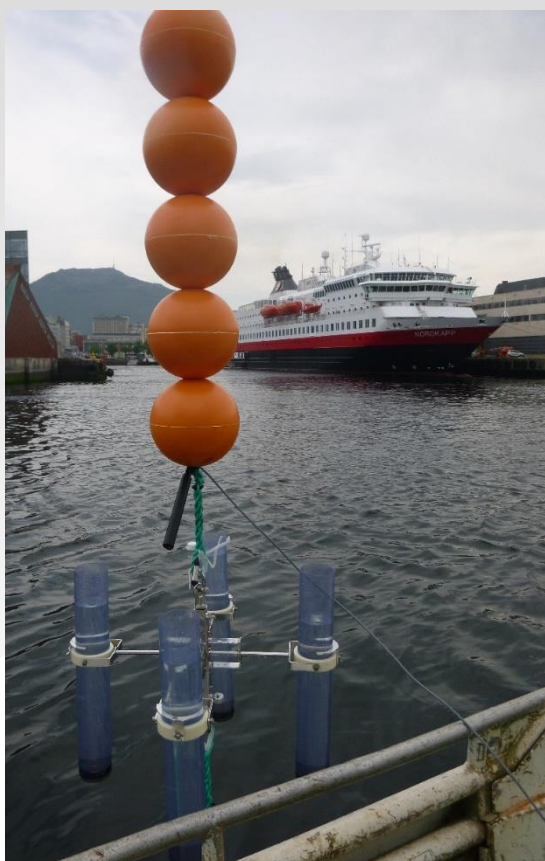
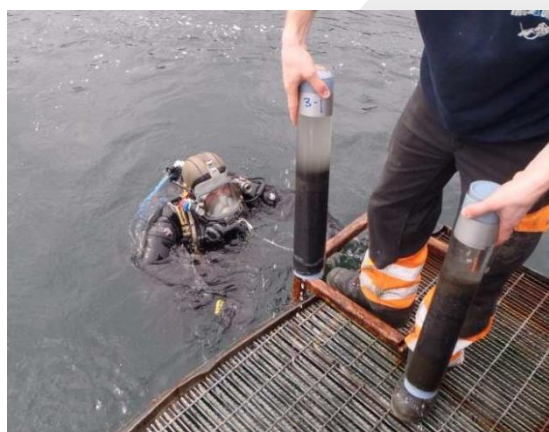


BERGEN KOMMUNE

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR PUDDEFJORDEN 2018-2028

PROGRAM FOR LANGTIDSOVERVÅKING AV MILJØTILSTAND
ETTER MUDRING OG TILDEKKING AV SJØBUNNEN I PUDDEFJORDEN



COWI

BERGEN KOMMUNE

OVERVÅKINGSPROGRAM FOR PUDDEFJORDEN 2018-2028

PROGRAM FOR LANGTIDSOVERVÅKING AV MILJØTILSTAND ETTER MUDRING OG
ETABLERING AV NY REN SJØBUNN I PUDDEFJORDEN

OPPDRAGSNR.

A095679

DOKUMENTNR.

A095679-2019-002

VERSJON

002

UTGIVELSESDATO

28.01.2022

BESKRIVELSE

Overvåkingsprogram

UTARBEIDET

Torunn Lutro
Elisabeth Nesse
Ane Gjesdal

KONTROLLERT

Bjørn Christian Kvisvik

GODKJENT

Bjørn Christian
Kvisvik

Revisjonslogg

Versjon	Utgitt dato	Endringer
001	15.05.2019	
002	28.01.2022	<p>Referanser til gjennomført 1-års kontroll og oppfølgende undersøkelse.</p> <p>Korrigerings av figur 2, tabell 2 og 3.</p> <p>Kap 3.1.2: Ekstra prøvetaking av sediment ved slippområdet på Marineholmen og i Søråvågen. Sjøbunnen i tiltaksområdet undersøkes også med sedimentprøver av 0-2 cm for å bedre kunne identifisere rekontaminering. Sedimentprøvene analyseres for anbefalte parametere i M-409 eks. toksisitetstester.</p> <p>Kap 3.2.1, bunndyrundersøkelser utføre i 2 hugg pr stasjon.</p> <p>Kap 3.3.2, skjell analyseres for dioksiner, dioksinliknede PCB og kondisjonsindeks.</p> <p>Kap 3.4.1, sedimentfelle i delområde 2A ved slippen på Marineholmen, ST16.</p>

INNHOOLD

1	Innledning	7
1.1	Gjennomførte tiltak	7
1.2	Rammer og krav til overvåkingsprogrammet	8
2	Prøvetakingsstrategi	11
2.1	Mål og metodevalg	11
2.2	Tidsplan.....	12
2.3	Målestasjoner	13
3	Metodebeskrivelse	14
3.1	Overvåking av tildekkingslag og miljøtilstand i vann	14
3.2	Overvåking av rekolonisering	18
3.3	Overvåking av miljøgifter i sjømat.....	18
3.4	Overvåking av rekontaminering	20
3.5	Film og bilder	20
4	Oppsummering av overvåkingsprogram.....	22
5	Rapportering og evaluering	24
6	Referanser	25
7	Vedlegg	27
	Vedlegg 1 Prinsippskisse for målerigg.....	27
	Vedlegg 2 Målestasjoner	28
	Vedlegg 3 Tiltaksområdet inndelt i delområder og delfelt	30
	Vedlegg 4 Tildekkingstykkelse og målepinner	31

1 Innledning

Bergen kommune har gjennom prosjektet Renere Puddefjord gjennomført mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i indre del av Puddefjorden. Tiltaket ble avsluttet i 2018 og er beskrevet i prosjektets sluttrapport (1).

Sjøbunnen og miljøtilstanden i Puddefjorden skal videre overvåkes for å undersøke utviklingen over tid. På oppdrag fra Bergen kommune er det utarbeidet et overvåkingsprogram som dekker den første 10-års perioden etter tiltak.

Overvåkingsprogrammet er basert på gjennomførte tiltak og målinger, prosjektets miljømål, krav i tiltakets tillatelse (2) og generelle krav til langtidsovervåking av oppryddingstiltak i forurenset sjøbunn (2).

Programmet vil være et levende dokument som evalueres og eventuelt justeres underveis i overvåkingsperioden.

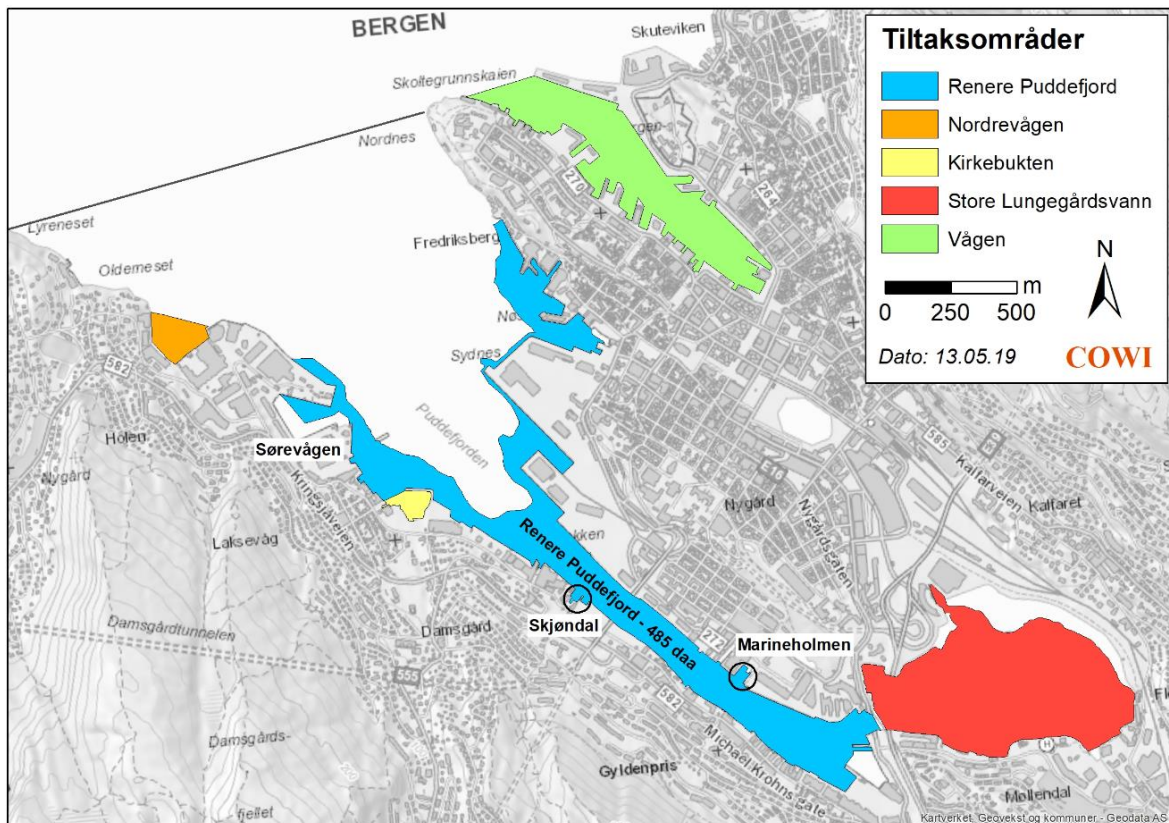
1.1 Gjennomførte tiltak

Tiltaksområdet til Renere Puddefjord omfatter sjøbunnen ned til 20-25 meter i et ca. 485 daa stort område fra gamle Nygårdsbro i Solheimsviken og utover til Søreivågen i vest og Georgernes Verft i øst (Figur 1). Til sammen er det fjernet 132 tonn avfall og mudret 10 000 tonn forurenset masse. Avfallet er levert til godkjent deponi.

