	0,24	0,09	0,12	0,15	0,06	0,11	0,11
Krysen	Før tiltak	aug. 16	0,0092	0,057	0,068	0,034	0,03	0,052			
		sep. 16	0,0157	0,046	0,049	0,04	0,03	0,035			
	Under tiltak	okt. 17			0,732	0,447	0,526	0,563			
		jan. 18				0,36	0,305	0,263			
		mar. 18		3,57		1,73	1,32	1,61			
		mai. 18	0,47	0,35		<0,1	0,28	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	0,49	0,62	1,16	0,18	0,35	<0,1			
		aug. 19	0,32	0,54	0,44	0,2	0,2	0,29	0,12	0,1	0,2
Benzo[b]fluoranten (*målt som benzo(b,k,j)fluoranten før tiltak)	Før tiltak	aug. 16	0,029*	0,06*	0,077*	0,026*	0,07*	0,073*			
		sep. 16	0,02*	0,047*	0,088*	0,039*	0,059*	0,047*			
	Under tiltak	okt. 17			0,961	0,309	0,858	0,537			
		jan. 18				0,272	0,561	0,24			
		mar. 18		1,42		0,53	0,57	0,59			
		mai. 18	<0,1	0,15		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	<0,1	0,19	<0,1	<0,1	<0,1			
		aug. 19	0,05	0,1	0,12	0,04	0,1	0,06	0,03	0,09	0,11
Benzo[k]fluoranten (*målt som benzo(b,k,j)fluoranten før tiltak - se resultat for benzo(b)fluoranten)	Før tiltak	aug. 16	*	*	*	*	*	*			
		sep. 16	*	*	*	*	*	*			
	Under tiltak	okt. 17			0,816	0,258	0,611	5,69			
		jan. 18				0,152	0,302	0,29			
		mar. 18		0,82		0,41	0,37	0,46			
		mai. 18	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	0,13	0,36	<0,1	0,16	<0,1			
		aug. 19	0,07	0,01	0,15	0,06	0,14	0,06	0,05	0,06	0,16
Benzo[a]pyren	Før tiltak	aug. 16	0,0006	0,008	0,009	0,002	0,01	0,009			
		sep. 16	0,0012	0,008	0,014	0,004	0,008	0,009			
	Under tiltak	okt. 17			0,498	0,145	0,545	0,418			
		jan. 18				0,0973	0,297	0,169			
		mar. 18		1,21		0,48	0,62	0,71			
		mai. 18	<0,1	0,12		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	0,11	0,28	<0,1	0,14	<0,1			
		aug. 19	0,06	0,1	0,11	0,03	0,13	0,06	0,03	0,02	0,13
Indeno[1,2,3-cd]pyren	Før tiltak	aug. 16	0,0005	0,004	0,005	0,001	0,003	0,005			
		sep. 16	0,0007	0,003	0,006	0,003	0,003	0,004			
	Under tiltak	okt. 17			0,195	0,0434	0,23	0,146			
		jan. 18				0,0192	0,111	0,0548			
		mar. 18		0,49		0,12	0,11	0,13			
		mai. 18	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
		aug. 19	0,01	0,02	0,03	0,01	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,08
Dibenzo[a,h]antracen	Før tiltak	aug. 16	0,0001	0,0009	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000			
		sep. 16	0,0002	0,0007	0,0011	0,0005	0,0007	0,0000			
	Under tiltak	okt. 17			0,0243	0	0,087				
		jan. 18				0	0,0227	0,018			
		mar. 18		<0,1		<0,1	<0,1	<0,1			
		mai. 18	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
		aug. 19	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01
Benzo[ghi]perylene	Før tiltak	aug. 16	0,0006	0,004	0,004	0,001	0,005	0,004			
		sep. 16	0,0009	0,004	0,006	0,003	0,004	0,0000			
	Under tiltak	okt. 17			0,0543	0,0498	0,179	0,141			
		jan. 18				0,0595	0,109	0,0731			
		mar. 18		0,2		<0,1	0,1	0,11			
		mai. 18	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1			
	Etter tiltak	des. 18	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1			
		aug. 19	0,02	0,02	0,02	0,01	0,47	0,02	0,01	<0,01	0,05
Sum PAH(16) EPA	Før tiltak	aug. 16	10,42	14,88	10,38	8,9	8,59	9,71			
		sep. 16	52,32	37,59	17,96	15,81	32,47	25,07			
	Under tiltak	okt. 17			44,4	22,4	34,3	37			
		jan. 18				23,6	13,2	23,6			
		mar. 18		121		116	77,7	49,1			
		mai. 18	77,8	78,5		38,6	90,5	86,1			
	Etter tiltak	des. 18	42,9	36,7	58,2	25,4	22,3	17,1			
		aug. 19	59,2	42,2	37,5	23,8	25,4	65,8	28	27,8	26,3
Sum PCB(7)	Før tiltak	aug. 16	0,032	0,028	0,029	0,024	0,026	0,022			
		sep. 16	0,026	0,027	0,023	0,03	0,028	0,025			
	Under tiltak	okt. 17			0,028	0,011	0,026	0,022			
		jan. 18				0,008	0,007	0,004			
		mar. 18		<1		<1	<1	<1			
		mai. 18	<1	<1		<1	<1	<1			
	Etter tiltak	aug. 19	0,005	0,017	0,017	0,012	0,010	0,016	0,014	0,018	0,011

Analyseresultatene for de fleste PAH-forbindelser viser noe høyere konsentrasjoner under anleggsfasen sammenlignet med perioden før tiltak (Tabell 14). Det er særlig prøverundene i mars og mai 2018 som skiller seg ut med de høyeste konsentrasjonene. Denne trenden vises også i Figur 29 der PAH-16 innholdet i POM ved de forskjellige målestasjonene før, under og etter tiltak er sammenstilt. Den høyeste konsentrasjonen av PAH-16 er registrert enten i mars eller mai 2018 ved de målestasjonene der det er gjennomført målinger i disse periodene. Trenden er tydeligst ved stasjon ST4, ST6 og ST7, der PAH-16 innholdet i en eller begge av disse periodene er høyere enn målingene utført før og etter tiltak (analyseusikkerheten medregnet). Ved stasjon ST5 ble det ikke gjennomført målinger i mars og mai 2018, så PAH-16 utviklingen ved denne stasjonen er noe usikker. Det samme gjelder for stasjon ST3 i Store Lungegårdsvann der det mangler målinger i tre av prøvetakingsrundene.

På grunn av økningen i rapporteringsgrense for PCB som følge av bytte av målelaboratorium i 2018, er det generelt vanskelig å sammenligne PCB-konsentrasjoner mellom de ulike fasene. Basert på verdiene som er påvist over rapporteringsgrensen, kan det ikke observeres noen tydelig trend i dette datasettet (Tabell 14).



Figur 29 PAH-16 innhold i POM ved målestasjon ST3 – ST8 før (aug.16-sept.16), under (okt.17-mai.18) og etter (des.18-aug.19) tiltak. Se Figur 3 for lokalisering av målestasjonene.

Anleggsarbeidet i Puddefjorden foregikk parallelt i ulike delområder, og enkelte områder ble også re-tildekket på grunn av underkjente kjemiske prøver. Det er derfor vanskelig å vurdere vannkvaliteten ved de forskjellige målestasjonene opp mot tidspunkt for arbeider i nærområdene. Det er stor vannutskiftning i fjorden, og en eventuell økning i forurensningsnivå i et område på grunn av mudrings- eller tildekkingsarbeidet vil trolig fortynnes raskt. Vannkvaliteten vil også påvirkes av bidrag fra andre kilder til miljøgifter, som for eksempel overvann, og den generelle økningen i PAH-konsentrasjoner som er observert i mars og mai 2018 kan således være forårsaket av andre kilder enn anleggsarbeidet. En annen kompliserende faktor når det gjelder vurdering av trender er skiftet av laboratorium for analyse av POM som skjedde i forkant av måleperiodene der det ble påvist høyest PAH-konsentrasjoner. Det kan ikke utelukkes at endring i måleinstrumenter, etc. kan ha hatt en innvirkning på prøveresultatene.

Uansett hva som forårsaket de høyere PAH-verdiene i mars og mai 2018, så holder vannkvaliteten seg innenfor god til moderat miljøtilstand med tanke på disse miljøgiftene også i anleggsfasen. Når man sammenligner prøveresultatene som ble innhentet i perioden før tiltak med resultatene innhentet etter at tiltaket ble ferdigstilt, så indikerer POM-datasettet verken en forbedring eller forverring av miljøtilstanden i sjøvannet. Innholdet av organiske miljøgifter 1,5 m over sjøbunnen ser dermed ikke ut til å være direkte relatert til forurensningsnivået i sedimentene på sjøbunnen.

## 8 Miljøgifter i blåskjell

### 8.1 Metode, eksponering av utplasserte skjell

Måling av miljøgiftkonsentrasjon i blåskjell (*Mytilus spp.*) er en metode som brukes for å undersøke graden av forurensning i sjøvann. Blåskjell lever av å filtrere plankton fra sjøvann og kan akkumulere miljøgifter fra vannet. Stedegne eller utplasserte skjell hentes inn og analyseres for miljøgifter i vevet. Metode for overvåking av miljøgifter i blåskjell er beskrevet i NS 9434:2017 (Norsk Standard, 2017). Ved tilstrekkelig lang eksponeringstid vil det etableres en likevekt mellom konsentrasjonen av miljøgifter i vann og konsentrasjonen i blåskjell. Blåskjell er en godt egnet art som ofte brukes i overvåking ned mot 15-20 meters dyp. O-skjell kan også benyttes på dypere lokaliteter (Direktoratsgruppen Vanddirektivet, 2018). Av hensyn til skjellenes gyteperiode i Sør-Norge bør prøvetakingen utføres høst eller tidlig vinter.

I Puddefjorden ble det satt ut blåskjell (*Mytilus spp.*) i alle målestasjonene. Blåskjell skal normalt plasseres i produktiv sone i vannsøylen. Enkelte av stasjonene i Puddefjorden er dype. På den dypeste lokaliteten (ST-11) ble det derfor også satt ut o-skjell (*Modiolus modiolus*) som forekommer på større dyp enn blåskjell. Skjell i størrelse 3-6 cm ble levert av Scalmarin AS som holder til på Rong i Øygarden kommune. Skjellene var plukket fra en naturlig forekommende populasjon i et område med A-klassifisering for høsting av matskjell. Transporten fra høstestedet var skånsom, fuktig og kjølig. Det ble satt ut minimum 40 skjell per stasjon. For å beskytte skjellene mot sjøfugl ble strømpes med skjell satt i bur med god vanngjennomstrømning. Burene ble plassert ca. 1,5 m over sjøbunnen og eksponert på lokalitetene i ca. 3 måneder fra midten av august til midten av november 2019 (Tabell 3, Figur 5, Figur 30). Ved utplassering og innhenting ble det tatt vannprøver med Ruttner vannhenter for analyse av salinitet. Temperatur ble målt i felt ved avlesning av termometer i vannhenteren.

Samtidig med utplassering av skjell, ble det frosset ned en nullprøve for å bestemme skjellenes forurensningsstatus før utplassering. Nullprøven ble analysert sammen med de eksponerte blåskjellene og videre brukt som referanse og sammenlikningsgrunnlag.

Etter innhenting ble skjellene telt opp og målt, og døde individer ble sortert ut. De levende individene ble børstet rene, fryst ned i diffusjonstette rilsan-poser samme dag som innsamling og deretter levert til laboratorium for analyse.





Figur 30 Utplassering av blåskjell i Puddefjorden 2019.

## 8.2 Resultater og diskusjon

Utplasserte skjell viste generelt god overlevelse i alle stasjonene med unntak av stasjon 3 som står i Store Lungegårdsvann og utenfor tiltaksområdet i Puddefjorden I Store Lungegårdsvann er det anoksiske forhold under ca. 15 meters dyp (Universitetet i Bergen, 2020). Skjell i stasjon 3 var plassert i overgangssonen med oksygenfattig vann og hadde hatt dårlige vekstforhold. Fysiologien til skjell kan endre seg over tid når de er satt ut i et område der de av fysisk/kjemiske grunner ikke finnes naturlig. Over tid kan de komme i negativ energibalanse slik at naturlige prosesser endres. Skjellene ved stasjon 3 hadde dårlig ernæringsstatus og mange skjell var døde, prøveresultatene ble derfor forkastet. Ved stasjon 11, ytterst i Puddefjorden, var stasjonens markeringsbøye borte og prøven gikk tapt. Trolig var tauet revet over som følge av påkjørsel av båt.

Saltinnholdet i stasjonene ble målt til 28,6-33,5 PSU. Temperaturen sank noen grader i løpet av eksponeringsperioden. Observasjoner samt målt salinitet og temperatur ved utsetting og innhenting av skjell er oppsummert i Tabell 15.

Tabell 15 Observasjoner, prøvedyp, salinitet og temperatur ved utsetting (ut 19. og 20.08.2019) og innhenting (inn 13.11.2019) av blåskjell. Ved innhenting ble salinitet og temperatur målt ved utvalgte stasjoner som representerer ulike dyp. i.a.=ikke analysert. Analyserapport er gitt i vedlegg 1.

Stasjon	Prøvedyp (m LAT)	Salinitet (PSU)		Temperatur (°C)		Levende skjell (n)	Døde skjell (n)	Kommentar
		ut	inn	ut	inn			
ST3	-12,0	30,0		10,0		Ca. 45	Mange	Dårlig kondisjon, forkastet
ST4	-8,0	30,4	29,7		9,0	Ca. 45	<5	Tilslammet
ST5	-5,5	29,7				48	2	
ST6	-3,5	29,1		14,0		45	2	
ST7	-29,5	28,6	31,1		10,0	49	4	
ST8	-8,0	29,6				39	3	
ST9	-12,5	29,8		14,0		46	1	Flere mindre skjell (3-4 cm)
ST10	-21,0	30,6		12,0		46	3	
ST11	-98,5	33,5		8,0		Tapt stasjon		

Ved innhenting av skjell var gjennomsnittlig skallengde 5-6 cm. Hver prøve bestod av 40-50 levende skjell. En blandprøve av eksponerte skjell fra hver stasjon og den ikke eksponerte nullprøven ble analysert for innhold av tungmetaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink) og de organiske miljøgiftene PCB-7 og PAH-16. Prøveopparbeiding og analyser ble utført av Eurofins. Analyserapportene er vedlagt i vedlegg 1. Resultatene er oppsummert i Tabell 16.

Vurdering av miljøtilstand er gjort etter EQS-verdier i veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Direktoratsgruppen Vanndirektivet, 2018). EQS-verdier (Environmental Quality Standards) angir miljøkvalitetsstandarder eller grenseverdier. Det kvalitetselementet med overskridende verdier bestemmer tilstanden. For å vurdere om eksponering i Puddefjorden har medført endring i innhold av ulike miljøgifter er nivået for ulike stoffer i de utplasserte skjellene sammenliknet med nullprøven. Resultatene er også sammenliknet med tilsvarende undersøkelse som ble utført i Kirkebukten i samme tidsrom som i Puddefjorden (COWI, 2020). Det ble ikke gjort målinger med utplasserte skjell i Puddefjorden før tiltak.

Tabell 16 Analyseresultater for blåskjell etter utplassering i Puddefjorden i 3 måneder (medio august-medio november 2019). Nullprøven (NULL) er ueksponerte skjell fra samme populasjon. EQS = grenseverdi for Environmental Quality Standard, v.v.= våtvekt, MU= måleusikkerhet. Fargekode blå angir verdier under EQS (god tilstand), mens rød angir overskridelse av EQS (dårlig tilstand).

Parameter	MU (%)	Enhet	EQS	NULL	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Arsen (As)	20	mg/kg v.v.		1,8	2,1	1,9	3,3	1,8	2,3	2,1	2,2
Bly (Pb)	24-28	mg/kg v.v.		0,2	0,29	0,27	0,2	0,23	0,23	0,24	0,24
Kadmium (Cd)	21-22	mg/kg v.v.		0,09	0,11	0,09	0,09	0,09	0,1	0,11	0,11
Kobber (Cu)	21-24	mg/kg v.v.		1,2	1,6	1,5	1,4	0,8	1,1	1,1	1
Krom (Cr)	20-49	mg/kg v.v.		0,09	0,28	0,14	0,1	0,22	0,21	0,16	0,15
Kvikksølv (Hg)	32-37	mg/kg v.v.	0,02	0,013	0,016	0,01	0,01	0,014	0,016	0,016	0,014
Sink (Zn)	20-26	mg/kg v.v.		17	13	14	16	11	12	14	15
Nikkel (Ni)	45-82	mg/kg v.v.		0,1	0,2	0,1	<0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Naftalen		µg/kg v.v.	2400	< 14,8	< 12,7	< 10,9	< 14,3	< 15,0	< 18,6	< 10,6	< 13,0
Acenaftylen		µg/kg v.v.		< 0,330	< 0,480	0,720	0,690	< 0,560	< 0,710	< 0,330	0,360
Acenaften		µg/kg v.v.		< 1,18	< 1,10	< 1,10	< 1,03	< 1,27	< 1,21	< 0,990	0,840
Fluoren		µg/kg v.v.		< 5,52	< 2,34	< 1,40	< 4,95	< 4,19	< 3,29	< 4,51	< 3,72
Fenantren		µg/kg v.v.		< 3,58	< 3,52	6,6	3,52	< 3,84	3,56	< 3,49	< 3,87
Antracen		µg/kg v.v.	2400	< 0,303	< 0,470	1,06	0,55	< 0,510	1,15	< 0,420	0,328
Fluoranten		µg/kg v.v.	30	1,63	4,46	10,5	4,36	3,32	6,51	3,26	1,11
Pyren		µg/kg v.v.		0,772	4,54	13,2	3,78	2,92	5,36	2,41	1,18
Benz(a)antracen		µg/kg v.v.	304	< 0,303	1,53	1,85	0,7	1,66	2,44	0,85	0,639
Krysen		µg/kg v.v.		< 0,40	1,85	2,73	1,27	1,79	2,67	1,18	0,67
Benzo[b]fluoranten		µg/kg v.v.		< 0,47	3,58	3,85	1,78	4,91	4,33	2,36	1,41
Benzo[k]fluoranten		µg/kg v.v.		< 0,303	1,02	1,14	0,52	1,5	1,32	0,594	0,419
Benzo[a]pyren		µg/kg v.v.	5	< 0,303	1,21	1,33	0,42	1,68	1,56	0,682	0,544
Dibenz(a,h)antracen		µg/kg v.v.		< 0,303	< 0,298	0,314	0,303	< 0,325	< 0,329	< 0,295	0,328
Indeno[1,2,3-cd]pyren		µg/kg v.v.		< 0,490	1,04	0,96	0,59	1,55	1,36	0,866	0,992
Benzo[ghi]perylene		µg/kg v.v.		< 0,380	1,54	1,94	1,07	2,62	1,78	1,31	1,33
Sum 16 PAH eks. LOQ		µg/kg v.v.		2,41	20,8	45,2	18,6	22	32,1	13,5	8,28
PCB 28		µg/kg v.v.		< 0,261	< 0,267	0,67	0,58	0,372	0,477	0,843	0,339
PCB 52		µg/kg v.v.		0,635	1,14	2,64	2,83	1,73	1,86	3,66	1,74
PCB 101		µg/kg v.v.		2,65	1,42	2,93	2,93	2,25	2,06	3,9	2,52
PCB 118		µg/kg v.v.		1,73	1,18	2,41	2,33	2,05	1,73	3,37	1,91
PCB 138		µg/kg v.v.		1,82	1,22	2,23	1,95	1,87	1,38	2,65	1,84
PCB 153		µg/kg v.v.		2,49	1,58	3,14	2,54	2,37	1,85	3,36	2,36
PCB 180		µg/kg v.v.		< 0,261	< 0,267	0,34	0,312	< 0,299	< 0,230	0,265	0,253
Sum PCB(7) eks. LOQ		µg/kg v.v.	0,6	9,33	6,53	14,3	13,1	10,6	9,36	18	10,7

Laboratoriet har oppgitt særlig høy måleusikkerheten for nikkel og krom. Det skyldes at jo nærmere de målte verdiene ligger laveste deteksjonsgrense for analysen (LOQ), jo høyere er den beregnede måleusikkerheten. LOQ for analysen brukt for nikkel er 0,1 mg/kg og for krom 0,05 mg/kg.

Gjeldende veileder for klassifisering av vann, sediment og biota angir miljøkvalitetsstandard (EQS) for kvikksølv, enkelte PAH-forbindelser og PCB-7. EQS er vannforskriftens miljømål for økologisk og kjemisk tilstand for disse stoffene og angir grensen mellom god (blå) og dårlig (rød) tilstand.

Av de analyserte stoffene er kvikksølv og PAH-forbindelsene antracen, fluoranten, naftalen og benzo(a)pyren (BaP) blant EUs prioriterte stoffer (Veileder 02:2018, EUs prioriterte stoffer tabell 11.9.2). Det er ikke overskridelse av EQS-verdier for noen av de prioriterte stoffene på noen av stasjonene, og miljøtilstanden kan klassifiseres som "God" med hensyn på disse stoffene.

PAH-forbindelsen benzo(a)antracen og PCB-7 er av de vannregionspesifikke stoffene som har en definerte EQS-verdier (Veileder 02:2018, vannregionspesifikkes stoffer tabell 11.9.6). Innholdet av

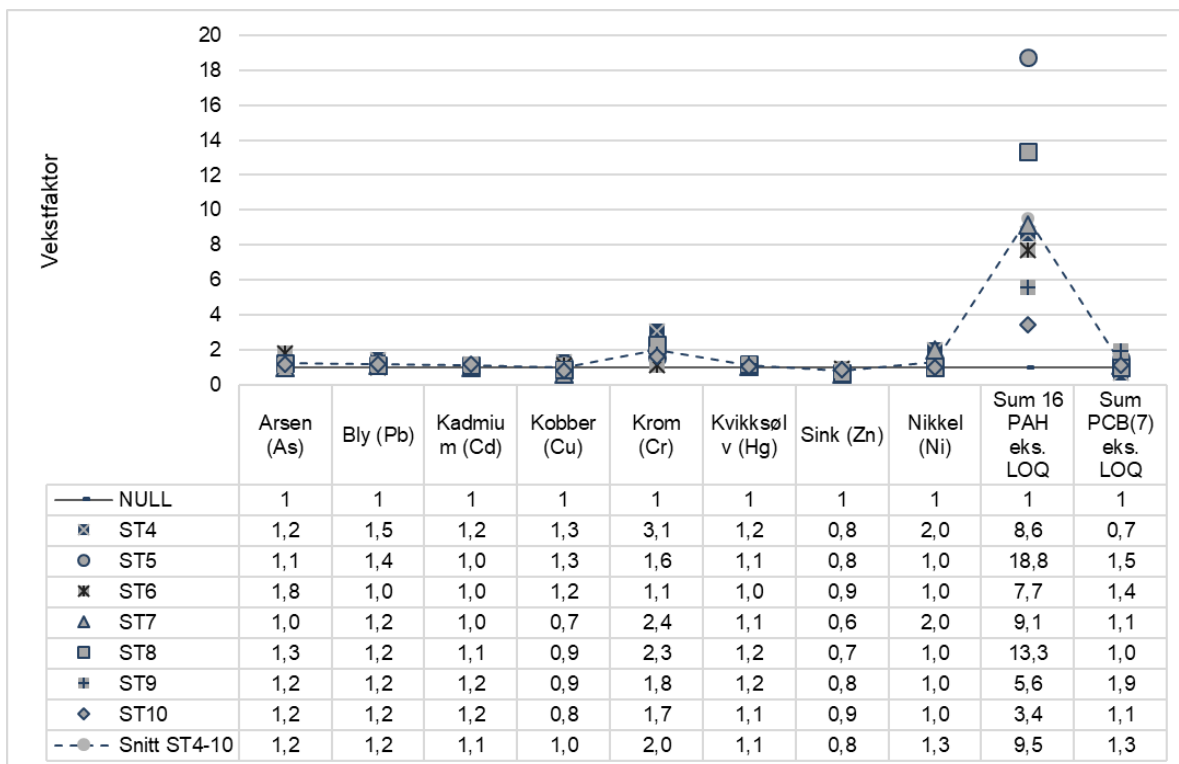
benzo(a)antracen i de eksponerte blåskjellene var under EQS-verdien i alle prøvene, mens innholdet av PCB-7 overskred EQS i både nullprøven og ved alle stasjonene. Dette var også tilfellet for blåskjell som var utplassert i Kirkebukten i samme periode. I og med at nullprøven hadde overskridende PCB-verdier (9,33 µg/kg v.v.), som var høyere enn enkelte av prøvene fra stasjonene, må det antas at skjellene har vært eksponert for PCB i sitt oppvekstområde på Rong og før de ble utplassert i Puddefjorden. Dette utgjør en feilkilde og vanskeliggjør tolkningen av analyseresultatene. PCB-7 målt i eksponerte blåskjell var i snitt 20 ganger høyere enn EQS, men samtidig kun 1,3 ganger høyere enn i nullprøven. I det videre vektlegges derfor endringen i konsentrasjon av PCB-7 i eksponerte blåskjell sammenliknet med nullprøven, fremfor overskridelsen av EQS (Figur 31). Det må også bemerkes at EQS-verdien er lav. Sammenliknet med eldre tilstandsklasser for skjell (SFT, 1997) ville nullprøven og alle prøvene være i tilstandsklasse 2 (moderat forurenset), med unntak av prøve fra ST-9 som ville vært i tilstandsklasse 3 (markert forurenset).

Det oppgis kun EQS-verdier for kvikksølv i veileder 02:2018. For å vurdere konsentrasjonsnivået av de øvrige metallene er disse klassifisert i henhold til tilstandsklasser i TA-1467 *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*, veileder 97:03 (SFT, 1997) for biota (blåskjell). Metallkonsentrasjonene er oppgitt i våtvekt fra laboratoriet. For å kunne bruke klassifiseringssystemet for metaller i blåskjell, må konsentrasjonen være oppgitt i tørrvekt. Tørrstoffinnholdet i blåskjell ligger normalt på ca. 15-20 %. I denne fremstillingen er det ved omregning av konsentrasjoner fra våtvekt til tørrvektsbasis forutsatt 20% tørrstoff, men det gjøres oppmerksom på at dette potensielt kan utgjøre en feilkilde. Ingen av tungmetallene overskrider tilstandsklasse 2.

Tabell 17 *Konsentrasjoner av tungmetaller i utplasserte blåskjell, Puddefjorden 2019, klassifisert etter TA-1467 veiledning 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann". Blå angir tilstandsklasse I (ubetydelig-lite forurenset), grønn angir tilstandsklasse II (moderat forurenset). Nullprøven (NULL) er ueksponerte skjell fra samme populasjon. Ved omregning av analyseresultat fra våtvektsbasis til tørrvektsbasis er det forutsatt 20% tørrstoff i skjell.*

Parameter	Enhet	NULL	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Arsen (As)	mg/kg t.v.	9,0	10,5	9,5	16,5	9,0	11,5	10,5	11,0
Bly (Pb)	mg/kg t.v.	1,00	1,45	1,35	1,00	1,15	1,15	1,20	1,20
Kadmium (Cd)	mg/kg t.v.	0,45	0,55	0,45	0,45	0,45	0,50	0,55	0,55
Kobber (Cu)	mg/kg t.v.	6,0	8,0	7,5	7,0	4,0	5,5	5,5	5,0
Krom (Cr)	mg/kg t.v.	0,45	1,40	0,70	0,50	1,10	1,05	0,80	0,75
Kvikksølv (Hg)	mg/kg t.v.	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07
Sink (Zn)	mg/kg t.v.	85	65	70	80	55	60	70	75
Nikkel (Ni)	mg/kg t.v.	0,5	1,0	0,5	<0,5	1,0	0,5	0,5	0,5

Vannkvaliteten i Puddefjorden kan vurderes ved å se på endring i innhold av miljøgifter i blåskjell etter at de har vært eksponert ved de ulike lokalitetene. Analyseresultatene for nullprøven er satt som en grunnlinje for de eksponerte blåskjellene. Vekstfaktoren for de ulike stoffene er beregnet for å sammenlikne konsentrasjoner i eksponerte blåskjell med nullprøven. Figur 31 viser hvor mange ganger konsentrasjonen av de ulike parameterne er endret i snitt og ved de ulike stasjonene. En vekstfaktor under 1 tilsvarer en nedgang i konsentrasjon sammenliknet med nullprøven, en vekstfaktor på 1 tilsvarer ingen endring, mens en vekstfaktor på 2 tilsvarer en dobling i konsentrasjon sammenliknet med nullprøven.



Figur 31 Vekstfaktor for metaller og organiske miljøgifter i utplasserte blåskjell, Puddefjorden 2019. Nullprøven (NULL) er ueksponeerte skjell fra samme populasjon. Vekstfaktor er antall ganger konsentrasjonen i prøvene er endret sammenliknet med nullprøven. Vekstfaktor under 1 tilsvarer en nedgang, vekstfaktor på 1 tilsvarer ingen endring, mens en vekstfaktor på 2 tilsvarer en dobling i konsentrasjon.

Det er generelt målt lave vekstfaktorer for de fleste stoffene med unntak av PAH-16, og resultatene samsvarer godt med tilsvarende målinger i Kirkebukten på Laksevåg i samme periode.

I snitt er det ingen endring eller en svak økning i konsentrasjon av tungmetaller og PCB-7 i eksponerte skjell. Unntak er for sink der alle prøver viser en beskjeden nedgang i konsentrasjon. Innholdet av kobber var også lavere enn i nullprøven i flere stasjoner. Høyeste veksttall for metaller ble målt for krom der veksttallet var 2 eller høyere for fire av sju stasjoner. Selv om forskjellene mellom stasjonene var små for metaller, kan det nevnes at den største relative endring av de fleste metallene ble målt i stasjon 4, innerst i Solheimsviken, der veksttall for bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv og nikkel, var fra 1,2 til 3,1.

Det er kun for PAH-16 at det er en betydelig økning i alle prøvene sammenliknet med nullprøven, noe som indikerer at vannkvaliteten i Puddefjorden er dårligere med hensyn til PAH enn i området som skjellene var hentet fra. Innholdet av PAH-16 i skjell som har vært utplassert i Puddefjorden er 3,4-18,8 ganger høyere enn i nullprøven. Størst økning i PAH-16 er målt i skjell fra stasjon 5 som står grunt i Damsgårdssundet. Måling av PAH-forbindelser i sjøvannet i 2018 og 2019 ved hjelp av passive prøvetakere (POM) viser at konsentrasjonsnivået var i tilstandsklasse 2 eller lavere, og i klasse 3 for enkelte forbindelser i enkelte stasjoner i 2018 (Tabell 14).

Til tross for at det er registrert en svak økning av flere stoffer og en vesentlig økning av PAH-16 sammenliknet med nullprøven, må det understrekes at konsentrasjonsnivået for metaller og PAH i

eksponerte skjell er lave, under EQS for kvikksølv og de prioriterte PAH-forbindelsene og i tilstandsklasse 2 eller lavere ved klassifisering etter med TA-1467 (Tabell 17).

For PCB-7 varierte veksttallet fra 0,7 til 1,9, med et gjennomsnitt på 1,3. For PCB-7 ble størst endring målt i stasjon 9, utenfor Sørrevågen. Konsentrasjonen av PCB-7 i nullprøven overskred EQS og gav "dårlig" miljøtilstand (Tabell 16). Ved tilstrekkelig lang eksponeringstid vil det etableres likevekt mellom konsentrasjon i sjøvann og konsentrasjon i skjell. Det vil generelt si at ved eksponering for mer forurenset vann vil konsentrasjonen i skjell øke over tid og ved eksponering for renere vann vil konsentrasjonen avta. Hvor raskt denne likevekten etableres vil variere mellom stoffer og er generelt lenger for lite vannløselige forbindelser som PAH og PCB (Norsk Standard, 2017) (Direktoratsgruppen Vanddirektivet, 2018). Et gjennomsnittlig veksttall for PCB i prøvene fra Puddefjorden som er svakt over 1 kan derfor indikere at vannkvalitetene i Puddefjorden er på samme nivå eller er noe dårligere med hensyn til PCB enn vannkvaliteten der skjellene ble levert fra. Det er imidlertid usikkert om eksponeringstiden på 90 dager er lang nok til å oppnå likevekt for PCB mellom sjøvann og skjell. Resultater av PCB-målinger med passiv prøvetaker (POM) fra før, under og etter tiltak i Puddefjorden har registrert liten endring i vannløselig PCB (Tabell 14).

Innhold av miljøgifter i skjell gjenspeiler generelt vannkvaliteten i vannet de har vært eksponert for. Måling av salinitet, temperatur og miljøgifter i vannprøver og passive prøvetakere viser at det generelt er relativt lik vannkvalitet i hele Puddefjorden der skjellene har vært utplassert. Ytre faktorer som eksponeringsdyp og næringstilgang samt måleusikkerheten i analysene kan ha bidratt til de mindre nivåforskjellene for enkelte stoffer som er registrert i eksponerte skjell.

Fra kostholdsundersøkelsene i Bergen (NIFES, 2011) foreligger det resultater av analyserte blåskjell som er samlet inn fra naturlige forekommende skjell ved seks lokaliteter i Bergen havn i 2007. En sammenlikning av resultatene fra denne undersøkelsen med resultatene fra Puddefjorden 2019 viser at nivået for påviste PAH-forbindelser i skjell i 2007 var 190 µg/kg vv, det vil si ca. 8,5 ganger høyere enn i 2019 (22,9 µg/kg vv). For indikatorforbindelsen benzo(a)pyren var konsentrasjonen i skjell i 2007 2,5 µg/kg vv, det vil si ca. 2,5 ganger høyere enn i 2019 (1,1 µg/kg vv). Sammenlignet med gjennomsnittlige metallkonsentrasjoner var innholdet av bly i 2007 på 0,68 mg/kg vv, det vil si ca. 2,8 ganger høyere enn i 2019 (0,24 mg/kg vv). For kvikksølv, kobber, kadmium og arsen var imidlertid innholdet omtrent på samme nivå i de to undersøkelsene.

Undersøkelsen i 2007 benyttet stedegne skjell som hadde vært eksponert lenge på lokalitetene og var tilpasset lokale forhold, mens utplasserte skjell i 2019 hadde ca. 3 måneder eksponeringstid og måtte tilpasse seg nye kjemiske og fysiske forhold på utplasseringsstedet. Ifølge veileder 02:2018 skal en eksponeringstid på rundt 90 dager være tilstrekkelig tid for mange forbindelser, men det må likevel tas forbehold om at en sammenlikning av resultater fra disse undersøkelsene kan ha betydelige feilkilder.

## 9 Spredning av partikkelbundet forurensning

### 9.1 Metode, sedimentfeller

Sedimentfeller fanger partikler som transporteres med vannmassene. Metoden benyttes for å måle mengde og type partikkelbundet forurensning som spres i et område over tid. Sedimentet fra fellene samles inn etter endt eksponeringstid og analyseres for total mengde tørrstoff og innhold av aktuelle miljøgifter.

For å skaffe informasjon om partikkelbundet forurensning som sedimenterer i ulike områder av Puddefjorden ble det satt ut sedimentfeller med røråpning 1,5 m over sjøbunnen i alle stasjonene (nivå 1). For å kartlegge variasjon ved ulike dyp i samme stasjon, var det noen steder også utplassert sedimentfelle ca. midt mellom sjøbunn og vannoverflate (nivå 2) og en felle nærmere overflaten (nivå 3). Oppsettet for sedimentfeller på de ulike stasjonene er vist i Figur 32 og Tabell 3. Lokalisering av målestasjonene i forhold til tildekket og utildekket areal er vist i Figur 3. Lokalisering av prøvestasjonene i forhold til overløp fra kommunalt avløpsnett og utslippspunkt for overvann er vist i Figur 4.

I forbindelse med 1-årskontrollen ble sedimentfellene eksponert i to perioder for å fange opp årstidsvariasjoner; 12 uker høst/vinter 2018 og 9 uker om sommeren i 2019. Stasjonene ST3-ST8 ble benyttet begge periodene, stasjon 9-11 ble inkludert i 2019. Nødvendig eksponeringstid for å samle tilstrekkelig prøvemateriale for de aktuelle analysene er generelt avhengig av sedimentasjonsraten i området som undersøkes. Hvilke analyser som kan utføres på prøvene er begrenset av tilgjengelig prøvemengde.