Eiendomshaverne til Nordrevågen (ca. 25 daa), deler av Søreivågen (ca. 15 daa) samt to mindre slip-områder, henholdsvis på Marineholmen og Skjøndal slip, har gjennomført tilsvarende oppryddingstiltak i samme periode etter egne tillatelser (Figur 1). Til sammen er det etablert ny sjøbunn i Puddefjorden ved tildekking av totalt ca. 525 daa med rene tunnelboremasser (TBM-masser) fra Ulriken. I områder som er mest utsatt for strøm og propellerrosjon er den nye sjøbunnen erosjonssikret med grovere masser (ca. 100 daa).

Store Lungegårdsvann grenser til Puddefjorden i sørøst. Sedimentene i Store Lungegårdsvann er også forurenset og det er planlagt at det skal utføres tiltak i løpet av 2022/2023.

I Kirkebukten ble det gjennomført mudring og tildekking i 2011. Resultater av miljøovervåking 4 år etter tiltak i dette området viser at tiltakene er effektive (3). Overvåking av tiltakene i Kirkebukten følger eget overvåkingsprogram og skal gjennomføres neste gang i 2019 og 2022.



Figur 1 Oversikt over tiltaksområdene i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann

1.2 Rammer og krav til overvåkingsprogrammet

1.2.1 Vilkår i tillatelse

Fylkesmannen i Hordaland har i sin tillatelse til tiltaket i Puddefjorden, stilt følgende krav til langtidsovervåking, vilkår 8.5 (2):

- *Formålet med overvåkingen er å undersøke om tildekkingslaget er fysisk intakt (tykkelse, utbredelse, erosjonssikring), og om det har evnen til å isolere miljøgiftene.*
- *Overvåkingen skal gjennomføres periodisk og i første omgang over 10 år. Første overvåking av tiltaksområdet skal gjennomføres innen ett år.*
- *Overvåkingsprogrammet skal planlegge for hyppigere overvåking i det tildekkede området og mindre hyppig overvåking av hele Puddefjorden, definert som området innenfor linjen mellom Lyreneset og Nordnes.*
- *Bergen kommune har ansvar for en samlet overvåking av hele Puddefjorden, inkludert eventuell påvirkning fra Sørevågen og Nordrevågen og påvirkning fra sjøarealene i Puddefjorden hvor det*

ikke gjøres tiltak. Overvåking av tildekkingslagets funksjon i Nordrevågen og Sørrevågen skal utføres av de respektive tiltakshaverne og omfattes ikke av Bergen kommunes tillatelse» (2).

- *Overvåkingen skal angi omfang, frekvens og overvåkingemetoder og være i tråd med Vannforskriftens bestemmelser.*
- *Overvåkingen skal gi et faglig grunnlag for å vurdere:*
 - a) *Om tildekkingslaget er fysisk intakt og at lagets isolerende evne fungerer*
 - b) *Om miljømål for Puddefjorden og indre Puddefjorden¹ oppnås*
 - c) *Status for reetablering av bunnfauna og arts mangfold på sjøbunnen*

1.2.2 Miljømål

Miljømålene for hele Puddefjorden (4) :

- *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*

Det er i tillegg fremsatt miljømål for Indre Puddefjorden i Fylkesmannens tillatelse, vilkår 4.2 (2)

- *Det skal etableres et varig, tett tildekkingslag som isolerer miljøgifter på tildekket sjøbunn. Innhold av PAH16 og PCB7 og tungmetaller² i ny sjøbunn (topplag 0-10 cm) skal ikke overskride tilstandsklasse III.*

Dette miljømålet er samsvarende med det som er fremsatt i tillatelsene til tiltakene i Nordrevågen (5) og Sørrevågen (6).

1.2.3 Vannforskriften

Forskriften om rammer for vannforvaltningen trådte i kraft 1. januar 2007 og innførte EUs vannrammedirektiv i norsk forvaltning. Denne stiller tydelige og nye krav om at tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand. I Regional plan for vassregion Hordaland 2016-2021, er Byfjorden indre del angitt med moderat økologisk tilstand og miljømålet om god tilstand har tidsfrist i 2027/33 (vannforekomst ID: 0261010800-4-C) (7).

Definisjon av god tilstand er gitt ved grenseverdier i *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann, sediment og biota* (8).

¹ Indre Puddefjord dekker tiltaksområdet Renere Puddefjord

² tungmetaller= arsen, bly, kadmium, krom, nikkel, kvikksølv, sink og kobber.

1.2.4 Tidligere undersøkelser

Det foreligger resultater fra undersøkelser av miljøtilstand før og under gjennomføring av tiltak i Puddefjorden som er egnet som sammenlikningsgrunnlag for nye målinger og grunnlag for vurdering av utviklingen i området.

Forundersøkelser i Puddefjorden (2016)

Som en del av planleggingen av Renere Puddefjord ble det utført en omfattende forundersøkelse av spredning av forurensning i tiltaksområdet (9). Undersøkelsen omfattet spredning av vannløst og partikkelbundet forurensning samt utlekking fra sjøbunnen. Målinger ble utført i 6 målestasjoner ved bruk av sedimentfeller, turbiditetsmålere, vannprøver, passive prøvetakere og bentiske flukskammer. Det er gjort tilsvarende undersøkelse med sedimentfeller i Nordrevågen (10) (11).

Miljøovervåking under tiltaksgjennomføring i Puddefjorden (2017-2018)

Under gjennomføring av tiltakene i Puddefjorden ble miljøpåvirkningen overvåket med de samme metodene, med unntak av flukskammer, og målestasjonene som ble brukt før tiltak (12). I tillegg foreligger dokumentasjon på kjemisk innhold i ny sjøbunn og tildekkingslagets tykkelse som ble målt ved batymetrisk kartlegging, bonitering og avlesning av utplasserte målepinner (1). Det foreligger tilsvarende data i sluttrapport fra tiltakene i Nordrevågen (11), Sørrevågen (13) og fra tiltak ved slip-område på Marineholmen (14).

Overvåkingsresultater fra Kirkebukten (2015, 2019)

Bergen kommune gjennomførte opprydding og uttesting av tildekkingsmaterialer i Kirkebukten på Laksevåg i 2011. Miljøovervåking og vurdering av effekt av tiltaket er utført i flere omganger, sist i 2019 (15).

Kostholdsrådundersøkelser (2007-2009)

Mattilsynet har gjennomført flere undersøkelser av miljøgifter i sjømat som inkluderer lokalt fanget fisk, krabber og skjell fra Puddefjorden (16) (17) (18). Basert på disse undersøkelsene omfattes området i Puddefjorden av kostholdsråd mot inntak av visse arter. Ny kostholdsrådundersøkelse er planlagt i regi av Mattilsynet i 2019 (19).

Byfjordsundersøkelsen (1970-i dag)

Byfjordsundersøkelsen har pågått siden 1970-tallet og overvåker utvikling av vannkvalitet og bunndyrsamfunn i fjordene rundet Bergen. Byfjordsundersøkelsen har 2 målestasjoner innenfor tiltaksområdet i Puddefjorden (20).

Film og bilder (2017, 2018)

Før og etter tiltak er sjøbunnen i deler av Puddefjorden dokumentert med film og bilder. Arbeidet er utført av profesjonell undervannsfotograf (21).

Etterårskontroll med oppfølgende undersøkelse (2020)

Ettårskontrollen ble utført som beskrevet i denne planen (22). Resultatene ble fulgt opp i en kartlegging av mulig kilder til tilførsel av ny forurensning (23)

2 Prøvetakingsstrategi

Overvåkingsprogrammet skal være et levende dokument som evalueres underveis.

2.1 Mål og metodevalg

I tråd med fylkesmannens tillatelse pkt 8.5 skal overvåkingen gi et faglig grunnlag for å vurdere (2):

1. Om tildekkingslaget er fysisk intakt (tykkelse, utbredelse, erosjonssikring) og at lagets isolerende evne fungerer. Er det mangler ved tildekkingslaget må det repareres.
2. Om miljømål for Puddefjorden og indre Puddefjord oppnås.
3. Status for reetablering av bunnfauna og arts mangfold på sjøbunnen.

For å skaffe tilstrekkelig grunnlag skal det benyttes en kombinasjon av flere undersøkelsesmetoder (Tabell 1).

Miljømålene er knyttet til å begrense spredning av forurensning til mennesker og miljø. Spredning av forurensning fra sjøsediment foregår ved tre hoved mekanismer; 1) spredning av forurensete partikler, 2) utlekking og spredning av miljøgifter løst i vann 3) opptak av miljøgifter i organismer som lever i og på sjøbunnen.

Overvåking bør i størst mulig grad benytte de samme målestasjonene og metodene som i tidligere undersøkelser slik at resultatene er sammenlignbare. Overvåkingsprogrammet for Puddefjorden er derfor bygget opp etter samme lest som forundersøkelsen av spredning (9) og kontroll av tildekkingslagets tykkelse og kjemiske innhold som ble utført under og etter tiltak (1).

Programmet skal i tillegg koordineres med annen pågående overvåking. For vurdering av rekolonisering av bunndyr vil overvåkingen samordnes med Byfjordsundersøkelsen (20).

Når det gjelder undersøkelse av opptak av miljøgifter i fisk og sjømat, vil overvåkingen samordnes med Mattilsynets kostholdsrådundersøkelser (18).

Analyseresultater skal vurderes mot grenseverdier i veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann fra Direktorsgruppen for Vanndirektivet (8) og sammenliknes med tilsvarende målinger i tidligere undersøkelser og overvåkingsrunder (kap. 1.2.4).

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 (2)

Hva undersøkes	Metode	Spørsmål som overvåkingen skal gi svar på		
		Er tildekkingen intakt og fungerer den etter hensikten?	Oppnås miljømålene for Puddefjorden og indre Puddefjorden?	Hva er status for reetablering av bunnfauna og artsmangfold på sjøbunnen?
Om det foregår erosjon av tildekkingslaget eller erosjonssikringen	ROV/inspeksjon av målepinner og/eller batymetrisk kartlegging	X		
Forurensningsnivå i sjøbunnen	Sjøbunnsprøver	X	X	
Vannkvalitet	Prøvetaking av vann, passiv prøvetaking med POM	X	X	
Om tildekkingslaget isolerer underliggende forurensning	Bentisk flukskammer med passiv prøvetaker	X	X	
Reetablering av biologisk mangfold på ny sjøbunn	Bunndyrundersøkelse			X
Innhold av miljøgifter i biota	Eksponering av rene skjell og/eller analyse av lokal sjømat	X	X	
Om det foregår rekontaminering	Sedimentfeller		X	
Visuell vurdering av tildekkingslag og dyreliv	Filming med dykker	X		X

2.2 Tidsplan

Innsamling av overvåkingsdata skal gjennomføres innen 1 år (2018/2019), etter 4 år (2022) og 8 år (2026).

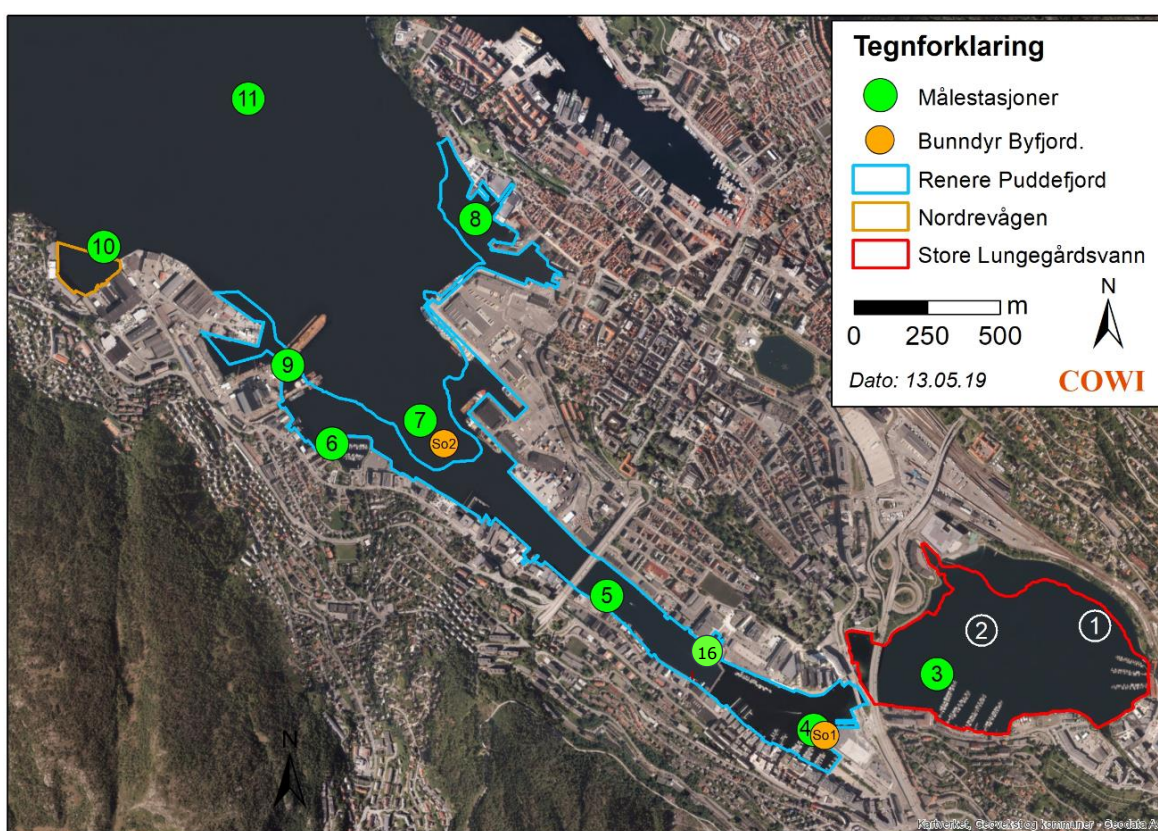
Etter hver overvåkingsperiode skal resultatene evalueres grundig for å vurdere utviklingen av miljøtilstanden i området og bestemme om målingene er hyppige nok og om prøvetakingsprogrammet er dekkende.

Førmålingene av spredning av forurensning ble utført ved ulike årstider og resultatene viste vesentlige årstidsvariasjoner (9). Det skal derfor gjennomføres to omganger med tilsvarende undersøkelser innen ett år etter avsluttet tiltak, fortrinnsvis på samme årstid som førmålingene, det vil si høst 2018 og sommer 2019. Etter 4 år og 8 år gjennomføres kun en runde med innsamling av spredningsmålinger. Måleperioden skal da legges til den årstiden som det i før- og ettermålingene har vist seg å være størst spredning.

2.3 Målestasjoner

Det skal fortrinnsvis benyttes samme målestasjoner som det er benyttet i tidligere tilsvarende undersøkelser. Lokalisering av prøvepunkt for ulike type målinger er vist i kart og koordinatlister i vedlegg 2-5.

Tillatelsen fra Fylkesmannen (2) presiserer at overvåkingen skal inkludere eventuell påvirkning fra Søreivågen og Nordrevågen, samt påvirkning fra sjøarealene i Puddefjorden der det ikke er gjort tiltak. Målestasjoner er plassert slik at de representerer ulike deler av Puddefjorden, ulike vandyp og aktiviteter som skipsfart og overløp fra avløpsnettet. Lokalisering av målestasjonene er vist i Figur 2. Stasjon 3-11 og stasjon So1 og So2 skal benyttes. Stasjon 1-2 ble brukt ved førmålinger i Store Lungegårdsvann, men skal ikke benyttes av dette overvåkingsprogrammet. Koordinatliste og vandyp er gitt i vedlegg 2.



Figur 2 Lokalisering av målestasjoner. Stasjon 3-11 samt So1 og So2 skal benyttes. ST16 nært slippområde ved Marineholmen forskningspark er ny stasjon fra 2022.

Stasjon 3-8 er videreføring av målestasjoner som ble benyttet i før-undersøkelsen og ved miljøovervåking under mudring og tildekking. I tillegg etableres en ny stasjon ved Søreivågen (stasjon 9), en utenfor Nordrevågen (stasjon 10) og en stasjon i ytre del av Puddefjorden (stasjon 11). I 4-årskontroll (2022) inkluderes en ny stasjon med sedimentfelle ved slippområdet på Marineholmen.