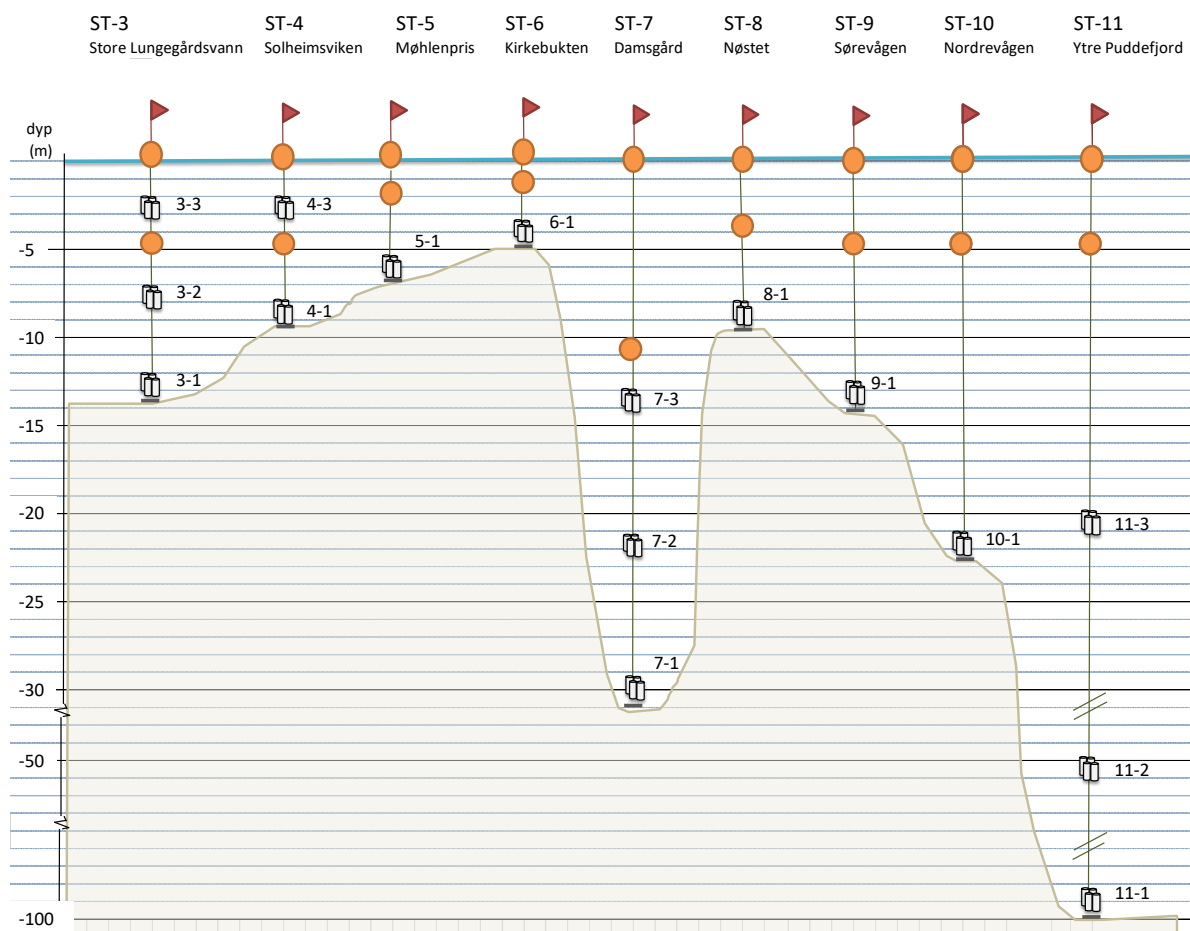
Det ble benyttet sedimentfeller med 4 rør og indre rørdiameter Ø72mm, Ø100mm eller Ø104mm. Hvilke størrelser som er brukt ved de ulike stasjonene framgår av Tabell 18.

Tabell 18 Eksponeringstid og størrelse på sedimentfeller ved ulike stasjoner.

År	Eksponeringsperioder i 1-års kontrollen	4 rør a Ø72 mm totalareal 0,0163 m <sup>2</sup>	4 rør a Ø100 mm Totalareal 0,0314 m <sup>2</sup>	4 rør a Ø104 mm totalareal 0,0340 m <sup>2</sup>
2018	27.09.18 - 20.12.18	ST3, ST6		ST4, ST5, ST7, ST8
2019	19./21.06.19 - 20.08.19	ST3	ST7-ST11	ST4-ST6

Ved innhenting ble alt sedimentert materiale i sedimentfellene overført til prøveemballasje i felt. Prøvene ble lagret mørkt og kjølig, og overflødig vann ble dekantert før prøvene ble levert til laboratorium.

Det foreligger et godt datagrunnlag fra tilsvarende målinger i de samme stasjonene før og under tiltaksarbeidet i Puddefjorden (COWI, 2017) og Nordrevågen (Multiconsult, 2018b). Dette gir grunnlag for vurdering av endringer over tid.



Figur 32 Skisse med plassering av sedimentfeller i forhold til sjøbunn og vannoverflate.

## 9.2 Resultater og diskusjon

### 9.2.1 Observasjoner

Ved innhenting av sedimentfeller bar prøvetakingsutstyr og innsamlet materiale preg av ulike forhold på stasjonene som vanddyb, type sjøbunn, oksygenforhold og eventuelle andre forurensningskilder. Observasjoner fra innhenting av sedimentfellene viser at det er en del variasjon i miljøforholdene i området. I sommerhalvåret ble det registrert utvendig begroing på prøvetakingsutstyr som stod nært opp til vannoverflaten og ned mot 20 meters dyp. Feller som hadde stått dypere var lite begrodd.

I løpet av eksponeringsperioden samlet fellene i alle stasjonene fra 1-6 mm materiale. Generelt var det brunt og løst sediment i alle fellene.

I Store Lungegårdsvann er oksygenivået synkende fra ca. 10-12 meters dyp (Universitetet i Bergen, 2020). Her ble det observert noe mørkere sediment i den dypeste fellen i stasjon 3 (ST3-1) som står på ca. 12 meters dyp og er plassert i en overgangssone som har varierende oksygenforhold. Det ble ikke registrert H<sub>2</sub>S-lukt. Ved prøveinnhenting fra ST3-3 i august 2019 ble et rør tapt. Prøven består derfor av materiale fra 3 av 4 rør og er korrigert for dette ved beregning av sedimentasjonsrate.



I sedimentfellene i stasjon 4 i Solheimsviken og stasjon 5 på Møhlenpris var det mest prøvemateriale, 5-6 mm (Figur 33). Stasjonene var tydelig kloakkpåvirket, særlig i måleperioden i 2019. Prøvene luktet avløpsvann/H<sub>2</sub>S. I begge disse områdene er det utslippspunkt for overløp fra kommunalt avløpsnett som er i drift ved stor nedbør (Figur 4). I Solheimsviken var det mørkere og trolig mer organisk materiale i ST4-2 som stod høyere i vannmassene enn i ST4-1 som stod nært sjøbunnen.

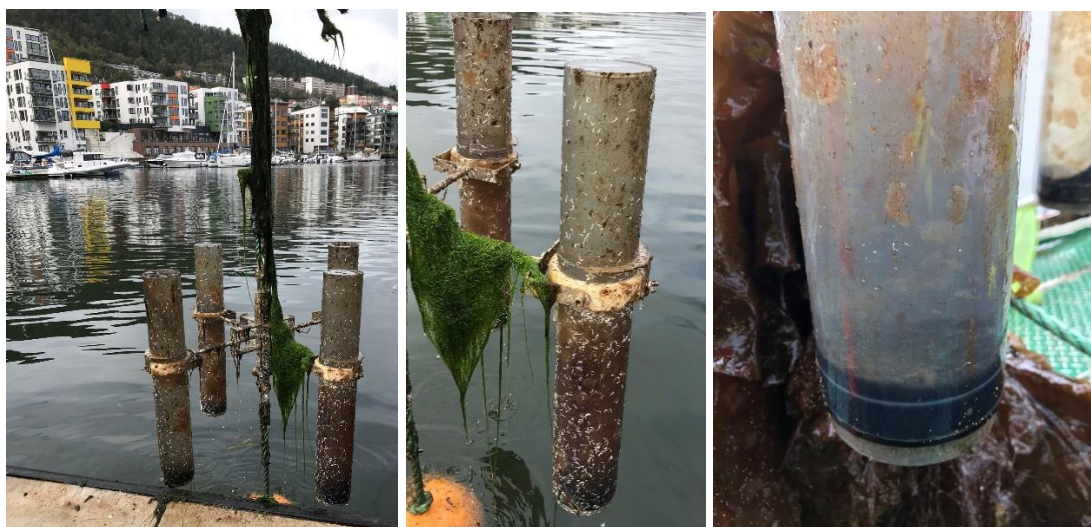
Prøven fra stasjon 5 på Møhlenpris som ble hentet inn 2018 måtte forkastes. Sedimentfellen var fylt med grov sand, grus og stein. Massene var ikke TBM-masser, og det var også sand på koblingene til sedimentfellene som indikerte at dette måtte være masser som var tilført ovenfra, for eksempel fra rengjøring av dekk på lastebåt som transporterer sand og grus til/fra en forhandler i området.

Stasjon 7 på Damsgård er lokalisert utenfor tiltaksområdet, men i det området som har fått passiv tildekking ved at finstoff fra TBM-masser har spredt seg utover med vannmassene (kap. 5.2.2). Alle de tre fellene står relativt dypt av hensyn til at området har mye trafikk med store fartøy. Sedimentet i disse fellene var brunt og løst, uten lukt (Figur 34). I fellen ved ST7-2 måtte et rør forkastes i 2019 på grunn av en død fisk. Prøven består derfor av materiale fra 3 av 4 rør og er korrigert for dette ved beregning av sedimentasjonsrate.

Stasjon 8 ved Nøstet hadde relativt mye brunt og løst sediment i 2019 (2-5 mm) i forhold til i 2018 (1-2 mm). Sedimentet var uten lukt i begge måleperiodene.

Stasjon 9 ved Sørøvågen, stasjon 10 ved Nordrevågen og stasjon 11 i ytre del av Puddefjorden var ikke med i Bergen kommune sin førundersøkelse med sedimentfeller eller i måleperioden i 2018. I 2019 bestod sedimentet i stasjonene 9 og 10 av brunt og løst materiale. Begge stasjonene står i ytterkant av tildekket område (Figur 3).

Stasjon 11 er lokalisert på dypt vann ytterst i Puddefjorden og har sedimentfeller i 3 nivå. Sedimentet i alle de tre nivåene bestod av brunt og løst materiale. Det var relativt mest sediment i fellen som stod ved 20 meters dyp og prøven luktet svakt kloakk/H<sub>2</sub>S. Prøvene fra henholdsvis 50 meter og nært sjøbunnen ved ca. 100 meters dyp hadde ingen lukt.



Figur 33 Innhenting av sedimentfeller, august 2019. Venstre og midten: ST-4 Solheimsviken, nivå 3 (røråpning -2 m) (venstre). Høyre: ST5, nivå 1 (røråpning -5,5 m) Møhlenpris.



Figur 34 *Innhenting av sedimentfeller fra ST-7 Damsgård, nivå 3, røråpning -13 m Damsgård, august 2019.*

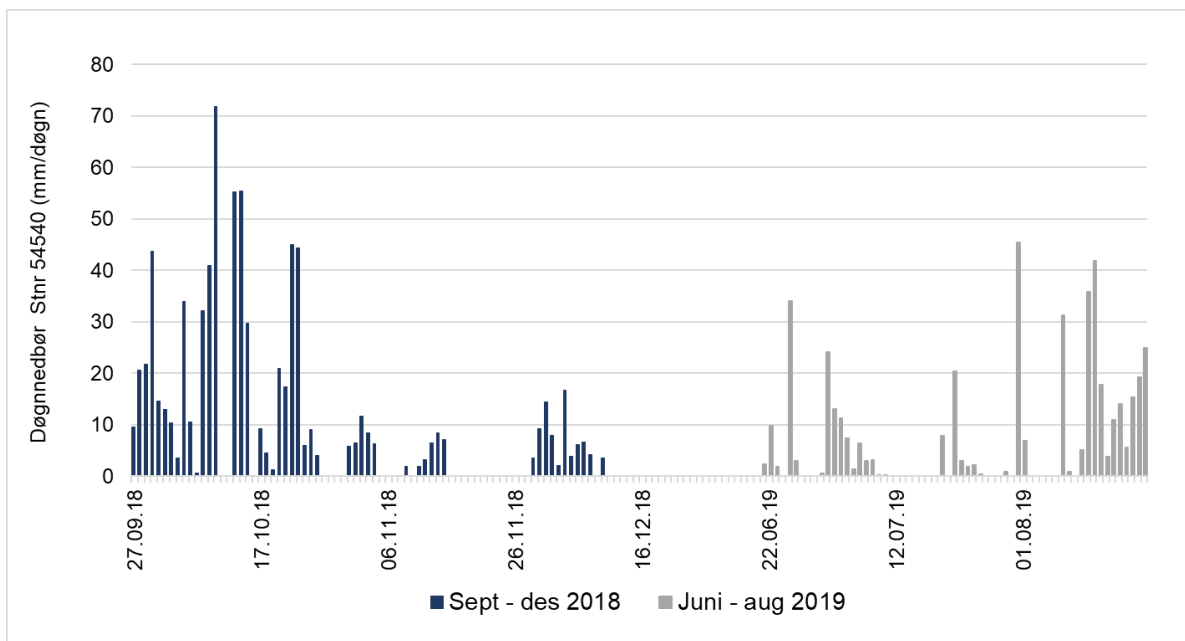


Figur 35 *Innhenting av sedimentfeller fra ST11 Ytre Puddefjorden, august 2019. Venstre: nivå 3, røråpning -20 m. Høyre: nivå 1, røråpning - 98,5 m og 1,5 m over sjøbunnen.*

Ved store nedbørsmengder tilføres Puddefjorden overvann fra avrenning av tette flater og avløpsvann fra nødoverløp i avløpsnett. Figur 36 viser målt nedbør ved Florida målestasjon i Bergen under perioden hvor sedimentfellene stod ute for 1-årskontrollen.

I september og oktober 2018 var månedsnedbør nærmere dobbelt så stor som normalnedbør (eklima.no). Høyeste døgnnedbør var > 70 mm/døgn og det var 9 døgn med døgnnedbør > 30 mm/døgn. I slutten av måleperioden i 2018 var det mindre nedbørsmengder enn normalt og dermed også lavere potensiale for avrenning fra land.

I måleperioden i 2019 var det generelt moderat nedbør. Mot slutten av måleperioden i august 2019 var det enkelte dager med nedbør >30 mm/døgn.



Figur 36 Nedbør (mm/døgn) ved Florida værstasjon i Bergen (Stnr 54540) i eksponeringsperiodene i 2018 og 2019 (eKlima, 2020).

## 9.2.2 Forurensningsgrad og sedimentasjonsrate

Prøvene fra sedimentfellene ble analysert ved akkreditert laboratorium (Eurofins AS). Laboratoriet tørket prøvene i romtemperatur. Deretter ble de veid for å bestemme total mengde tørt prøvemateriale (g TS) før uttak av tilstrekkelig materiale til ulike kjemiske analyser. Denne metoden gir mye informasjon til tross for at prøvevolumet er lite. Prøvene ble analysert for innhold av PCB-7, metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink, samt PAH-16 i de prøvene der det var tilstrekkelig prøvemateriale. Enkelte prøver ble ikke analysert for PAH-16 fordi det var for lite prøvemateriale. Analyserapportene er gitt i vedlegg 1.

Tabell 19 og Tabell 20 oppsummerer analyseresultater for sedimentfellene fra måleperiodene høsten 2018 og sommeren 2019. Resultatene er klassifisert etter Miljødirektoratets tilstandsklasser for sediment i M-608 (Miljødirektoratet, 2016). På samme måte som i vurderingen av sjøbunnsprøver (kap. 5.2) er grenseverdi for sum PAH-16 hentet fra Veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen Vanddirektivet, 2018).

Klassifiseringssystemet er et felles verktøy for vurdering og bestemmelse av miljøtilstand og angir tilstandsklasser og grenseverdier. Klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunnet i sedimentet slik det fremgår av Tabell 6. Øvre grense for klasse 2 tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksponering, og øvre grense for klasse 3 tilsvarer MAC-EQS, som er grenseverdier for akutt toksiske effekter ved korttidseksponering.

Tabell 19 Analyseresultater fra sedimentfeller eksponert i perioden september-desember 2018. Resultatene er klassifisert etter tilstandsklasser for sediment, M-608 (02:2018). Sedimentasjonsraten er beregnet ut fra total mengde tørrstoff, eksponeringstid og areal i sedimentfellen som prøven ble samlet i. Det er forutsatt at tørket prøve har 100% TS. Prøve fra ST5 ble vurdert som ikke representativ og forkastet.

I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
---------------	-----------	----------------	--------------	-------------------

		September-desember 2018										
Stasjon		Store Lungegårdsvann			Solheimsviken		Møhlenpris	Krikebukten	Damsgård			Nøstet
Parameter	Enhet	ST3-1	ST3-2	ST3-3	ST4-1	ST4-3	ST5	ST6	ST7-1	ST7-2	ST7-3	ST8
Sedimentasjon	gTS/m <sup>2</sup> /uke	19,4	17,4	17,9	71,6	37,3		18,4	74,7	31,7	19,6	84,9
Arsen (As)	mg/kg TS	22	29	27	5,1	7,5		13	9,3	14	16	5,6
Bly (Pb)	mg/kg TS	170	140	120	66	71		83	78	100	78	29
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	1,2	0,55	0,35	0,33	0,48		0,27	0,11	0,089	0,086	0,068
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,987	0,598	0,389	0,2	0,41		0,291	0,313	0,238	0,28	0,117
Kobber (Cu)	mg/kg TS	190	180	150	93	120		150	82	93	110	55
Krom (Cr)	mg/kg TS	67	78	50	39	39		60	60	62	56	52
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	36	37	33	24	26		79	33	33	30	29
Sink (Zn)	mg/kg TS	400	520	500	250	340		260	150	180	250	97
Naftalen	µg/kg TS			61,3	30,2	25,1			35,9	48,4	77,6	17,6
Acenaftylen	µg/kg TS			27,1	12,3	17,9			92,7	151	175	28,1
Acenaften	µg/kg TS			18,2	14,6	29,8			13,2	36,4	52,1	25
Fluoren	µg/kg TS			27,4	25,6	34,9			23,6	57,2	78,2	43,3
Fenantren	µg/kg TS			162	194	330			110	228	340	201
Antracen	µg/kg TS			57,9	76,9	108			83,2	152	249	43
Fluoranten	µg/kg TS			551	532	955			572	1040	1380	329
Pyren	µg/kg TS			571	558	807			449	800	1110	259
Benzo[a]antracen	µg/kg TS			493	448	467			396	753	1090	174
Krysen	µg/kg TS			536	464	446			336	604	870	157
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS			1230	646	576			695	1020	1360	226
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS			283	197	155			272	441	641	68,2
Benzo[a]pyren	µg/kg TS			1030	604	485			533	910	1360	212
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS			985	540	380			480	720	1010	180
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS			53	40,2	62,6			61,9	96,4	155	24
Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS			389	235	387			375	545	825	143
Sum PAH-16	µg/kg TS			6470	4620	5270			4530	7600	10800	2130
Sum PCB-7	µg/kg TS	60,5	38,7	28,4	20,9	34,9		22,7	14,4	15,8	20,9	4,89

Tabell 20 Analyseresultater fra sedimentfeller eksponert i perioden juni-august 2019. Resultatene er klassifisert etter tilstandsklasser for sediment, M-608 (02:2018). Sedimentasjonsraten er beregnet ut fra total mengde tørrstoff, eksponeringstid og areal i sedimentfellen som prøven ble samlet i. Det er forutsatt at tørket prøve har 100% TS.

		Juni-august 2019															
		Store Lungegårdsvann			Solheimsviken		Møhlenpris	Kirkebukten	Damsgård			Nøstet	Sørevåger	Nordrevågen	Ytre Puddefjord		
Stasjon		ST3-1	ST3-2	ST3-3	ST4-1	ST4-3	ST5	ST6	ST7-1	ST7-2	ST7-3	ST8	ST9	ST10	ST11-1	ST11-2	ST11-3
Parameter	Enhhet																
Sedimentasjon	gTS/m <sup>2</sup> /uke	43,0	34,7	26,9	102,7	89,9	353,3	23,7	57,5	20,6	14,4	35,2	27,9	21,3	29,9	20,1	21,2
Arsen (As)	mg/kg TS	6,9	8,8	5,7	4	3,4	2,2	6,6	7,4	7,3	6,8	4,7	8,6	8,8	13	9,1	4,9
Bly (Pb)	mg/kg TS	42	78	63	26	21	16	78	38	41	36	25	42	38	100	44	28
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,37	0,45	0,36	0,22	0,16	0,074	0,21	0,16	0,19	0,23	0,2	0,29	0,18	0,093	0,24	0,31
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,367	0,512	0,215	0,137	0,15	0,081	0,18	0,407	0,324	0,364	0,152	0,287	0,281	1,14	0,294	0,197
Kobber (Cu)	mg/kg TS	60	80	48	64	47	36	69	76	98	99	50	240	60	74	53	38
Krom (Cr)	mg/kg TS	21	30	20	26	12	21	25	49	47	37	35	52	54	46	28	14
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	13	18	12	17	8,4	13	37	25	22	20	21	24	18	16	14	7,5
Sink (Zn)	mg/kg TS	220	240	160	160	110	79	170	150	170	170	120	300	170	150	130	94
Naftalen	µg/kg TS	21,8			9,48	8,25	5,91	9,57	44	74,5	67,1	20,6	16,8	17,5	99,8		13,4
Acenaftylene	µg/kg TS	11,8			8,82	8,65	4,38	9,65	106	161	179	34,1	27,1	28,5	249		35,8
Acenaften	µg/kg TS	6,58			6,28	9,85	10	3,3	22,2	23,4	24,2	5,31	7,88	6,63	33,6		5,76
Fluoren	µg/kg TS	11,5			15,1	89,8	11,1	6,87	39,5	37,7	45,1	12,9	13	18,1	76,8		18,5
Fenantren	µg/kg TS	115			127	95,2	74,7	42,1	260	233	278	89,4	77,3	88,6	430		76,3
Antracen	µg/kg TS	35,1			34,5	30,2	26,4	12,4	153	147	172	57	35,6	44,1	205		35,4
Fluoranten	µg/kg TS	316			298	242	156	140	1050	1490	1380	385	257	321	1690		257
Pyren	µg/kg TS	286			234	191	135	117	761	1060	1070	307	199	226	1540		220
Benzo[a]antracen	µg/kg TS	223			153	123	86,1	74,5	635	883	942	223	159	182	1290		178
Krysen	µg/kg TS	257			150	137	89,8	72,7	517	782	852	221	162	164	926		146
Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	366			193	158	95,5	103	806	1050	1180	273	212	250	1790		227
Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	191			95	70	46,8	50,6	390	516	578	145	103	125	881		95,2
Benzo[a]pyren	µg/kg TS	292			188	155	92,7	97,5	894	1200	1300	285	220	254	2060		219
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	199			112	91,7	49	65	537	688	721	175	141	179	1290		142
Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	119			40,3	24,8	21,2	16,8	131	184	200	43,2	35,4	42,4	285		43,2
Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS	295			164	127	89,7	92,7	550	802	898	212	178	194	1360		177
Sum PAH-16	µg/kg TS	2750			1830	1560	994	913	6890	9330	9890	2490	1840	2140	14200		1890
Sum PCB-7	µg/kg TS	17,9	25,9		22,2	19,6	5,86	14,8	23,9	35	28,1	18	25,5	51,3	49,3	34	44

Sedimenterende materiale fra stasjoner utenfor tiltaksområdet, det vil si i Store Lungegårdsvann (ST3) og i ytre del av Puddefjorden (ST11), var generelt mer forurenset enn sedimenterende materiale over tildekket område (ST4, ST5, ST6 og ST8) og over område med passiv tildekking (ST7), men forholdet varierte mellom de ulike miljøgiftene og måleperiodene.

Alle stasjoner med unntak av ST3 i Store Lungegårdsvann hadde lave konsentrasjoner tilsvarende klasse 2 eller lavere for metallene arsen, bly, kadmium, kvikksølv, krom og nikkel. Stasjonen innenfor tiltaksområdet på Nøstet, ST8, utmerket seg med lave nivåer for alle metallene, inkludert kobber og sink, i begge måleperiodene. Det samme var tilfelle på Møhlenpris, ST5, men her er det bare en måleperiode.

Kobber ble påvist i klasse 3 og 4 i sedimenterende materiale over tildekket område i Solheimsviken og utenfor Kirkebukten i en av to måleperioder. Ytterst i Damsgårdssundet, ST7, var kobber i klasse 4 i begge måleperiodene.

Sink ble påvist i klasse 3 i sedimenterende materiale i store deler av tiltaksområdet (ST4, ST6, ST9, ST10).

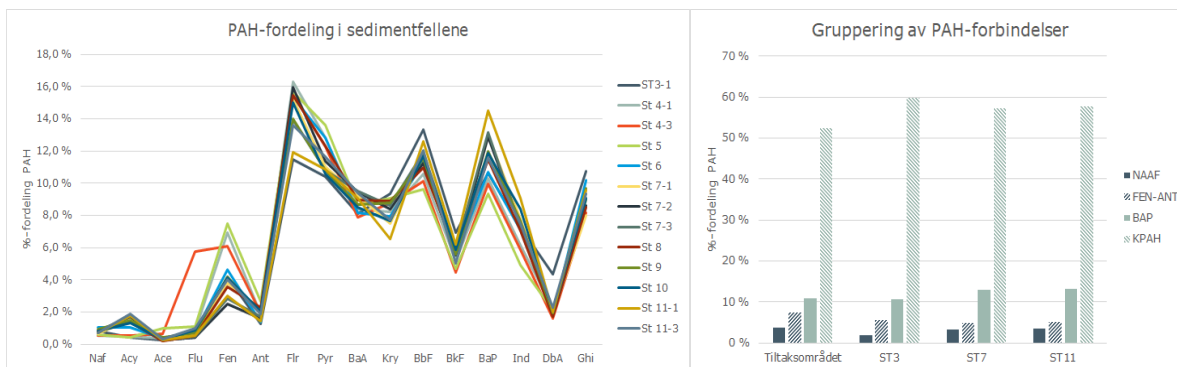
PCB-7 ble påvist i tilstandsklasse 4 i stasjonene utenfor tiltaksområdet og i klasse 3 over tildekket eller passivt tildekket område. Unntak var Nordrevågen der det også var PCB-konsentrasjoner tilsvarende klasse 4 i sedimenterende materiale over tildekket areal.

Sum PAH-16 ble funnet i tilstandsklasse 3 i sedimentfeller innenfor tiltaksområdet i en eller begge måleperiodene. Alle enkeltforbindelsene var i tilstandsklasse 4 i en eller flere prøver med unntak av naftalen, acenaften, fluoren og fenantren, som er blant de letteste forbindelsene. De høyeste PAH-nivåene ble målt i stasjonene utenfor tiltaksområdet (ST3 i Store Lungegårdsvann og ST11 ytterst i Puddefjorden), samt i ST7 som står i et område som har fått noe passiv tildekking men som ligger i ytterkant mot utildekket område og nært aktive havneanlegg.

Den prosentvise fordelingen av de enkelte PAH-forbindelsene i materiale fra sedimentfellene ved ulike nivå over sjøbunnen og ved de ulike målestasjonene er sammenliknet for måleperioden i 2019. Fordelingen var mer eller mindre lik (Figur 37, venstre). I figuren til høyre, hvor PAH-forbindelsene er gruppert, er derfor målestasjonene i tiltaksområdet (ST4, ST5, ST6, ST8, ST9 og ST10) vist som et gjennomsnitt og sammenliknet med PAH-fordelingen i sedimentfellene utenfor tiltaksområdet (ST3, ST7 og ST11). NAAF inkluderer de letteste PAH-forbindelsene naftalen, acenaften, acenaften og fluoren. FEN-ANT inkluderer fenantren og antracen. KPAH er summen av de potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelsene benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, dibenso(ah)antracen og indeno(123cd)pyren. BAP står for benzo(a)pyren. Figuren viser at PAH-fordelingen i sedimenterende materiale i tiltaksområdet er relativt lik fordelingen utenfor tiltaksområdet ST3 (Store Lungegårdsvann), ST7 (passiv tildekking) og ST11 (Ytre Puddefjorden).

PAH kan kategoriseres etter opprinnelse. De PAH-typene som er viktigst for tilførsel til det marine miljøet er petrogen og pyrogen PAH. Petrogen PAH er avledet fra fossilt brensel og finnes typisk i olje, gass og kull. PAH-blandinger av petrogen opprinnelse består av en større andel av de lettere PAH-forbindelsene som i større utstrekning kan befinne seg i løst fase. Pyrogen PAH genereres gjennom forbrenning av organisk materiale og består i større grad av tyngre forbindelser som er mer assosiert med partikulær fraksjon. Hvilke PAH-forbindelser som dannes kommer an på hva slags materiale som forbrennes, samt temperatur og oksygentilgang (SFT, 2009).

Ved å sammenligne andelen av de ulike PAH-forbindelsene i en prøve med idealiserte PAH-profiler kan man identifisere hvilke typer PAH som dominerer. Kurvene i Figur 37 (venstre) ligner mest på en pyrogen profil og indikerer forbrenningsrelaterte kilder (f.eks. eksos, aske, sotpartikler). Gruppering av PAH-forbindelsene i Figur 37 (høyre) indikerer også at pyrogene forurensningskilder dominerer, fordi KPAH andelen utgjør mer enn 38 % av sum PAH-16 og BAP ligger over 10%. Andelen NAAF er lav (< 8 %), noe som også er karakteristiske for pyrogene kilder (Lende, 2018).



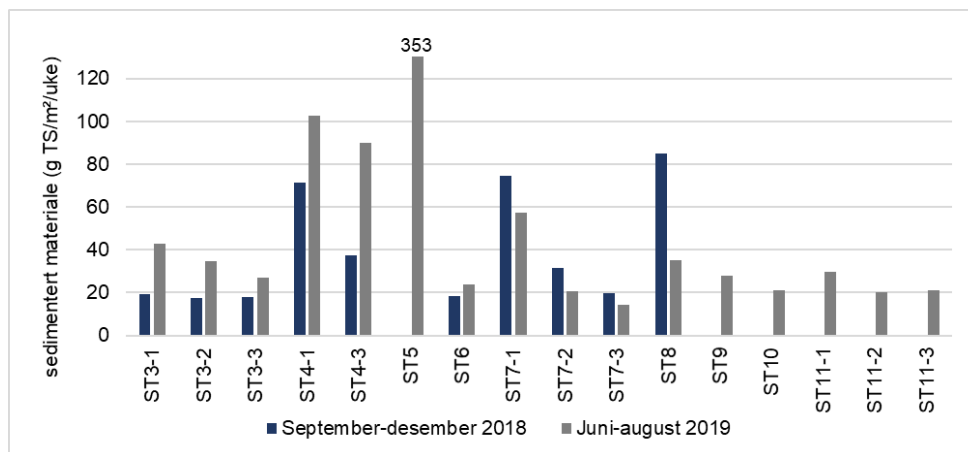
**Figur 37** PAH-forbindelser i materiale fra sedimentfeller eksponert i juni-september 2019. Venstre: Andel ulike PAH-forbindelser i sedimenterende materiale etter tiltak. Høyre: Gruppering av PAH-forbindelser. NAAF: naftalen, acenaftalen, acenaften og fluoren. FEN-ANT: fenantren og antracen. KPAH: benzo(a)antracen, krysen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren, dibenso(ah)antracen og indeno(123cd)pyren. BAP: benzo(a)pyren.

Figur 38 viser beregnet sedimentasjonsrate for tørrstoff ( $\text{gTS}/\text{m}^2$  uke) i de ulike stasjonene og måleperiodene. Begrepet sedimentasjonsrate benyttes her om mengde sedimentert materiale i sedimentfeller per arealenhet og tid. Sedimentasjonsraten beregnes per stasjon ut fra total mengde sedimentert tørrstoff (g), sedimentfellens totale areal ( $\text{m}^2$ ) og eksponeringstid i måleperioden (dager). Det er forutsatt at tørket prøve har 100% TS. Sedimentasjonsraten per miljøgift kan videre beregnes ut fra sedimentasjonsraten for totalt tørrstoff ( $\text{g}/\text{m}^2$  uke) og konsentrasjonen av miljøgiften i prøvematerialet ( $\text{mg}/\text{kg}$  TS).

Materialet som fanges i sedimentfeller kan ha ulikt opphav. Det kan være partikler som tiltransporteres med vannmasser fra oppvirket sjøbunn i andre områder eller som tilføres fra ulike typer utslipp, atmosfærisk nedfall eller med avrenning fra land. Men det kan også være partikler fra sjøbunnen lokalt, som resuspenderes i perioder med propellstrøm eller annen påvirkning for siden å sedimentere igjen på omtrent samme sted. Sedimentasjonsraten som beregnes ut fra mengde prøvemateriale som samles i sedimentfeller over tid kan altså skyldes en kombinasjon av tilført og lokalt materiale. Hvilken av disse prosessene som dominerer vil variere og er avhengig av mange faktorer som vanddyb, sedimenttype, strømforhold og aktiviteter i sjøområdet, samt nedbørsintensitet og kilder på land. Beregnet sedimentasjonsrate er egnet til å vurdere endringer over tid og mellom målestasjoner, men sedimenteringsforholdene i en sedimentfelle kan være forskjellig fra sedimenteringsforhold på sjøbunnen og den beregnede raten er derfor ikke ensbetydende med den reelle sedimenteringsraten på sjøbunnen.

Resultatene i Figur 38 viser at til tross for at sedimentasjonen varierer noe mellom måleperiodene er forskjellene mellom områdene og stasjonene relativt entydige. Det sedimenteres generelt større mengder materiale i deler av tiltaksområdet (ST4, ST5, ST8) og i passivt tildekket område (ST7) enn utenfor. Hovedårsaken til dette er trolig at tildekket område sammenfaller med det arealet der det er begrenset vanddyb og størst potensiale for propelloppvirvling av sjøbunn på grunn av stor skipstrafikk. Langs Puddefjorden er det også en rekke nødoverløp for avløpsnett, avrenning fra tette flater og overvannsutslipp, som kan være en kilde til sedimenterende materiale i sedimentfellene.

Forskjellen mellom sedimentasjonsraten for total mengde tørrstoff i de ulike stasjonene ST3-ST8 etter tiltak samsvarer med resultatene fra forundersøkelsene som ble utført med sedimentfeller i de samme stasjonene i 2016 før tiltak (COWI, 2017). Det var også den gangen høyest sedimentasjon i ST5 og deretter i ST4, ST7 og ST8.



Figur 38 Beregnet sedimentasjonsrate september-desember 2018 og juni-august 2019

Stasjonene ST3, ST4, ST7 og ST11 har hatt sedimentfeller i flere nivå som vist i Figur 32. Resultatene indikerer at det er noe høyere sedimentasjonsrate nært sjøbunnen (nivå 1) enn lenger opp i vannsøylen (nivå 2 og nivå 3) i samme stasjon. Forskjellene er størst i ST7. Det er likevel registrert betydelige mengder sedimenterende materiale høyt i vannsøylen i alle de fire stasjonene.

Størst sedimentasjonsrate er målt i ST5 på Møhlenpris (353 g TS/m<sup>2</sup> uke). Området er relativt grunt (-7m) og det foregår anløp av middels store fartøyer til kaier langs Damsgårdssundet på innsiden av Puddefjordsbroen. Andre aktuelle kilder er et større overløp fra avløpsnett på østsiden av sundet og flere overvannsutløp for lokalt overvann på begge sider av sundet. På vestsiden har det de siste årene foregått ulik byggeaktivitet og avvikling av en skraphandel som grenset til Puddefjorden. Det er også en forhandler av sand og stein som er lokalisert på vestsiden av Damsgårdssundet ved stasjon 5 som potensielt kan gi avrenning av partikulært materiale.