For å dra nytte av historiske måledata fra Byfjordsundersøkelsen benyttes flere av de samme målestasjonene i dette overvåkingsprogrammet. Dette gjelder stasjon 11 (som i Byfjordsundersøkelsen kalles St.14) og stasjonene So1 og So2 der det foreligger resultater fra bunndyrundersøkelser før tildekking.

Målestasjon nr. 3, 7, 10 og 11 står utenfor tildekket område, henholdsvis inne i Store Lungegårdsvann og på dypere vann ut mot Byfjorden. Resultater fra målinger i disse stasjonene vil kunne indikere om det foregår transport av forurensning fra tilgrensende forurensede områder.

Målestasjonene benyttes til samtidig datainnsamling med sedimentfeller, passive prøvetakere, bentiske flukskammer og skjell. Det anbefales at det benyttes en tilsvarende montering og sammensetning av utstyr som under førmålingene ved gjennomføring av miljøovervåking for å sikre sammenlignbare resultater. Måleriggene suppleres med eksponering av rene skjell. En prinsippskisse for montering av målerigger er vist i vedlegg 1.

På grunn av stor skipstrafikk må posisjonene til måleriggene meldes til Bergen havnevesen og Statens kartverk Sjø før hver ny periode slik at de kan registreres i tjenesten *Etterretninger for sjøfarende* (Efs). Alle målerigger skal merkes med flagg og lys.

3 Metodebeskrivelse

3.1 Overvåking av tildekkingslag og miljøtilstand i vann

3.1.1 Tildekkingslagets tykkelse

Metode

Tykkelse på tildekking og erosjonslag kontrolleres ved batymetrisk undersøkelse med multistråleekkolodd der endring i tildekkingstykkelse beregnes som differanse mellom nye målinger og kartlegging utført av Kystverket oktober 2018. Batymetrisk kartlegging må utføres etter Sjøkartverkets standard. Undersøkelse av om det pågår erosjon suppleres ved bruk av ROV og visuell vurdering. Kontroll av tildekkingslaget kan også utføres ved inspeksjon av målepinner som står igjen på sjøbunnen etter tiltaksgjennomføringen, dersom det vurderes som hensiktsmessig. Lokalisering av målepinner og avlest nivå ved avslutning av tiltaket er gitt i vedlegg 3.

Tidspunkt

Undersøkelsene utføres etter 1 år, 4 år og 8 år. Erosjonsutsatte områder ved kaier og det nærliggende området utenfor kaier skal prioriteres, hovedsakelig ved Bergen havns kaianlegg, men også ved enkelte småbåthavner.

Grenseverdi

Resultatene sammenlignes med resultater fra prosjektets sluttrapport (1) og tidligere overvåkingsomganger. Avleste verdier på målepinner etter tildekking er gitt i vedlegg 4. Dersom det har foregått vesentlig synlig erosjon, eller der måling ved batymetrisk kartlegging eller avlesning av målepinner viser erosjon på mer enn 10 cm, skal det vurderes å re-tildekke.

3.1.2 Kjemisk tilstand i ny sjøbunn

Metode

Kjemisk tilstand i sjøbunnen undersøkes ved uttak av representative prøver fra 0-10 cm som angitt i Miljødirektoratets veileder M-409 (24). Hver prøve som analyseres utgjør en blandprøve fra 4 delprøver. Prøver av tildekkingsmaterialet tas hensiktsmessig ved hjelp av dykker og med kjeruner

dersom massene er for grove til å benytte grabb. Dykkerne samler i så fall inn prøvemateriale i åpne sylindere i klarplast med gummikork i begge ender.

Omfang og tidspunkt

Prøvetaking for dokumentasjon rett etter tildekking er utført som en del av anleggsarbeidet (12). Resultatene er rapportert i prosjektets sluttrapport (1).

Prøvetaking skal utføres etter 1, 4 og 8 år.

Prøvetaking etter 1 år utføres kun i utvalgte områder som ansees å ha størst risiko for rekontaminering fra landkilder eller nærliggende forurensede sjøområder.

Ved 4- og 8-års kontroll tas det totalt 35 prøver. Prøvene fordeles slik; en blandprøve fra hvert av de 26 delfeltene og 4 prøver utenfor tiltaksområdet som vist i Figur 3 og vedlegg 3. Fra felt 2A, slippområdet ved Marineholmen, tas det en tilleggsprøve (totalt 2 blandprøver fra dette delfeltet). Sørrevågen, indre del av felt 7, er delt inn i et område hvor Bergen kommune har ansvar for overvåking og kontroll av tildekkingslaget og et område hvor Marin Eiendomsutvikling har ansvar for tildekkingslaget. Det legges opp til prøvetaking av 2 blandprøver i hvert av områdene (totalt 4 blandprøver).

I 2019 ble det gjennomført 1-års kontroll i Puddefjorden. Resultatene indikerte en begynnende rekontaminering (22) (23). Det legges derfor opp til å også analysere topplaget 0-2 cm i 15 stasjoner for å kunne identifisere eventuell nytilført forurensning av tildekkingslaget. Lokalisering av stasjonene gjøres med bakgrunn i resultatene fra 1-årskontrollen og observasjoner i felt.

Ved prøvetaking skal prøvene beskrives med hensyn til kornstørrelse, farge og lukt, og dokumenteres med foto.

Analyse

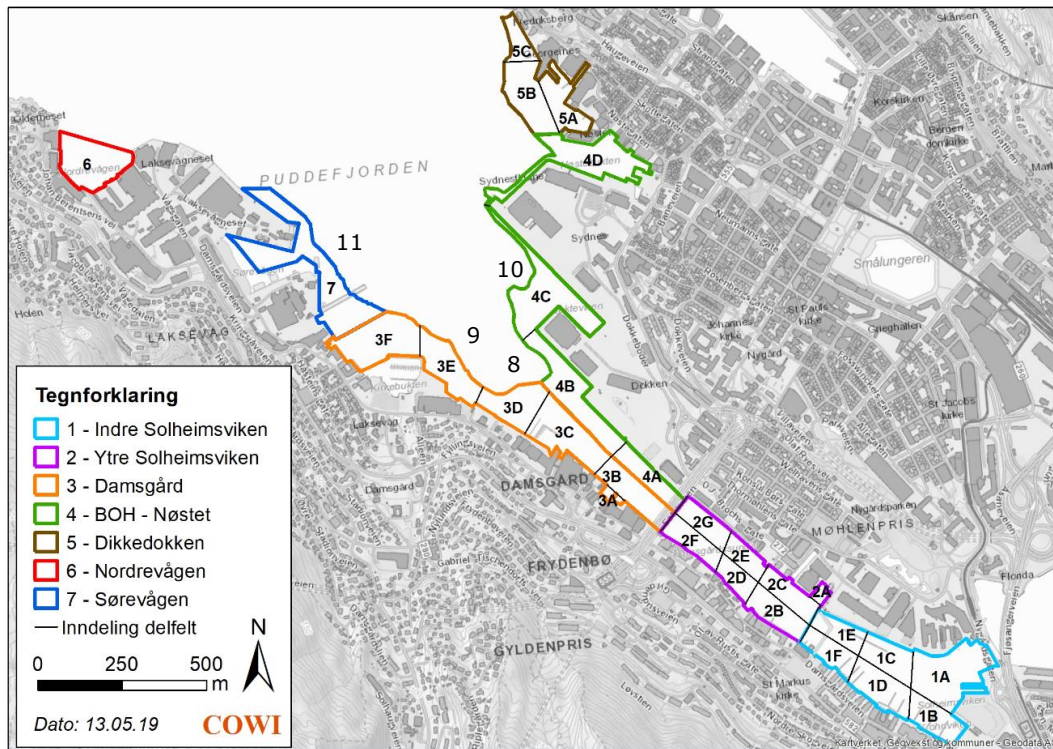
PCB₇, PAH₁₆ og metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink.

Analysene skal utføres av akkreditert laboratorium. I 2022 analyseres prøvene også for andel silt (<63µm), leire (<2 µm), totalt organisk karbon (TOC) og tributyltinn (TBT).

Grenseverdier

Resultatene skal sammenliknes med tidligere målinger og klassifiseres etter veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (8). Miljømålet er at sjøbunnen skal være i tilstandsklasse 3 eller lavere.

Etter hver prøveomgang må det evalueres om det er behov for supplerende undersøkelser eller retildekking i noen områder. I tillegg må det vurderes om potensielle punktkilder for tilførsel av ny forurensning må undersøkes nærmere, for eksempel utslipp av overvann og overløp fra avløpsnett.



Figur 3 Tildekket område i Puddefjorden inndelt i delfelt. Lokalisering av prøvepunkt utenfor tildekket område er merket med 8, 9, 10 og 11.

3.1.3 Utlekking fra sjøbunnen

Metode

Bentiske flukskammer med SPMD (Semi Permeable Membrane Device) skal benyttes for kontroll av om tildekkingslaget isolerer forurensningen i opprinnelig sjøbunnen. SPMD er en følsom passiv prøvetaker som adsorberer organiske miljøgifter som eventuelt lekker ut fra sjøbunnen i løpet av eksponeringstiden. Bentiske flukskammer var utplasserte før tiltak, og tilsvarende undersøkelse gjentas etter tiltak for å vurdere reduksjon i utlekking av miljøgifter fra sjøbunnen.

Parallelt med utsetting av flukskammer må det også benyttes en blank-prøve som gis samme håndtering som de membranene som står ute og måler. SPMD er egnet for målinger i luft og vann, og vil begynne å ta opp miljøgifter i det de eksponeres for luft eller vann. Særlig lette forbindelser tas opp raskt. Blankprøven monteres i et flukskammer som senkes ned på sjøbunnen for deretter å umiddelbart bli tatt opp igjen og demontert. Blankprøven oppbevares til prøvetakerne som har stått ute er hentet inn, og analyseres samtidig med disse. Analyseresultatet av blankprøven trekkes fra analyseresultatene for SPMD som har stått ute.

Ved utsetting av flukskammer bør det benyttes ROV eller undervannskamera for visuell kontroll av plassering. Det må utvises nøyaktighet slik at SPMD-ene ikke kommer i kontakt med sedimentene og at kamrene står korrekt plassert på sjøbunnen.

Prøvestasjoner

Flukskamrene utplasseres i 6 stasjoner, målestasjon 3-8, og eksponeres i minimum 4 uker. Prinsippskisse for montering er vist i vedlegg 1. Lokalisering av målestasjonene og koordinater framgår av vedlegg 2.

Tidspunkt

Innen 1 år gjennomføres en målerunde på samme årstid som i en av førmålingene (høst 2018 eller sommer 2019) (25). Deretter 8 år etter tiltak.

Analyse

PCB₇ og PAH₁₆. Analysene skal utføres av akkreditert laboratorium.

Grenseverdier

Resultatene skal sammenliknes med resultatene fra tilsvarende målinger i Puddefjorden før tildekking (25).

3.1.4 Vannkvalitet

Metode

Vannkvalitet måles 1,5 m over sjøbunnen. Det benyttes en kombinasjon av vannprøver og passive prøvetakere.

Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-14:2016. Vannprøver tas med en vannhenter. Vannprøvene oppbevares mørkt og kjølig frem til levering på laboratorium. Prøver analyseres for turbiditet og metaller. Temperatur skal registreres ved alle stasjonene.

Det benyttes passiv prøvetaker, POM (PolyOxyMethylene) som plasseres på måleriggene 1,5 meter over sjøbunnen. Prinsippskisse for oppsett av målerigg er vist i vedlegg 1. PolyOxyMethylene er et plastmateriale som over tid oppnår likevekt med organiske miljøgifter i vannet den eksponeres for. Ved å måle innholdet i POM kan man beregne konsentrasjonene av organiske miljøgifter i vannet prøvetakeren har vært eksponert for. Passiv prøvetaking med POM er en robust målemetode som gir svært lave deteksjonsgrenser. Prøvetakerne skal eksponeres i minimum 4 uker.

Prøvestasjoner

Det tas vannprøver og plasseres ut POM i 9 stasjoner, målestasjon 3-11. Prinsippskisse for montering er vist i vedlegg 1. Lokalisering og koordinater framgår av vedlegg 2.

Tidspunkt

Innen 1 år gjennomføres to målerunder på samme årstider som i førmålingene (høst 2018, sommer 2019) (25). Deretter gjennomføres en målerunde henholdsvis 4 og 8 år etter tiltak.

Vannprøvene tas i forbindelse med utsetting/innhenting av målerigger med POM.

Analyse

Vannprøver skal analyseres for turbiditet og metallene arsen, bly, krom, kobber, kadmium, kvikksølv, nikkel og sink. Metallanalyser utføres direkte (ikke oppsluttet eller filtrert).

POM analyseres for PCB₇ og PAH₁₆. Analyser utføres av akkreditert laboratorium.

Grenseverdier

Resultatene sammenliknes med målinger før (9) (11) og under tiltak (1). De skal også vurderes mot EQS_{vann} (Environmental Quality Standard) og tilstandsklasser i veileder 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (8). Selv om EQS_{vann} i hovedsak gjelder for hele vannfasen for de organiske miljøgiftene (inkludert partikulær fraksjon) er det grunn til å tro at de økotoksikologiske data som

EQS_{vann} bygger på ikke er avledet fra hele vannfasen men fra løst fraksjon, og dermed kan bruk av passive prøvetaking være relevant (8).

3.2 Overvåking av rekolonisering

3.2.1 Bunndyrundersøkelse

Metode

For å undersøke rekolonisering etter tildekking skal det utføres marinbiologisk undersøkelse av bunndyrsamfunnet med hensyn til artssammensetning og antall individer. Ved prøvetaking benyttes retningslinjer i ISO 16665:2014 *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*.

Analyse utføres fortrinnsvis på 2 grabbhugg per stasjon. Dersom det ikke er mulig å ta prøver med Van veen grabb fordi tildekkingsmassene inneholder grovere masser som grus og stein, kan prøvene tas av dykker og prøvevolum tilpasses hva som er praktisk mulig.

Ved innhenting av prøvemateriale skal det tas prøver av sediment og vann (CTD-sonde eller vannprøver) som analyseres for relevante støtteparametere. Undersøkelsene skal gjøres av personell som kan dokumentere erfaring og kompetanse innen fagområdet, fortrinnsvis akkreditert personell.

Prøvestasjoner

Bunndyr kartlegges i 2 stasjoner i 2019 og deretter i 6 stasjoner; målestasjon 3, So1, 5, 6, So2 og 8. Stasjon So1 og So2 har historiske data fra Byfjordsundersøkelsen (20) og erstatter derfor stasjon 4 og 7.

Tidspunkt

Prøvetaking skal utføres etter 1 år (kun So1 og So2), og etter 4 år og 8 år. Fortrinnsvis ved samme årstid som tidligere undersøkelser.

Grenseverdier

Resultatene skal klassifiseres i henhold til ømfintlighets- og diversitetsindekser og det skal beregnes en samlet nEQR (normalised ecological quality radio) som angitt i 02:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (8). Resultatene skal også sammenliknes med tidligere resultater fra Byfjordsundersøkelsen (20).

3.3 Overvåking av miljøgifter i sjømat

3.3.1 Lokalt fanget fisk og sjømat

Innholdet av miljøgifter i fisk kan påvirkes av større sjøområder og flere forurensningskilder. I tillegg kan levetiden til fisk være lang. Endring i innhold av miljøgifter i fisk kan bli en langsiktig effekt av tiltakene i Puddefjorden, men miljøgiftkonsentrasjonen i sjømat vil også være påvirket av om det gjennomføres opprydding i flere tilgrensende forurensede områder.

Mattilsynet gjennomfører undersøkelser av fisk og sjømat og utarbeider kostholdsråd. Gjeldende kostholdsråd for fjordområdene ved Bergen er basert på kostholdsrådundersøkelser fra 2007-2009

(16) (17) (18). Mattilsynet vil gjennomføre nye undersøkelser av uønskede stoffer i fisk og krabbe fra enkelte lokaliteter i bergensområdet i 2019. Prøvene skal analyseres for metaller, PCB, furan, dioksin og PBDE (26).

Opptak av miljøgifter i eksponerte rene skjell vil benyttes som supplerende metode. Skjell er stedbundne og kan være bedre egnet til å undersøke påvirkning lokalt enn fisk som forekommer på dypere vann og kan vandre over et større område.

3.3.2 Eksponering av rene skjell

Metode

Bruk av organismer for miljøovervåking er fordelaktig for miljøgifter som akkumuleres, og metoden kan beskrive belastning over tid. Rene skjell i nett plasseres ut nært sjøbunnen og eksponeres i minimum 2 måneder. Skjellene må hentes fra en ren lokalitet der skjellene er i tilstandsklasse 1 for de aktuelle miljøgiftene. Det skal tas ut en blankprøve som ikke eksponeres, men fryses ned og som analyseres sammen med de eksponerte skjellene. Retningslinjer for overvåking av miljøgifter i blåskjell samt innsamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling av disse er gitt i NS 9434 (27). Blåskjell (*Mytilus edulis*) er godt egnet og en art som ofte brukes i overvåking ned mot 15-20 meter dyp. O-skjell (*Modiolus modiolus*) kan også være aktuelle for undersøkelse på dypere vann hvor blåskjell ikke forekommer. Skjell er ikke brukt i førmålinger og det må testes ut hvilken art som egner seg. (8) Kostholdsråd for sjømat fra byfjorden i Bergen er gitt med bakgrunn i innhold av kvikksølv, dioksiner og dioksinliknende PCB (16).