Stasjonen i Solheimsviken, ST4, har også forholdsvis høye sedimentasjonsrater både nært sjøbunnen (ST4-1, 72-103 gTS/m<sup>2</sup> uke) og lenger opp i vannsøylen (ST4-3, 37-90 gTS/m<sup>2</sup> uke) sammenliknet med de øvrige stasjonene. ST-4 står i et område med mye småbåter som kan gi noe oppvirvling av sjøbunn, men stasjonen er relativt dyp, så propelloppvirvling ansees som begrenset. Det er imidlertid lokalisert flere overløp fra avløpsnett og utløp for urbant overvann, som tilfører partikulært materiale til dette området. Stasjonen står også utenfor utløp av Store Lungegårdsvann. Ved skifte mellom flo og fjære er det sterk strøm under Nygårdsbroen, og det foregår trolig noe utveksling av partikulært materiale som transporteres mellom Store Lungegårdsvann og Puddefjorden.

Høyere sedimentasjonsrater er også målt nært sjøbunnen i ytre del av Damsgårdssundet (ST7-1) på ca. 31 meters dyp og nært sjøbunnen på Nøstet på ca. 10 meters dyp nord for hurtigrutekaien (ST8). Sedimentasjonsraten i disse områdene antas i hovedsak å skyldes oppvirvling som følge av skipstrafikk i nærliggende og grunnere områder. Stasjonen i Damsgårdssundet (ST7) ligger sentralt på det dypeste punktet i fjorden og vil også få tiltransportert partikler fra grunnere områder i Puddefjorden som følger bunnstrømmen utover og sedimenterer på dypere vann. Dette er den samme mekanismen som har gitt passiv tildekking med TBM-masser i dette området (kap. 5.2.2).

I Store Lungegårdsvann er det målt relativt lav sedimentasjonsrate i ST3. Her er det kun småbåttrafikk og begrenset propelloppvirvling, noe som kan være årsaken til at sedimentasjonsraten her er lavere.



Stasjon 6 står i et grunt område utenfor Kirkebukten, her er det også begrenset småbåttrafikk. Det er overløp fra avløpsnett i området, men det er trolig et nødoverløp som ligger øst og dypere enn ST6 som er mest i bruk. Det er ikke registrert kloakkpåvirkning ved innhenting av sedimentfelleprøver her.

I områdene ved stasjonene 9 utenfor Sørrevågen og stasjon 10 i Nordrevågen er det noe større vanddyb og mer sporadisk trafikk av mellomstore fartøy. Sedimentasjonsratene her var relativt lave. Det er bare gjort målinger i en måleperiode i disse stasjonene og det gjør resultatene noe mer usikre. Forsvarsbygg har benyttet en sedimentfelle som var lokalisert på utsiden av tiltaksområdet i Nordrevågen ved overvåking etter tiltakene der. Rapport fra undersøkelsen angir konsentrasjoner av miljøgifter i sedimenterende materiale, men det er ikke beregnet sedimentasjonsrate (Multiconsult, 2018b).

Stasjonen ytterst i Puddefjorden (ST11) er lokalisert på dypt vann og over forurenset sjøbunn. Sedimentfellene i ST11 har samlet materiale ved 100, 50 og 20 meters dyp. Sedimentasjonsraten var relativt lav, men konsentrasjonen av miljøgifter i det sedimenterte materialet var høy for kvikksølv, PAH og PCB tilsvarende tilstandsklasse 4 i sedimentfellen nærmest sjøbunnen. Kildene til partikler som sedimenterer i stasjon 11 er trolig tiltransporterte sedimenter fra oppvirket sjøbunn i ulike grunnere områder eller andre utslipp av små og lette partikler som kan transporteres med vannmasser over større avstander og sedimentere når vannhastigheten er lav nok. Strømforholdene i Puddefjorden er komplekse. Området ved ST11 kan ha sterk strøm fra nordøst og nord innover fjorden ved enkelte forhold, men kan også ha sterk strøm fra sør ut mot Byfjorden eller strøm i retning vest-øst i ytre del av Puddefjorden under andre forhold som vist i Figur 2 (Niva, 2008). Sedimentasjonen i stasjonen kan derfor være påvirket fra flere sjøområder og fra land. Vågen er et nærliggende og relativt grunt område der det er stor havneaktivitet og hyppige anløp av store fartøy. Det foregår spredning av partikler fra dette området til sjøen utenfor når det er utadgående strøm (COWI, 2014). Tilførsel fra ikke tildekkede og dypere områder i Puddefjorden kan heller ikke utelukkes.

Sedimentasjonsraten for de ulike miljøgiftene angir den mengden av de ulike stoffene som avsettes per arealenhet og tid. Sedimentasjonsraten for et bestemt stoff avhenger av både sedimentasjonsraten for tørrstoff ( $\text{gTS}/\text{m}^2$  og uke) og stoff-konsentrasjonen i det sedimenterende materiale ( $\text{mg}/\text{kg}$  TS). Høye stoff-konsentrasjoner i lave mengder tørrstoff kan gi like store sedimenterte mengder av et aktuelt stoff, som lave stoff-konsentrasjoner ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) i større mengder tørrstoff ( $\text{g}$  TS).

I Tabell 21 og Tabell 22 oppgir beregnet sedimentasjonsrate for de ulike miljøgiftene i sedimentfellene i de ulike stasjonene. For de stasjonene og stoffene der det er gjort målinger i begge måleperiodene (sept-des 2018 og juni-aug 2019) er det oppgitt gjennomsnittlig sedimentasjonsrate. Resultatene diskuteres i kap. 9.2.3 der sedimentasjonsraten etter tiltak også sammenliknes med tilsvarende målinger før tiltak.

Tabell 21 Beregnet gjennomsnittlig sedimentasjonsrate for tørrstoff (gTS/m<sup>2</sup>/uke) og ulike miljøgifter (mg/m<sup>2</sup>/uke og µg/m<sup>2</sup>/uke) i materiale fra sedimentfeller eksponert i periodene september-desember 2018 og juni-august 2019. Grå celler markerer stoffer som bare er målt i en av to måleperioder.

Parameter	Enhet	Store Lungegårdsvann			Solheimsviken		Møhlenpris	Krikebukten	Damsgård			Nøstet
		ST3-1	ST3-2	ST3-3	ST4-1	ST4-3	ST5	ST6	ST7-1	ST7-2	ST7-3	ST8
Sedimentasjonsrate	gTS/m <sup>2</sup> /uke	31,2	26,1	22,4	87,1	63,6	353,3	21,0	66,1	26,2	17,0	60,1
Arsen (As)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,36	0,41	0,32	0,39	0,29	0,78	0,20	0,56	0,30	0,21	0,32
Bly (Pb)	mg/m <sup>2</sup> /uke	2,56	2,57	1,92	3,70	2,27	5,65	1,69	4,00	2,01	1,02	1,67
Kadmium (Cd)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Kvikksølv (Hg)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
Kobber (Cu)	mg/m <sup>2</sup> /uke	3,14	2,96	1,99	6,62	4,35	12,72	2,20	5,25	2,49	1,79	3,22
Krom (Cr)	mg/m <sup>2</sup> /uke	1,10	1,20	0,72	2,73	1,27	7,42	0,85	3,65	1,47	0,82	2,82
Nikkel (Ni)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,63	0,63	0,46	1,73	0,86	4,59	1,17	1,95	0,75	0,44	1,60
Sink (Zn)	mg/m <sup>2</sup> /uke	8,62	8,69	6,63	17,17	11,28	27,91	4,41	9,91	4,61	3,67	6,23
Sum PCB-7	ug/m <sup>2</sup> /uke	0,97	0,79	0,25	1,89	1,53	2,07	0,38	1,22	0,61	0,41	0,52
Sum PAH-16	ug/m <sup>2</sup> /uke	118,20		115,87	259,37	168,38	351,13	21,63	367,16	216,70	177,01	134,28

Tabell 22 Beregnet gjennomsnittlig sedimentasjonsrate for tørrstoff (g TS/m<sup>2</sup>/uke) og ulike miljøgifter (mg/m<sup>2</sup>/uke og µg/m<sup>2</sup>/uke) i materiale fra sedimentfeller eksponert i perioden juni-august 2019.

Parameter	Enhet	Sørevågen	Nordrevågen	Ytre Puddefjord		
		ST9	ST10	ST11-1	ST11-2	ST11-3
Sedimentasjonsrate	gTS/m <sup>2</sup> /uke	27,9	21,3	29,9	20,1	21,2
Arsen (As)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,24	0,19	0,39	0,18	0,10
Bly (Pb)	mg/m <sup>2</sup> /uke	1,17	0,81	2,99	0,88	0,59
Kadmium (Cd)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Kvikksølv (Hg)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00
Kobber (Cu)	mg/m <sup>2</sup> /uke	6,69	1,28	2,21	1,06	0,81
Krom (Cr)	mg/m <sup>2</sup> /uke	1,45	1,15	1,38	0,56	0,30
Nikkel (Ni)	mg/m <sup>2</sup> /uke	0,67	0,38	0,48	0,28	0,16
Sink (Zn)	mg/m <sup>2</sup> /uke	8,37	3,62	4,49	2,61	1,99
Sum PCB-7	ug/m <sup>2</sup> /uke	0,71	1,09	1,48	0,68	0,93
Sum PAH-16	ug/m <sup>2</sup> /uke	51,32	45,62	425,03		40,08

### 9.2.3 Sammenlikning av spredning før og etter tiltak

Sedimentasjonsraten for ulike miljøgifter som er målt i materiale fra sedimentfeller gir en god indikasjon på spredning av partikkelbundet forurensning i ulike geografiske områder og i ulike vanddyb. Spredningen kan som nevnt skyldes tilførsel av partikler fra eksterne sjøområder, fra ulike utslipp og kilder på land eller lokal oppvirvling og re-sedimentering av sjøbunn.

Tabell 23 angir prosentvis endring i sedimentasjonsrate for tørrstoff, tungmetaller, PCB-7 og PAH-16 før tiltak (COWI, 2017) sammenliknet med tilsvarende målinger etter tiltak (2018/2019). Dersom oppgitt % er tilnærmet 0 er det ikke målt noen endring fra før til etter tiltak. En negativ prosentvis endring indikerer en redusert spredning etter tiltak. Dess større negativt tall (mørkere blåfarge), dess større reduksjon i sedimentasjonsrate etter tiltak sammenliknet med før tiltak. I enkelte tilfeller er den prosentvise endringen positiv, det vil si at det er målt høyere sedimentasjonsrate etter tiltak sammenliknet med før tiltak (rød farge).

Gjentatte måleperioder viser at sedimentasjonen varierer noe over tid. Det er også flere mulige feilkilder i felt- og laboratoriearbeidet som tilsier at beregningene har en viss usikkerhet. Mindre endringer (anslagsvis  $\pm 30\%$ ) er angitt med lyse farger i tabellen og bør også tolkes som ingen eller svært usikker endring fra før til etter tiltak.

Resultatene viser generell reduksjon i sedimentasjonsrate for alle stoffer og stasjoner etter tiltak sammenliknet med før. Det vil si at det er mindre forurensede partikler som spres i vannmassene nå enn før oppryddingsarbeidet i Puddefjorden. Resultatene viser at tildekking av forurenset sjøbunn i de grunneste og mest trafikkerte områdene av Puddefjorden med rene TBM-masser har gitt en effektiv beskyttelse mot oppvirvling og spredning av forurensing.

Det er i alle stasjoner registrert størst reduksjon i spredning av kvikksølv, PCB-7 og PAH-16. Det er også registrert mindre mengde partikler i vannet i enkelte stasjoner.

Innenfor området med tildekking og passiv tildekking (ST4-ST8) er det registrert en reduksjon i spredning av alle de målte miljøgiftene i alle stasjoner og alle nivå over sjøbunnen med unntak av nikkel. Gjennomsnittlig reduksjon i sedimentfellene som stod nærmest sjøbunnen var størst for kvikksølv (92%), PCB-7 (83%) og PAH-16 (82%), dette er også de stoffene som har vært viktige drivere for gjennomføring av tiltaket. Nikkelkonsentrasjonen i materialet var lavt (Tabell 20), og nikkel er derfor ikke en vesentlig parameter i denne sammenhengen.

Reduksjonen er størst i ST6 utenfor Kirkebukten, ST7 i ytre del av Damsgårdssundet og ST8 på Nøstet. Det er også målt reduksjon for alle stoffer i stasjon 4 i Solheimsviken, men reduksjonen er noe mindre her, og det er ingen endring i total mengde tørrstoff. I stasjon 4 er det størst reduksjon i sedimentfellen som står nært sjøbunnen (ST4-1). Sedimentfellen som står høyere i vannmassene (ST4-3) har den laveste reduksjonen av stasjonene i tiltaksområdet. ST 7 ytterst i Damsgårdssundet har også sedimentfeller i flere nivå, men her er reduksjonen i tilførsel av forurensning relativt lik mellom nivåene.

ST5 ved Møhlenpris er den eneste stasjon der det er registrert økning i mengde sedimentert materiale, men også her er det reduksjon i sedimentasjonsraten for alle miljøgifter med unntak av nikkel.

Endringene er mindre utenfor tiltaksområdet. ST3 er lokalisert i Store Lungegårdsvann. I denne stasjonen er det målt en betydelig mindre endring mellom før og etter tiltak. Særlig for sedimentfellen nærmest sjøbunnen (ST3-1) ligger verdien innenfor det intervallet som kan ansees som ingen endring. Reduksjonen er større høyere oppe i vannmassen, og i ST3-3, som står få meter under vannoverflaten, er det registrert en betydelig reduksjon, særlig for kvikksølv.

**Tabell 23** Prosentvis endring i gjennomsnittlig målt sedimentasjon av ulike miljøgifter i sedimentfeller før tiltak sammenliknet med etter tiltak. Negative tall indikerer redusert spredning og lavere sedimentasjon av forurensning etter tiltak enn før (blå), prosentvis endring lik eller nært 0% indikerer ingen eller usikker endring (hvit), positive tall indikerer økt sedimentasjon av forurensning etter tiltak sammenliknet med før (rød).

REDUSERT SPREDNING/  
SEDIMENTASJON  ØKT SPREDNING/  
SEDIMENTASJON

Stasjon	Utenfor tiltaksområdet			Tildekket eller passiv tildeking								
	Store Lungegårdsvann			Solheimsviken		Møhlenpris	Kirkebukten	Damsgård			Nøstet	Snitt ST4-ST8
	ST3-1	ST3-2	ST3-3	ST4-1	ST4-3	ST5-1	ST6-1	ST7-1	ST7-2	ST7-3	ST8-1	Nivå 1
Tørrstoff (TS)	-20 %	-45 %	-56 %	-1 %	4 %	215 %	-66 %	-7 %	-38 %	-59 %	-15 %	-6 %
Arsen (As)	4 %	-4 %	-42 %	-69 %	-39 %	-52 %	-64 %	-68 %	-61 %	-65 %	-60 %	-63 %
Bly (Pb)	-8 %	-24 %	-32 %	-72 %	-46 %	-72 %	-78 %	-71 %	-73 %	-84 %	-87 %	-76 %
Kadmium (Cd)	-9 %	-56 %	-47 %	-71 %	-21 %	-60 %	-74 %	-65 %	-88 %	-91 %	-79 %	-70 %
Kvikksølv (Hg)	-39 %	-42 %	-66 %	-89 %	-59 %	-86 %	-97 %	-90 %	-93 %	-94 %	-96 %	-92 %
Kobber (Cu)	-25 %	-37 %	-54 %	-72 %	-38 %	-61 %	-78 %	-67 %	-72 %	-76 %	-65 %	-69 %
Krom (Cr)	-26 %	-6 %	-38 %	-39 %	-20 %	7 %	-65 %	-42 %	-53 %	-68 %	-16 %	-31 %
Nikkel (Ni)	-34 %	-1 %	-40 %	-9 %	-4 %	104 %	-72 %	27 %	-11 %	-37 %	57 %	-22 %
Sink (Zn)	2 %	-28 %	-49 %	-54 %	-33 %	-35 %	-75 %	-70 %	-70 %	-71 %	-71 %	-61 %
Sum PCB-7	-17 %	-53 %	-77 %	-73 %	-41 %	-79 %	-92 %	-80 %	-84 %	-88 %	-89 %	-83 %
Sum PAH-16				-51 %	-26 %	-87 %	-96 %	-81 %	-64 %	-74 %	-96 %	-82 %

Figurene Figur 39 - Figur 44 sammenstiller resultatene fra undersøkelsene med sedimentfeller før og etter tiltak for et utvalg miljøgifter. Figurene viser stoffkonsentrasjonen, mengde sedimentert stoff og mengde sedimentert materiale (TS) i hver stasjon før og etter tiltak. Stolpediagrammene som angir konsentrasjon er fargelagt etter tilstandsklasse for sediment i M-608 (02:2018). Der det er gjennomført to målerunder, er det benyttet gjennomsnittsverdier.

Figur 39 viser konsentrasjon og sedimentasjonsrate for PCB-7 i sedimentfeller før og etter tiltak. Diagrammene til venstre viser at innholdet av PCB-7 i sedimenterende materiale i den delen av Puddefjorden som er tildekket eller passivt tildekket med TBM-masser, er redusert fra tilstandsklasse 4 (oransje) til nedre del av tilstandsklasse 3 (gul). Diagrammene til høyre viser at før tiltak var det betydelig større sedimentasjon av både tørrstoff og PCB-7 i Puddefjorden enn i Store Lungegårdsvann. Størst sedimentasjon av PCB-7 før tiltak var i stasjon 5 på Møhlenpris der det er grunt, tidevannsstrøm, båttrafikk og stor risiko for oppvirvling av sjøbunn. Etter tiltak er sedimentasjonsraten for PCB betydelig redusert også i ST5.



**Figur 39** Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert PCB-7 i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon PCB-7, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert PCB-7. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjord (utenfor tiltaksområdet). <sup>1)</sup>Spesielle forhold påvirket resultatet i ST10 (se utdypende forklaring i teksten).

I Store Lungegårdsvann, utenfor tiltaksområdet, viser resultatene fra ST3 at PCB-konsentrasjonen i materialet i sedimentfellene er i samme størrelsesorden før og etter tiltakene i Puddefjorden (klasse 3, gul). Det er imidlertid registrert en beskjeden reduksjon i sedimentasjonsraten for PCB-7 i de øverste fellene, som kan indikere at det tidligere er spredt noe partikkelbundet forurensning fra Puddefjorden til Store Lungegårdsvann med tidevannsstrøm. Størst reduksjon er registrert i fellen som står nærmest vannoverflaten (ST3-3). I forundersøkelsen i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann i 2016 ble det funnet at partikler fra oppvirket sjøbunn kan spres i hele vannsøylen (COWI, 2017).

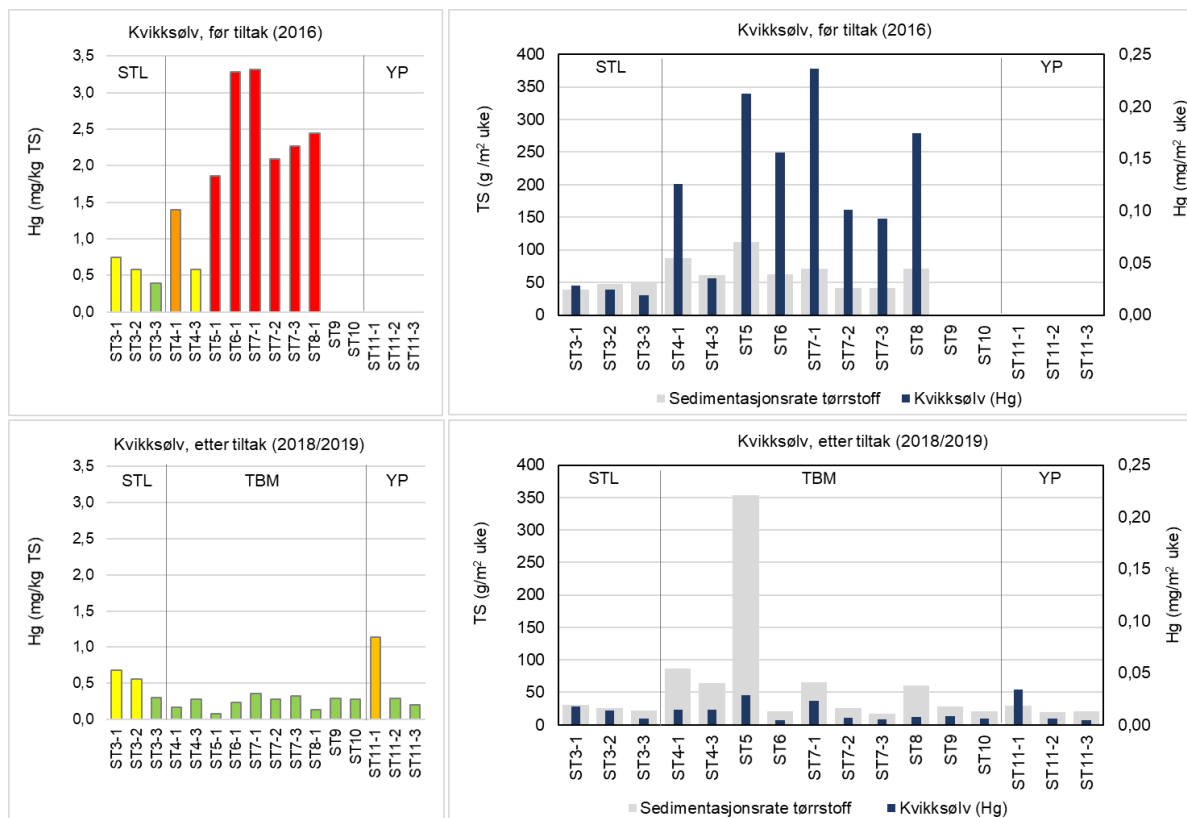
Spredningen av PCB-7 som er registrert i tiltaksområdet etter tiltak indikerer at det foregår noe tilførsel av ny forurensning som over tid kan føre til overskridelse av miljømålet om at miljøgiftinnholdet i sjøbunnen skal være i tilstandsklasse 3 eller lavere. PCB-7 ble forbudt i 1980, og kilder til pågående spredning må derfor stamme fra tidligere bruk. Undersøkelser av landkilder med potensiale for spredning til sjø har vist at ulike typer forurensning transporteres med overvann fra land til sjø. Miljøgifter bygges opp som avsetninger på flater i tørrvær og transporteres med overflateavrenning ved større regnskyll. Kartlegging av forurensning i fasademaling i eldre bygninger i Bergen har påvist PCB-7 i nærmere 50% av de prøvetatte bygningene. Spredning av avflasket maling fra forvitring og ved rehabilitering av fasader representerer en potensiell kilde til PCB i miljøet. Analyse av materiale fra sandfang, som holder tilbake en del partikler fra overvann, viser at det spres betydelige mengder PCB med overvann i Bergen. Sandfangsmaterialet har i flere områder PCB-7 i tilstandsklasse 3 og noen

steder tilstandsklasse 4 (COWI, 2015b) (COWI, 2017b) (COWI, 2019d). Overvann utpeker seg derfor som en sannsynlig kilde til ny tilførsel av PCB til sjø, men ut fra disse resultatene kan det heller ikke utelukkes at det tiltransporteres PCB fra ikke tildekkede sjøområder utenfor tiltaksområdet i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann da sjøbunnen i begge disse områdene er forurenset av PCB på samme nivå (COWI, 2015a) (COWI, 2016)

Det ble registrert PCB-7 i tilstandsklasse 4 i sedimentfellen nært sjøbunnen i ST10 i Nordrevågen i måleperioden i 2019. Multiconsult gjennomførte overvåking etter tiltaket i Nordrevågen i 2018 på oppdrag fra Forsvarsbygg (Multiconsult, 2018b). Overvåkingen lokaliserte et område foran dokkene der tildekkingslaget manglet eller så ut til å være mangelfullt, men det ble ikke påvist innhold av PCB-7 i prøven fra sedimentfellen. Sedimentfellen stod da litt lenger ut mot Puddefjorden og noe høyere i vannsøylen. Sjøbunnen i Nordrevågen var opprinnelig svært forurenset og hadde høyt innhold av PCB-7. Områder med mangelfull tildekking vil være områder der PCB-holdig sediment er eksponert for strøm og oppvirvling. Årsaken til at det ble påvist PCB-7 i sedimentfelle i 2019 men ikke i 2018 kan skyldes tilfeldige forskjeller i anløp ved u-båtdokkene i måleperiodene. Resultatet fra 2019 representerte sannsynligvis en midlertidig risiko for spredning av PCB-7 fra Nordrevågen fram til det ble utført utbedringer av tildekkingslaget i det angitte området.

Resultatene fra stasjon 11 ytterst i Puddefjorden viser at det spres PCB-7 med vannmassene i Byfjorden. Ved stasjon 11 var PCB-konsentrasjonen i tilstandsklasse 4 i 2 av 3 sedimentfeller, og sedimentasjonsraten for PCB i ytre del av Puddefjorden var på samme nivå som i Store Lungegårdsvann. Strømningsforholdene i området er komplekse (Figur 2) og stasjonen kan være påvirket av en kombinasjon av flere kilder. En kilde til dette materialet kan være spredning fra Vågen der det er grunnere vann og stor trafikk av store fartøy som gir propelloppvirvling av forurenset sjøbunn (COWI, 2014), men tilførsel fra andre forurensete områder med spredning til Byfjorden eller dypere områder i Puddefjorden som ikke er tildekket, kan heller ikke utelukkes.

Figur 40 viser konsentrasjon og sedimentasjonsrate for kvikksølv i materiale fra sedimentfeller før og etter tiltak. Diagrammene til venstre viser at konsentrasjonen av kvikksølv i sedimenterende materiale i den delen av Puddefjorden som er tildekket eller passivt tildekket med TBM-masser har hatt en betydelig reduksjon. Før tiltak var sedimenterende materiale i tilstandsklasse 5 (rød) utenfor Småpudden og tilstandsklasse 3 og 4 i Solheimsviken. Etter tiltak hadde alle stasjonene lave nivå for kvikksølv tilsvarende tilstandsklasse 2 (grønn). Diagrammene til høyre viser at før tiltak var det betydelig større sedimentasjon av kvikksølv i Puddefjorden enn i Store Lungegårdsvann. Størst sedimentasjon av kvikksølv før tiltak var nært sjøbunnen i stasjon 7 ytterst i Damsgårdssundet, tett fulgt av stasjon 5 på Møhlenpris. Etter tiltak er sedimentasjonsraten for kvikksølv betydelig redusert i alle stasjoner.



Figur 40 Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale og mengde sedimentert kvikksølv i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon kvikksølv, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert kvikksølv. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjorden (utenfor tiltaksområdet).

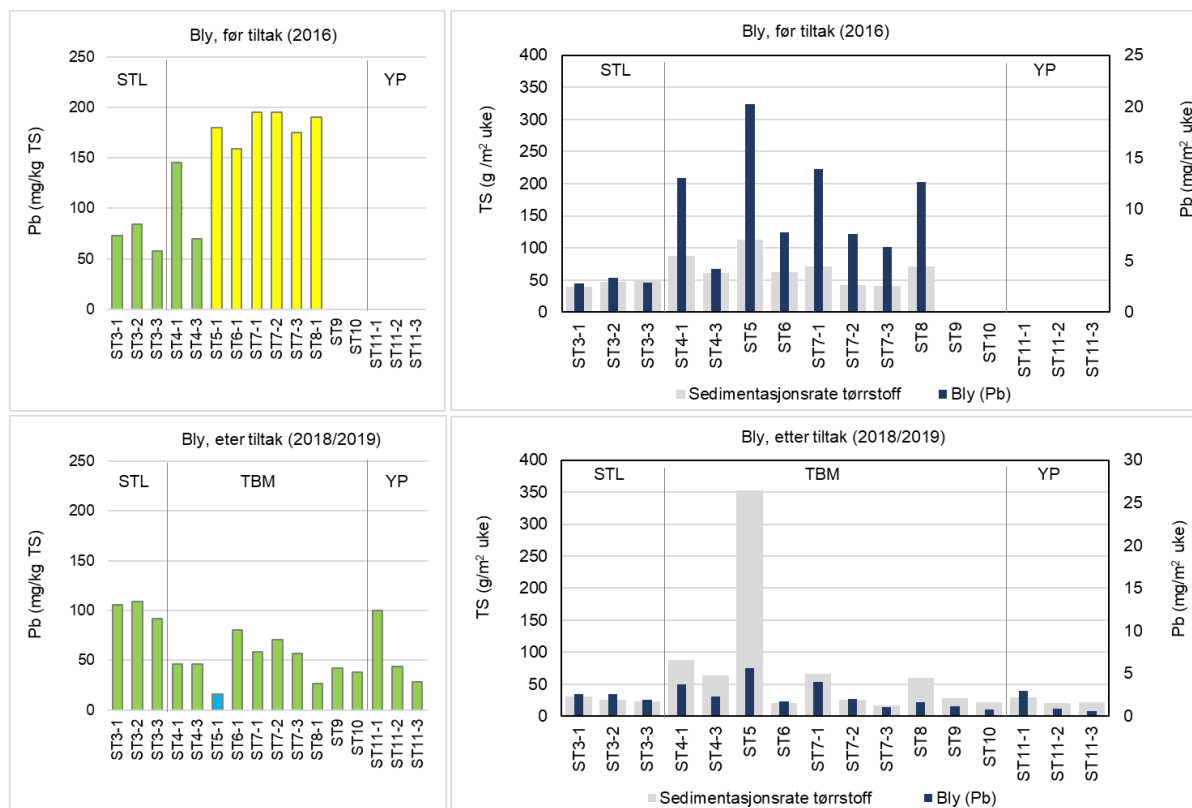
Konsentrasjonen av kvikksølv i sedimentfeller i Store Lungegårdsvann er omtrent på samme nivå etter tiltak som før tiltak. Ytterst i Puddefjorden ble det registrert høyt innhold av kvikksølv i den dypeste fellen tilsvarende tilstandsklasse 4.

I undersøkelsen med sedimentfeller før tiltak ble det vist at kvikksølv kan brukes som indikator på om sedimenterende materiale stammer fra oppvirvlet sjøbunn eller om det kan skyldes tilførsel fra land med overvann. Kvikksølv har vist seg som en egnet indikator fordi sjøbunnen i Bergen havn har hatt høyt innhold av kvikksølv mens partikulært materiale fra overvannssystemene, som også er en sannsynlig kilde, har lave kvikksølvkonsentrasjoner (COWI, 2017). Opprinnelig sjøbunn i Puddefjorden var svært forurenset av kvikksølv i tilstandsklasse 5 før tiltak. Etter tildekking med TBM-masser er kvikksølv-innholdet i sjøbunnen lavt tilsvarende tilstandsklasse 1-2 (Tabell 7), mens områdene i ytre del av Puddefjorden, i Vågen og i Store Lungegårdsvann fremdeles er svært kvikksølvforurenset. Eventuell rekontaminering av tildekkingslaget ved tilførsel av materiale fra disse områdene vil derfor også ha høyt innhold av kvikksølv.

De lave kvikksølvnivåene i sedimenterende materiale er et tegn på at det ikke foregår noen større rekontaminering fra tilgrensende sjøområder og at tilført materiale i sedimentfeller i tiltaksområdet hovedsakelig tilføres fra land. Mindre andeler tilførsel av kvikksølvholdig materiale fra utildekkede

områder kan imidlertid kamufleres ved "fortynning" dersom hovedandelen av det sedimenterende materialet er fra kilder med lavt kvikksølvinnhold.

Figur 41 viser at konsentrasjon av bly i sedimenterende materiale er redusert fra tilstandsklasse 3 før tiltak til tilstandsklasse 2 etter tiltak. Tilsvarende gjelder sedimenterte mengder bly som er betydelig lavere etter tiltak enn før tiltak.



Figur 41 Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale og mengde sedimentert **bly** i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon bly, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert bly. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjord (utenfor tiltaksområdet).

Figur 42 viser konsentrasjon og sedimentasjonsrate for kobber i materiale fra sedimentfeller før og etter tiltak. Før tiltak var sedimenterende materiale i tilstandsklasse 4 (oransje) og 5 (rød) for kobber. Etter tiltak er konsentrasjonene redusert til nedre del av klasse 4 eller klasse 2 (grønn), med unntak av stasjon 9 ved Sørøvågen. På grunn av relativt lite sedimenterende materiale får den høye kobberkonsentrasjonen i stasjon 9 begrenset betydning i form av sedimentert mengde kobber.

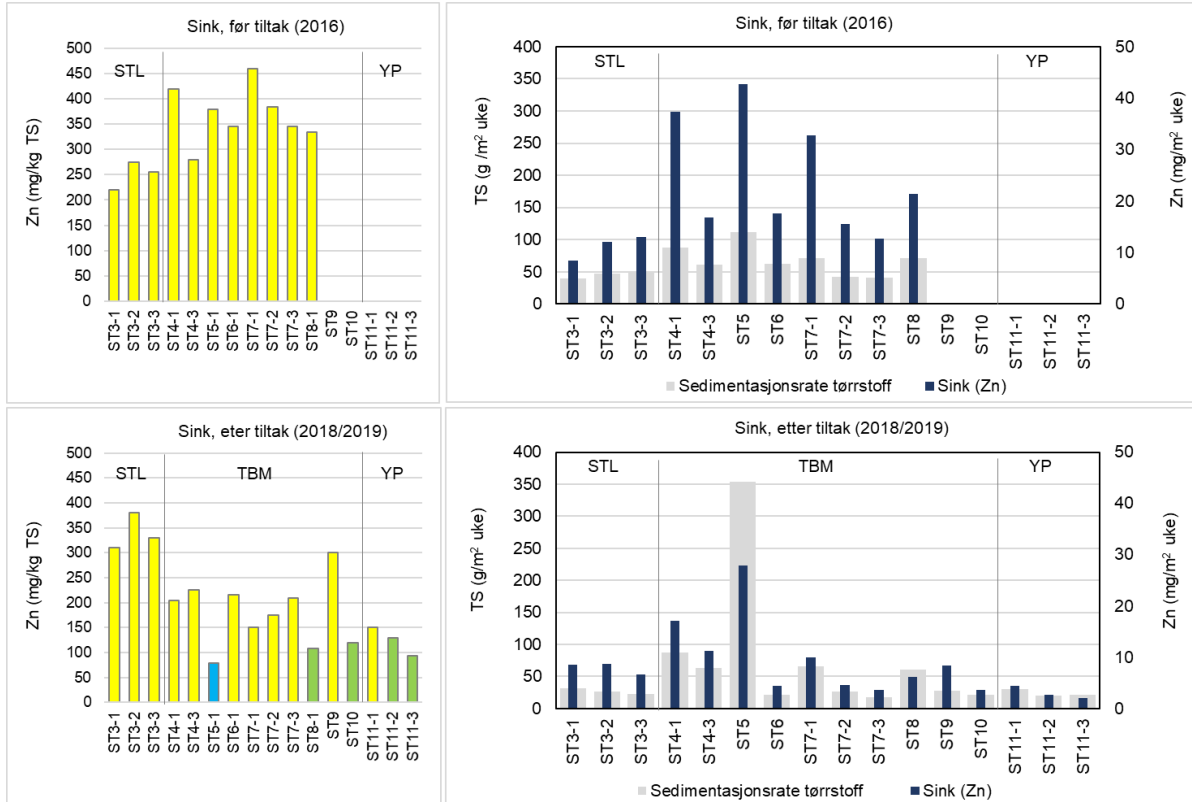




Figur 42 Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale og mengde sedimentert kobber i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon kobber, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert kobber. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjord (utenfor tiltaksområdet).

Sedimentasjonsratene i diagrammene til høyre viser at det før tiltak var størst sedimentasjon av kobber i indre del av tiltaksområdet, det vil si i Solheimsviken og ved Møhlenpris. Etter tiltak er sedimentasjonsratene for kobber også redusert, men det er fremdeles noe høyere tilførsel i de innerste delene av Puddefjorden enn i de ytre. Det er også påfallende lave konsentrasjoner og sedimentert mengde kobber i ytre del av Puddefjorden, ST11.