Prøvestasjoner

Skjell plasseres ut i 9 stasjoner, målestasjon 3-11. Prinsippkisse for montering av blåskjell på målerigg er vist i vedlegg 1. Lokalisering og koordinater framgår av vedlegg 2. Ved utplassering og innhenting måles relevante støtteparametre i vann med CTD-sonde eller uttak av vannprøver.

Tidspunkt

Etter 1, 4 og 8 år.

Av hensyn til skjellenes livssyklus og gyteperiode bør prøvetakingen utføres i perioden oktober-januar.

Analyser

Det analyseres en blandprøve av skjell fra hver stasjon og en ikke eksponert blank-prøve. Prøvene analyseres for PCB₇, PAH₁₆ og metallene arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink. Fra 2022 analyseres skjellene også for dioksiner, dioksinliknende PCB og kondisjonsindeks. Analysene utføres av akkreditert laboratorium.

Grenseverdier

Resultatene sammenliknes innbyrdes mellom stasjonene, med resultater fra kostholdsrådundersøkelsene (18) og med grenseverdier i veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (8). En skal være oppmerksom på at fysiologien til skjellene vil kunne 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. Dette betyr at en kan stille spørsmål om gyldigheten av klassegrensene når en bruker en transplantert organisme (8).

3.4 Overvåking av rekontaminering

3.4.1 Sedimenterende materiale

Metode

Sedimentfeller er godt egnet til å fange partikler som transporteres med vannmassene og dokumenterer både mengde og type forurensing som spres med vannmassene over tid. Partikler i vannet sedimenterer i fellene og de kan videre samles inn og analyseres for total mengde tørrstoff og innhold av miljøgifter. Alt prøvemateriale i fellene må samles inn for å kunne beregne sedimentasjonsraten. Det anbefales bruk av samme type sedimentfeller som det ble benyttet i førundersøkelsene i Puddefjorden; 4 rør per felle med innvendig diameter Ø104 mm og totalareal 339,6 cm². Sedimentfellene eksponeres i 8-10 uker for å samle tilstrekkelig prøvemateriale.

Prøvestasjoner

Sedimentfeller plasseres ut i 9 stasjoner, målestasjon 3-11. Fra 2022 er det lagt til en ny stasjon med sedimentfelle ST16 (Figur 2).

Prinsippskisse for montering av sedimentfeller på målerigg er vist i vedlegg 1. Lokalisering og koordinater framgår av vedlegg 2. Sedimentfeller plasseres i fra ett til tre nivå per målestasjon, som angitt i Tabell 3.

Tidspunkt

Innen 1 år gjennomføres to målerunder på samme årstider som i førmålingene (høst 2018, sommer 2019) (25). Deretter gjentas en målerunde etter 4 og etter 8 år i den sesongen som tidligere målinger viser har mest partikkeltransport.

Analyser

Totalt tørrstoff. Kjemiske analyser i prioritert rekkefølge 1) metallene arsen, bly, krom, kobber, kadmium, kvikksølv, nikkel og sink 2) PCB₇ 3) PAH₁₆ 4) TBT. Analyser utføres av akkreditert laboratorium.

Grenseverdier

Resultatene skal sammenlignes med førmålinger (25) samt målinger under tiltak (1) og klassifiseres i henhold til tilstandsklasser for sjøbunn i veileder 2:2018 (8).

Etter hver prøveomgang må det evalueres om det er behov for å undersøke nærmere eventuelle kilder til rekontaminering.

3.5 Film og bilder

Metode

Sjøbunn og dyreliv skal filmes av profesjonell undervannsfotograf i de samme områdene som er dokumentert tidligere, som vist i Figur 4.

Tidspunkt

Etter 1, 4 og 8 år.



Figur 4 Kart over tiltaksområdet. Gule areal angir områder som er dokumentert av undervannsfotograf.

4 Oppsummering av overvåkingsprogram

Tabell 2 Oppsummering av miljøovervåkingsprogram for Puddefjorden 2018-2028

Hva skal undersøkes	Metode	Lokalitet	Prøvested	Analyse-parametere (rev 2022)	Klassifisering (Grenseverdi)	Referansedata ⁷⁾	Tidsplan		
							2018/19 (innen 1 år)	2022 (4 år)	2026 (8 år)
							Høst-18	Vår-19	
Erosjon i tildekkingslag	Batymetri / ROV og evt målepinner	Tiltaksområdet. Målepinner (kart vedl 4)	Hele tiltaksområdet. Erosjonsutsatte områder prioriteres	Tykkelse på tildekkingslag	minimum 30 cm tildekkingslag	Batymetri: Kystverket 2018 Målepinner: Sluttrapport	X ¹⁾	X	X
Kjemisk tilstand i sjøbunnen	Sjøbunnsprøver (M-409)	35 blandprøver (kart vedl 3)	0-10 cm sjøbunn	PCB-7, PAH-16, metaller ²⁾ , TOC, finstoff, TBT	veileder 2:2018 (miljømål TK≤3)	Sluttrapport	X ¹⁾	X	X
Vannkvalitet	Vannprøver (ISO5667-14:2016) POM	15 blandprøver	0-2 cm sjøbunn	PCB-7, PAH-16, metaller ²⁾ , TOC, finstoff, TBT					
Utlekking fra sjøbunnen	Bentiske fluktskammer med SPMD	9 stasjoner (kart vedl 2, målestasjon 3-11)	1,5 m over sjøbunnen	metaller ²⁾ turbiditet	veileder 2:2018 tilstandsklasser og EQS _{vann}	Forundersøkelse Sluttrapport	X ⁵⁾	X	X
Rekolonisering	Bunndyr ³⁾ (ISO16665:2014)	6 stasjoner (kart i vedl 2, målestasjon 3-8)	på sjøbunnen	PCB-7, PAH-16		Forundersøkelse	X ⁵⁾	X	X
Innhold av miljøgifter i biota	Eksponering av rene skjell ⁴⁾	6 stasjoner (kart i vedl 2; 3, So1, 5, 6, So2, 8)	på sjøbunnen	Antall individer og arter, indeksering. Støtteparametre i sediment og vann		Byfjordsundersøkelsen	X ⁶⁾	X	X
Spredning av partikkelbundet forurensning	Sedimentfeller	9 stasjoner (kart vedl 2, målestasjon 3-11)	0,5 m over sjøbunn	metaller ²⁾ , dioksimilknende PCB, dioksiner, PAH-16, kondisjonsindeks. Støtteparametre i vann	veileder 2:2018 EQS _{biota}	Kostholdsrådundersøkelser	X	X	X
Film og bilder	Undervannsfotograf	10 stasjoner (kart vedl 2, målestasjon 3-11 og 16)	1-3 nivå over sjøbunn	tot gTS, PCB-7, PAH-16, metaller ²⁾ , TBT	veileder 2:2018 tilstandsklasser	Forundersøkelse Sluttrapport	X ⁵⁾	X	X
		utvalgte områder, (kart i figur 4)				Filming før og etter tiltak	X	X	X

¹⁾ sluttkontroll utført av entreprenør ²⁾ metaller omfatter arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink kostholdsrådundersøkelser ³⁾ bør samordnes med Byfjordsundersøkelsen ⁴⁾ bør samordnes med Mattilsynets kostholdsrådundersøkelser ⁵⁾ utføres i 6 stasjoner som i forundersøkelse ⁶⁾ utføres i 2 stasjoner (So1, So2) ⁷⁾ Resultater fra 1-årskontroll og opprøplende undersøkelse 2020

Tabell 3

Oversikt over type måleutstyr per målestasjon.

Prinsippskisse for montering av målerigger er vist i vedlegg 1.

Måling	Nivå	Målestasjoner														
		ST-3	ST-4	ST-5	ST-6	ST-7	ST-8	ST-9	ST-10	ST-11	ST-16	So1	So2			
Vannprøve	1,5 m over sjøbunn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
POM	1,5 m over sjøbunn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Sedimentfelle	Nivå 1: 1,5 m over sjøbunn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	Nivå 2: 8-10 m over	X				X							X ²⁾			
	Nivå 3: 2 m under	X	X					X ¹⁾						X ³⁾		
Skjell	0,5 m over sjøbunn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Bunndyr	på bunnen														X	X

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

⁴⁾ bare i 2022 og 2026

5 Rapportering og evaluering

Hver overvåkingsrunde skal rapporteres.