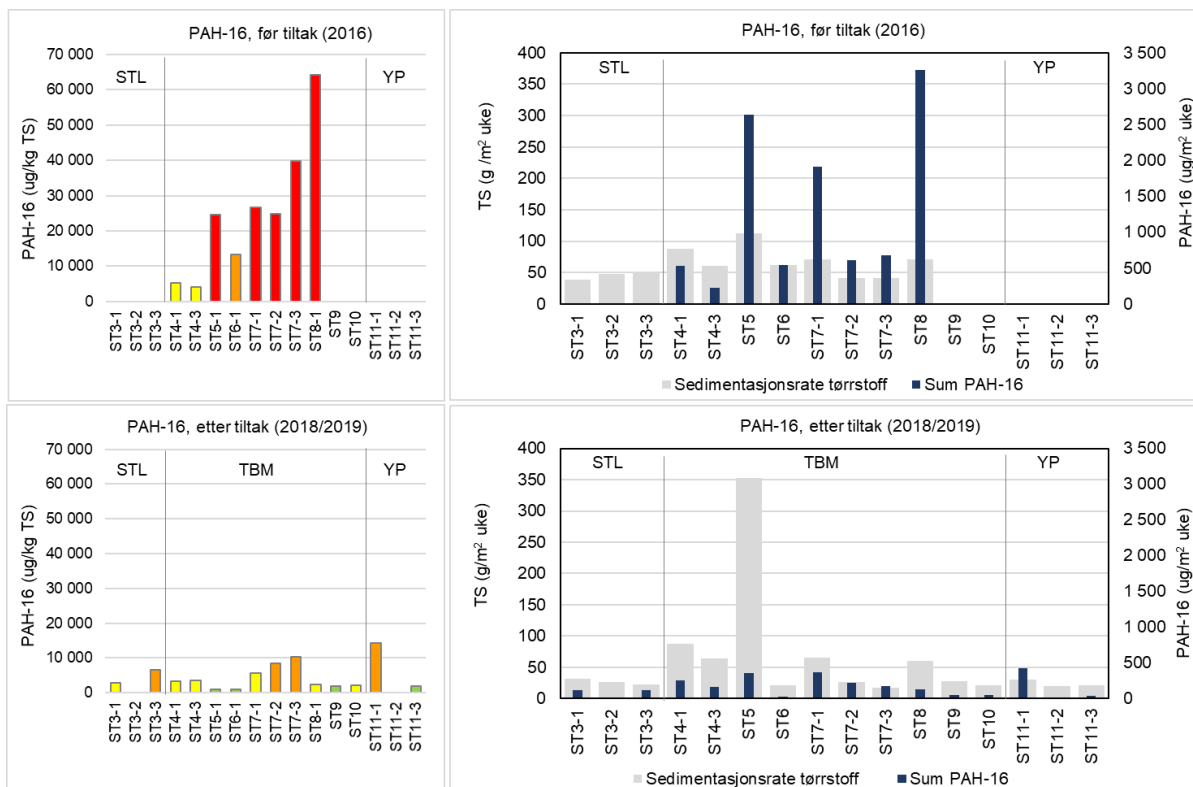
Det samme bildet som for kobber gjelder for sink (Figur 43). Konsentrasjonen av sink i sedimentfellene er redusert etter tiltak, men er fremdeles i klasse 3 i flere stasjoner. Høyest sedimentasjon av sink finner vi i indre del av Puddefjorden (ST4 og ST5), mens det er lavere konsentrasjoner og sedimentasjonsrater for sink i ytre del av Puddefjorden.



**Figur 43** Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale og mengde sedimentert **sink** i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon sink, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert sink. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjord (utenfor tiltaksområdet). 6.2

Det foreligger noe færre målinger av PAH-16 i sedimenterende materiale enn for PCB-7 og tungmetaller, så diskusjon av resultatene er noe mer usikker. Sammenstillingen i Figur 44 viser likevel en tydelig trend. Innholdet av sum PAH-16 var svært høyt i de fleste sedimentfellestasjonene før tiltak. Etter tiltak er konsentrasjonene vesentlig redusert. Størst reduksjon er målt i stasjon 8 som ligger ved Nøstet der det tidligere var en hot-spot med ekstremt PAH-forurensset sjøbunn. PAH-konsentrasjonen i sedimenterende materiale var ca. 64200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS før tiltak og 2300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS etter tiltak. Sedimentasjonsraten er redusert 24 ganger fra 3260  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  uke til 135  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  uke.

Det er lite gjenværende industri og større aktuelle forurensningskilder langs Puddefjorden. Kartlegging av landkilder har pekt på tilførsel av forurensning fra overvann som en vesentlig potensiell pågående kilde (kap. 2.3) (VA-miljøblad, 2015).



**Figur 44** Sammenstilling av gjennomsnittlig mengde sedimentert materiale og mengde sedimentert **PAH-16** i sedimentfeller før tiltak (COWI, 2017) og etter tiltak. Figurene til venstre viser konsentrasjon PAH-16, stolpene er fargelagt etter tilstandsklasse (M-608/02:2018). Figurene til høyre viser mengde sedimentert materiale (TS) og mengde sedimentert PAH-16. STL: Store Lungegårdsvann (utenfor tiltaksområdet), TBM: tildekket areal inkludert passiv tildekking (kap. 5.2.2), YP: Ytre Puddefjord (utenfor tiltaksområdet).

Kobber og sink har en rekke anvendelsesområder, og forurensede partikler som fanges i sedimentfeller i Puddefjorden kan derfor ha mange ulike kilder. PAH-forbindelser dannes i praktisk talt alle forbrenningsprosesser (Miljødirektoratet, 2016d). Felles for kobber, sink og PAH er at disse stoffene finnes i høye konsentrasjoner i avrenningsvann fra trafikkerte og urbane områder (VA-miljøblad, 2015) (COWI, 2019d). PAH kan også tilføres som nedfall fra lokal og tiltransportert luftforurensning, for eksempel fra vedfyring, eller i utslippsvann fra scrubber-anlegg som renser eksos fra større skip og lastefartøy (IVL, 2019). Kobber og sink er biocider som hindrer begroing og benyttes derfor blant annet i bunnstoff på båter samt at en del fasademaling også har høyt innhold av sink (Miljødirektoratet, 2018) (COWI, 2020b). Bergen kommune gjennomførte i 2019 en kartlegging av miljøforholdene ved småbåthavner i kommunen. Resultatene viste at det i lite omfang finnes vedlikeholdsareal til båtuss på land, men at der slike områder er i bruk påvises det kobber og sink i sand og jord. Bergen Havn opplyser at det ikke er tillatt for skip å vaske skrog ved kai i Bergen for å hindre spredning av forurensning fra avfall i bunnstoff til fjorden.

## 9.2.4 Samlet vurdering av spredning

Det er registrert en betydelig reduksjon i spredning av partikkelbundet forurensning i alle stasjoner i tiltaksområdet og i området utenfor der det har foregått en passiv tildekking med finstoff fra TBM-masser. Det vil si at det er mindre forurensede partikler som spres i vannmassene nå enn før oppryddingsarbeidet i Puddefjorden. Resultatene viser at tildekking av forurenset sjøbunn i de

grunneste og mest trafikkerte områdene med rene TBM-masser har gitt en effektiv beskyttelse mot oppvirvling og spredning av forurensning. Reduksjonen er registrert for alle miljøgifter og i alle dyp. Det er størst reduksjon i spredning av PCB-7, kvikksølv og PAH-16. Det også registrert en svak og mer usikker bedring i stasjon 3 som står i Store Lungegårdsvann og utenfor tiltaksområdet.

Spredning av materiale med konsentrasjoner over miljømålet er registrert for PAH og kobber i enkelte stasjoner (klasse 4-5) etter tiltak. Det er også målt sedimentering av materiale med PCB-7 og sink i klasse 3 i de fleste stasjonene. Dette indikerer at det foregår noe rekontaminering med enkelte stoffer. Det er usikkert hvor raskt denne tilførselen vil påvirke miljøtilstanden i sjøbunnen i vesentlig grad, men på sikt kan ny tilførsel av forurensning bidra til at miljømålet ikke overholdes for enkelte stoff i enkelte områder. Beregnet sedimentasjonsrate er egnet til å vurdere endringer over tid og mellom målestasjoner, men sedimenteringsforholdene i en sedimentfelle kan være forskjellig fra sedimenteringsforhold på sjøbunnen, og den beregnede raten er derfor ikke ensbetydende med den reelle sedimenteringsraten på sjøbunnen.

Puddefjorden er omkranset av bebyggelse og har stor aktivitet både på land og sjø. Sammensetningen av miljøgifter i det sedimenterte materialet i sedimentfellene indikerer at det i liten grad tilføres forurensning fra andre forurensede sjøområder, og hovedtilførselen antas å komme som avrenning fra land, men også andre kilder kan lokalt være viktige.

Sedimenteringsraten for kobber og PAH som var i konsentrasjonsnivå over klasse 3, var generelt noe høyere i ST4 i Solheimsviken, ST5 ved Møhlenpris og nært sjøbunnen i ST7 Damsgård, enn i flere av de øvrige stasjonene. ST4 og ST5 er stasjoner som er lokalisert nært overvannsutløp og utslippspunkt for overløp fra avløpsnett. ST7 ligger sentralt i Puddefjorden utenfor tiltaksområdet og kan motta tilførsel fra både indre del av Puddefjorden og området utenfor. I tillegg ligger stasjonen nært områder med aktiv havneaktivitet.

Funn av PCB-7 i klasse 4 i en enkelt måleperiode ved Nordrevågen antas å skyldes et område med mangelfull tildekking av gammel sjøbunn kombinert med lokale forhold i måleperioden. Forholdene i Nordrevågen er i etterkant av undersøkelsen fulgt opp og utbedret av tiltakshaver.

Sedimentfellene i ytre del av Puddefjorden (stasjon 11) fanget PCB-forurenset materiale i klasse 3-4 i hele vannsøylen (nivå -20m, -50m og -100 m). Sedimentasjonsraten var i samme størrelsesorden som i stasjonene inne i Puddefjorden. Det var også forhøyet innhold av PAH og kvikksølv i fellen nærmest sjøbunnen, mens det ikke ble funnet høye verdier for de andre tungmetallene. Stasjonen er trolig påvirket av flere kilder. En mulig kilde til dette materialet kan være spredning fra Vågen der det er forurenset sjøbunn, grunnere vann og stor trafikk av store fartøy som virvler opp forurenset sjøbunn, men det kan også være bidrag fra andre områder.

## 10 Rekolonisering av ny sjøbunn

### 10.1 Metoder

#### 10.1.1 Bløtbunnsfauna

Tildekking av forurenset sjøbunn med rene masser innebærer som regel en nullstilling av bunndyrsamfunnet ved at eksisterende bunnfauna begraves 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 vil ofte gjenspeiles i sammensetningen av artene som reetablerer seg i området (Miljødirektoratet, 2016c). For å undersøke status for rekolonisering i Puddefjorden, er det benyttet standard metodikk for undersøkelse av bløtbunnsfauna. Metoden gir svar på artssammensetning og individtetthet. Resultatene gir også en klassifisering av økologisk tilstand for kvalitetselementet bløtbunnsfauna basert på artsmangfold (diversitet) og ømfintlighet (sensitivitet) i henhold til grenseverdier i klassifiseringsveilederen 02:2018.

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. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I 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 tilstede i sedimentet (STIM, 2020).

Metodikk for prøvetaking og prøvebehandling er beskrevet i NS-EN ISSO 16665:2013. Prøvetaking utføres med grabb. Sedimentet siktes, konserveres og kan deretter analyseres av taksonom som systematiserer og teller arter og antall individ.

Prøveinnsamlingen ble utført 10.05.2019 ved stasjon So1 i tiltaksområdet innerst i Solheimsviken, og So2, sentralt i Puddefjorden ved Damsgård. Lokalisering av prøvepunktene er vist i Figur 3. Stasjon So2 ligger i det området utenfor tiltaksområdet som har et tynnere lag med finstoff fra TBM-massene som under tildekking i tiltaksområdet har spredt seg utover i Puddefjorden og lagt seg over den opprinnelige sjøbunnen (kap. 5.2.2 og Figur 23).

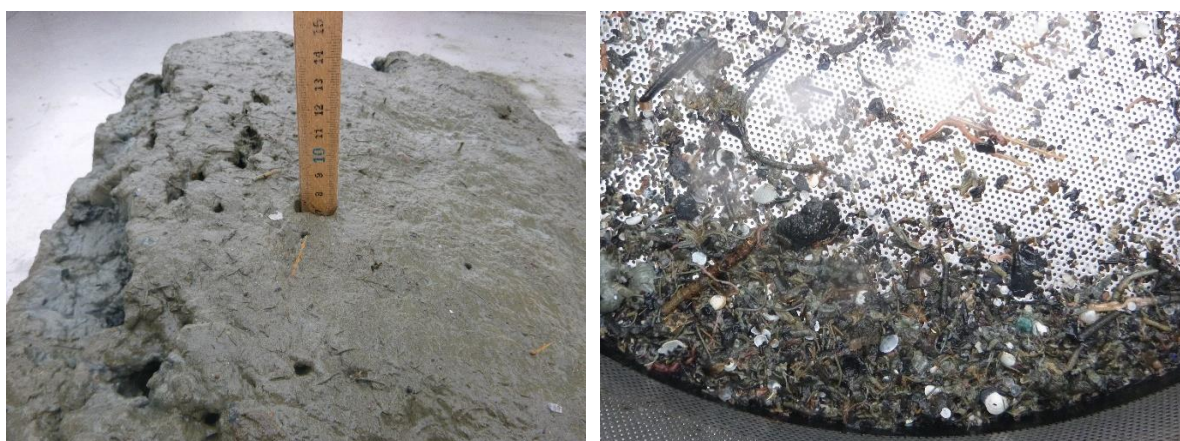
Sedimentene fra fire parallelle grabbhugg per stasjon ble spylt og vasket gjennom sikter med 1 mm maskestørrelse (Tabell 24). Materialet i sikten ble fordelt på merkede plastbokser og fiksert med en blanding av stedlig sjøvann, formalin (10-20 %), bengalrosa og boraks. Prøvematerialet ble oppbevart mørkt og kjølig fram til oversendelse til laboratorium.

Tabell 24 Beskrivelse av grabbhugg for prøvetaking for undersøkelse av bløtbunnsfauna, Puddefjorden 10.05.19. Prøvetaking med Van Veen grabb, prøveareal 0,1 m<sup>2</sup>, potensielt prøvevolum 15 liter.

Stasjon	Vanndyp (m LAT)	Hugg	Fyllingsgrad (cm)	Beskrivelse
So1	-10,5	1	10	Brunt, løst topplag (4-5 mm), og tynt svart lag under (1-2 mm). Ellers kun grått finstoff (fra TBM-masser). Ingen stein eller synlig liv i hugg I-III. Svak lukt av H <sub>2</sub> S. Blåskjell (levende og døde) i hugg IV, trolig fra vask av nærliggende brygge. Tre prøver til biologisk analyse. Blandprøve av hugg 1 og 2, egen prøve av hugg3 og egen prøve av hugg 4.
		2,3,4	13	
So2	-28	1	14	Grått finstoff (fra TBM-masser) 4-6 cm, noe stein i overflaten av hugg II. Synlige rørmark. Mørkt sediment under tildekkingslaget. To prøver til analyse. Blandprøve av hugg 1 og 2 og av hugg 3 og 4.
		2	10	
		3,4	12	



Figur 45 Sediment og sikteprøve fra So1 Solheimsviken



Figur 46 Sediment og sikteprøve fra So2 Damsgård

Samtidig med prøvetaking ble det utført profilering av de overliggende vannmassene. Støtteparameterne salinitet, temperatur og turbiditet ble målt i hele vannsøylen med CTD-sonde. Det ble også tatt sedimentprøver av toppsedimentet 0-1 cm for analyse av andel totalt organisk karbon (TOC) og 0-5 cm for undersøkelse av andel finstoff i fraksjonene leire (<2µm) og silt (2-63µm).

I regi av Byfjordsundersøkelsen er det regelmessig utført undersøkelser av miljøforholdene i fjordene utenfor Bergen siden oppstart i 1973. Det finnes nå et stort datamateriale som gjør at man kan se utviklingen i fjorden over tid. Undersøkelsen omfatter blant annet kvalitative bunndyrundersøkelser. Resultatene viser at sanering av store kloakkutslipp har ført til endringer i artssammensetningen. Historiske data fra stasjonene i Puddefjorden, So1 og So2, er tilgjengelig fra Byfjordsundersøkelsen og gir verdifull informasjon om bunnfaunaen i området før tildekking med rene masser (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2012).

### 10.1.2 Visuell inspeksjon

Sjøbunnen i Puddefjorden ble filmet av dykker i forbindelse med sluttkontrollen (august 2018) og med ROV i forbindelse med 1-årskontrollen (oktober/november 2019). Filmingen i august 2018 ble gjennomført av undervannsfotograf og marinbiolog Espen Rekdal, og i forbindelse med utarbeidelsen av denne rapporten har han gjennomgått filmopptakene fra 2018 og ROV-filmene fra 2019 for å gi en oversikt over de artene som det er mulig å registrere fra opptakene (Rekdal, 2020). Hovedpunktene i vurderingene er gjengitt i avsnitt 10.2.2, mens artsregistreringene med artsliste er gitt i vedlegg 3.

Film-materialet som vurderingene er basert på har svært varierende kvalitet. Filmingene i 2018 ble utført med høyoppløselig kamera (5K oppløsning), mens ROV-kameraet som ble benyttet under 1-årskontrollen har betydelig lavere oppløsning. Selv ved 5K oppløsning er det ikke alltid mulig å bestemme arter fordi man må ty til små kjennetegn og karakteristikk for sikker identifisering. ROV-filmene ble innhentet i forbindelse med avlesning av målepinner og vurdering av potensiell erosjon i tildekkingslaget, og opptakene var således ikke primært innhentet med tanke på bruk som underlagsmateriale for artsbestemmelse. Årstidene som filmingene ble utført på vil også påvirke identifiseringen av arter fra opptakene siden alger ofte råtner/faller fra hverandre om høsten, og det forekommer også en del endringer i sammensetningen av fisk i området gjennom året.

## 10.2 Resultater og diskusjon

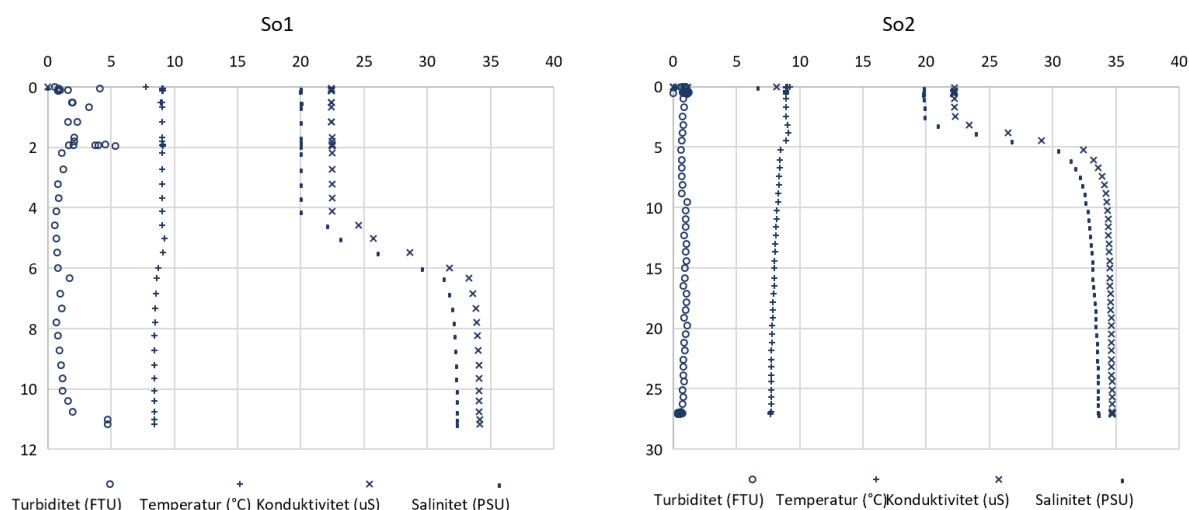
### 10.2.1 Bløtbunnsfauna

Under innsamling av prøvemateriale ble det observert finpartikulært materiale fra TBM-masser i hele prøvedybden i stasjon So1 og i de øverste 5 cm av sjøbunnen i So2. Analyser av toppsedimentet viser at prøvetakingsstasjonene hadde høyt innhold av finstoff i fraksjon silt og leire i toppsedimentet (Tabell 25). Ved stasjon So1, innerst i Solheimsviken, var det større andel finere sediment og høyere innhold av organisk materiale enn ved So2.

Tabell 25 Kornstørrelse og TOC-innhold ved stasjon So1 og So2, mai 2019. Analyserapport er gitt i vedlegg 1.

Parameter	Enhet	So1	So2
Kornstørrelse <63 $\mu\text{m}$ i toppsediment 0-5 cm	%	89,8	82,7
Kornstørrelse <2 $\mu\text{m}$ i toppsediment 0-5 cm	%	9,3	6,2
Totalt organisk karbon (TOC) i toppsediment 0-1 cm	%	2,6	0,79

Forholdene i vannmassene over prøvetakingsstasjonene var relativt like med hensyn til temperatur, konduktivitet og salinitet. Begge stasjonene hadde sprangsjikt med overgang til lavere temperatur og høyere saltholdighet ved ca. 5 meters dyp. Det var noe større variasjon i turbiditet langs bunnen og i overflaten ved So1 enn So2, men turbiditeten var generelt lav og under 5 FTU (Figur 47).



Figur 47 Støtteparametere målt med CTD for So1 Solheimsviken og So2 Damsgård.

Sortering, artsbestemmelse og indeksberegninger av bunnfauna er utført av Åkerblå AS per prøve og samlet for hver stasjon. 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). Merk at indeksene først og fremst er utviklet for å vurdere påvirkning fra organisk belastning og ikke for miljøgifter. Bunndyrundersøkelsen er i sin helhet rapportert i vedlegg 2. Hovedkonklusjonene gjengis her. Tabell 26 viser en oppsummering av resultatene.



Tabell 26 Resultater av undersøkt bløtbunnsfauna i Puddefjorden, 2019. Oppsummering av antall arter, antall individer og indekser for summen av hver stasjon. Indekser for diversitet og sensitivitet er klassifisert etter veileder 02:2018. (Åkerblå, 2019)

Parametere/indekser	So1 Solheimsviken	So2 Damsgård
S (antall arter)	32	79
N (antall individer)	3277	4341
H' (diversitet)	1,271	3,823
ES <sub>100</sub> (diversitet)	5,274	21,190
ISI <sub>2012</sub> (sensitivitet)	7,420	8,840
NSI (sensitivitet)	6,496	20,523
NQI1 (kombinert diversitet og sensitivitet)	0,387	0,616
<b>nEQR (normalisert økologisk kvalitetsratio)</b>	<b>0,290</b>	<b>0,703</b>

Det er påvist en rekke arter og individer i sediment fra begge prøvetakingsstasjonene.

I prøvene fra stasjon So1 i Solheimsviken ble det påvist 13-19 arter per prøve og til sammen 32 ulike arter og 3277 individer. Prøvene var dominert av dyr som forbindes med reduserte forhold og er indikatorarter for organisk belastning. I hovedsak gjelder dette børstemarken *Capitella capitata* (ca. 50%) og flerbørstemarken *Malacoceros fuliginosus* (ca. 40%). Artsantallet var relativt lavt, og sammen med tydelig dominans av enkelte arter gir dette lav biodiversitet (H'). Prøvene fra So1 1+2 og So1-3 var relativt like med tanke på artssammensetning og antall, men prøve So1-4 hadde en betydelig større dominans av *C. capitata*. De to andre prøvene (So1 1+2 og So1-3) hadde omtrent likt fordelt dominans mellom *C. capitata* og *M. fuliginosus*. Bunnfaunaen i de undersøkte prøvene fra So1 i Solheimsviken ble tilstandsklassifisert i nedre del av intervallet for tilstandsklasse 4, *dårlig* tilstand (Åkerblå, 2019).

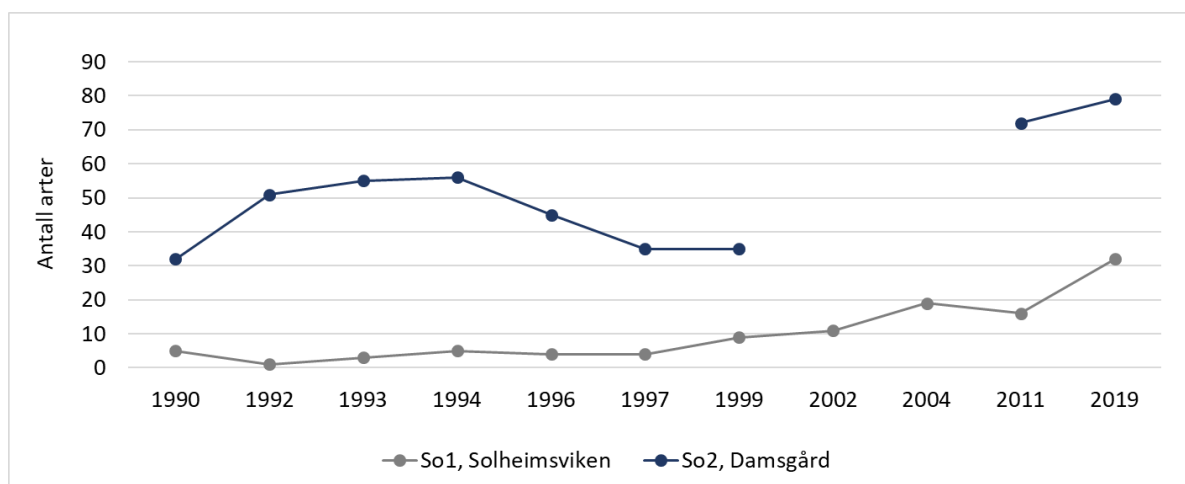
Prøvene fra stasjon So2 hadde betydelig høyere artsantall. Her ble det påvist 61-72 arter per prøve, og til sammen 79 ulike arter og 4341 individer. Selv med en mindre tydelig dominans av flerbørstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* (ca. 21-22%) hadde prøvene god biodiversitet med et høyt antall dyr, hvor flere assosieres med uberørte forhold. Prøvene fra So2 var nokså like hverandre både med hensyn til antall arter og sammensetning. Stasjon So2 hadde ingen særlig dominerende art og med god biodiversitet indikerer dette tilstandsklasse 2 og *gode* bunnfaunaforhold (Åkerblå, 2019).

Bløtbunnsfaunaen i stasjonene So1 og So2 har siden 1990 blitt regelmessig undersøkt i forbindelse med byfjordsundersøkelsen. Tabell 27 og Figur 48 viser en sammenstilling av historiske data fra de to stasjonene (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2012) resultatene fra 2019.

Historisk har det skjedd en forbedring i bunnforholdene ved stasjonene som følge av redusert organisk belastning etter utbygging av avløpsrensaneanlegg og sanering av kloakkutslipp på 1990-tallet. Tidsserien viser også at bunndyrsamfunnet ved So1 har hatt lavere artsmangfold og dårligere tilstand enn i So2 i hele måleperioden fra 1990 og fram til i dag.

Tabell 27 Sammenstilling av historiske data fra stasjon So1 og So2 i Puddefjorden fra Byfjordsundersøkelsen (Uni Research Miljø SAM-Marin, 2012) og prøveresultater i 2019 (Åkerblå, 2019).

År	So1 Solheimsviken				So2 Damsgård			
	Arter (n)	Individ (n)	Diversitet (H')	Kombinert sensitivitet og diversitet (NQI1)	Arter (n)	Individ (n)	Diversitet (H')	Kombinert sensitivitet og diversitet (NQI1)
1990	5	44	1,79	0,53	32	698	2,46	0,59
1992	1	210	0,00	0,07	51	3463	2,34	0,58
1993	3	1391	0,96	0,17	55	9386	2,32	0,53
1994	5	1878	0,99	0,22	56	6565	3,14	0,55
1996	4	5394	0,21	0,19	45	2430	3,60	0,59
1997	4	172	1,06	0,23	35	2085	2,64	0,56
1999	9	137	1,81	0,37	35	1050	2,50	0,55
2002	11	2815	1,09	0,29				
2004	19	2883	1,14	0,34				
2011	16	3061	1,55	0,32	72	4593	3,26	0,63
2019	32	3277	1,27	0,39	79	4341	3,82	0,62



Figur 48 Antall arter som er påvist ved undersøkelse av bløtbunnsfauna i So1 Solheimsviken og So2 Damsgård, i perioden før tildekking 1990-2011 (SAM-Marin, 2012) og i 2019 etter tiltak i Puddefjorden (Åkerblå, 2019).

En sammenlikning av resultater fra 2019 med historiske data viser at antall arter i So1 allerede ca. ett år etter tildekking er høyere enn det var før tiltak. Dette indikerer at bunndyrsamfunnet svært raskt har rekolonisert den nye sjøbunnen. Diversitet- og ømfintlighetsindeksene er imidlertid på samme nivå som før tiltak, og tilstanden er fremdeles i klasse 4 (dårlig). Dette tyder på organisk belastning. Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, men ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne. Hovedårsaken til dårlig tilstand i So1 er mest sannsynlig at stasjonen er lokalisert tett opp til større overløp fra avløpsnett. Overløpsutslipp av kommunalt avløpsvann til indre Solheimsviken fører trolig til at tilstanden i bunnsfaunaen lokalt har begrenset mulighet til å bedres selv om sjøbunnen ble dekket med rene masser.

I området rundt stasjon So2 er sjøbunnen dekket med et tynnere lag finstoff fra TBM-masser (kap. 5.2.2). Også her er det påvist flere arter allerede ca. ett år etter tiltak enn før. Det store arts mangfoldet og antall individer i denne stasjonen viser at bunnfaunaen også her har reetablert seg raskt.

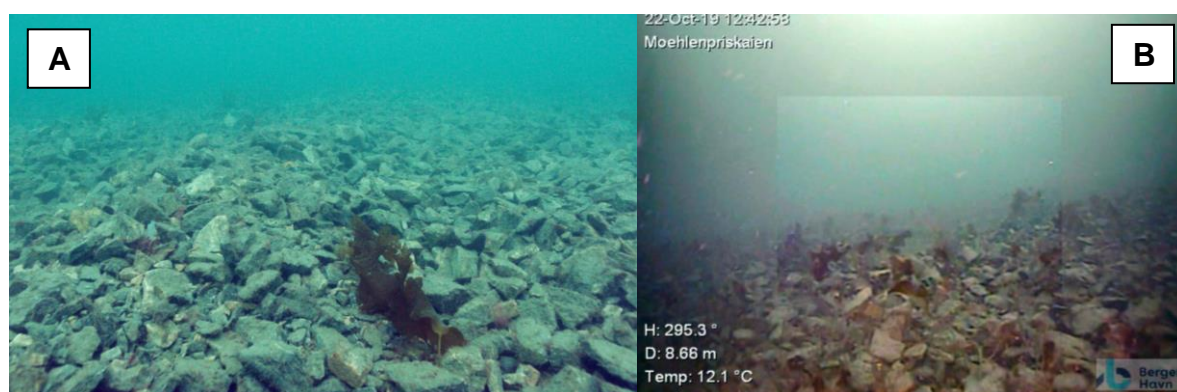
Forholdene i So2 er ytterligere forbedret sammenliknet med før tiltak, og diversiteten (H') er den høyeste som er målt i hele måleserien som startet i 1990.

Prøvetakingsstasjonene So1 og So2 er ikke representative for hele det tildekkede området i Puddefjorden, men ble valgt fordi det finnes historiske data fra disse stasjonene. Det var ønskelig å få en indikasjon på hvor raskt bunnfaunaen reetablerer seg etter tildekking og betydningen av eventuell tilførsel av ny forurensning i indre del av Solheimsviken. Ifølge overvåkingsplanen skal det i 2022 gjøres bunndyrundersøkelser i flere stasjoner. Resultatene vil da i større grad være representative for hele tiltaksområdet, og de vil også vise om en sunnere bunnfauna vil kunne etablere seg i So1 over tid. Dersom overløp fra avløpsnettlet blir sanert vil sannsynligheten for dette øke.

## 10.2.2 Observasjoner fra filmopptak

### Sukkertare

Området utenfor Møhlenpris kaien (delfelt 2E og 2G) er filmet både i 2018 og 2019, og observasjonene viser at re-etableringen av brunalgen sukkertare på bunnen har økt markant mellom de to observasjonstidspunktene (Figur 49) (Rekdal, 2020, vedlegg 3). Sukkertare er en nøkkel-art og en god indikator på et økosystems helse. I et tare-økosystem er det vesentlig mer fisk og smådyr, som snegler og krepsdyr, enn i et trådalge-samfunn. Spesielt vinterstid vil sukkertare (som er flerårig) kunne gi ly for dyr og fisk, mens trådalgene (som er ettårig) da er borte. Sol, næringsalter, temperatur og partikler påvirker veksten og konkurranseforholdet og dermed utbredelsen av sukkertare og trådalger. Gitt gode vilkår vil sukkertare utkonkurrere trådalger. Nye substrat vil ha lite næring og ville kunne gi gode vilkår for sukkertare om havtemperatur og tilført slam holdes lavt (havtemperatur <19C). Vannbevegelse gjennom bølgeeksponering og strøm vil også påvirke sukkertareøkosystemet positivt.



Figur 49 Bilder av erosjonsmasser utenfor Møhlenpris kaien (delfelt 2E og 2G) A) Opptak fra 2018 som viser sukkertare og noen andre bunnarter som korstroll (*Asterias rubens*) og sjøpung (*Clione intestinalis*). B) Opptak fra 2019 som viser mye sukkertare og rødalger, samt en del brunalger. Det finnes store mengder fisk i slike sukkertare-skoger, - de lyse flekkene i øvre, venstre hjørnet av bildet er tangkutling (*Gobiusculus flavescens*).

Observasjonene i det innsamlede materialet viser generelt at sukkertare forekommer på både TBM-massene og erosjonssikringsmassene (stein) (Rekdal, 2020). Taren har størst tetthet i de øverste 5 m med minkende tetthet til omtrent ingenting ved 15 m og dypere. Trådalger forekommer i hele området,

dog er observasjonene i hovedsak utført i en periode hvor disse er i ferd med å forsvinne så det er vanskelig å si noe om hvor stor utbredelse disse har om sommeren og om sukkertare vil kunne utkonkurrere disse over tid.

Sukkertaren i området har en god del epifytter og påvekst av posthornmark og bryzoer på stipes og thallus. Mengden øker med taren's alder, så en kan forvente at dette vil øke fordi området stort sett består av ung sukkertare.

Det er ellers registrert en rekke brunalger, rødalger og grønnalger i tiltaksområdet som skolmetang (*Halidrys siliquosa*), eikeving (*Phycodrys rubens*), søl (*Palmaria palmata*) og havsalat (*Ulva lactuca*) (Figur 50) (Rekdal, 2020). Det er imidlertid vanskelig å artsbestemme alle algene basert på filmopptakene.



Figur 50 Sjøledning i den ytre delen av tiltaksområdet med sukkertare, skolmetang, eikeving og havsalat.

I sukkertare-områdene er det generelt registrert mer fisk, særlig er det observert mye tangkutling over og rundt taren (Rekdal, 2020). Noe bergkutling finnes også på bunnen. Gyltefisker (bergnebb og bergylt) finnes i hele området med større tetthet i områder med steinmasser og større sprengesteinsområder. Grønngylt, som bygger reir av alger, er kun observert i den utildekkede sprengesteinsskråningen helt inne i Solheimsviken (Figur 51).



Figur 51 Sprengsteinsskråningen innerst i Solheimsviken (delfelt 1A) filmet i 2018. Bildet viser grønngylt, bergnebb, korstroll, langpigget kråkebolle og hvitting.

### Fastsittende dyr

Hvittrørsmark (*Hydroides norvegica*) registreres over alt i undersøkelsesområdet (Rekdal, 2020). Dette er forøvrig en art som raskt etablerer seg raskt på fremmede gjenstander i havner som for eksempel båtskrog, brygge, fundament, osv. Eldre eksisterende steiner, søppel og konstruksjoner som sjøledninger, samt målepinnene har ofte det rikeste påslaget av ulike arter. Her spiller både tidsaspektet inn, samt at disse leveområdene ofte stikker godt opp over bunnen og dermed tiltrekker seg andre filter-spisere som påfuglmark (*Sabella sp.*) og dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) samt ulike sjøpunger (*Ciona sp.*, *Corella sp.*) enn hva som er vanlig på flat bunn.

### Mobile dyr

Mobile bunndyr som sjøstjerner (*Marthasterias*, *Asterias*) og kråkeboller (*Echinus* og *Psammechinus*) og anemoner (*Urtecina*) finnes i små mengder i området (Rekdal, 2020). Konsentrasjonen av disse anslås til å være under det man normalt vil kunne forvente å finne i tilsvarende områder. Sjøstjerner lever i hovedsak på skjell som lever nedgravd i bunnen, samt fastsittende skjell (blåskjell) og andre dyr f.eks. rur på bryggekonstruksjoner o.l. Næringstilgangen til disse kan være redusert i og med at det vil ta tid før gravende skjell er etablert i bunnsubstratet igjen.

### Smådyr og meiofauna

Områder med steiner er gode lokaliteter for ulike typer krepsdyr (krabber, reker, trollhummere), og erosjonsmassene under sukkertare beltet kan potensielt være et område der slike dyr kan ha rukket å etablere seg. Det er imidlertid ikke mulig å undersøke/registrere om dette er tilfelle basert på ROV-opptakene.

### Infauna

Visuelle metoder er uegnet til å undersøke forekomster av infauna (dyr som lever nedgravd i sjøbunnen), men opptakene viste imidlertid klare tegn på fjæremark (*Arenicola*) innerst i Solheimsviken (Rekdal, 2020).

## 11 Oppsummering og samlet vurdering

I dette kapittelet er miljøtilstanden i tiltaksområdet oppsummert og resultatene fra 1-årskontrollen vurdert i henhold til krav stilt i tillatelsen gitt av Fylkesmannen i Hordaland (Fylkesmannen i Hordaland, 2016a).

### 11.1 Miljøtilstanden i tiltaksområdet

Under 1-årskontrollen ble det valgt å prøveta sjøsedimentene i de delene av tiltaksområdet som er vurdert til å ha høyest risiko for rekontaminering, og resultatene viser at det i løpet av det første året etter tiltaket har skjedd en liten økning i miljøgiftkonsentrasjonen i det øverste sedimentlaget på sjøbunnen i de fleste av de undersøkte delfeltene. Konsentrasjonene for de aller fleste miljøgiftene i 1-årskontrollen tilsvarer imidlertid fremdeles tilstandsklasse 2 ("god ") eller 1 ("bakgrunn") og ligger således godt under øvre grense for tilstandsklasse 3 ("moderat ") som er miljømålet for tiltaket. Stoffene PCB og PAH-forbindelsen antracen skiller seg ut med konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 i flere delfelter. Miljømålet til tiltaket overskrides i delfelt 2F og 2A pga. av at henholdsvis kvikksølv og kobber er påvist i tilstandsklasse 4 ("dårlig").

Delfelt 2A omfatter det tidligere slipp-området ved Marineholmen der det i dag er anlagt en badestrand. Målinger av badevannskvaliteten i dette delfeltet, der man måler på TKB (termostabile koliforme bakterier), viser at det er stabil god badevannskvalitet i området (Marineholmen, 2020). En strand representerer en overgangssone mellom land og sjø, og bruksmessig kan den sammenlignes med for eksempel lekeplasser og parkområder. Dersom man klassifiserer resultatene fra 1-årskontrollen av sjøbunnen i delfelt 2A etter helsebaserte tilstandsklasser i Miljødirektorats veileder TA-2553/2009, som benyttes for å gi føringer for hvilke nivåer som ut fra en *helsevurdering* kan aksepteres av miljøgifter i jord ved forskjellig arealbruk, så havner alle miljøgiftene det er oppgitt tilstandsklasser for innenfor tilstandsklasse 2 "god" eller 1 "bakgrunn". Det vil si at i henhold til dette klassifiseringssystemet er forurensningsnivået i massene akseptabelt for områder som benyttes som lekeplasser, parkområder og boligområder.

En sammenligning av den kjemiske vannkvaliteten ved de forskjellige målestasjonene i Puddefjorden før og etter tiltaket tyder på at vannkvaliteten i Puddefjorden verken er forbedret eller forverret som følge av tiltaket. Generelt er miljøgiftkonsentrasjonene relativt like ved de ulike prøvestasjonene innenfor hver prøveomgang, mens det er store variasjoner mellom prøveomgangene. Slike variasjoner forekommer både før og etter tiltaket. Dette kommer trolig av at det er stor vannutveksling i hele Puddefjorden, samt at sjøvannet generelt vil påvirkes av bidrag fra forskjellige kilder, som for eksempel overvann og kilder relatert til aktiviteten i havneområdet. Det kan ikke utelukkes at det har skjedd en midlertidig økning av miljøgifter i sjøvannet i anleggsfasen, men økningen har i så fall sannsynligvis vært liten og relativt kortvarig.

Generelt ble det målt liten eller ingen opptak av miljøgifter i blåskjell som ble eksponert i Puddefjorden. Innholdet av kvikksølv og PAH-forbindelsene antracen, fluoranten, naftalen og benzo(a)pyren var under miljøkvalitetsstandardene (EQS) som angir vannforskriftens miljømål for disse stoffene. Resultatene for PCB-7 er mer usikre fordi nullprøven (ueksponert prøve) viste seg å ha PCB-innhold over EQS.

## 11.2 Tildekkingslagets fysiske tilstand og effekt

Undersøkelsen av tildekkingslaget, basert på filming med ROV (fjernstyrt undervannsfarkost) 1 år etter tiltaket, tyder på at det ikke har foregått noe erosjon i tildekkingen av betydning og at tildekkingslaget generelt fortsatt har den tykkelsen som ble registrert rett etter tiltaksgjennomføring i 2018. Ved enkelte lokaliteter langs kaifronter som er vurdert til å være mest utsatt for propellerrosjon viser undersøkelsen at propellerrosjon har forårsaket noen mindre skader i erosjonssikringslaget, typisk i form av gropene med diameter på 2-3 m. I disse gropene er erosjonssikringslaget fraværende og TBM-massene eksponert. Gropene er imidlertid ikke dype, og kun den øverste delen av TBM-massene er så langt eksponert. Sentralt i Puddefjorden ble det observert et område der erosjonssikringsmassene ikke er heldekkende og de underliggende TBM-massene er eksponert i ett regelmessig mønster. Det antas at mønsteret er oppstått under utleggingen av massene og at det ikke er forårsaket av erosjon.

Basert på 1-årskontrollen vurderes tildekkingslaget til å ha den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen. Dette betyr at miljøgifter i den opprinnelige sjøbunnen er fjernet fra omløp og ikke påvirker miljøtilstanden i Puddefjorden. Den påviste moderate økningen i miljøgiftkonsentrasjonen i det øverste sedimentlaget på sjøbunnen i de fleste av de undersøkte delfeltene vurderes derfor til å være forårsaket av andre kilder enn den opprinnelige sjøbunnen innenfor tiltaksområdet. Et mulig unntak er delfeltet ved Marineholmen, der utfordringer relatert til tildekkingen kan ha medført at den opprinnelige sjøbunnen ikke er blitt tilfredsstillende tildekket.

Områdene med skader i erosjonssikringen er svært små i forhold til det totale tildekkende og erosjonssikrede arealet i Puddefjorden. Områdene bør imidlertid følges opp over tid for å se om gropene utvikler seg til å bli dypere. Det må i fremtiden gjøres en vurdering av om områdene der propellerrosjon har forårsaket skade i erosjonssikringslaget skal tildekkes med grovere masser eller eventuelt betongmadrasser for å hindre videre erosjon i tildekkingslaget.

Under 1-årskontrollen ble erosjonsutsatte deler av tiltaksområdet prioritert, så fokus ble lagt på områder ved Bergen havns kaianlegg og de nærliggende områdene utenfor. Det er imidlertid satt ut målepinner over et større område enn det som er undersøkt i denne 1-årskontrollen, og neste kontrollrunde bør inkludere avlesning av alle målepinner og filming av et større areal enn det som ble inkludert i denne undersøkelsen.

Sedimentfeller er benyttet for å måle mengde og type partikkelbundet forurensning som spres i et område over tid. Det er registrert en betydelig reduksjon i spredning av partikkelbundet forurensning i hele tiltaksområdet og i området utenfor der det har foregått en passiv tildekking med finstoff fra TBM-masser. Det vil si at det er mindre forurensete partikler som spres i vannmassene nå enn før oppryddingsarbeidet i Puddefjorden. Resultatene viser at tildekking av forurenset sjøbunn i de grunneste og mest trafikkerte områdene med rene TBM-masser har gitt en effektiv beskyttelse mot oppvirvling og spredning av forurensning.

## 11.3 Rekontaminering av sjøbunnen

1-årskontrollen har påvist en begynnende rekontaminering av tildekkingslaget i Puddefjorden. Siden undersøkelsen av tildekkingslaget tyder på at laget har den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen, må den moderate økningen i miljøgiftkonsentrasjoner som er påvist i løpet av det første året etter tiltak ha opphav i andre kilder enn den opprinnelige sjøbunnen innenfor tiltaksområdet. Potensielle kilder til rekontaminering av tildekkingslaget er avrenning/utslipp fra land (overvann og avløpsvann som går i overløp), forurenset sjøbunn utenfor tiltaksområdet (Store Lungegårdsvann og ytre del av Puddefjorden), samt båt- og havneaktiviteten i

Puddefjorden. I tillegg kan det være mindre bidrag fra atmosfærisk nedfall eller tilsig av forurensning via grunnvannet fra eventuell forurenset grunn rundt Puddefjorden.

Miljøgiftkonsentrasjonene i tildekkingslaget er fortsatt relativt lave, og det er dermed utfordrende å skille mellom rekontamineringsbidrag fra forskjellige kilder. Basert på tidligere undersøkelser, antas det at avrenning fra land og forurenset sjøbunn utenfor tiltaksområdet er kildene med størst potensiale til å rekontaminere den nyetablerte sjøbunnen. Andre kilder som utslipp fra aktivitet i sjø og atmosfærisk nedfall av luftbåren forurensning antas å utgjøre et mindre bidrag. Det finnes en rekke utslippspunkt for overvann og overløp for avløpsvann innenfor tiltaksområdet, særlig innenfor Puddefjordsbroen. Resultatene fra sedimentprøvetakingen og tidligere undersøkelser av miljøgiftinnhold i overvann og sandfangsedimenter i området indikerer at avrenningen fra land via disse utslippspunktene er en viktig kilde til rekontaminering av den nyetablerte sjøbunnen i Puddefjorden. Sedimentundersøkelsen viser ingen trend som tilsier at tildekkingslaget i Puddefjorden er mer forurenset i de områdene som ligger nærmest den utildekkede, forurensete sjøbunnen utenfor tiltaksområdet.

Målinger med sedimentfeller har registrert spredning av materiale med konsentrasjoner i tilstandsklasse 4 eller 5 for PAH og kobber i enkelte stasjoner etter tiltak. Det er også målt sedimentering av materiale med PCB-7 og sink i klasse 3 i de fleste sedimentfellestasjonene. Dette samsvarer med resultater fra undersøkelse av sjøbunnen og observasjonen av begynnende rekontaminering med enkelte stoffer. Det er usikkert hvor raskt denne tilførselen vil påvirke miljøtilstanden i sjøbunnen i vesentlig grad, men på sikt kan ny tilførsel av forurensning bidra til at miljømålet ikke overholdes i enkelte områder. Beregnet sedimentasjonsrate for sedimenterende materiale i sedimentfeller er egnet til å vurdere endringer over tid og mellom målestasjoner, men sedimenteringsforholdene i en sedimentfelle kan være forskjellig fra sedimenteringsforhold på sjøbunnen og den beregnede raten er derfor ikke ensbetydende med den reelle sedimenteringsraten på sjøbunnen.

Puddefjorden er omkranset av bebyggelse og har stor aktivitet både på land og sjø. Sammensetningen av miljøgifter i det sedimenterte materialet i sedimentfellene indikerer at det i liten grad tilføres forurensning fra de forurensete sjøområder utenfor tiltaksområdet. Kvikksølv har vist seg som en egnet indikator fordi sjøbunnen i Bergen havn har hatt høyt innhold av kvikksølv mens partikulært materiale fra overvannssystemene, som også er en sannsynlig kilde, har lave kvikksølvkonsentrasjoner (COWI, 2017). Opprinnelig sjøbunn i Puddefjorden var svært forurenset av kvikksølv tilsvarende tilstandsklasse 5 før tiltak. Etter tildekking med TBM-masser er kvikksølvinnholdet i sjøbunnen lavt tilsvarende tilstandsklasse 1-2, mens områdene i ytre del av Puddefjorden, i Vågen og i Store Lungegårdsvann fremdeles er svært kvikksølvforurenset. Eventuell rekontaminering av tildekkingslaget ved tilførsel av sjøbunnsmateriale fra disse områdene vil derfor også ha høyt innhold av kvikksølv. Siden det er registrert lave kvikksølvnivå i sedimenterende materiale i alle sedimentfellene, tolkes det til at det ikke foregår noen større rekontaminering fra tilgrensede sjøområder og at tilført materiale i sedimentfellene i tiltaksområdet hovedsakelig tilføres fra land. Tidligere kartlegginger av landkilder har også pekt på tilførsel av forurensning fra overvann som en vesentlig og pågående kilde (COWI, 2015b) (COWI, 2017b) (COWI, 2019d).

Området rundt Puddefjorden har i dag felles avløpsnett for overvann og spillvann (kloakk). Bergen kommune ønsker å separere avløpsnettet i egne overvanns- og spillvannssystem for å øke kapasiteten i ledningsnettet og bedre renseseffekten i avløpsrenseanleggene. Dette vil redusere overløpsdriften for avløpsvann og medføre mindre kloakk-tilførsel til Puddefjorden, men det vil samtidig medføre at mindre overvann går til rensaneanlegg og at større mengder overvann tilføres fjorden via flere overvannsutslipp. For å begrense tilførsel av ny forurensning fra overvann ved dagens anlegg og



ved framtidig separering av avløpsnett, forutsetter det tiltak som holder tilbake partikkelbundet forurensning i overvann.

## 11.4 Rekolonisering av ny sjøbunn

Bunndyrsamfunnet synes å ha etablert seg raskt etter tildekking. Undersøkelse av bløbunnsfauna i to områder viste større artsdiversitet allerede ca. ett år etter tiltak enn i en rekke målinger som er gjort før tiltak i perioden 1990-2011. Individantallet var også stort ved begge stasjonene. I prøvene, som hver bestod av 4 grabbhugg, ble det påvist over 3000 individ i begge prøvene.

Tilstanden i de to områdene ble også klassifisert ved hjelp av standard diversitets- og sensitivitetsindekser for bløtbunnsfauna. Sensitivitetsindeksene er imidlertid utarbeidet med tanke på organisk belastning og generelt responderer bunndyrsindeksene dårlig på miljøgifter (STIM, 2020). Bunndyrsamfunnene i de to stasjonene ble klassifisert til samme tilstandsklasse som før tiltak, henholdsvis dårlig tilstand i stasjonen i Solheimsviken (nEQR 0,29) og god tilstand i stasjonen på Damsgård (nEQR 0,70). Til tross for en økt artsdiversitet i Stasjonen i Solheimsviken sammenliknet med tidligere år, er diversiteten relativt lav (32 arter) og fremdeles dominert av flere indikatororganismer for organisk belastning. Hovedårsaken til at dette er trolig påvirkning fra nærliggende avløpsutslipp.

I tillegg til undersøkelse av bløbunnsfauna, ble det benyttet filmopptak fra 2018 (rett etter tiltak) og 2019 (1-årskontroll) for å gi en oversikt over de artene som det er mulig å registrere fra opptakene (Rekdal, 2020). Deler av tiltaksområdet er filmet både i 2018 og 2019, og observasjonene viser at re-etableringen av brunalgen sukkertare på bunnen har økt markant mellom de to observasjonstidspunktene.

Det er ellers registrert en rekke brunalger, rødalger og grønnalger i tiltaksområdet som skolmetang (*Halidrys siliquosa*), eikeving (*Phycodrys rubens*), søl (*Palmaria palmata*) og havsalat (*Ulva lactuca*).

I sukkertare-områdene er det generelt registrert mer fisk, særlig er det observert mye tangkutling over og rundt taren. Noe bergkutling finnes også på bunnen. Gyltefisker (bergnebb og bergylt) finnes i hele området med større tetthet i områder med steinmasser og større sprengsteinsområder.

Hvittrørsmark (*Hydroides norvegica*) registreres over alt i undersøkelsesområdet. Eldre eksisterende steiner og konstruksjoner samt målepinnene har ofte det rikeste påslaget av ulike arter. Her spiller både tidsaspektet inn, samt at disse leveområdene ofte stikker godt opp over bunnen og dermed tiltrekker seg andre filter-spisere som påfuglmark (*Sabella sp.*) og dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) samt ulike sjøpunger (*Ciona sp.*, *Corella sp.*) enn hva som er vanlig på flat bunn.

Mobile bunndyr som sjøstjerner (*Marthasterias*, *Asterias*) og kråkeboller (*Echinus* og *Psammechinus*) og anemoner (*Urtecina*) finnes i små mengder i området. Konsentrasjonen av disse anslås til å være under det man normalt vil kunne forvente å finne i tilsvarende områder. Sjøstjerner lever i hovedsak på skjell som lever nedgravd i bunnen, samt fastsittende skjell (blåskjell) og andre dyr f.eks. rur på bryggekonstruksjoner o.l. Næringstilgangen til disse kan være redusert i og med at det vil ta tid før gravende skjell er etablert i bunnssubstratet igjen.

## 11.5 Måloppnåelse miljømål

Miljømålet for indre Puddefjorden (området der det er gjennomført tiltak) er at det skal etableres et varig, tett tildekkingslag som isolerer miljøgifter på tildekket sjøbunn, samt at innholdet av metaller, sum PCB-7 og sum PAH-16 ikke skal overskride tilstandsklasse 3. Basert på 1-årskontrollen vurderes tildekkingslaget til å ha den tiltenkte isolerende effekten på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen.

Konsentrasjonene av de aller fleste miljøgiftene i de undersøkte områdene ligger godt under den øvre grensen for tilstandsklasse 3 selv om det i denne undersøkelsen ble valgt å ta prøver av områdene der det er forventet størst risiko for rekontaminering. Miljømålet (øvre grense for tilstandsklasse 3) overskrides imidlertid for en miljøgift i to av delfeltene, og det anbefales en videre oppfølging av disse områdene.

I henhold til sluttrapporten etter gjennomført tiltak i Puddefjorden (COWI, 2019b), har tiltaket ført til en reduksjon av beregnet maksimal spredning av de fleste metaller på over 90 % i hele Puddefjorden, mens de tilsvarende tallene for PAH-16 og PCB-7 er 74 og 65 %. Sedimentfelledataene fra 1-årskontrollen viser også en betydelig reduksjon i spredning av partikkelbundet forurensning i området. Reduksjonen er registrert for alle vesentlige miljøgifter og i alle undersøkte vandyp. Gjennomsnittlig reduksjon i sedimentfellene som stod nærmest sjøbunnen var størst for kvikksølv (92%), PCB-7 (83%) og PAH-16 (82%). Dette er også de stoffene som har vært viktige drivere for gjennomføring av tiltaket.

Helserisiko er særlig knyttet til inntak av sjømat. Redusert helserisiko er et langsiktig og overordnet miljømål som også påvirkes av forholdene i tilgrensende sjøområder. Det tar tid før redusert innhold av miljøgifter i sjøbunn gir målbar effekt på innhold i fisk. Fisk kan også være påvirket av et større område. Måloppnåelse med hensyn til helserisiko knyttet til inntak av fisk vil måtte baseres på Mattilsynet framtidige sjømatundersøkelser og kan derfor ikke vurderes som del av denne 1-årskontrollen.

## 11.6 Anbefaling oppfølgende undersøkelser

I henhold til overvåkningsplanen er det lagt opp til at neste overvåkningsrunde av tildekkingslaget i Puddefjorden skal utføres 4 år etter tiltak, det vil si i 2022. Det påpekes imidlertid i overvåkningsplanen at det skal gjøres en vurdering av om det er behov for å følge opp enkelte måleresultater fra 1-årskontrollen med nærmere undersøkelser før den tid. I dette avsnittet oppsummeres oppfølgende undersøkelser som anbefales utført før 4-årskontrollen.

Konsentrasjonen av kvikksølv i delfelt 2F i 1-årskontrollen tilsvarer tilstandsklasse 4 og overskrider dermed miljømålet for tiltaket. Delfelt 2F bør derfor følges opp for å undersøke om det høye kvikksølv-nivået i prøven fra dette området er reell, og i så fall hva som kan være kilden til forurensningen. Det bør f.eks. vurderes om den nærliggende, utildekkede sjøbunnen rett under Puddefjordsbroen kan være en kilde til forurensningen eller om den kan være forårsaket av avrenning fra nærliggende landområder.

Det er noe uklart hva som er kilden til forurensningen som ble påvist under 1-årskontrollen i delfelt 2A. Sedimentprøvetakingen i 1-årskontrollen ble gjennomført i oktober 2019, og våren 2020 ble det fylt på med 350 tonn skjellsand i den indre delen av delfeltet. Det anbefales å prøveta sedimentene for å avklare dagens miljøtilstand og vurdere mulige forurensningskilder. Området følges opp av grunneier som er tiltakshaver lokalt.

Det er registrert en generell økning i miljøgiftinnholdet i sjøbunnen i de fleste av de undersøkte delfeltene i 1-årskontrollen. Selv om den generelle økningen ikke er så stor at den har medført overskridelse av miljømålet for tiltaket, anbefales det å gjennomføre en oppfølgende undersøkelse for å fremskaffe mer informasjon om kildene til denne økningen. Oppfølging av flere områder rett utenfor de viktigste overvannsutslippene og overløpene fra avløpsnettene rundt Puddefjorden vil bidra til økt kunnskap om kildeforholdene.

Sedimentprøvene i 1-årskontrollen ble innhentet ved hjelp av dykkere som brukte plastrør for å samle prøvematerialet. Målet var å ta prøver av de øverste 10 cm av sjøbunnen som er standard for prøvetaking av sjøsedimenter (M-409/2015). TBM-massene er imidlertid relativt kompakte med en del stein, og det kan derfor ikke utelukkes at dykkerne ikke klarte å ta prøver av hele dette intervallet enkelte steder. Nytilført forurensning vil legge seg på toppen av det rene tildekkingslaget. En prøve tatt av f.eks. de øverste 5-6 cm av sjøbunnen vil dermed ha høyere miljøgiftkonsentrasjoner enn en prøve tatt av de øverste 10 cm av sjøbunnen samme sted. Siden enkelte prøver fra 1-årskontrollen viser noe høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn forventet 1 år etter tiltak, anbefales det å gjennomføre oppfølgende prøvetaking av sjøbunnen i Puddefjorden der man analyserer miljøgiftkonsentrasjonen i forskjellige dybdeintervaller. Dette vil kunne gi en indikasjon på om enkelte av resultatene fra 1-årskontrollen overestimerer miljøgiftkonsentrasjonene i sjøbunnen.

Undersøkelse av sedimenterende materiale i ytre del av Puddefjorden viste at det foregår spredning av blant annet PCB til sjøområdene utenfor Bergen. Strømningsforholdene i området er komplekse. En mulig kilde til dette materialet kan være spredning fra Vågen der det er forurenset sjøbunn, grunnere vann og stor trafikk av store fartøy, men det kan også komme bidrag fra andre områder. Det anbefales å gjøre en nærmere undersøkelse av strømforhold og spredning av forurensning fra disse områdene.

Funn av PCB-7 i tilstandsklasse 4 i en enkelt måleperiode med sedimentfelle ved Nordrevågen antas å skyldes et identifisert område med mangelfull tildekking av gammel sjøbunn kombinert med lokale forhold i måleperioden. Forholdene i Nordrevågen er fulgt opp av Forsvarsbygg som er tiltakshaver lokalt.

## 11.7 Evaluering av overvåkingsprogrammet

Basert på erfaringene fra 1-årskontrollen er det gjort en evaluering av overvåkingsprogrammet for langtidsovervåking av tiltakene i Puddefjorden (COWI, 2019a). Det anbefales enkelte mindre justeringer for å optimalisere overvåkingen av tiltaket i Puddefjorden i fremtiden.

Ved 1-års kontrollen er lokaliseringen av målestasjonene noe justert i forhold til koordinatene som var oppgitt i overvåkingsprogrammet. Dette er gjort av hensyn til aktiviteter i området. Det anbefales at disse justeringene videreføres i neste overvåkingsrunde.

Det er tidligere ikke benyttet utplassering av skjell ved undersøkelser knyttet til tiltaket i Puddefjorden før målerunden i 2019. For videre overvåking anbefales det å plassere skjell i ST3 og ST11 høyere i vannsøylen enn det som er oppgitt i overvåkingsprogrammet, for å unngå oksygenfattig vann (ST3) og for store dyp (ST11). Det kan også vurderes å benytte replikat nullprøve og replikate prøver fra stasjonene for å redusere usikkerheten i resultatene. Eksponeringstiden bør være minimum 90 dager for å oppnå størst mulig grad av likevekt mellom innhold av miljøgifter i vannet og skjellene.

Klassifisering av bløtbunnsfauna etter standard indekser som først og fremst indikerer organisk belastning (samt eutrofiering og sedimentering) kan være misvisende når det gjelder vurdering av tildekkningstiltaket, men nyttig med hensyn til annen belastning i området.

For nærmere undersøkelse av kilder til tilførsel av forurensning i ytre del av Puddefjorden, anbefales en ny stasjon med sedimentfeller sentralt i Puddefjorden mellom ST7 og ST11.

Overvåkingsprogrammet har lagt opp til en måleperiode i 2022. I førundersøkelsen og 1-årskontrollen er det utført målinger i to perioder, og resultatene viser at det blant annet for sedimentering av partikkelbundet forurensning er en viss variasjon over tid. Dette vil gi en økt usikkerhet i resultatene fra 2022. For å kunne samordne alle målinger i samme målestasjon (sedimentfeller, POM og skjell) anbefales det at målingene utføres om høsten for å unngå gyteperioden til skjell og samtidig benytte en av de tidligere måleperiodene som resultatene kan sammenliknes med. Prøvetaking for bløtbunnsfauna må imidlertid gjøres på samme årstid som tidligere, det vil si om våren.

Erosjonskontroll og sedimentprøvetaking skal i 2022 utføres i hele tiltaksområdet og ikke bare i de mest utsatte områdene. Det vil gi et mer helhetlig bilde enn resultatene fra 1-års kontrollen og et godt grunnlag til å vurdere utviklingen.

Overvåkingsprogrammet har kun inkludert miljøgifter som har vært tiltaksdrivende i Puddefjorden og som inngår i miljømålene for området. Før neste overvåkingsrunde bør det vurderes å også inkludere analyse av flere prioriterte stoffer (for eksempel PFOS, dioksiner/dioksinliknende) for å utnytte prøveinnsamlingen til å få enda mer kunnskap om miljøforholdene i fjordområdet.

## 12 Referanser

**Bergen kommune / COWI, 2019.** *Renere havn Bergen. Arbeidsplan 2020-2022.* 2019.

**Bergen kommune, 2018.** *Sluttrapport. Gjennomføring av mudring og tildekkning i Puddefjorden.* 2018.

**COWI, 2014.** *Risikovurdering av forurenset sjøbunn i Vågen. Rapport nr A005136-2013-03, versjon 2.* 2014.

**COWI, 2015a.** *Risikovurdering Puddefjorden. Rapport A040950-2015-01.* 2015.

**COWI, 2015b.** *Forurensning i sandfangsedimenter, Laksevåg ved Nordrevågen. Rapport nr. A040950-2015-08.* 2015b.

**COWI, 2016.** *Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann. Rapport nr A04950-002.* 2016.

**COWI, 2017.** *Forundersøkelse. Spredning av miljøgifter i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann.* 2017. Rapportnr. A079577-2017-02, februar 2017 - versjon 2.

**COWI, 2017b.** *Forurensning i sandfangsedimenter, overvann og overløp, Damsgård til Verftet.* A040950-2016-04. 2017b.

**COWI, 2019a.** *Overvåkingsprogram for Puddefjorden 2018-2028.* 2019a. Rapportnr. A095679-2019-002. Datert 15.05.2019.

**COWI, 2019b.** *Renere Puddefjord - Sluttrapport.* 2019b. Rapportnr. A095679-2019-001. Datert 14. 06. 2019.

**COWI, 2019c.** *Sammenstilling av resultater fra overvåking ved mudring og tildekking Puddefjorden.* 2019c. Oppdragsnr. A095679. Datert 10. 04. 2019.

**COWI, 2019d.** *Kartlegging av landkilder, Store Lungegårdsvann. Mulige kilder til ny tilførsel av miljøgifter fra land til sjø. Rapport A109463-2019-04.* 2019d.

**COWI, 2019e.** *1 års kontroll av testtildekking i Store Lungegårdsvann.* 2019e.

**COWI, 2019f.** *Sedimentfellerresultater stasjon 3, Store Lungegårdsvann. Dokumentnr. A109463-2019-01.* 2019.

**COWI, 2020a.** *Miljøtilstand i Kirkebukten. Overvåkingsresultater 2019. Rapport nr A109463-2020-02.* 2020.

**COWI, 2020b.** *Kartlegging av miljøtilstand i 6 småbåthavner på kommunal grunn i Bergen kommune.* Rapport nr A127414-1.

**Direktoratsgruppen Vanndirektivet, 2018.** *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann.* 2018.

**eKlima, 2020.** eKlima. [Internett] Meteorologisk institutt, 13 02 2020.

**Espen Rekdal, 2017.** *Film og bilder av sjøbunnen i Puddefjorden før og etter tildekking, 2017 .* 2017.

**Espen Rekdal, 2020.** *Artsbestemmelse og vurdering av materialet.* Fagnotat med artsliste.

**Fylkesmannen i Hordaland, 2016a.** *Tillatelse til mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i indre Puddefjord i Bergen kommune (21.04.16).* 2016a.

**Fylkesmannen i Hordaland, 2016b.** *Tillatelse til mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Nordrevågen i Bergen kommune. Ref: 2015/3236 472 Dato: 21.04.2016.* 2016b.

**Fylkesmannen i Hordaland, 2016c.** *Tillatelse til mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Sørrevågen.* 2016c. Referanse 2015/6780 427.

**Fylkesmannen i Hordaland, 2017.** *Pålegg med krav for utførelse av mudring av slippen ved Marineholmen Forskningspark AS. Ref: 2014/2048 472. Dato: 08.06.17.* 2017.

**IVL Swedish Environmental Research Institute, 2019.** *Study shows the environmental effects of scrubbing systems.* Artikkel <https://www.ivl.se/english/startpage/top-menu/pressroom/press-releases/press-releases---arkiv/2019-07-01-study-shows-the-environmental-effects-of-scrubbing-systems.html>

**Lende, Ingvild Bjelland, 2018.** *Utvikling av fingeravtrykkmetoden med analysedata frå passive prøvetakingsenheter. Bruk av kjemiske fingeravtrykk i kildesporing knyttet til miljøovervåking av hydrokarboner i vannforekomster.* Masteroppgave NTNU.

**Marineholmen, 2020.** *Informasjon om sandstranden på Marineholmen.*  
<https://www.marineholmen.com/aktuelt/ny-sandstrand-paa-marineholmen/>

**Mattilsynet, www.matportalen.no. 2013.** *Undersøke av Byfjorden i Bergen. Kostholdsråd*  
[http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fisk\\_og\\_skalldyr/undersokelser\\_av\\_byfjorden\\_i\\_bergen.2013](http://www.matportalen.no/matvaregrupper/tema/fisk_og_skalldyr/undersokelser_av_byfjorden_i_bergen.2013).

**Miljødirektoratet, 2014.** *M-128 - 2014. Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. T-1442/2012.* 2014.

**Miljødirektoratet, 2016.** *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, M-608.* 2016.

**Miljødirektoratet, 2016b.** *Kildesøk Puddefjorden. Gjennomført 11.-15.april 2016. Notat.* 2016.

**Miljødirektoratet, 2016c.** *Oppsummering av erfaring med tildekking av forurenset sjøbunn. M-502.* 2016.

**Miljødirektoratet, 2016d.** *PAH i forurenset sediment. Utredning av egnethet av PAH-komponenter / grupperinger for vurdering av tiltaksbehov. M-436/2016.*

**Miljødirektoratet, 2018.** *Miljøvennlige småbåthavner. M-1048/2018*

**Multiconsult, 2018a.** *Sluttrapport etter tiltak i Nordrevågen, Bergen. Rapport 617126-RIGm-RAP-001.* 2018a.

**Multiconsult, 2018b.** *Miljøtiltak i Nordrevågen, Bergen. Overvåking etter tiltak. Dokumentkode 617126-RIGm-RAP-002.* 2018b.

**Multiconsult, 2018c.** *Tildekking i Sørrevågen, Bergen. Sluttkontroll - Resultat av sedimentprøver. Dokumentkode 10205225-RIGm-NOT-001.* 2018c.

**Multiconsult, 2018d.** *Sanering slipp Marineholmen, Bergen. Sluttrapport mudring. Dokumentkode 614217-RIGm-RAP-007.* 2018d.

**NIVA, 2008.** *Kirkebukten – konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, avgrensning av tiltaksområde og vurdering av risiko for rekontaminering. Rapport Inr 5530-2008.*

**NGI, 2014.** *Norges Geotekniske Institutt. Oslo Havn KF - Overvåking av forurensning ved mudring og deponering.* 2014.

**NGI, 2019.** *Norges Geotekniske Institutt. Renere Havn - Overvåking. Årsrapport 2019. Dok nr 20170845-05-R. Rev.nr.0*

**NIFES, 2008.** *Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. Kostholdsrådsundersøkelse, Bergen Byfjord 2007.* 2008.

**NIFES, 2009.** Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. *Kostholdsrådsundersøking, fritidsfiske Bergen, 2008-2009. Kvikksølv i torskfilet og PCB i lever.* 2009.

**NIFES, 2011.** Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning. *Utvidet kostholdsrådsundersøkelse Bergen Byfjord 2009.* 2011. Sist revidert 16. 03. 2011.

**Norges Geologiske Undersøkelser, 2004.** *Spredning av miljøgifter fra tette flater i Bergen. Rapport nr. 2005.051.* 2004.

**Norsk Standard, 2017.** *Vannundersøkelse. Overvåking av miljøgifter i blåskjell (Mytilus spp.) Innsamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling. NS9434:2017.* 2017.

**SFT, 1997.** Statens Forurensningstilsyn, nå Miljødirektoratet. *Veileder 97:03 Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann.* 1997.

**SFT, 2009.** Statens Forurensningstilsyn, nå Miljødirektoratet. *PAH-forurensning av sjøbunn – En oversikt over kunnskapsstatus.* TA 2583/2009.

**STIM, 2020.** *Bunndyrsundersøkelse i Kirkebukten 2019. Miljø Rapport 8-2000.* 2020.

**Uni Research Miljø SAM-Marin, 2012.** *Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015.* 2012. SAM e-rapport nr: 9-2012.

**Uni Research Miljø SAM-Marin, 2016.** *Byfjordsundersøkelsen 2011-2015.* 2016.

**Universitetet i Bergen, 2020.** *Gabriel målestasjon i Store Lungegårdsvann, ekte data, <http://www.ektedata.no/no>.* 2020.

**VA-miljøblad, 2015.** *Beregning av utslipp av miljøgifter til vannforekomster.* 2015.

**Åkerblå, 2019.** *Bunndyrsundersøkelse NS-EN ISO 16665:2014 for COWI AS - Vår 2019.* 2019. Rapportnr. MCR-M-19045-Vår-2019. Datert 18.06.2019.

## 13 Vedlegg

Vedlegg 1: Analyserapporter Eurofins AS og ALS

Vedlegg 2: Analyserapport bunnfauna Åkerblå AS

Vedlegg 3: Oppsummering av videoregistrering av arter 2018/2019, Espen Rekdal


**VEDLEGG 1 - 2018**

Vann 2018

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-022</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 3, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.4	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	3.6	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	< 0.040	µg/l	0.004		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	3.2	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.05		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	3.0	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	62	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).





Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-023</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 4, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.4	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	6.5	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	0.055	µg/l	0.004	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	3.7	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.05		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	5.0	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	130	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-024</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 5, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.6	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	23	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	0.082	µg/l	0.004	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	5.8	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.05		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	18	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	260	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-025</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 6, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.5	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	1.4	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	< 0.040	µg/l	0.004		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	1.6	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.05		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	1.0	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	24	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-026</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 7, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.5	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	27	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	0.041	µg/l	0.004	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	3.5	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	0.51	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	2.8	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	58	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	<0.001	µg/l	0.001		NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

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

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

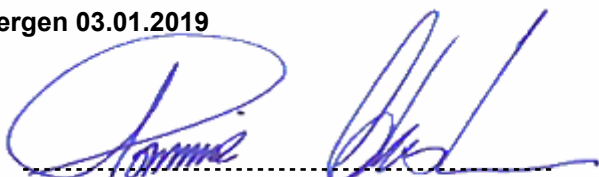
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-027</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 8, vann	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>b) Arsen (As)</b>					
b) Arsen (As) ICP-MS	1.5	µg/l	0.02	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Bly (Pb)</b>					
b) Bly (Pb) ICP-MS	1.6	µg/l	0.01	20%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kadmium (Cd)</b>					
b) Kadmium (Cd) ICP-MS	< 0.040	µg/l	0.004		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Kobber (Cu)</b>					
b) Kobber (Cu) ICP-MS	1.2	µg/l	0.05	25%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Krom (Cr)</b>					
b) Krom (Cr) ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.05		NS EN ISO 17294-2
<b>b) Nikkel (Ni)</b>					
b) Nikkel (Ni) ICP-MS	0.89	µg/l	0.05	15%	NS EN ISO 17294-2
<b>b) Sink (Zn)</b>					
b) Sink (Zn) ICP-MS	14	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.003	µg/l	0.001	50%	NS-EN ISO 12846
a) Turbiditet	<0.1	FNU	0.1		NS-EN ISO 7027

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss TEST 003 NS EN ISO/IEC 17025:2005,  
 b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhogsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

**Bergen 03.01.2019**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).

COWI AS  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen  
**Attn: Elisabeth Nesse**

## ANALYSERAPPORT

**Merknader prøveserie:**

Kemisk kommentar

Ts är inte analyserad utan satt till 100% pga liten provmängd

Sedimentfeller 2018

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-038</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 3-1	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	190	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	67	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	36	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	400	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	170	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	1.2	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.987	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	Se kommentar	µg/kg TS	0.2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.37	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	4.64	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	9.92	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	7.09	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	14.7	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	8.62	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	14.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	60.5	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	3.80 g	Preparering		
<b>a) Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

**Merknader:**

PAH analysen kansalleres på grunn av for lite prøve.

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-039</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 3-2	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	180	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	78	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	37	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	520	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	140	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.55	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.598	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	Se kommentar	µg/kg TS	0.2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.77	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.37	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	6.39	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	4.45	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	9.37	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	5.12	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	9.21	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	38.7	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	3.40 g	Preparering		
<b>a) Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

**Merknader:**

PAH analysen kansalleres på grunn av for lite prøve.

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).





Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-040</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 3-3	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	150	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	50	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	33	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	500	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	120	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.35	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.389	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	61.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	27.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	18.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	27.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	162	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	57.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	551	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	571	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	493	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	536	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1230	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	283	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	1030	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	985	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	53.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	389	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	6470	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.90	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.53	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	4.97	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	3.44	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	6.33	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	3.19	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	6.03	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	28.4	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	3.50 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-041</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 4-1	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	93	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	39	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	24	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	250	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	5.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	66	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.33	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.200	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	30.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	12.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	14.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	25.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	194	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	76.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	532	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	558	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	448	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	464	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	646	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	197	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	604	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	540	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	40.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	235	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	4620	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.35	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	1.71	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	4.34	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	3.09	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.75	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.28	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.38	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	20.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	29.20 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-042</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 4-2	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	120	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	39	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	26	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	340	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	7.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	71	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.48	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.41	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	25.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	17.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	29.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	34.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	330	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	108	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	955	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	807	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	467	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	446	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	576	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	155	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	485	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	380	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	62.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	387	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	5270	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.58	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.48	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	7.21	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	4.83	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	7.58	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	3.89	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	7.30	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	34.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	15.20 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-044</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 6	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	150	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	60	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	79	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	260	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	13	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	83	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.27	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.291	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	Se kommentar	µg/kg TS	0.2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.12	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.78	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	4.31	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	2.88	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.20	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.23	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.14	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	22.7	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	3.60 g	Preparering		
<b>a) Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

**Merknader:**

PAH analysen kansalleres på grunn av for lite prøve.

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).





Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-045</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 7-1	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	82	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	60	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	33	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	150	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	9.3	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	78	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.313	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	35.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	92.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	13.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	23.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	110	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	83.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	572	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	449	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	396	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	336	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	695	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	272	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	533	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	480	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	61.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	375	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	4530	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	1.54	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.08	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.60	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.44	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.98	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	3.29	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	14.4	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	30.44 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-046</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 7-2	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	93	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	62	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	33	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	180	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	100	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.089	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.238	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	48.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	151	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	36.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	57.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	228	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	152	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1040	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	800	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	753	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	604	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1020	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	441	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	910	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	720	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	96.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	545	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	7600	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.53	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	2.03	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.59	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.96	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.37	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.91	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	3.40	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	15.8	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	12.94 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-047</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 7-3	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	110	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	56	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	30	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	250	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	16	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	78	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.086	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.28	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	77.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	175	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	52.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	78.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	340	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	249	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1380	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	1110	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	1090	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	870	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1360	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	641	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	1360	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1010	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	155	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	825	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	10800	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.72	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	2.36	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	3.53	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	2.69	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.48	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.67	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.42	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	20.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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).



* Vekt til tørket prøve	8.00 g	Preparering		
a) <b>Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-048</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 8	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	55	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	52	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	97	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	5.6	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.068	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.117	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	17.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftilen	28.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	25.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	43.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	201	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	43.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	329	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	259	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	174	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	157	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	226	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	68.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	212	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	180	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	24.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	143	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	2130	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.42	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.80	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.56	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.49	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	1.00	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.59	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	1.02	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	4.89	µg/kg TS	1	100%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

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

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

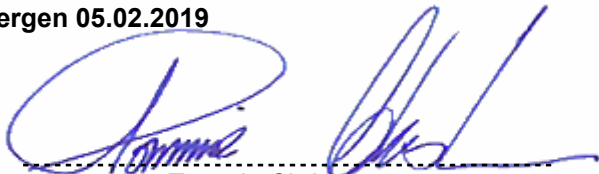
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



* Vekt til tørket prøve	34.63 g	Preparering		
<b>a) Tørrstoff</b>				
a) Total tørrstoff	100.0 %	0.1	10%	EN 12880: 2001-02

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

**Bergen 05.02.2019**


Tommie Christensen  
ASM Kundesupport Berge

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

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).





eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

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

**AR-19-MX-000573-01**



**EUNOBE-00031773**

Prøvemottak: 11.01.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 11.01.2019-05.02.2019  
Referanse: Grabbprøver utenfor  
tildekkingsområdet

COWI AS  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen  
**Attn: Elisabeth Nesse**

## ANALYSERAPPORT

Sedimenter 2018

---

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

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).



Prøvenr.: **441-2019-0111-019**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: PU-IPV-26

Prøvetaksdato: 20.12.2018  
 Prøvetaker: Elisabeth Nesse  
 Analysestartdato: 11.01.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	64.6	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	96	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	62	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	210	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
b) Arsen (As)	9.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
b) Bly (Pb)	72	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
b) Kadmium (Cd)	0.15	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
b) Kvikksølv (Hg)	1.601	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	77.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	145	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	49.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	57.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	467	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	215	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1410	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	1340	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	1190	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	912	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1530	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	702	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	1640	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1250	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	207	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	1000	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	12200	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	2.82	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	6.87	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	10.9	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	8.19	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	16.4	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	9.09	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	15.7	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	70.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

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

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).



a)	Dibutyltinn (DBT)	280 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	140 µg/kg TS	2	30%	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse < 63 µm	65.9 %	0.1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse <2 µm	3.9 % TS	1		Internal Method 6
a)	Monobutyltinn (MBT)	63 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Monobutyltinn kation	42 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250
<b>a)*</b>	<b>Preptest - TBT,DTB,MBT</b>				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	12900 mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)	Tributyltinn (TBT)	520 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	210 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2019-0111-020</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	PU-IPV-27	Analysestartdato:	11.01.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	65.1	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	110	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	75	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	190	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
b) Arsen (As)	9.8	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
b) Bly (Pb)	87	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
b) Kadmium (Cd)	0.22	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
b) Kvikksølv (Hg)	1.47	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	131	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	345	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	64.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	86.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	582	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	357	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	2520	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	2650	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	2320	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	1680	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	3210	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	1060	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	3110	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2180	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	362	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	1640	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	22300	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	2.04	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	6.24	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	12.9	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	9.78	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	18.0	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	10.6	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	18.3	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	78.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

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

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).



a)	Dibutyltinn (DBT)	370 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	190 µg/kg TS	2	30%	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse < 63 µm	71.9 %	0.1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse <2 µm	4.3 % TS	1		Internal Method 6
a)	Monobutyltinn (MBT)	76 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Monobutyltinn kation	51 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250
<b>a)*</b>	<b>Preptest - TBT,DTB,MBT</b>				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	15100 mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)	Tributyltinn (TBT)	970 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	400 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250

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

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).



Prøvenr.: **441-2019-0111-021**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: PU-IPV-30

Prøvetaksdato: 20.12.2018  
 Prøvetaker: Elisabeth Nesse  
 Analysestartdato: 11.01.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	59.0	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	160	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	97	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	26	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	260	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
b) Arsen (As)	16	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
b) Bly (Pb)	160	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
b) Kadmium (Cd)	0.30	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
b) Kvikksølv (Hg)	3.83	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	186	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	335	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	119	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	138	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	902	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	513	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	2890	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	3140	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	2680	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	2000	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	3820	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	1920	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	3740	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2800	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	458	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	2130	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	27800	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	3.04	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	7.51	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	15.4	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	11.8	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	23.6	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	14.3	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	23.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	98.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

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

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).



a)	Dibutyltinn (DBT)	490 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	250 µg/kg TS	2	30%	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse < 63 µm	68.2 %	0.1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse <2 µm	3.4 % TS	1		Internal Method 6
a)	Monobutyltinn (MBT)	100 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Monobutyltinn kation	69 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250
<b>a)*</b>	<b>Preptest - TBT,DTB,MBT</b>				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	26100 mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)	Tributyltinn (TBT)	1100 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	440 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250

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

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).



Prøvenr.: **441-2019-0111-022**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: PU-IPV-37

Prøvetaksdato: 20.12.2018  
 Prøvetaker: Elisabeth Nesse  
 Analysestartdato: 11.01.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	39.1	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	260	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	120	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	470	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
b) Arsen (As)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
b) Bly (Pb)	220	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
b) Kadmium (Cd)	0.16	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
b) Kvikksølv (Hg)	2.86	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	184	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	371	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	185	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	201	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	1500	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	652	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	3310	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	3610	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	3030	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	2320	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	2750	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	1190	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	4020	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	3160	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	460	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	2150	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	29100	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	4.80	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	10.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	18.6	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	14.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	28.3	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	15.5	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	26.8	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	118	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

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

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).





a)	Dibutyltinn (DBT)	1900 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	960 µg/kg TS	2	30%	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse < 63 µm	73.1 %	0.1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse <2 µm	3.0 % TS	1		Internal Method 6
a)	Monobutyltinn (MBT)	400 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Monobutyltinn kation	270 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250
<b>a)*</b>	<b>Preptest - TBT,DTB,MBT</b>				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	39500 mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)	Tributyltinn (TBT)	5000 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	2000 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250

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

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).



Prøvenr.: **441-2019-0111-023**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: PU-IPV-17

Prøvetaksdato: 20.12.2018  
 Prøvetaker: Elisabeth Nesse  
 Analysestartdato: 11.01.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Tørrstoff	45.4	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
b) Kobber (Cu)	410	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Krom (Cr)	100	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Nikkel (Ni)	29	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
b) Sink (Zn)	550	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
b) Arsen (As)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
b) Bly (Pb)	260	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
b) Kadmium (Cd)	0.055	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>b) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
b) Kvikksølv (Hg)	2.13	mg/kg TS	0.001	20%	028311mod/EN ISO17852mod
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	134	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	161	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	209	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	194	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	1420	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	446	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	3300	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	3110	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	2280	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	1950	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	3300	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	1060	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	2760	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2200	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	420	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	1940	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	24900	µg/kg TS	0.2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	4.37	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	8.68	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	14.7	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	11.8	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	20.8	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	11.9	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 153	18.9	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	91.1	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

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

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).



a)	Dibutyltinn (DBT)	3800 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Dibutyltinn-Sn (DBT-Sn)	1900 µg/kg TS	2	30%	XP T 90-250
a)	Kornstørrelse < 63 µm	68.6 %	0.1		Internal Method 6
a)	Kornstørrelse <2 µm	3.1 % TS	1		Internal Method 6
a)	Monobutyltinn (MBT)	750 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Monobutyltinn kation	510 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250
<b>a)*</b>	<b>Preptest - TBT,DTB,MBT</b>				
a)*	Injeksjon	blank value/Imported			GC-MS/MS
a)	Totalt organisk karbon (TOC)	37900 mg/kg TS	1000	15%	EN 13137
a)	Tributyltinn (TBT)	18000 µg/kg tv	4	0%	XP T 90-250
a)*	Tributyltinn-Sn (TBT-Sn)	7400 µg/kg TS	2	35%	XP T 90-250

**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 NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

**Bergen 05.02.2019**

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

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

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).

COWI AS  
Solheimsgate 13  
Postboks 6051 Bedriftssenteret  
5892 Bergen  
**Attn: Elisabeth Nesse**

POM 2018

**AR-19-MX-000663-01**

**EUNOBE-00031586**

 Prøvemottak: 21.12.2018  
Temperatur:  
Analyseperiode: 21.12.2018-11.02.2019  
Referanse: Overvåking  
Puddefjorden

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-032</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 3, POM	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	12.5	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftylen	1.36	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	1.63	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	2.33	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	4.34	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	1.09	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	8.17	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	10.5	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	0.21	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	0.49	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	42.9	ng/l	0.2		Intern metode

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-033</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 4, POM	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	15.1	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftylen	1.54	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	1.23	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	2.38	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	4.31	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	1.21	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	7.11	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	2.54	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	0.34	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	0.62	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.13	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	0.11	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	36.7	ng/l	0.2		Intern metode

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-034</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 5, POM	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	27.8	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftylen	2.09	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	2.00	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	3.35	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	6.38	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	1.13	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	9.25	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	3.42	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	0.53	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	1.16	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.19	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.36	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	0.28	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.12	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	58.2	ng/l	0.2		Intern metode

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

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).



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-035</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 6, POM	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	13.4	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftylen	0.98	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	1.05	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	1.74	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	3.44	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	0.30	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	2.97	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	1.17	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	0.18	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	25.4	ng/l	0.2		Intern metode

Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-036</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse		
Prøvemerkning:	Stasjon 7, POM	Analysestartdato:	21.12.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	10.4	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftylen	0.86	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	0.76	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	1.46	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	2.54	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	0.48	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	3.38	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	1.38	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	0.24	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	0.35	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.16	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	0.14	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	22.3	ng/l	0.2		Intern metode

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

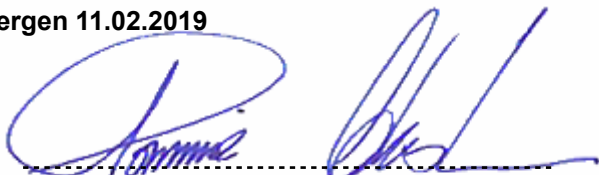
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	<b>441-2018-1221-037</b>	Prøvetakingsdato:	20.12.2018
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Elisabeth Nesse
Prøvemerkning:	Stasjon 8, POM	Analysestartdato:	21.12.2018

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	9.62	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaftilen	0.87	ng/l	0.1		Intern metode
Acenaften	0.73	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoren	0.90	ng/l	0.1		Intern metode
Fenantren	2.22	ng/l	0.1		Intern metode
Antracen	0.49	ng/l	0.1		Intern metode
Fluoranten	1.38	ng/l	0.1		Intern metode
Pyren	0.80	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Krysen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.1	ng/l	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	17.1	ng/l	0.2		Intern metode

**Bergen 11.02.2019**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn    &gt;: Større enn    nd: Ikke påvist.    Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).



Mottatt dato **2019-01-11**  
Utstedt **2019-01-25**

**COWI AS**  
**Elisabeth Nesse**

**Solheimsgt. 13**  
**5058 Bergen**  
**Norway**

Prosjekt **Renere Puddefjord**  
Bestnr **A095679-001**

## Analyse av vann

Deres prøvenavn	<b>Stasjon 3</b>				
	<b>SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632197				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	3800	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftylene *	270	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	410	pg/l	1	1	SAHM
Fluorene *	560	pg/l	1	1	SAHM
Fenantrene *	770	pg/l	1	1	SAHM
Antracene *	81	pg/l	1	1	SAHM
Fluorantene *	980	pg/l	1	1	SAHM
Pyrene *	1600	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracene <sup>^</sup> *	140	pg/l	1	1	SAHM
Krysen <sup>^</sup> *	200	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluorantene <sup>^</sup> *	140	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluorantene <sup>^</sup> *	57	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyrene <sup>^</sup> *	110	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracene <sup>^</sup> *	<21	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	190	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyrene <sup>^</sup> *	60	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	9300	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	9300	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<7.8	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<7.2	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<7.4	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<3.3	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<7.4	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<8.4	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<2.6	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	44	pg/l	2	1	SAHM





Deres prøvenavn	<b>Stasjon 4 SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632198				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	4100	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftalen *	250	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	400	pg/l	1	1	SAHM
Fluoren *	600	pg/l	1	1	SAHM
Fenantren *	910	pg/l	1	1	SAHM
Antracen *	91	pg/l	1	1	SAHM
Fluoranten *	960	pg/l	1	1	SAHM
Pyren *	740	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracen^ *	140	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^ *	190	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluoranten^ *	120	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluoranten^ *	51	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyren^ *	56	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracen^ *	<28	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	230	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyren^ *	55	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	8800	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	8900	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<16	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<18	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<14	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<7.8	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<8.1	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<15	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<8.1	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	87	pg/l	2	1	SAHM



Deres prøvenavn	<b>Stasjon 5 SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632199				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	3200	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftalen *	530	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	560	pg/l	1	1	SAHM
Fluoren *	550	pg/l	1	1	SAHM
Fenantren *	1000	pg/l	1	1	SAHM
Antracen *	120	pg/l	1	1	SAHM
Fluoranten *	830	pg/l	1	1	SAHM
Pyren *	760	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracen^ *	130	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^ *	190	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluoranten^ *	120	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluoranten^ *	98	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyren^ *	97	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracen^ *	<23	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	260	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyren^ *	61	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	8500	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	8500	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<11	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<12	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<12	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<4.5	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<6	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<8.4	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<6	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	59	pg/l	2	1	SAHM



Deres prøvenavn	<b>Stasjon 6</b>				
	<b>SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632200				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	4100	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftalen *	420	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	420	pg/l	1	1	SAHM
Fluoren *	580	pg/l	1	1	SAHM
Fenantren *	830	pg/l	1	1	SAHM
Antracen *	56	pg/l	1	1	SAHM
Fluoranten *	800	pg/l	1	1	SAHM
Pyren *	620	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracen^ *	130	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^ *	160	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluoranten^ *	110	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluoranten^ *	56	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyren^ *	55	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracen^ *	<26	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	170	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyren^ *	57	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	8500	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	8600	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<15	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<20	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<17	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<4.9	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<7.9	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<13	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<7.7	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	85	pg/l	2	1	SAHM



Deres prøvenavn	<b>Stasjon 7 SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632201				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	3300	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftalen *	260	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	310	pg/l	1	1	SAHM
Fluoren *	390	pg/l	1	1	SAHM
Fenantren *	650	pg/l	1	1	SAHM
Antracen *	210	pg/l	1	1	SAHM
Fluoranten *	950	pg/l	1	1	SAHM
Pyren *	850	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracen^ *	190	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^ *	220	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluoranten^ *	210	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluoranten^ *	110	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyren^ *	140	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracen^ *	<19	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	270	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyren^ *	100	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	8200	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	8200	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<9.4	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<9.7	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<17	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<6.7	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<13	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<12	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<8.4	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	77	pg/l	2	1	SAHM



Deres prøvenavn	<b>Stasjon 8 SPMD</b>				
Prøvetaker	<b>Elisabeth Nesse</b>				
Labnummer	N00632202				
Analyse	Resultater	Enhet	Metode	Utført	Sign
Naftalen *	4800	pg/l	1	1	SAHM
Acenaftalen *	430	pg/l	1	1	SAHM
Acenaften *	450	pg/l	1	1	SAHM
Fluoren *	870	pg/l	1	1	SAHM
Fenantren *	1600	pg/l	1	1	SAHM
Antracen *	170	pg/l	1	1	SAHM
Fluoranten *	990	pg/l	1	1	SAHM
Pyren *	790	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)antracen^ *	160	pg/l	1	1	SAHM
Krysen^ *	210	pg/l	1	1	SAHM
Benso(b)fluoranten^ *	140	pg/l	1	1	SAHM
Benso(k)fluoranten^ *	82	pg/l	1	1	SAHM
Benso(a)pyren^ *	110	pg/l	1	1	SAHM
Dibenso(ah)antracen^ *	<30	pg/l	1	1	SAHM
Benso(ghi)perylene *	180	pg/l	1	1	SAHM
Indeno(123cd)pyren^ *	50	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Lowerbound" *	11000	pg/l	1	1	SAHM
Sum PAH "Upperbound" *	11000	pg/l	1	1	SAHM
PCB 28 <sup>a</sup> ulev	<17	pg/l	2	1	SAHM
PCB 52 <sup>a</sup> ulev	<16	pg/l	2	1	SAHM
PCB 101 <sup>a</sup> ulev	<14	pg/l	2	1	SAHM
PCB 118 <sup>a</sup> ulev	<7.2	pg/l	2	1	SAHM
PCB 138 <sup>a</sup> ulev	<13	pg/l	2	1	SAHM
PCB 153 <sup>a</sup> ulev	<26	pg/l	2	1	SAHM
PCB 180 <sup>a</sup> ulev	<12	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Lowerbound" <sup>a</sup> ulev	0	pg/l	2	1	SAHM
Sum PCB "Upperbound" <sup>a</sup> ulev	100	pg/l	2	1	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

\*\*\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p><b>Bestemmelse av polisykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b></p> <p>Metode: EPA 429, ISO 11338, IP 346                      Måleprinsipp: HRGC-HRMS med isotop fortynning                      Ekstraksjonsmåte: Membranen med innhold ekstraheres med n-heksan før en Soxhlet ekstraksjon foretas.                      Forbindelser som inngår i pakken: Naftalen                      Acenaftylen                      Acenaften                      Fluoren                      Fenantren                      Antracen                      Fluoranten                      Pyren                      Benzo(a)antracen                      Krysen                      Benzo(b)fluoranten                      Benzo(k)fluoranten                      Benzo(a)pyren                      Dibenzo(ah)antracen                      Benzo(ghi)perylene                      Indeno(1,2,3-c,d)pyren</p> <p>Måleusikkerhet: 30%                      Akkreditering: Analysen av SPMD-membranen er akkreditert. Beregning fra ng/SPMD til vannkonsentrasjon er ikke akkreditert.                      Andre opplysninger: Prøven ble lagret hos laboratorie ved mørke og kjølige (&lt;4°C) betingelser. Ved flere SPMD'er i samme boks blir resultatet rapportert per én SPMD (gjennomsnitt av alle SPMD'er) dersom ikke annet er avtalt.</p>
2	<p><b>Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b></p> <p>Metode: EPA 1668 modifisert                      Måleprinsipp: HRGC-HRMS ved isotop fortynning                      Ekstraksjonsmåte: Membranen med innhold ekstraheres med n-heksan før en Soxhlet ekstraksjon foretas.                      Forbindelser som inngår i pakken: PCB 28                      PCB 52                      PCB 101                      PCB 118                      PCB 138                      PCB 153                      PCB 180</p> <p>Måleusikkerhet: 30%                      Akkreditering: Analysen av SPMD-membranen er akkreditert. Beregning fra ng/SPMD til vannkonsentrasjon er ikke akkreditert.                      Andre opplysninger: Prøven ble lagret hos laboratorie ved mørke og kjølige (&lt;4°C) betingelser. Ved flere SPMD'er i samme boks blir resultatet rapportert per én SPMD</p>



Metodespesifikasjon	
	(gjennomsnitt av alle SPMD'er) dersom ikke annet er avtalt. Beregning av sum PCB og TEQ parametere gjøres på bakgrunn av målte verdier.

Godkjenner	
SAHM	Sabra Hashimi

Utf <sup>1</sup>	
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA  
Sandviksveien 110  
5035 Bergen

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

**AR-19-MX-005926-01**



**EUNOBE-00036409**

Prøvemottak: 11.10.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 11.10.2019-06.11.2019

Referanse: Puddefjorden 1.årskontroll

VEDLEGG 1 - 2019

## ANALYSERAPPORT

---

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.





Prøvenr.: **441-2019-1011-001**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 1A

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	65.6	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	40	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	35	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	23	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	110	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	2.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.100	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.192	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.75	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	2.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.88	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	2.14	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	23.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	7.30	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	53.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	49.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	27.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	26.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	46.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	22.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	35.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	20.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	0.84	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	33.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	356	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.16	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	1.34	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.54	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.79	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	1.86	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.58	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	1.71	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	9.98	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-002**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 1B

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	71.2	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	46	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	42	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	75	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	3.7	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	12	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.071	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	3.17	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	1.93	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.40	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	2.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	15.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	6.29	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	35.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	32.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	18.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	15.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	35.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	17.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	28.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	17.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	5.32	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	27.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	264	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.47	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	1.05	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.57	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	1.05	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.63	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	1.08	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	4.93	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-003**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 1F

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	70.0	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	34	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	17	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	80	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	2.0	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	9.1	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.044	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.026	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.03	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	1.92	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.18	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	1.85	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	14.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	16.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	38.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	31.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	18.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	16.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	27.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	13.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	24.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	13.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	4.37	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	21.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	248	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.31	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.53	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.32	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.65	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.29	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.59	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.74	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-004**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 2A

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	72.1	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	100	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	17	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	130	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	2.4	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	28	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.071	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.195	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	8.92	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	9.53	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	8.26	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	14.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	92.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	27.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	249	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	248	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	143	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	113	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	213	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	96.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	211	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	136	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	38.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	158	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1770	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.39	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.91	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	1.47	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.82	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	1.82	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.24	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	1.99	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	8.65	µg/kg TS	1	30%	Intern metode

**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.



---

**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.





Prøvenr.: **441-2019-1011-005**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 2C

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	71.2	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	33	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	18	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	73	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	2.0	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	11	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.048	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.04	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.55	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	2.21	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.93	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	3.30	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	28.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	6.84	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	62.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	46.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	23.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	20.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	34.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	15.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	32.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	20.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	5.73	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	26.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	334	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.34	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.26	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.30	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.20	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.24	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.48	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.26	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-006**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 2E

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	72.3	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	31	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	26	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	19	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	54	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.2	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	6.0	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.035	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.298	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	0.65	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	0.54	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.35	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.60	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	4.29	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	1.52	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	11.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	10.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	6.94	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	6.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	10.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	4.89	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	9.62	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	5.53	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.61	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	8.49	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	83.6	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	0.14	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.10	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.15	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-007**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 2F

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	78.4	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	42	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	16	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	11	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	53	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.8	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	16	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.033	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	1.38	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	3.07	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	3.09	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	3.96	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	5.95	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	45.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	14.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	87.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	69.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	40.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	34.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	52.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	26.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	56.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	32.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	8.84	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	38.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	522	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.16	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.29	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.39	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.28	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.51	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.29	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.51	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.43	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-008**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 3B

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	68.1	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	44	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	20	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	17	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	81	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.5	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	7.4	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.035	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.071	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	2.09	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	2.05	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	1.12	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	1.97	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	15.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	4.41	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	37.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	32.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	18.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	15.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	29.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	13.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	28.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	16.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	5.05	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	24.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	249	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.29	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.38	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.26	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.47	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.28	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.51	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	2.27	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.





Prøvenr.: **441-2019-1011-009**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 3C

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	57.3	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	62	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	21	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	120	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	4.3	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.098	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.194	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	6.39	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	5.10	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	2.69	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	4.83	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	30.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	10.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	75.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	65.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	43.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	32.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	53.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	25.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	51.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	24.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	10.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	53.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	497	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.19	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.54	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.76	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.50	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.92	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.49	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.88	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	4.28	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-010**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 3E

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	66.8	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	24	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	18	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	66	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.4	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	4.9	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.023	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.008	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	0.77	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	1.40	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.24	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.56	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	4.09	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	3.11	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	17.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	13.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	10.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	8.35	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	11.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	5.95	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	11.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	5.52	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.84	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	9.11	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	105	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.13	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.45	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.12	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	0.13	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	0.15	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	1.10	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-011**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 3F

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	73.7	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	14	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	12	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	62	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	0.99	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	4.8	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.018	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.017	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	0.57	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	0.90	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.41	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	2.62	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	2.97	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	8.67	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	6.52	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	4.83	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	4.02	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	6.82	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	3.73	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	6.45	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	2.98	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	1.19	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylen	7.01	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	59.9	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.15	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

**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.



---

**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.



Prøvenr.: **441-2019-1011-012**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 5A

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	73.3	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	32	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	35	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	22	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.8	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	4.0	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.034	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.002	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	0.59	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	0.42	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	0.20	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	0.47	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	2.99	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	0.82	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	5.91	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	4.66	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	3.26	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	2.82	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	4.59	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	2.61	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	4.42	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.99	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	0.71	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	4.41	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	40.9	µg/kg TS	2	70%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.12	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1		Intern metode

**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.



---

**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.





Prøvenr.: **441-2019-1011-013**  
 Prøvetype: Sedimenter  
 Prøvemerkning: 1E

Prøvetakingsdato: 09.10.2019  
 Prøvetaker: rakj  
 Analysestartdato: 11.10.2019

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Tørrstoff	70.2	%	0.1	5%	EN 12880: 2001-02
a) Kobber (Cu)	27	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	17	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	13	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	77	mg/kg TS	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	1.9	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	18	mg/kg TS	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.039	mg/kg TS	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.097	mg/kg TS	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	4.42	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	5.16	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	3.30	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	7.15	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	65.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	29.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	157	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	140	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	64.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	49.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	75.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	36.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	84.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	45.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	12.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	57.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	838	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	0.17	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.27	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.20	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	0.42	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.23	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	0.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	1.77	µg/kg TS	1	100%	Intern metode

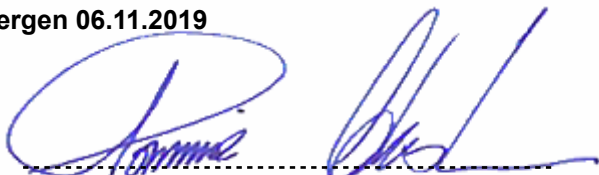
**Tegnforklaring:**

\* 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.

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

**Bergen 06.11.2019**

Tommie Christensen  
ASM Kundesupport Bergen

**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  
 Magasinvegen 35  
 5705 Voss

Attn: Helen Kvåle

**Vannprøver 2019**
**AR-19-MX-004274-01**
**EUNOBE-00035359**

Prøvemottak: 21.08.2019

Temperatur:

Analyseperiode: 21.08.2019-28.08.2019

Referanse: A109463-008

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-132</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 3	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.2	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	1.6	µg/l	0.2	30%	ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	4.0	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	2.7	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	45	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	30.0	PSU			Konduktometri

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-133</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 4	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.0	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	3.8	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	5.9	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	30.4	PSU			Konduktometri

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-134</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 5	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.9	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	4.4	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	0.6	µg/l	0.5	30%	ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	41	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	29.7	PSU			Konduktometri

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-135</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 6	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.2	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	3.5	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	7.3	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	29.1	PSU			Konduktometri

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-136</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 7	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	2.9	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	3.4	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	3.5	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	28.6	PSU			Konduktometri

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-137</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 8	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.0	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	4.4	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	29.6	PSU			Konduktometri

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-138</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 9	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.0	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	4.0	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	0.59	µg/l	0.05	30%	SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	29.8	PSU			Konduktometri

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-139</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 10	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.2	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	3.9	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	0.59	µg/l	0.05	30%	SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	30.6	PSU			Konduktometri

**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.

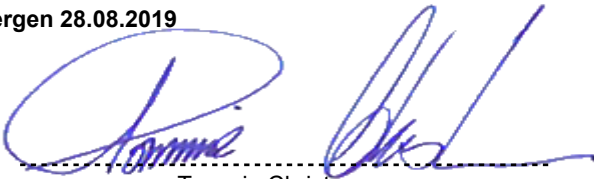
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-140</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 11	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	3.3	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	5.3	µg/l	1	30%	ISO 17294m:2016
a)* Kobber (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	4.6	µg/l	2	30%	ISO 17294m:2016
b)* Salinitet	33.5	PSU			Konduktometri

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a)\* Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen  
a) Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,  
b)\* Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Bergen 28.08.2019**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**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

Magasinvegen 35

5705 Voss

Attn: Helen Kvåle

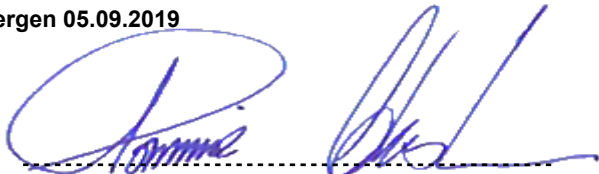
## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2019-0823-055</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST 5 OV	Analysestartdato:	23.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Arsen (As)	< 1	µg/l	1		ISO 17294m:2016
a) Bly (Pb)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Kadmium (Cd)	< 0.2	µg/l	0.2		ISO 17294m:2016
a) Krom (Cr)	< 1	µg/l	1		ISO 17294m:2016
a)* Kopper (Cu)	< 0.5	µg/l	0.5		ISO 17294m:2016
a) Kvikksølv (Hg)	< 0.05	µg/l	0.05		SM 3112
a) Nikkel (Ni)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
a) Sink (Zn)	< 2	µg/l	2		ISO 17294m:2016
* Koliforme	1000	MPN/100 ml			NS-EN ISO 9308-2
* E. coli	980	MPN/100 ml			NS-EN ISO 9308-2
* Turbiditet	150	FNU	0.1	20%	NS-EN ISO 7027-1
* Total organisk karbon (TOC/NPOC)	4.7	mg/l	0.5		NS-EN 1484
* <b>pH målt ved 21 +/- 2°C</b>					
* pH	7.8		4		Intern metode
* Suspendert stoff (0,45 µm MCE Membran)	133	mg/l	2	15%	NS-EN 872

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a)\* Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen

a) Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,

**Bergen 05.09.2019**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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  
Magasinvegen 35  
5705 Voss  
Attn: Helen Kvåle

POM 2019

**AR-19-MX-004562-01****EUNOBE-00035358**

Prøvemottak: 21.08.2019

Temperatur:

Analyseperiode: 21.08.2019-11.09.2019

Referanse: A109463-008

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: <b>441-2019-0821-123</b>	Prøvetakingsdato: 19.08.2019				
Prøvetype: Sjøvann	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: POM ST 3	Analysestartdato: 21.08.2019				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	29.2	ng/l			Intern metode
Acenaftylene	2.86	ng/l			Intern metode
Acenaften	4.26	ng/l			Intern metode
Fluoren	5.73	ng/l			Intern metode
Fenantren	6.08	ng/l			Intern metode
Antracen	1.47	ng/l			Intern metode
Fluoranten	4.38	ng/l			Intern metode
Pyren	4.61	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.13	ng/l			Intern metode
Krysen	0.32	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.05	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.07	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.06	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.01	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.02	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	59.2	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.



Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-124</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 4	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	20.5	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	0.81	ng/l			Intern metode
Acenaften	2.42	ng/l			Intern metode
Fluoren	3.22	ng/l			Intern metode
Fenantren	5.67	ng/l			Intern metode
Antracen	1.05	ng/l			Intern metode
Fluoranten	5.11	ng/l			Intern metode
Pyren	2.25	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.24	ng/l			Intern metode
Krysen	0.54	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.10	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.10	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.02	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.02	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	42.2	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-125</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 5	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	17.8	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	0.99	ng/l			Intern metode
Acenaften	2.11	ng/l			Intern metode
Fluoren	2.81	ng/l			Intern metode
Fenantren	5.32	ng/l			Intern metode
Antracen	0.88	ng/l			Intern metode
Fluoranten	4.68	ng/l			Intern metode
Pyren	1.76	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.24	ng/l			Intern metode
Krysen	0.44	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.12	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.15	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.11	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.03	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.02	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	37.5	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-126</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 6	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	15.4	ng/l			Intern metode
Acenaftylen	0.56	ng/l			Intern metode
Acenaften	1.69	ng/l			Intern metode
Fluoren	1.69	ng/l			Intern metode
Fenantren	2.23	ng/l			Intern metode
Antracen	0.31	ng/l			Intern metode
Fluoranten	1.27	ng/l			Intern metode
Pyren	0.45	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.09	ng/l			Intern metode
Krysen	0.20	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.04	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.06	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.03	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.01	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.01	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	23.8	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-127	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 7	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	15.6	ng/l			Intern metode
Acenaftylen	0.47	ng/l			Intern metode
Acenaften	1.53	ng/l			Intern metode
Fluoren	1.91	ng/l			Intern metode
Fenantren	2.46	ng/l			Intern metode
Antracen	0.44	ng/l			Intern metode
Fluoranten	1.47	ng/l			Intern metode
Pyren	0.72	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.12	ng/l			Intern metode
Krysen	0.20	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.10	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.14	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.13	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.04	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.47	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	25.4	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-128</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 8	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	51.5	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	1.03	ng/l			Intern metode
Acenaften	2.50	ng/l			Intern metode
Fluoren	3.03	ng/l			Intern metode
Fenantren	3.55	ng/l			Intern metode
Antracen	0.57	ng/l			Intern metode
Fluoranten	2.13	ng/l			Intern metode
Pyren	0.84	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.15	ng/l			Intern metode
Krysen	0.29	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.06	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.06	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.06	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.01	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.02	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	65.8	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-129</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 9	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	20.0	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	0.51	ng/l			Intern metode
Acenaften	1.27	ng/l			Intern metode
Fluoren	1.89	ng/l			Intern metode
Fenantren	2.30	ng/l			Intern metode
Antracen	0.23	ng/l			Intern metode
Fluoranten	1.02	ng/l			Intern metode
Pyren	0.41	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.06	ng/l			Intern metode
Krysen	0.12	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.03	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.05	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.03	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.01	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.01	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	28.0	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-130</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 10	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	16.4	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	0.44	ng/l			Intern metode
Acenaften	1.84	ng/l			Intern metode
Fluoren	2.59	ng/l			Intern metode
Fenantren	4.55	ng/l			Intern metode
Antracen	0.30	ng/l			Intern metode
Fluoranten	1.05	ng/l			Intern metode
Pyren	0.26	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.11	ng/l			Intern metode
Krysen	0.10	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.09	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.06	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.02	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.01	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	0.03	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	<0.01	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	27.8	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

**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.

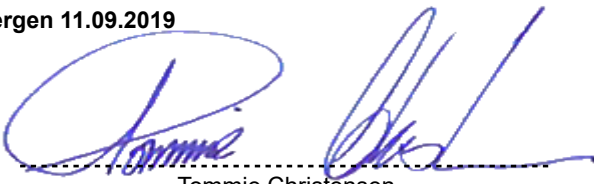
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-131</b>	Prøvetakingsdato:	19.08.2019		
Prøvetype:	Sjøvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	POM ST 11	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>PAH 16 med POM</b>					
Naftalen	16.4	ng/l			Intern metode
Acenaftalen	0.48	ng/l			Intern metode
Acenaften	1.65	ng/l			Intern metode
Fluoren	1.97	ng/l			Intern metode
Fenantren	2.40	ng/l			Intern metode
Antracen	0.26	ng/l			Intern metode
Fluoranten	1.44	ng/l			Intern metode
Pyren	0.86	ng/l			Intern metode
Benzo[a]antracen	0.11	ng/l			Intern metode
Krysen	0.20	ng/l			Intern metode
Benzo[b]fluoranten	0.11	ng/l			Intern metode
Benzo[k]fluoranten	0.16	ng/l			Intern metode
Benzo[a]pyren	0.13	ng/l			Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.08	ng/l			Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	0.01	ng/l			Intern metode
Benzo[ghi]perylene	0.05	ng/l			Intern metode
Sum PAH(16) EPA	26.3	ng/l			Intern metode
<b>PCB 7 med POM</b>					
PCB 101	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 118	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 138	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 153	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 180	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 28	<0.1	ng/l			Intern metode
PCB 52	<0.1	ng/l			Intern metode
Sum 7 PCB	<1.0	ng/l			Intern metode

Bergen 11.09.2019



Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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  
Magasinvegen 35  
5705 Voss  
Attn: Helen Kvåle

**Sedimentfeller 2019**

**AR-19-MX-004908-01**
**EUNOBE-00035356**

Prøvemottak: 21.08.2019

Temperatur:

Analyseperiode: 21.08.2019-24.09.2019

Referanse: A109463-008

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2019-0821-106	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 3-1	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	60	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	21	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	13	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	220	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	6.9	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	42	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.37	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.367	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	21.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftylen	11.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	6.58	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	11.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	115	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	35.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	316	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	286	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	223	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	257	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	366	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	191	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	292	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	199	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	119	µg/kg TS	0.1		Intern metode

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;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.

Benzo[ghi]perylene	295 µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	2750 µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>				
PCB 28	0.41 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	1.95 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.95 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.88 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.93 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.50 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.28 µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	17.9 µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>				
* Vekt til tørket prøve	6.00 g			Preparering

**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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-107	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 3-2	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	80	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	30	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	18	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	240	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	8.8	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	78	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.45	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.512	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	-	µg/kg TS	2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.64	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.05	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	4.47	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	2.68	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	5.93	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	3.33	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	5.75	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	25.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

* Vekt til tørket prøve	4.85 g	Preparering
-------------------------	--------	-------------

**Merknader:**

For lite prøvemateriale igjen for analyse av PAH.

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-108</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 3-3	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	48	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	20	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	12	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	160	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	5.7	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	63	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.36	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.215	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	-	µg/kg TS	2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 52	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 101	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 118	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 138	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 180	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
PCB 153	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum 7 PCB	-	µg/kg TS	1		Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

2.82 g

Preparering

**Merknader:**

Det var for lite prøvemateriale igjen til at PCB og PAH analysene kunne utføres.

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-109</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 4-1	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	64	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	26	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	17	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	160	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	4.0	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	26	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.22	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.137	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	9.48	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	8.82	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	6.28	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	15.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	127	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	34.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	298	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	234	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	153	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	150	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	193	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	95.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	188	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	112	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	40.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	164	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1830	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.31	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	2.82	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	5.33	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	3.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.59	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.69	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.08	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	22.2	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

30.90 g

Preparering

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.



Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-110</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 4-2	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	47	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	12	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	8.4	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	110	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	3.4	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	21	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.16	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.15	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	8.25	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	8.65	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	9.85	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	89.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	95.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	30.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	242	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	191	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	123	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	137	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	158	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	70.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	155	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	91.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	24.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	127	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1560	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.50	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	2.66	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	3.95	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	2.39	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.01	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.99	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.11	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	19.6	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

27.07 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-111	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 5	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	36	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	21	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	13	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	79	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	2.2	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	16	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.074	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.081	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	5.91	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	4.38	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	10.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	11.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	74.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	26.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	156	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	135	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	86.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	89.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	95.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	46.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	92.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	49.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	21.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	89.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	994	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.23	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	0.98	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	0.96	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	0.61	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	1.16	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	0.68	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	1.24	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	5.86	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

104.60 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-112	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 6	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	69	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	25	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	37	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	170	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	6.6	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	78	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.21	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.18	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	9.57	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	9.65	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	3.30	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	6.87	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	42.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	12.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	140	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	117	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	74.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	72.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	103	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	50.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	97.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	65.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	16.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	92.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	913	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.66	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.15	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	2.85	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	1.93	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	2.41	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.33	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	2.49	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	14.8	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

7.13 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-113</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 7-1	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	76	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	49	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	25	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	150	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	7.4	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	38	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.16	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.407	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	44.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	106	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	22.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	39.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	260	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	153	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1050	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	761	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	635	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	517	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	806	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	390	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	894	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	537	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	131	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	550	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	6890	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.75	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.77	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	4.05	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	3.28	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.54	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.57	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.93	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	23.9	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

15.74 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.



Prøvenr.:	441-2019-0821-114	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 7-2	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	98	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	47	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	22	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	170	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	7.3	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	41	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.19	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.324	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	74.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	161	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	23.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	37.7	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	233	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	147	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1490	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	1060	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	883	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	782	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1050	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	516	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	1200	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	688	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	184	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	802	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	9330	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.36	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	7.68	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	6.61	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	4.63	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	5.54	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	3.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	5.71	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	35.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

4.23 g

Preparering

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-115	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 7-3	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	99	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	37	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	20	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	170	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	6.8	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	36	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.23	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.364	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	67.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	179	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	24.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	45.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	278	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	172	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1380	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	1070	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	942	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	852	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1180	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	578	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	1300	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	721	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	200	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	898	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	9890	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.91	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	5.88	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	5.75	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	4.34	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	4.42	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.43	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.46	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	28.1	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

3.87 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-116	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 8	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	50	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	35	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	21	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	120	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	4.7	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	25	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.20	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.152	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	20.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	34.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	5.31	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	12.9	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	89.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	57.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	385	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	307	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	223	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	221	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	273	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	145	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	285	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	175	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	43.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	212	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	2490	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.05	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	3.40	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 101	3.66	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 118	2.48	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.06	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	1.35	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	3.02	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	18.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

9.48 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-117	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 9	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	240	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	52	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	24	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	300	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	8.6	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	42	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.29	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.287	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	16.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	27.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	7.88	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	13.0	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	77.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	35.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	257	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	199	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	159	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	162	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	212	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	103	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	220	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	141	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	35.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	178	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1840	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.03	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	5.32	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	5.32	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	3.84	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 138	3.81	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.08	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.12	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	25.5	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

7.51 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.



Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-118</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 10	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	60	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	54	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	18	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	170	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	8.8	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	38	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.18	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.281	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	17.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	28.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	6.63	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	18.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	88.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	44.1	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	321	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	226	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	182	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	164	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	250	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	125	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	254	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	179	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	42.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	194	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	2140	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	2.36	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	12.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	10.5	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	7.93	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	7.10	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	3.75	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	7.38	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	51.3	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

5.74 g

Preparering

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-119</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 11-1	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	74	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	46	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	16	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	150	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	13	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	100	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.093	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	1.14	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	99.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	249	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	33.6	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	76.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	430	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	205	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	1690	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	1540	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	1290	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	926	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	1790	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	881	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	2060	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1290	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	285	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	1360	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	14200	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	2.57	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	9.07	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	8.61	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	6.46	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	9.12	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	4.82	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	8.60	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	49.3	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

8.06 g

Preparering

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-0821-120</b>	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 11-2	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	53	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	28	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	14	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	130	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	9.1	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	44	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.24	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.294	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	-	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	-	µg/kg TS	2		Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	1.23	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	7.38	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	7.13	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	6.08	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	4.84	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 180	2.56	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	4.74	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
Sum 7 PCB	34.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

\* Vekt til tørket prøve

5.40 g

Preparering

**Merknader:**

For lite prøvemateriale igjen til å kunne utføre PAH-analyse

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.

Prøvenr.:	441-2019-0821-121	Prøvetakingsdato:	20.08.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	St 11-3	Analysestartdato:	21.08.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Kobber (Cu)	38	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Krom (Cr)	14	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Nikkel (Ni)	7.5	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
a) Sink (Zn)	94	mg/kg	2	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Arsen (As) Premium LOQ</b>					
a) Arsen (As)	4.9	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Bly (Pb) Premium LOQ</b>					
a) Bly (Pb)	28	mg/kg	0.5	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kadmium (Cd) Premium LOQ</b>					
a) Kadmium (Cd)	0.31	mg/kg	0.01	25%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>a) Kvikksølv (Hg) Premium LOQ</b>					
a) Kvikksølv (Hg)	0.197	mg/kg	0.001	20%	EN ISO 17294-2:2016 / SS 028311, ed. 1
<b>PAH 16</b>					
Naftalen	13.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaftalen	35.8	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Acenaften	5.76	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoren	18.5	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fenantren	76.3	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Antracen	35.4	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Fluoranten	257	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Pyren	220	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]antracen	178	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Krysen	146	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[b]fluoranten	227	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[k]fluoranten	95.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[a]pyren	219	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Indeno[1,2,3-cd]pyren	142	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Dibenzo[a,h]antracen	43.2	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Benzo[ghi]perylene	177	µg/kg TS	0.1		Intern metode
Sum PAH(16) EPA	1890	µg/kg TS	2	30%	Intern metode
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	2.27	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 52	11.2	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 101	9.81	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 118	7.60	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 138	5.28	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
PCB 180	2.33	µg/kg TS	0.1	100%	Intern metode
PCB 153	5.45	µg/kg TS	0.1	30%	Intern metode
Sum 7 PCB	44.0	µg/kg TS	1	30%	Intern metode
<b>* Sedimentfelle preparering</b>					

**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.

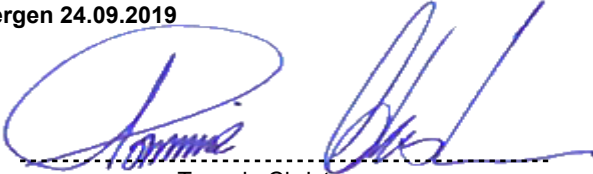
\* Vekt til tørket prøve

5.71 g

Preparering

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjöhagsg. 3, SE-53119, Lidköping ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125,

**Bergen 24.09.2019**

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;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.



Prøvenr.:	441-2019-1114-059	Prøvetakingsdato:	14.11.2019		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST4	Analysestartdato:	14.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	2.1	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.29	mg/kg	0.05	24%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg	0.01	21%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.6	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.28	mg/kg	0.05	25%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg	0.005	32%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	13	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.2	mg/kg	0.1	45%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 12.7	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftalen	< 0.480	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.10	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 2.34	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	< 3.52	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	< 0.470	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	4.46	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	4.54	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	1.53	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	1.85	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]fluoranten	3.58	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	1.02	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	1.21	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.298	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.04	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylene	1.54	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	20.8	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	41.7	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	< 0.267	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	1.14	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	1.42	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	1.18	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.22	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	1.58	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.267	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	5.35	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	5.62	ng/g			Internal Method 1

**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)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	5.89 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	6.53 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	7.07 ng/g	Internal Method 1

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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-1114-061</b>	Prøvetakingsdato:	14.11.2019		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST6	Analysestartdato:	14.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	3.3	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.2	mg/kg	0.05	28%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg	0.01	22%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.4	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.10	mg/kg	0.05	45%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.013	mg/kg	0.005	37%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	16	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	<0.01	mg/kg	0.1		EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 14.3	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.690	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.03	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 4.95	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	3.52	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	0.554	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	4.36	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	3.78	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	0.700	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	1.27	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]jfluoranten	1.78	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	0.523	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	0.424	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.594	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylene	1.07	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	18.6	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	39.8	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	0.579	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	2.83	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	2.93	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	2.33	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.95	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	2.54	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.312	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	10.8	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	11.0	ng/g			Internal Method 1

**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) Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	11.1 ng/g	Internal Method 1
a) Sum PCB(7) eksl LOQ	13.1 ng/g	Internal Method 1
a) Sum PCB(7) inkl. LOQ	13.5 ng/g	Internal Method 1

**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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-1114-062</b>	Prøvetakingsdato:	14.11.2019		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST7	Analysestartdato:	14.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	1.8	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.23	mg/kg	0.05	27%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg	0.01	22%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	0.8	mg/kg	0.1	22%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.22	mg/kg	0.05	27%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.014	mg/kg	0.005	35%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	11	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.2	mg/kg	0.1	45%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 15.0	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftalen	< 0.560	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.27	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 4.19	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	< 3.84	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	< 0.510	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	3.32	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	2.92	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	1.66	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	1.79	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]fluoranten	4.91	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	1.50	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	1.68	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.325	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.55	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylene	2.62	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	22.0	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	47.7	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	0.372	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	1.73	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	2.25	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	2.05	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.87	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	2.37	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.299	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	8.59	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	8.74	ng/g			Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;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)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	8.89 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	10.6 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	10.9 ng/g	Internal Method 1

**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.

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Prøvenr.: <b>441-2019-1114-063</b>			Prøvetakingsdato: 14.11.2019		
Prøvetype: Annet biologisk materiale			Prøvetaker: Oppdragsgiver		
Prøvemerkning: ST8			Analysestartdato: 14.11.2019		
b)* Arsen (As)	2.3	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.23	mg/kg	0.05	27%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.10	mg/kg	0.01	22%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.1	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.21	mg/kg	0.05	28%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg	0.005	32%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	12	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.1	mg/kg	0.1	82%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 18.6	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.710	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.21	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 3.29	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	3.56	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	1.15	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	6.51	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	5.36	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	2.44	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	2.67	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]jfluoranten	4.33	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	1.32	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	1.56	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.329	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	1.36	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylen	1.78	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	32.1	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	56.2	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	0.477	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	1.86	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	2.06	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	1.73	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.38	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	1.85	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.230	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	7.63	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	7.75	ng/g			Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;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)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	7.86 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	9.36 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	9.59 ng/g	Internal Method 1

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.



Prøvenr.:	<b>441-2019-1114-064</b>	Prøvetakingsdato:	14.11.2019		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST9	Analysestartdato:	14.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	2.1	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.24	mg/kg	0.05	26%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg	0.01	21%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.1	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.16	mg/kg	0.05	32%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.016	mg/kg	0.005	32%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	14	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.1	mg/kg	0.1	82%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 10.6	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.330	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 0.990	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 4.51	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	< 3.49	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	< 0.420	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	3.26	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	2.41	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	0.850	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	1.18	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]fluoranten	2.36	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	0.594	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	0.682	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.295	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.866	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylene	1.31	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	13.5	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	34.2	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	0.843	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	3.66	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	3.90	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	3.37	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	2.65	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	3.36	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	0.265	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	14.7	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	14.7	ng/g			Internal Method 1

**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)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	14.7 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	18.0 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	18.0 ng/g	Internal Method 1

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.

Prøvenr.:	<b>441-2019-1114-065</b>	Prøvetakingsdato:	14.11.2019		
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	ST10	Analysestartdato:	14.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	2.2	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.24	mg/kg	0.05	26%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.11	mg/kg	0.01	21%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.0	mg/kg	0.1	22%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.15	mg/kg	0.05	33%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.014	mg/kg	0.005	35%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	15	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.1	mg/kg	0.1	82%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 13.0	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.360	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 0.840	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 3.72	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	< 3.87	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	< 0.328	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	1.11	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	1.18	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	0.639	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	0.666	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]jfluoranten	1.41	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	0.419	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	0.544	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.328	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.992	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylen	1.33	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	8.28	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	30.7	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	0.339	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	1.74	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	2.52	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	1.91	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.84	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	2.36	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.253	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	8.79	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	8.92	ng/g			Internal Method 1

**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)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	9.04 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	10.7 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	11.0 ng/g	Internal Method 1

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.

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Prøvenr.: 441-2019-1114-066			Prøvetakingsdato: 14.11.2019		
Prøvetype: Annet biologisk materiale			Prøvetaker: Oppdragsgiver		
Prøvemerkning: Null			Analysestartdato: 14.11.2019		
b)* Arsen (As)	1.8	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.2	mg/kg	0.05	28%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg	0.01	22%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.2	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.09	mg/kg	0.05	49%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.013	mg/kg	0.005	37%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	17	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.1	mg/kg	0.1	82%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 14.8	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.330	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.18	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 5.52	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	< 3.58	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	1.63	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	0.772	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	< 0.400	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]fluoranten	< 0.470	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.303	µg/kg			Internal Method 1
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	< 0.490	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[ghi]perylene	< 0.380	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH ekskl. LOQ	2.41	µg/kg			Internal Method 1
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	31.1	µg/kg			Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>					
a) PCB 28	< 0.261	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 52	0.635	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 101	2.65	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 118	1.73	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 138	1.82	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 153	2.49	ng/g			Internal Method 1
a) PCB 180	< 0.261	ng/g			Internal Method 1
a) Sum 6 DIN-PCB ekskl. LOQ	7.60	ng/g			Internal Method 1
a) Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	7.86	ng/g			Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;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.

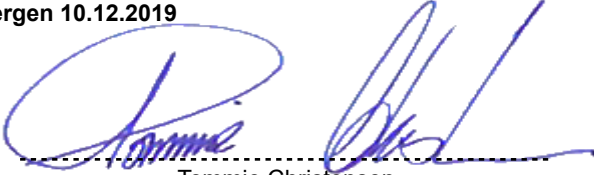
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	8.12 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	9.33 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	9.85 ng/g	Internal Method 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00,  
 b)\* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

**Bergen 10.12.2019**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Bergen

**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  
Magasinvegen 35  
5705 Voss  
Attn: Helen Kvåle

**AR-20-MX-000110-01****EUNOBE-00037210**

Prøvemottak: 19.11.2019

Temperatur:

Analyseperiode: 20.11.2019-08.01.2020

Referanse: A109463-008

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2019-1120-099</b>	Prøvetakingsdato:	13.11.2019		
Prøvetype:	Fisk & skaldyr	Prøvetaker:	hekv		
Prøvemerkning:	ST5	Analysestartdato:	20.11.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b)* Arsen (As)	1.9	mg/kg	0.1	20%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Bly (Pb)	0.27	mg/kg	0.05	25%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg	0.01	22%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Kobber (Cu)	1.5	mg/kg	0.1	21%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Krom (ICP-MS, mat)</b>					
b)* Krom (Cr)	0.14	mg/kg	0.05	35%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>					
b)* Kvikksølv (Hg)	0.014	mg/kg	0.005	35%	DIN EN ISO 15763 (2010)
b)* Sink (Zn)	14	mg/kg	0.5	20%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) Fettinnhold - biota</b>					
a) Fett	1.55	%			Internal Method 1
<b>b)* Nickel (ICP-MS, food)</b>					
b)* Nikkel (Ni)	0.1	mg/kg	0.1	82%	EN ISO 17294-2-E29 [DE Food]
<b>a) PAH(16 EPA) [biota]</b>					
a) Naftalen	< 10.9	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaftylen	< 0.720	µg/kg			Internal Method 1
a) Acenaften	< 1.10	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoren	< 1.40	µg/kg			Internal Method 1
a) Fenantren	6.60	µg/kg			Internal Method 1
a) Antracen	1.06	µg/kg			Internal Method 1
a) Fluoranten	10.5	µg/kg			Internal Method 1
a) Pyren	13.2	µg/kg			Internal Method 1
a) Benz(a)antracen	1.85	µg/kg			Internal Method 1
a) Krysen	2.73	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[b]fluoranten	3.85	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[k]fluoranten	1.14	µg/kg			Internal Method 1
a) Benzo[a]pyren	1.33	µg/kg			Internal Method 1
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.314	µg/kg			Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen

LOQ: Kvantifiseringsgrense

MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;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.

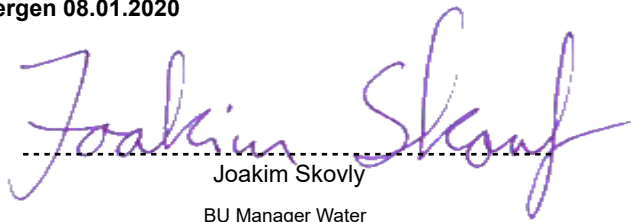
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

a)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.960 µg/kg	Internal Method 1
a)	Benzo[ghi]perylene	1.94 µg/kg	Internal Method 1
a)	Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	45.2 µg/kg	Internal Method 1
a)	Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	59.7 µg/kg	Internal Method 1
<b>a) PCB(7)</b>			
a)	PCB 28	0.665 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 52	2.64 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 101	2.93 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 118	2.41 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 138	2.23 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 153	3.14 ng/g	Internal Method 1
a)	PCB 180	0.335 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum 6 DIN-PCB eksl. LOQ	11.9 ng/g	Internal Method 1
a)	Total 6 Ikke dioksinlike PCB inkl. halv LOQ	11.9 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum 6 DIN-PCB inkl. LOQ	11.9 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) eksl LOQ	14.3 ng/g	Internal Method 1
a)	Sum PCB(7) inkl. LOQ	14.3 ng/g	Internal Method 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00,  
 b)\* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

**Bergen 08.01.2020**


-----  
 Joakim Skovly  
 BU Manager Water

**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  
Magasinvegen 35  
5705 Voss  
Attn: **Helen Kvåle**

Vann støtteparameter blåskjell 2019

**AR-19-MX-006306-01**

**EUNOBE-00037119**

 Prøvemottak: 14.11.2019  
Temperatur:  
Analyseperiode: 14.11.2019-18.11.2019

 Referanse: Poddefjorden 1.  
årskontroll - Salinitet

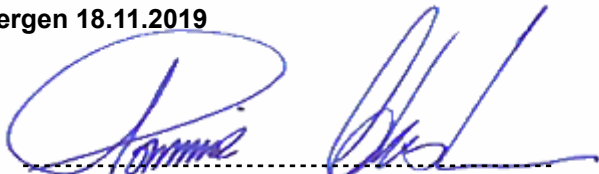
## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: <b>441-2019-1114-067</b>	Prøvetakingsdato: 14.11.2019
Prøvetype: Sjøvann	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: ST4-vann	Analysestartdato: 14.11.2019
Analyse	Resultat Enhet LOQ MU Metode
a)* Salinitet	29.7 PSU
	Konduktometri

Prøvenr.: <b>441-2019-1114-068</b>	Prøvetakingsdato: 14.11.2019
Prøvetype: Sjøvann	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: ST7-vann	Analysestartdato: 14.11.2019
Analyse	Resultat Enhet LOQ MU Metode
a)* Salinitet	31.1 PSU
	Konduktometri

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)\* Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Bergen 18.11.2019**


 Tommie Christensen  
ASM Kundesupport Bergen

### 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.

**Sediment støtteparameter bunndyr 2019**

COWI AS

Sendenvegen 40

5600 Norheimsund

Attn: Jostein Soldal

**AR-19-MM-039375-01**
**EUNOMO-00227202**

Prøvemottak: 13.05.2019

Temperatur:

Analyseperiode: 14.05.2019-17.06.2019

Referanse: A109463-008

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>439-2019-05130119</b>	Prøvetakingsdato:	10.05.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	jsol		
Prøvemerkning:	So1-TOC	Analysestartdato:	14.05.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>a) TOC (Totalt organisk karbon)</b>					
a) Totalt organisk karbon (TOC)	2.6	% TS	0.05	15%	EN 13137

Prøvenr.:	<b>439-2019-05130120</b>	Prøvetakingsdato:	13.05.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	jsol		
Prøvemerkning:	So1-korn	Analysestartdato:	14.05.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kornstørrelse < 63 µm	89.8	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	9.3	% TS	1		Internal Method 6

Prøvenr.:	<b>439-2019-05130122</b>	Prøvetakingsdato:	13.05.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	jsol		
Prøvemerkning:	So2-TOC	Analysestartdato:	14.05.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
<b>a) TOC (Totalt organisk karbon)</b>					
a) Totalt organisk karbon (TOC)	0.79	% TS	0.05	15%	EN 13137

Prøvenr.:	<b>439-2019-05130124</b>	Prøvetakingsdato:	13.05.2019		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	jsol		
Prøvemerkning:	So2-korn	Analysestartdato:	14.05.2019		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kornstørrelse < 63 µm	82.7	%	0.1		Internal Method 6
b) Kornstørrelse <2 µm	6.2	% TS	1		Internal Method 6

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) Eurofins Miljø, Ladelundvej 85, DK-6600, Vejen DS EN ISO/IEC 17025 DANAK 168,

b) Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1), 5, rue d'Otterswiller, F-67700, Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488,

**Teorforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn    &gt;: Større enn    nd: Ikke påvist.    Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1, &lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).



Moss 17.06.2019

A handwritten signature in purple ink that reads "Stig Tjomsland".

-----  
Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

---

**Teorforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet

&lt;: Mindre enn    &gt;: Større enn    nd: Ikke påvist.    Bakteriologiske resultater angitt som &lt;1,&lt;50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

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

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).

# Bunndyrsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2014

for

## Cowi AS – Vår 2019




**Rapportdato**

**18.06.2019**

**Oppdragsgiver**

**COWI AS**

Bunndyrsundersøkelse for COWI AS - Vår2019		
Rapportnummer / 18.06.2019	MCR-M-19045-Vår-2019 / 18.06.2019	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse	Signatur
-	-	-
Lokalitet/Område		
Lokalitet/område	Vår 2019	
	Puddefjorden, Bergen Kommune	
Oppdragsgiver		
Selskap	COWI AS	
Kontaktperson	Helen Kvåle, hekv@cowi.com	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Dagfinn Breivik Skomsø	
Forfattere	Dagfinn Breivik Skomsø og Jovita Prakapaviciute	
Godkjent av	Ingvild Andersson 	
Akkreditering	Fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Vilkår og betingelser	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
Sammendrag		
<p>Denne rapporten omhandler en bunndyrsundersøkelse ved Puddefjorden våren 2019 i Bergen kommune, Hordaland. Prøvemateriale tilsendt fra COWI AS er grovsortert og dyrene fra bunnprøvene er identifisert av personell fra Åkerblå AS.</p> <p>Det ble analysert fem enkeltprøver fra to prøvestasjoner. Resultatene indikerer reduserte bunnforhold på prøvene fra stasjon SO1 og gode forhold på stasjon SO2 (tabell 1). Stasjon SO1 var dominert av 2 enkeltarter (<i>Capitella capitata</i> og <i>Malacoceros fuliginosus</i>) som forbindes med reduserte bunnforhold. Stasjon SO2 hadde ingen særlig dominerende art og med god biodiversitet indikerer dette gode bunnfaunaforhold.</p> <p>Merk at prøvene er analysert som fem enkeltprøver og at statistikk er gjennomført med utgangspunkt i dette. Det er ikke tatt hensyn til eventuelt sammenslått prøvemateriale eller lignende. Rapporten presenterer kun analyseresultater fra tilsendte bunnprøver. Åkerblå har ikke ansvar for innsamlingsmetode, rapporteringskrav eller annet enn resultatet av artsidentifiseringen som presenteres i denne rapporten.</p>		

**Tabell 1.** Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H') og økologisk kvalitetsratio (nEQR) er oppgitt etter Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon	SO1 - (1+2)	SO1-3	SO1-4	SO2 - (1+2)	SO2 - (3+4)
Parameter					
Antall arter	19	13	18	72	61
Antall individ	1072	680	1525	2361	1980
H'	1,376	1,216	0,994	3,851	3,736
nEQR	0,238	0,222	0,263	0,703	0,693

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

## Forord

Denne rapporten omhandler bunndyrsanalyser fra Puddefjorden våren 2019 i henhold til NS-EN ISO 16665 (2014). Rapporten omfatter artsantall, individantall og indekser for hver prøve.

Rapporten presenterer kun analyseresultater fra tilsendte bunnprøver. Åkerblå har ikke ansvar for innsamlingsmetode, rapporteringskrav eller annet enn resultatet av artsidentifiseringen som presenteres i denne rapporten.

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

## Innhold

<b>INNHold</b> .....	<b>3</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>5</b>
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>6</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSER .....	6
3.1.1 SO1 - (1+2).....	6
3.1.2 SO1-3 .....	8
3.1.3 SO1-4 .....	10
3.1.4 SO2 - (1+2).....	12
3.1.5 SO2 - (3+4).....	14
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>16</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>17</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>18</b>
VEDLEGG 1 - KLASIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	18
VEDLEGG 2 - INDEKSBEKRIVELSER .....	20
VEDLEGG 3 - REFERANSETILSTANDER .....	23
VEDLEGG 4 - ARTSLISTE .....	27

## 1 Innledning

Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

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

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Miljøkvaliteten i et område vil dermed kunne vurderes med utgangspunkt i disse tilstandsklassene. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene, for at konklusjonene skal bli korrekte. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Veileder 02:2018 2018).



## 2 Materiale og metode

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS (tabell 2.1).

**Tabell 2.1** Utført arbeid og akkreditering

Leverandør	Arbeid	Personell	Akkreditert arbeid
COWI AS	Feltarbeid	-	Ikke oppgitt
Åkerblå AS	Grovsortering	Jovita Prakupaviciute	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Artsidentifisering	Jovita Prakupaviciute	Ja, (Test 252: P21)
Åkerblå AS	Vurdering og tolkning	Dagfinn B. Skomsø	Ja, (Test 252: P32)

Utrekningen av artsmangfold ( $ES_{100}$ ) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og Jevnhetsindeksen ( $J$ ) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:18 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:18 (2018; tabell 2.2; vedlegg 1-4).

Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 1 og 3). Klassifisering av tilstand for stasjonene gjøres etter beskrivelse i Veileder 02:18 (2018).