Rapporten skal inneholde beskrivelse av gjennomføring og metoder samt observasjoner fra feltarbeid. Analyseresultater skal klassifiseres etter aktuelle standarder, vurderes opp mot tidligere tilsvarende undersøkelser og legges inn i Vannmiljø- databasen.

Det skal gjøres en vurdering av om det er behov for å følge opp enkelte måleresultater med nærmere undersøkelser. Dersom det måles konsentrasjoner av miljøgifter i sjøbunnen som overstiger tilstandsklasse III 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 denne rekontamineringen av sjøbunnen. I dette arbeidet vil Fylkesmannen være den ansvarlige for å koordinere, og/eller pålegge undersøkelser og tiltak for å redusere slike utslipp (ref. tillatelsen fra fylkesmannen vilkår 8.5 (2)).

Rapporten skal gi en faglig vurdering av:

- om tildekkingslaget er fysisk intakt (tykkelse, utbredelse, og om erosjonssikring er tilstede) og at lagets isolerende evne fungerer. Er det mangler ved tildekkingslaget må det repareres.
- om miljømål for Puddefjorden og indre Puddefjord oppnås.
- status for reetablering av bunnfauna og artsmangfold på sjøbunnen.

Overvåkingsprogrammet skal evalueres og eventuelt justeres med hensyn til tidsplan, metoder og målestasjoner.

6 Referanser

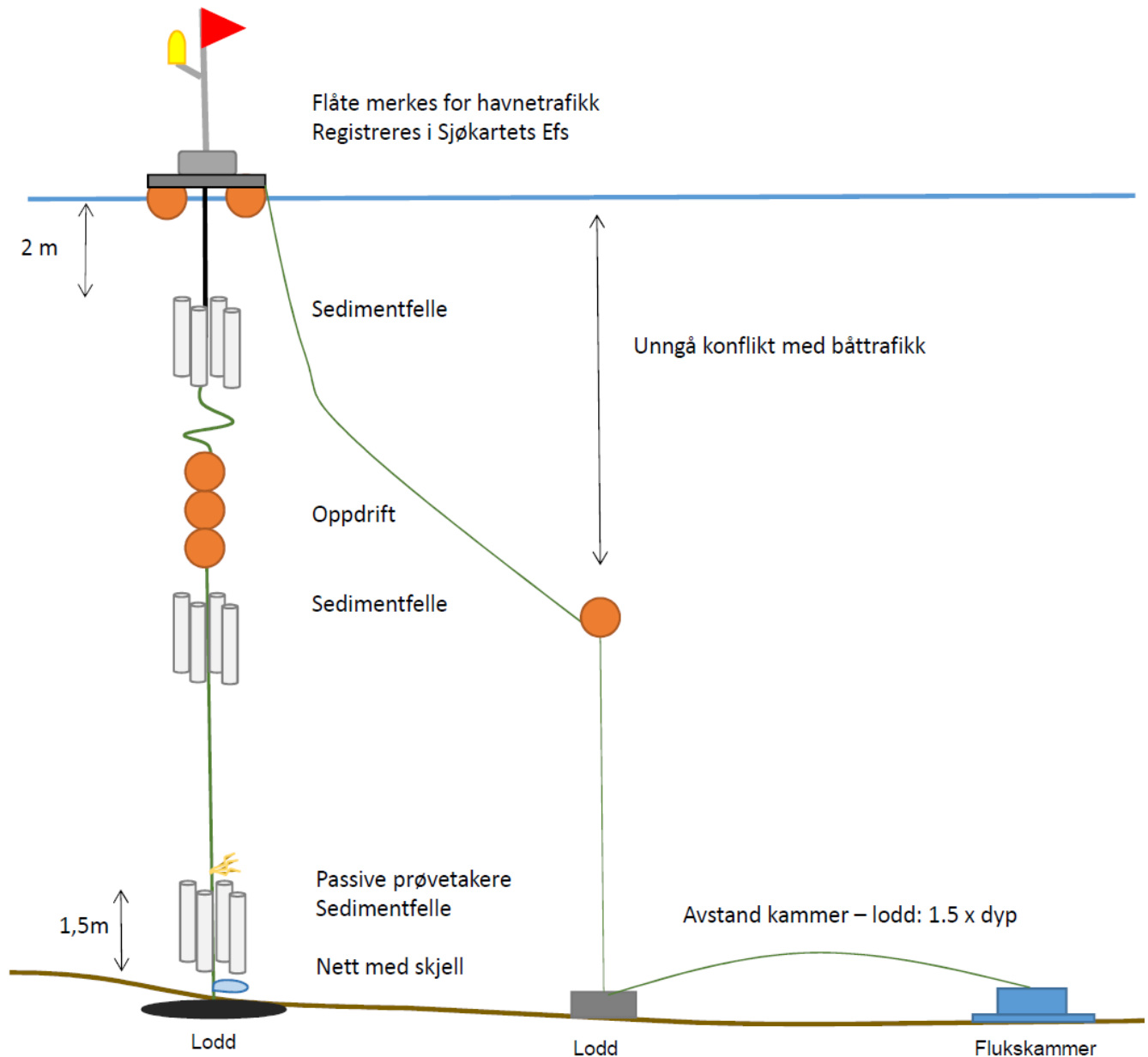
1. **Bergen kommune.** *Sluttrapport. Gjennomføring av mudring og tildekking i Puddefjorden.* 2018.
2. **Fylkesmannen i Hordaland.** *Tillatelse til mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i indre Puddefjord i Bergen kommune (21.04.16).* 2016.
3. **COWI.** *Miljøtilstand i Kirkebukten. Overvåkingsresultater 2015. Rapport nr A40950-2016-01.* 2016.
4. **Bergen kommune.** *Renere havn Bergen. Beslutning om å inngå avtale med Jernbaneverket om mottak av overskuddsmasser fra nye Ulriken tunell og vedtak om miljømål for tiltak i Puddefjorden. Byrådsak 1220/15.* 2015.
5. **Fylkesmannen i Hordaland.** *Tillatelse til mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i Nordrevågen i Bergen kommune. Ref: 2015/3236 472 Dato:21.04.2016.* 2016.
6. **Fylkesmannen i Hordaland .** *Tillatelse til tildekking av forurenset sjøbunn i Søreivågen i Bergen kommune. Ref.nr 2015/9772 472 Dato 21.04.2016.*
7. **Hordaland Fylkeskommune.** 2016-2021 Regional plan for vassregion Hordaland - Etter vassforskrifta og Plan- og bygningslova. 21.oktober 2015.
8. **Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.** *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.* 2018.
9. **COWI.** *Forundersøkelse. Undersøkelse av spredning av forurensning i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann før tiltak. Rapport nr A079577-2017-02.* 2017.
10. **COWI .** *Feltnotat. Sedimentfeller i Nordrevågen, september-november 2014 (9 uker), rev 1, datert 30.10.2015.* 2015.
11. **Multiconsult.** *Sluttrapport for tiltak i Nordrevågen.* 2018.
12. **COWI .** *Kontroll- og overvåkingsplan ved tiltak i Puddefjorden. Dok.nr A079577-2016-02.* 2016.
13. **Multiconsult.** *Sluttrapport for tiltak i Søreivågen.* 2018.
14. **Multiconsult .** *Miljøovervåking fra tiltak ved slip på Marineholmen.* 2018.
15. **COWI.** *Miljøtilstand i Kirkebukten, overvåkingsresultater 2019. Rapport nr. A109463-2020-02.* 2019a.
16. **Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).** *Kostholdsrådundersøkelse, Bergen Byfjord 2007.* 2008.
17. **Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) .** *Kostholdsrådundersøking, fritidsfiske Bergen, 2008-2009. Kvikksølv i torskefilet og PCB i lever.* 2009.
18. **Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) .** *Utvidet kostholdsrådundersøkelse Bergen Byfjord 2009.* 2009.
19. **Mattilsynet.** *Pers.med. Harald Nordås og Oda Walle Almeland.* 2019.
20. **Uni Research Miljø SAM-Marin.** *Byfjordsundersøkelsen. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2016. SAM e-rapport nr 27-2014.* 2014.
21. **Espen Rekdal.** *Film og bilder av sjøbunnen i Puddefjorden før og etter tildekking, 2017 og 2018.* 2018.
22. **COWI.** *1-års kontroll etter tiltak mot forurenset sjøbunn i Puddefjorden. Rapport nr. A109463-2020-01.* 2020.
23. —. *Oppfølgende undersøkelse etter tiltak mot forurenset sjøbunn i Puddefjorden. Rapport nr A109463-2020-07.* 2020.
24. **Miljødirektoratet.** M-409. Risikovurdering av forurenset sediment, veileder. 2015.
25. **COWI AS.** *Forundersøkelse - Spredning av miljøgifter i Puddefjorden og Store Lungegårdsvann. Fagrapport A079577-2017-02.* Februar 2017.
26. **Mattilsynet.** *Pers.med. Harald Nordås og Oda Walle Almeland.* 2019.