**Tabell 2.2** Indekser og forkortelser.

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

## 3 Resultater

### 3.1 Bunndyrsanalyser

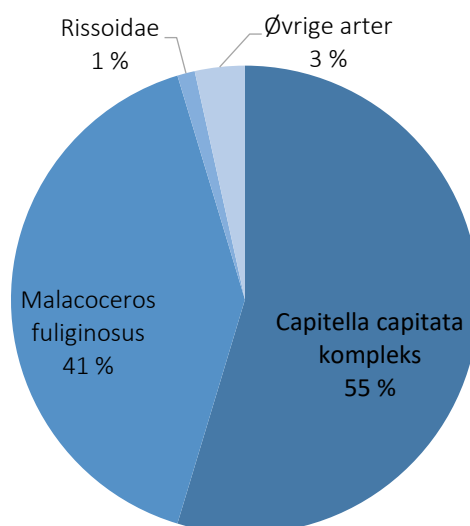
#### 3.1.1 SO1 - (1+2)

Ved SO1 - (1+2) ble det registrert 1072 individer fordelt på 19 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved SO1 - (1+2) oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	586	54.7
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	436	40.7
<i>Rissoidae</i>		13	1.2
<i>Scalibregma inflatum</i> kompleks	3	7	0.7
<i>Tubificoides benedii</i>	5	5	0.5
<i>Abra nitida</i>	3	3	0.3
<i>Corbula gibba</i>	4	3	0.3
<i>Dipolydora</i> sp.		3	0.3
<i>Scaphander</i> sp.		3	0.3
<i>Oxydromus vittatus</i>	3	2	0.2
Øvrige arter	-	11	1.0

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



**Figur 3.1.1.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SO1 - (1+2).

**Tabell 3.1.1.2** Faunaresultater fra grabb 1 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av (eventuelt) to grabber ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	SO1 - (1+2)-1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	19	19	
N	1072	1072	
NQI1	0.363	0.363	0.246
H'	1.376	1.376	0.287
J	0.324	0.324	
H'max	4.248	4.248	
ES100	5.813	5.813	0.233
ISI	5.400	5.400	0.300
NSI	6.345	6.345	0.127
<b>Grabbverdi</b>			0.238

### 3.1.2 SO1-3

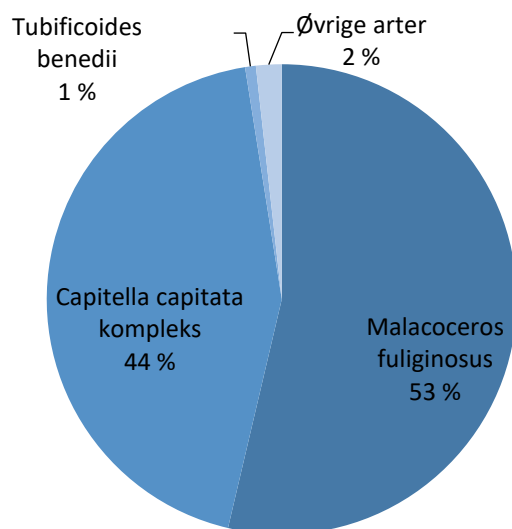
Ved SO1-3 ble det registrert 680 individer fordelt på 13 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved SO1-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	365	53.7
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	298	43.8
<i>Tubificoides benedii</i>	5	5	0.7
<i>Corbula gibba</i>	4	2	0.3
<i>Glycera</i> sp.	2	2	0.3
Amphipoda	2	1	0.1
<i>Pectinaria belgica</i>	2	1	0.1
<i>Scalibregma inflatum</i> kompleks	3	1	0.1
<i>Scaphander</i> sp.		1	0.1
<i>Dipolydora</i> sp.		1	0.1
Øvrige arter	-	3	0.4

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



**Figur 3.1.2.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SO1-3.

**Tabell 3.1.2.2** Faunaresultater fra grabb 1 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av (eventuelt) to grabber ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	SO1-3-1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	13	13	
N	680	680	
NQI1	0.327	0.327	0.208
H'	1.216	1.216	0.257
J	0.329	0.329	
H'max	3.700	3.700	
ES100	4.272	4.272	0.171
ISI	5.887	5.887	0.354
NSI	5.941	5.941	0.119
<b>Grabbverdi</b>			0.222

### 3.1.3 SO1-4

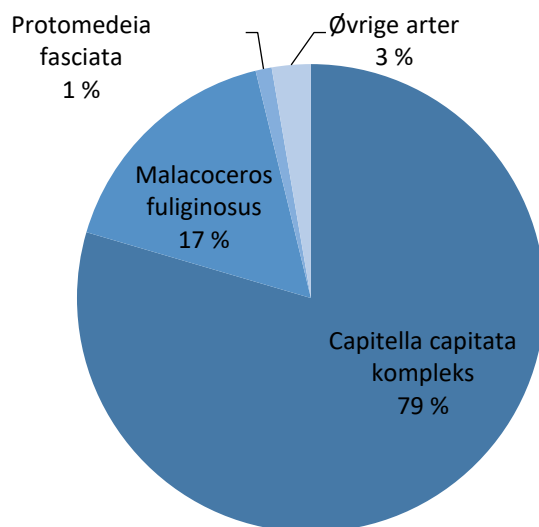
Ved SO1-4 ble det registrert 1525 individer fordelt på 18 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen ble klassifisert i nedre del av intervallet for **dårlig tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved SO1-4 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Capitella capitata</i> kompleks	5	1 213	79.5
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	254	16.7
<i>Protomeдея fasciata</i>	4	17	1.1
<i>Tubificoides benedii</i>	5	11	0.7
Rissoidae		8	0.5
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	5	0.3
<i>Oxydromus vittatus</i>	3	3	0.2
Nereididae		3	0.2
Hesionidae	2	2	0.1
<i>Liocarcinus pusillus</i>	1	1	0.1
Øvrige arter	-	8	0.5

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



**Figur 3.1.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SO1-4.

**Tabell 3.1.3.2** Faunaresultater fra grabb 1 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av (eventuelt) to grabber ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	SO1-4-1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	18	18	
N	1525	1525	
NQI1	0.348	0.348	0.230
H'	0.994	0.994	0.217
J	0.238	0.238	
H'max	4.170	4.170	
ES100	5.006	5.006	0.200
ISI	7.159	7.159	0.532
NSI	6.849	6.849	0.137
<b>Grabbverdi</b>			0.263

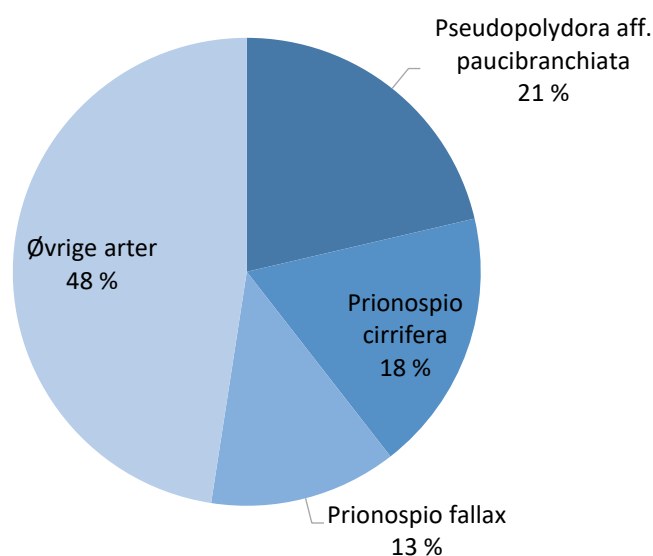
### 3.1.4 SO2 - (1+2)

Ved SO2 - (1+2) ble det registrert 2361 individer fordelt på 72 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.4.1** De ti hyppigst forekommende artene ved SO2 - (1+2) oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	4	504	21.3
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	428	18.1
<i>Prionospio fallax</i>	2	306	13.0
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	276	11.7
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	149	6.3
<i>Galathowenia oculata</i>	3	106	4.5
<i>Edwardsiidae</i>	2	94	4.0
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	77	3.3
<i>Owenia borealis</i>	2	38	1.6
<i>Scoloplos armiger kompleks</i>	3	28	1.2
Øvrige arter	-	355	15.0

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



**Figur 3.1.4.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SO2 - (1+2).



**Tabell 3.1.4.2** Faunaresultater fra grabb 1 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av (eventuelt) to grabber ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	SO2 - (1+2)-1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	72	72	
N	2361	2361	
NQI1	0.619	0.619	0.581
H'	3.851	3.851	0.788
J	0.624	0.624	
H'max	6.170	6.170	
ES100	21.800	21.800	0.695
ISI	8.498	8.498	0.800
NSI	20.328	20.328	0.653
<b>Grabbverdi</b>			<b>0.703</b>

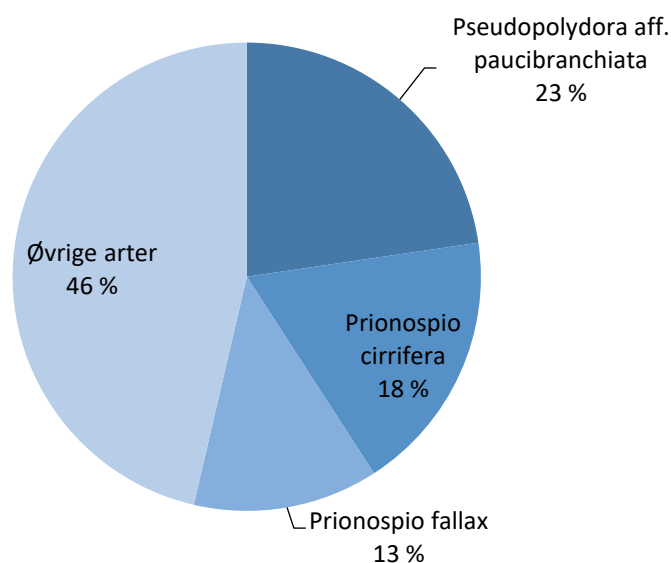
### 3.1.5 SO2 - (3+4)

Ved SO2 - (3+4) ble det registrert 1980 individer fordelt på 61 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen ble klassifisert i midtre del av intervallet for **god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.5.1** De ti hyppigst forekommende artene ved SO2 - (3+4) oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Pseudopolydora aff. paucibranchiata</i>	4	449	22.7
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	360	18.2
<i>Prionospio fallax</i>	2	253	12.8
<i>Chaetozone setosa kompleks</i>	4	179	9.0
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	165	8.3
<i>Galathowenia oculata</i>	3	103	5.2
Edwardsiidae	2	101	5.1
<i>Owenia borealis</i>	2	43	2.2
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	34	1.7
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	28	1.4
Øvrige arter	-	265	13.4

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



**Figur 3.1.5.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved SO2 - (3+4).

**Tabell 3.1.5.2** Faunaresultater fra grabb 1 med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av (eventuelt) to grabber ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V3.2).

Indeks	SO2 - (3+4)-1	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	61	61	
N	1980	1980	
NQI1	0.613	0.613	0.572
H'	3.736	3.736	0.759
J	0.630	0.630	
H'max	5.931	5.931	
ES100	20.210	20.210	0.655
ISI	8.731	8.731	0.810
NSI	20.756	20.756	0.670
<b>Grabbverdi</b>			<b>0.693</b>

## 4 Diskusjon

I hovedsak viste analysene av bunnfauna dårlige forhold i prøvene fra SO1, mens det var gode forhold i prøvene fra SO2.

I prøvene fra SO1 dominerte dyr som regnes som forurensingsindikerende. I hovedsak gjelder dette *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus* som forbindes med reduserte bunnforhold. Ellers var det på disse prøvene lave artsantall som sammen med tydelig dominans av enkeltarter gav lav biodiversitet. De tre prøvene fra SO1 var relativt like med tanke på artssammensetning og antall, men prøve SO1-4 hadde betydelig større dominans av *C. capitata*. De to andre prøvene (SO1 – 1+2 og SO1-3) hadde omtrent likt fordelt dominans mellom *C. capitata* og *M. fuliginosus*.

I prøvene fra SO2 var det en mindre tydelig dominans av flerbørstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* som er ikke uvanlig å finne i litt reduserte forhold som innerst i fjorder. Likevel hadde prøvene en god biodiversitet med høyt antall dyr, hvor flere assosieres med uberørte forhold. Begge prøvene fra SO2 var ganske like hverandre i antall og sammensetning.

Merk at prøvene er analysert som fem enkeltprøver og at statistikk er gjennomført med utgangspunkt i dette. Det er ikke tatt hensyn til eventuelt sammenslått prøvemateriale eller lignende. Rapporten presenterer kun analyseresultater fra tilsendte bunnprøver. Åkerblå har ikke ansvar for innsamlingsmetode, rapporteringskrav eller annet enn resultatet av artsidentifiseringen som presenteres i denne rapporten.

## 5 Litteraturliste

- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014). Standard Norge
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.

## 6 Vedlegg

### Vedlegg 1 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V1.1) og språkbruk (V1.2).

#### *V1.1 System: Overgang fra AMBI til NSI*

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

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

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

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

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

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

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

### V1.2 Språkbruk: Endringer

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

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

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

### V3.3 Endringer i NSI-grupper

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Vedlegg 2 - Indeksbeskrivelser

### V4.1 Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$  er beskrevet som

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

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



#### V4.2 Sensitivitet og tetthet

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

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

NQI-indeksen er gitt ved formelen

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

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

#### V4.4 Normalisering

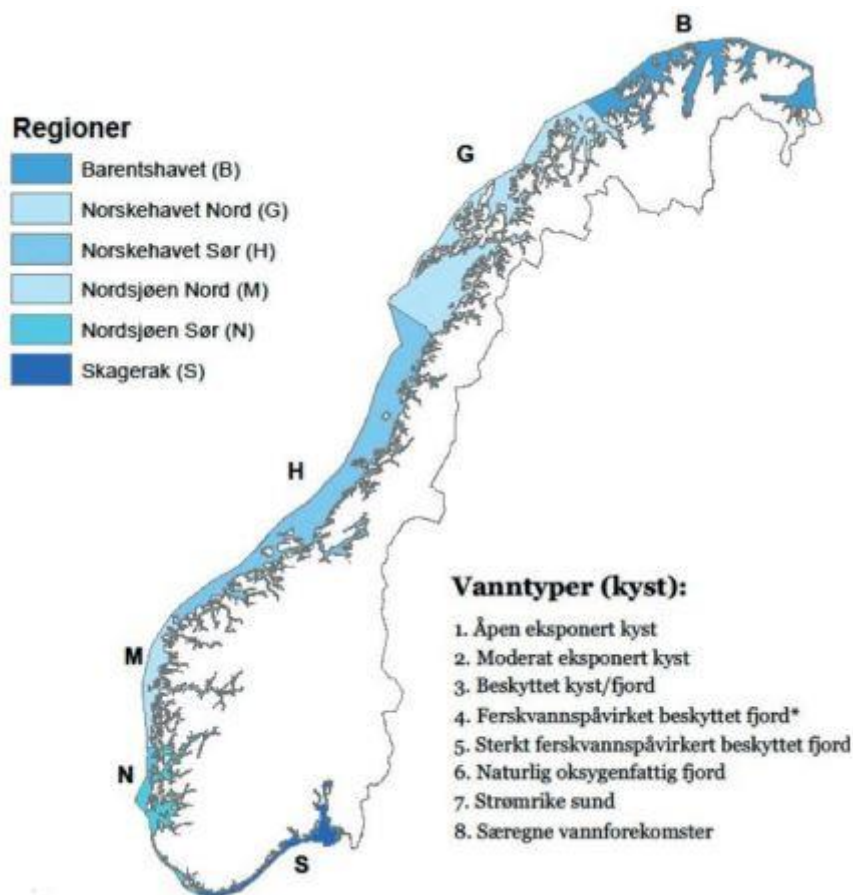
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom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

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

### Vedlegg 3 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V3.1-V3.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V3.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 (2018) ved stasjoner utenfor anleggssonen.



**Figur V3.1** Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V3.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018 (2018)

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-3	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(S1-3)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
5	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(S5)	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(N1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(N3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
1-2	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
(M1-2)	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
3-5	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
(M3-5)	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
1-3	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H1-3)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
4-5	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
(H4-5)	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Tabell V3.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand\*.

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

\*Tilstandsklasse

Tabell V3.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder O2:2018 (2018) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

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

\* Tilstandsklasse

\*\* Regnet fra ml O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

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

**Tabell V3.4** Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

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

\*Miljøtilstand

## Vedlegg 4 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert taksonomisk, for all fauna funnet ved Puddefjorden – våren 2019 (Tabell V4.1).

**Tabell V4.1** Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e Foraminifera, phylum Bryozoa, kolonielle Porifera, infraklasse Cirripedia, kolonielle Cnidaria, phylum Nematoda og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NSI (EG)	SO1 - (1+2)-1	SO1-3-1	SO1-4-1	SO2 - (1+2)-1	SO2 - (3+4)-1
Ampharete lindstroemi kompleks					4	3
Ampharete octocirrata	1				13	28
Amphictene auricoma	2				1	1
Aphelochaeta sp.	2				2	
Aphrodita aculeata	1				2	2
Aricidea sp.	1				1	
Capitella capitata kompleks	5	586	298	1213	2	
Chaetozone setosa kompleks	4				276	179
Cirratulus caudatus					1	1
Diplocirrus glaucus	2				1	4
Dipolydora sp.		3	1		14	11
Exogone verugera	1				6	2
Flabelligeridae (Pherusa sp.)	2		1			
Galathowenia oculata	3				106	103
Glycera sp.	2	1	2		18	20
Goniada maculata	2				17	20
Hesionidae	2			2	4	
Hypereteone foliosa					1	1
Lumbrineridae	2				16	16
Macrochaeta clavicornis	1					1
Malacoceros fuliginosus	5	436	365	254		
Mediomastus fragilis	4			1	77	34
Melinna sp.						1
Naineris quadricuspida		1				
Nereididae				3		
Owenia borealis	2				38	43
Oxydromus vittatus	3	2		3		1
Paradoneis lyra	2				6	1
Paramphinome jeffreysii	3				3	6
Pectinaria belgica	2		1			
Pholoe baltica	3				7	1
Phyllodoce mucosa	5	2	1	5		
Pista cristata	2	2			2	2
Pista sp.					6	4
Polynoidae	2			1	4	5
Prionospio cirrifera	3				428	360
Prionospio fallax	2				306	253

Protodorvillea kefersteini	4			1		
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4				504	449
Sabellidae	2				6	2
Scalibregma inflatum kompleks	3	7	1	1		
Scolelepis sp.	1				1	1
Scoloplos armiger kompleks	3	1			28	10
Sosane wahrbergi	2				7	3
Sosane wireni	1				7	1
Spiophanes kroyeri	3	1				
Streblosoma intestinale	1				3	3
Syllis cornuta	3				14	9
Terebellides sp.	2				2	3
Tharyx killariensis	2				6	2
Thelepus cincinnatus	1			1		
Oligochaeta	5				1	
Tubificoides benedii	5	5	5	11	14	
Bivalvia	1				1	
Abra nitida	3	3			2	
Acanthocardia echinata	2				3	2
Arctica islandica	3				9	9
Corbula gibba	4	3	2		20	19
Ennucula tenuis	2				1	
Hiatella rugosa				1		
Kurtiella tumidula	1					3
Lucinoma borealis	1				6	3
Macoma calcarea	4				1	
Myrtea spinifera	2				3	2
Mytilus edulis	4	8	2	13		1
Parvicardium minimum	1				2	3
Parvicardium pinnulatum	3				14	9
Phaxas pellucidus	2					1
Similipecten similis	1				2	
Thracia sp.	2	1			14	9
Thyasira flexuosa	3				149	165
Timoclea ovata	1				1	
Acteon tornatilis	1					2
Aporrhais pespelecani				1	2	
Cylichna cylindracea	2				14	17
Euspira montagui	2				2	
Philinidae	2				2	4
Rissoidae		13	1	8		
Scaphander sp.		3	1			
Antalis entalis	1					1
Caudofoveata	2				1	
Amphipoda	2	1	1			
Ampelisca sp.	1				6	6
Protomedeia fasciata	4			17		
Westwoodilla caecula	1				11	3



Cumacea	1			1	
Eudorella emarginata	3			9	3
Eudorella sp.	1			1	
Liocarcinus pusillus	1		1		
Nymphon sp.				1	3
<b>Balanus balanus</b>		<b>1</b>			
Ophiuroidea	2			3	4
Irregularia	1			1	
<b>Bryozoa</b>		<b>1</b>			
Asciacea	1		1		
Cerianthus lloydii	3			9	14
Edwardsiidae	2			94	101
Virgularia mirabilis	2			1	1
<b>Nematoda</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>105</b>	
Nemertea	3			20	10
Chironomidae		1			

Tillegg til Åkerblå-rapport MCR-M-19045-Vår-2019 «Bunndyrsundersøkelse for COWI AS - Vår2019».

Forfatter: Martin M. Hektoen

Dato: 06.05.2020

Diversitets- og sensitivitetsindekser er beregnet for summen av stasjonene SO1 og SO2.

## SO1

**Tabell 1** Faunaresultater fra SO1 i tillegg til indekser. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR Š). Gjennomsnittet av nEQR Š-verdiene er stasjonsverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht. Veileder 02:2018).

Indeks	SO1	nEQR Š
S	32	
N	3277	
NQI1	0,387	0,271
H'	1,271	0,267
J	0,254	
H'max	5,000	
ES100	5,274	0,211
ISI	7,420	0,572
NSI	6,496	0,130
<b>Stasjonsverdi</b>		0,290

## SO2

**Tabell 2** Faunaresultater fra SO2 i tillegg til indekser. Bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR Š). Gjennomsnittet av nEQR Š-verdiene er stasjonsverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht. Veileder 02:2018)

Indeks	SO2	nEQR Š
S	79	
N	4341	
NQI1	0,616	0,576
H'	3,823	0,781
J	0,607	
H'max	6,304	
ES100	21,190	0,680
ISI	8,840	0,815
NSI	20,523	0,661
<b>Stasjonsverdi</b>		0,703

## Artsbestemmelse og vurdering av materialet.

### Begrensninger i data.

Materialet er samlet inn med en enorm kvalitets forskjell på media. 5K har over 40 ganger så stor oppløsning som SD (signalet på ROV'en). Selv ved 5K oppløsning er det ikke alltid mulig å bestemme arter fordi man må ty til små kjennetegn og karakteristikk for sikker ID. Utfordringen var i all hovedsak oppløsningen på ROV bildene fordi dersom ROV'en ikke var parkert nær bunnen så var det vanskelig å få sett dyr og alger i god nok oppløsning til å vite hva man ser og enda vanskeligere å gi riktig ID.

Filming var utført på ulike tider på året (August for 5K materialet, Oktober/November for ROV materialet). Dette har noe innvirkning på hvor lett det er å bestemme alger som ofte råtner/faller fra hverandre om høsten. Det forekommer også en del endringer i sammensetningen av fisk i området gjennom året, men disse er nok minst om høsten da det er i hovedsak gytevandringer og mattilgang som styrer dette for de pelagiske artene våre og disse gyter vinter, vår og forsommer så jeg forventer ingen forskjell når det gjelder disse.

### Område beskrivelse

#### Sukkertare

Materialet overlapper kun i ytre del av Puddefjorden. **Her kan man enkelt se at re-etableringen av sukkertare på bunnen har økt markant mellom de to observasjons årene 2018 og 2019.** Sukkertare er en nøkkel-art og er godt kjent som en god indikator på et økosystems helse. I et tare-økosystem er det vesentlig mer fisk og smådyr, som snegler og krepsdyr, enn i et trådalge-samfunn. Spesielt vinterstid vil sukkertare (som er flerårig) kunne gi ly for dyr og fisk, mens trådalgene (som er ettårig) da er borte. Sol, næringssalter, temperatur og partikler påvirker veksten og konkurranseforholdet og dermed utbredelsen av sukkertare og trådalger. Gitt gode vilkår vil sukkertare utkonkurrere trådalger. Nye substrat vil ha lite næring og ville kunne gi gode vilkår for sukkertare om havtemperatur (<19C) og tilført slam holdes lavt. Her spiller strøm en vesentlig rolle. Sukker tare observasjoner i alt innsamlet materiale tegner et bilde av at den forekommer på både TBM masser og erosjons-masser. Den forekommer sjelden på TBM masser på grunt vann, og taren har størst tetthet i de øverste 5m med minkende tetthet til omtrent ingenting ved 15m og dypere. Trådalger forekommer i hele området, dog er observasjonene i hovedsak utført i en periode hvor disse er i ferd med å forsvinne så det er vanskelig å si noe om hvor stor utbredelse disse har om sommeren og om sukkertare vil kunne utkonkurrere disse over tid.

Det er en rekke andre alger i området, dessverre er det meget vanskelig å bestemme hvilke det er vi har foran oss på mye av materialet. Det krever ofte mye nærmere ettersyn om man skal være sikker på en identifikasjon, spesielt når det gjelder enkelte rødalger.

Sukkertare områdene har mer fisk særlig finner vi mye tangkutling over og rundt taren. Noe bergkutling finnes også på bunnen. Gyltefisker (Bergnebb og Bergylt) finnes i hele området med større tetthet i områder med steinmasser og større sprengsteinsområder. Grønngylt som bygger reir av alger var kun observert i sprengsteinsuren helt inne i Solheimsviken, et område uten noe tildekking.

Sukkertaren har også en god del epifytter og påvekst av posthornmark og bryozoaer på stipes og thallus. Mengden øker med tarens alder så en kan forvente at dette øker fordi området stort sett består av ung sukkertare.

#### Etablering av fastsittende dyr

Vi finner i Hvitørsmark (*Hydroides norvegica*) over alt i undersøkelsesområdet. Dette er forøvrig en art som raskt etablerer seg raskt på fremmede gjenstander i havner s.feks båtskrog brygge fundament osv.

Eldre eksisterende steiner, søppel og konstruksjoner samt målepinnene har ofte det rikeste påslaget av ulike arter. Her er det både et tidsaspekt og at disse leveområdene ofte stikker godt opp over bunnen og dermed tiltrekker seg andre filter-spisere som Påfuglmark (*Sabella* sp.) og dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) samt ulike sjøpunger (*Ciona* sp., *Corella* sp.) en hva som er vanlig på flat bunn.

## Oppsummering av videoregistrering ac arter 2018/2019, Espen Rekdal

### **Mobile dyr**

Mobile bunndyr som sjøstjerner (Marthasterias, Asterias) og kråkeboller (Echinus og Psammechinus) og anemoner (Urtecina) finnes i små mengder i området. Jeg anslår konsentrasjonen av disse til å være under det man normalt vil kunne forvente å finne i tilsvarende områder. Sjøstjerner lever i hovedsak på skjell som lever nedgravd i bunnen samt fastsittende skjell (blåskjell) og andre dyr f.eks rur på bryggekonstruksjoner o.l. Næringstilgangen til disse kan være redusert i og med at det vil ta tid før gravende skjell er etablert i bunnsubstratet igjen.

### **Smådyr og meiofauna**

Med tanke på hvor mye steiner og dermed gode lokaliteter for ulike typer krepsdyr (krabber, reker, trollhummere) ville det vært meget interessant å se om noen av disse har rukket å etablere seg i særlig erosjonsmassene under sukkertare beltet. Slike områder pleier å være svært rike på krepsdyr. Disse er umulig å se/registrere med ROV.

### **Infauna**

Visuelle metoder er svært uegnet til å undersøke forekomster av infauna. Likevel så vi klare tegn på fjæremark (Arenicola) innerst inne i Solheimsviken.

## **Video notater**

Kvaliteten på videoen er lite egnet til å registrere arter. Det er nok flere typer alger og såkalt epifauna på sukkertare og steinene som vi ikke klarer å identifisere.

### **Film A - Mølenpriskaaien**

Området består av hovedsakelig erosjonsmasser langs land i skråningen, med TBM områder utenfor og litt dypere.

Det er god tilbakevekst av sukkertare, skolmetang samt gode forekomster av tangkutling i området. Tilbakevekst av rødalger og Hvitror mark på stein.

Litt utenfor finner vi TBM masser med god algevekst. Området er betydelig mer begrodd enn bildene fra 2019 viser.

### **Film B - Wieselageret (Møhlenpriskaaien).**

Samme beskrivelse som Film A.

### **Film C - 3B2**

Område med hovedsaklig TBM masser. Nesten alle registreringer var på selve målepinnen.

### **Film D - 3B2**

Området består av hovedsakelig erosjonsmasser langs land i skråningen. Noe mindre påslag av sukkertare og andre alger her. (Noe senere på året -> algene går i oppløsning utover høsten).

### **Film E1-3 - 3B4**

Det er god tilbakevekst av sukkertare, skolmetang samt gode forekomster av tangkutling i området. Tilbakevekst av rødalger og Hvitror mark på stein.

### **Film I**

Ett dypere område med mye mindre påslag av sukkertare og andre alger.

### **Film J**

15m

Dypere. Området har ingen tarevekst. Påslag av hvitrørsmark og enkelte anemoner.

### **Film K +L**

Blandingsbunn med TBM masser i det dypere området og erosjonsmasser på grunna. Noe sukkertare i de grunneste områdene mellom TBM og erosjonsmasser. Dypere områder stort sett uten påslag av annet enn hvitrørsmark synlig, noen små områder kan se ut som om de har koralina (kalkalger).

## Oppsummering av videoregistrering ac arter 2018/2019, Espen Rekdal

### **Film M**

Veldig mye gammelt søppel som ser ut som om det har ligget lenge. Området like ved kaien ser ikke ut til å være dekket av nye masser.

### **Film N**

Hovedsaklig erosjonsmasser og eksisterende større steiner og bryggestrukturer. Noe gammelt søppel. Mest liv nært land. Sukkertare stort sett rundt  
Noe sukkertare er etablert på massene, hvitrørsmark og noen typiske mobile invertebrater som korstroll og kråkebolle.

### **Film O**

Filmet tidlig på morgenen, svært dårlig lys og oppløsning.

### **Film P**

Filmet tidlig på morgenene i begynnelsen. Nesten uten lys. Enda vanskeligere å artsbestemme. Området er grunt (3-5m) og hovedsaklig dekket av sukkertare og en masse andre rødalger som ikke tar seg identifisere.

### **Film Q**

Hakkete video. Bunnen er bekledd av sukkertare og en eller flere typer rødalge. Pixelering av signalet og manglende oppløsning, frames gjør iD vanskelig og usikker.

### **Film R**

Grunt område som er rikt dekket av grønn, brun og rødalger. Vanskelig å bestemme algene fordi det meste er startet å gå i oppløsning (sent på året).  
Noe sukkertare. Viser propell erosjon i erosjonsmassene. Viser tydelig at massene som har ligget i ro er dekket av alger.

### **Film S**

Begynner i tett sukkertare skog, med mye alger, tangkutling og annen fisk. 3-5m dybde.

Går dypere. 12m+ Ingen taredekke, kun stein. Andre typer fisk, lange, hvitting, blåstål.

Table 1

Poster	Norsk Navn	Artnavn	Habitat	I tildekket område	Spesifikasjon detaljer.
<b>2018</b>	<b>45 Arter</b>				<b>45 Arter Totalt.</b>
<b>C002</b>	Hvitting (yngel)	Merlangius melanges	I hele området	x	
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens	I hele området	x	
<b>C003</b>	Torsk	Gadus Morhua	I hele området		
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris		x	
	Korstroll	Asterias rubens	I hele området	x	
	Sukker tare	Laminaria saccharina	I hele området	x	
	Sjøsalat	Ulva lactuca	I hele området	x	
<b>C004</b>	Rødalger (Rekeklo?)	Ceramium rubrum	I hele området	x	
<b>C005</b>	Hummer	Homarus gammarus	På eksisterende struktur.		
	Bergkutling	Pomatoschistus pictus		x	
	Sjøpung (Rektangulær sjøpung?)	Ascidia virginea	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
	Søl	Palmaria palmata		x	
	Rødalge (Krusflik?)	Chondrus crispus		x	
<b>C006</b>	Sjøpung	Citone intestinalis		x	
	Bergylt	Labrus bergylta		x	
	Blåstål	Labrus mixtus		x	
	Dødmannshånd	Alcyonium digitatum	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
<b>C009</b>	Tarmgrønnske	Ulva intestinalis			
<b>C010</b>	Lyr	Pollachius pollachius		x	
<b>C012</b>	Hydroider (Abietinaria ?)	Arbietinaria sp.		x	
<b>C016</b>	Rød kalkkrømark?	Serpula vermicularis	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
	Skolmetang	Halidrys siliquosa	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
<b>C018</b>	Eikeving?	Phycodrys rubens	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
<b>C022</b>	Grønn dusk	Cladophora rupestris		x	
	Ål	Anguilla anguilla		x	
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis		x	
<b>c023</b>	Sjølyng?	Heterosiphonia plumosa		x	
<b>C024</b>	Sandkutling	Pomatoschistus minutus		x	
	Posthormark	Spirorbis spirorbis	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
	Brødsvamp?	Halichondria panicea	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
<b>C036</b>	Mosdyr	Ukjent art.	På skolmetang/eksisterende struktur.		
<b>C038</b>	Grønnlyt	Ctenolabrus melops		x	
<b>C039</b>	Langpigget kråkebolle	Echinus acutus		x	
	Rød kråkebolle	Echinus esculentus	På eksisterende struktur. Utilekket område.		
<b>C042</b>	Ubestemmelig flyndre			x	
	Krystallkutling	Crystallogobius linearis		x	
<b>C045</b>	Tangsjøpinnsvin	Psammechinus militaris	På eksisterende struktur. Utilekket område. Sprengstein.	x	
<b>C047</b>	Fjæremark	Arenicola marina		x	TBM masser innerst i Solheimsviken.
<b>C051</b>	Blåskjell	Mytilus edulis	Under brygga		
<b>2019</b>					
<b>Film A</b>	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Korstroll	Asterias rubens			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Skolmetang	Halidrys siliquosa			
	Hvitror mark	Hydroides norvegica			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	Bergkutling	Pomatoschistus pictus			
	Eikeving?	Phycodrys rubens			
	Bergylt	Labrus bergylta			
	Rødalger?				
<b>Film B</b>	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			

Poster	Norsk Navn	Artnavn	Habitat	I tildekket område	Spesifikasjon_detaljer.
<b>2018</b>	<b>45 Arter</b>				<b>45 Arter Totalt.</b>
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Bergylt	Labrus bergylta			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Rødalger				Flere arter.
	Korstroll	Asterias rubens			
	Slangestjerne				
<b>Film C</b>	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Rødalger				Flere arter.
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Taskekrabbe	Cancer pagurus	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Skolmetang	Halidrys siliquosa	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Parallelogram sekkdyr	Corella parallelogramma	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Rektangulærsjøpung	Ascidia virginea	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Eikeving?	Phycodrys rubens			Vanskelig å se, dekket av epifytter.
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
<b>Film D</b>	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Rødalger				Flere arter.
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Skolmetang	Halidrys siliquosa			
<b>Film E1</b>	Havsalat	Ulva lactuca			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica			
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Skolmetang	Halidrys siliquosa			
	Membranmosdyr	Membranipora membranacea			
	Eikeving?	Phycodrys rubens			
	Hvitting (yngel)	Merlangius melanges			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis			
	Rød kråkebolle	Echinus esculentus			
<b>Film E2</b>	Lyr	Pollachius pollachius			
	Torsk	Gadus Morhua			
<b>Film E3</b>					
<b>Film F</b>	Bergylt	Labrus bergylta			
	Søl	Palmaria palmata			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica			
	Rødhånd	Callophyllis laciniata			
	Bergkutling	Gobiusculus flavescens			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
<b>Film G</b>	Bergylt	Labrus bergylta			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Havsalat	Ulva lactuca			
<b>Film H</b>	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis			
	Sjøpung	Cione intestinalis	På Tauverk		

Poster	Norsk Navn	Artnavn	Habitat	I tildekket område	Spesifikasjon detaljer.
2018	45 Arter				45 Arter Totalt.
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Korstroll	Asterias rubens			
	Havsalat	Ulva lactuca			
	Rødhånd	Callophyllis laciniata			
	Glasskutling	Crystallogobius linearis			
	Påfuglmark	Sabella			
<b>Film I</b>	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Påfuglmark	Sabella	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Hvitrorrmark	Hydroides norvegica			
	Rektangulær sjøpung	Ascidia virginea	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Hydroider	Usikker artsbestemmelse.	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Korstroll	Asterias rubens	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Bergkutling	Gobiusculus flavescens			
<b>Film J</b>	Bergylt	Labrus bergylta			
		Asterias rubens			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	Glasskutling	Crystallogobius linearis			
	Sjørøse	Urticina eques			
	Lange	Molva molva			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Torsk?	Gadus Morhua			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Dødmannhånd	Alcyonium digitatum	På eksisterende stor stein.		
	Bergkutling	Pomatoschistus pictus			
<b>Fim K+L</b>	Rød kråkebolle	Echinus esculentus			
	Korstroll	Asterias rubens			
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Isahvsstjerne	Marthasterias glacialis			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Glasskutling	Crystallogobius linearis			
	Hvitrorr mark	Hydroides norvegica			
	Tangkutling	Gobiusculus flavescens			
	Bergkutling	Pomatoschistus pictus			
	Rødhånd	Callophyllis laciniata			
	Påfuglmark	Sabella	På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Sjøpung (Rektangulær sjøpung?)	Ascidia virginea			
	Lyr	Pollachius pollachius			
<b>Film M</b>	Bergylt	Labrus bergylta			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Ribbemanet	Bolinopsis infundibulum			
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Korstroll	Asterias rubens			
	Rødkråkebolle	Echinus esculentus			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	Bergkutling	Pomatoschistus pictus			
	Glasskutling	Crystallogobius linearis			
	Hvitrorrmark	Hydroides norvegica			
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis			
<b>Film N</b>	Blåstål	Labrus mixtus			
	Bergylt	Labrus bergylta			
	Lyr	Pollachius pollachius			
	Korstroll	Asterias rubens			
	Sukkertare	Laminaria saccharina			
	Sjøpung	Clione intestinalis	På tau/vaier		



Poster	Norsk Navn	Artnavn	Habitat	I tildekket område	Spesifikasjon detaljer.
2018	45 Arter				45 Arter Totalt.
	Rødkråkebolle	Echinus esculentus			
	Bergnebb	Ctenolabrus rupestris			
	HVitrørsmark	Hydroides norvegica			
	Torsk	Gadus Morhua			
	Glasskutling	Crystallogobius linearis			
	Ishavstjerne	Marthasterias glacialis			
<b>Film O</b>					
	Sukkertare				
	Korstroll				
	Hvitting?				
	HVitrørsmark				
	Skolmetang				
	Ribbemanet				
	Glasskutling				
	Blåstål				
	Lyr				
	Hyse?				
<b>Film P</b>					
	Sukkertare				
	Korstroll				
	Ribbemanet				
	Tangkutling				
	Bergylt				
	HVitrørsmark				
	Skolmetang		På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Eikeving?		På eksisterende struktur. Målepinne.		
	Bergnebb				
	Lyr				
	Rødkråkebolle				
<b>Film Q</b>					
	Tangkutling				
	Sukkertare				
<b>Film R</b>					
	Lyr				
	Sukkertare				
	Korstroll				
	Bergnebb				
	Ribbemanet				
	Tangkutling				
	Bergkutling				
	Bergylt				
<b>Film S</b>					
	Lyr				
	Sukkertare				
	Tangkutling				
	Bergnebb				
	Korstroll				
	Blåstål				
	Sei				
		Cilione intestinalis	På rør		
	Ribbemanet				
	Hvitting?				
	Rød kråkebolle				
	Lange				