27. **Norsk Standard.** *NS 9434:2017 Vannundersøkelse. Overvåking av miljøgifter i blåskjell (Mytilus spp.) Innamling av utplasserte eller stedegne skjell og prøvebehandling.* 2017.

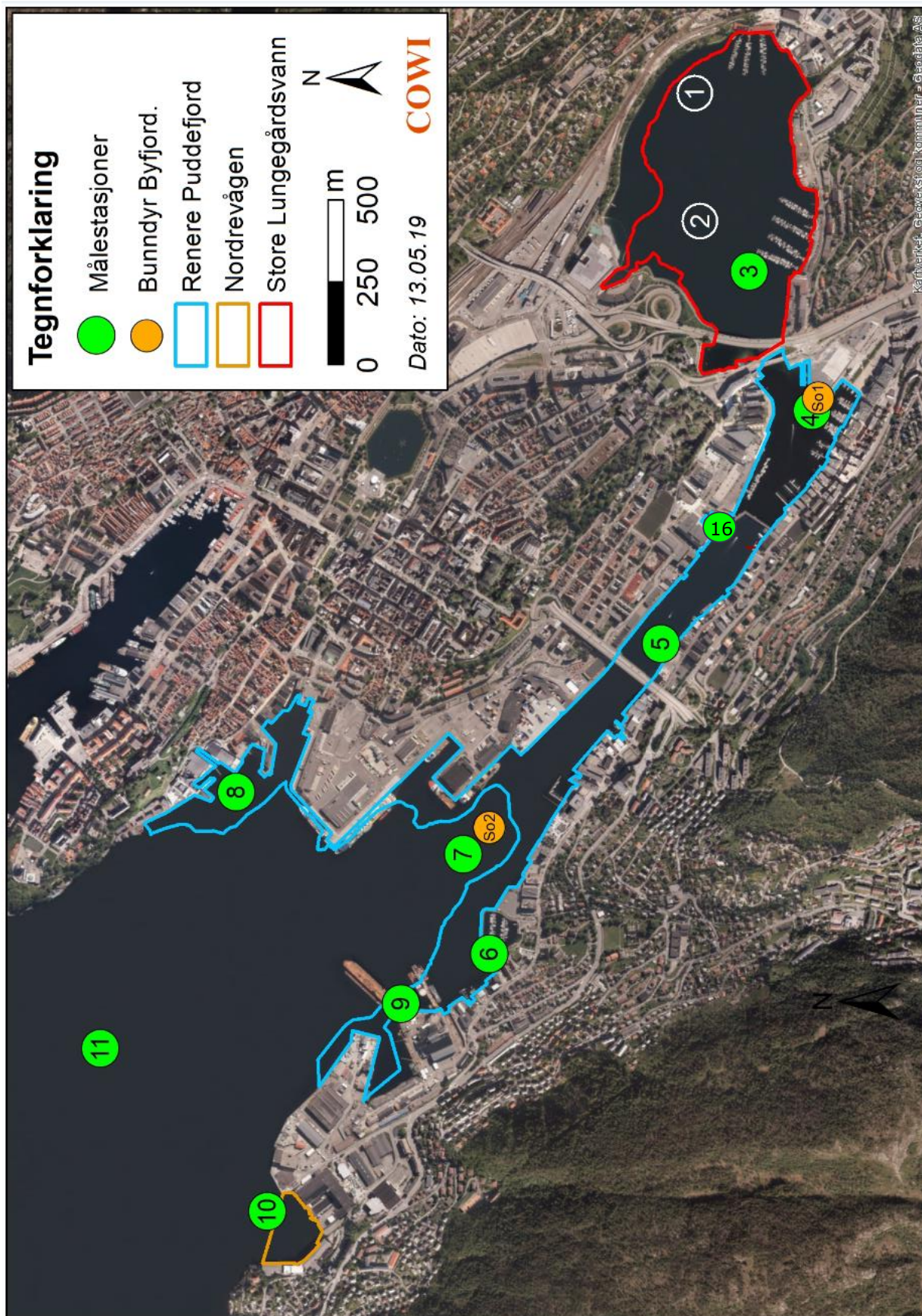
28. **Uni Research Miljø SAM-Marin.** *Bunndyrsundersøkelse i Kirkebukten 2015. SAM Notat nr 07-2016.* 2016.

7 Vedlegg

Vedlegg 1 Prinsippskisse for målerigg



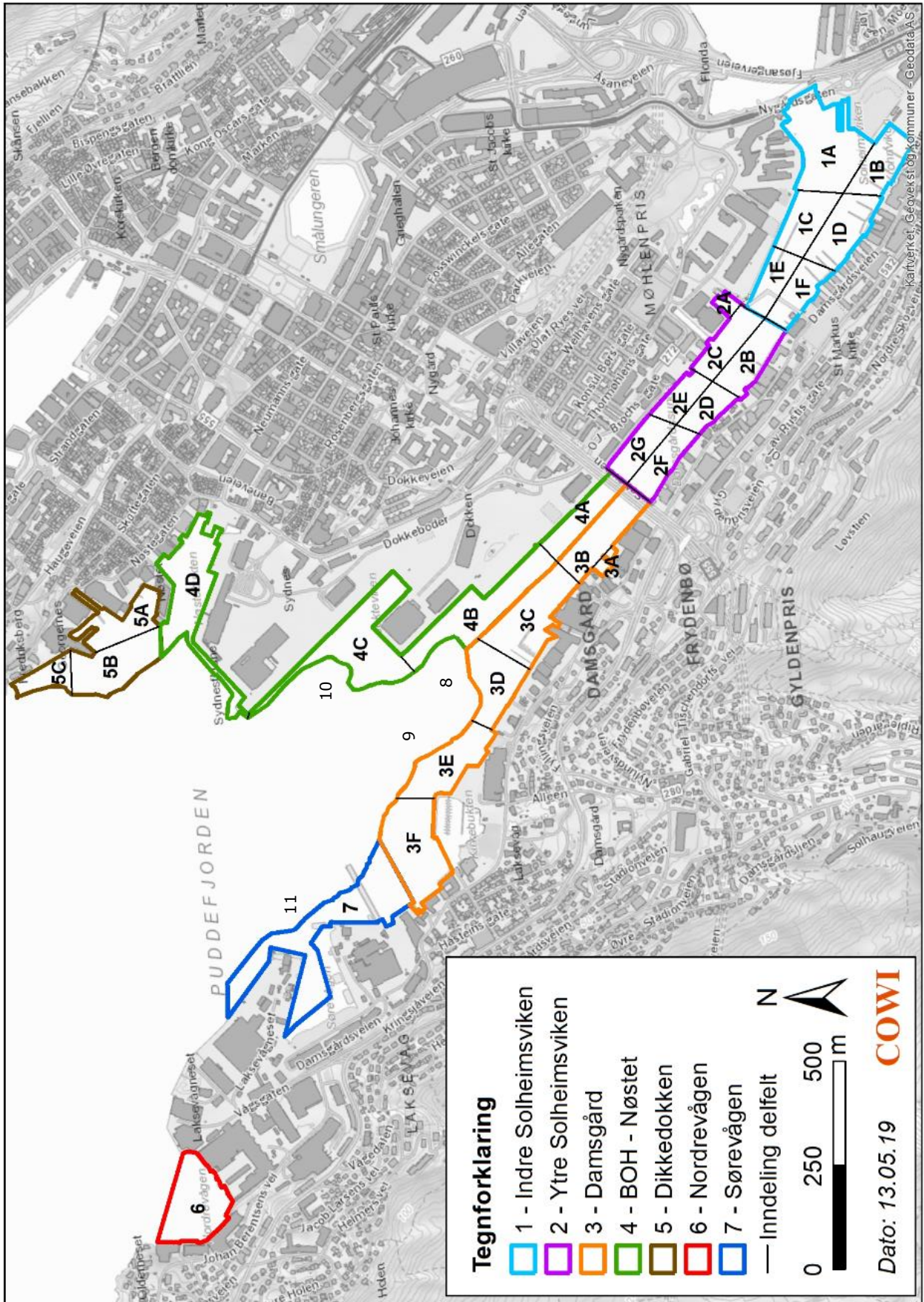
Vedlegg 2 Målestasjoner



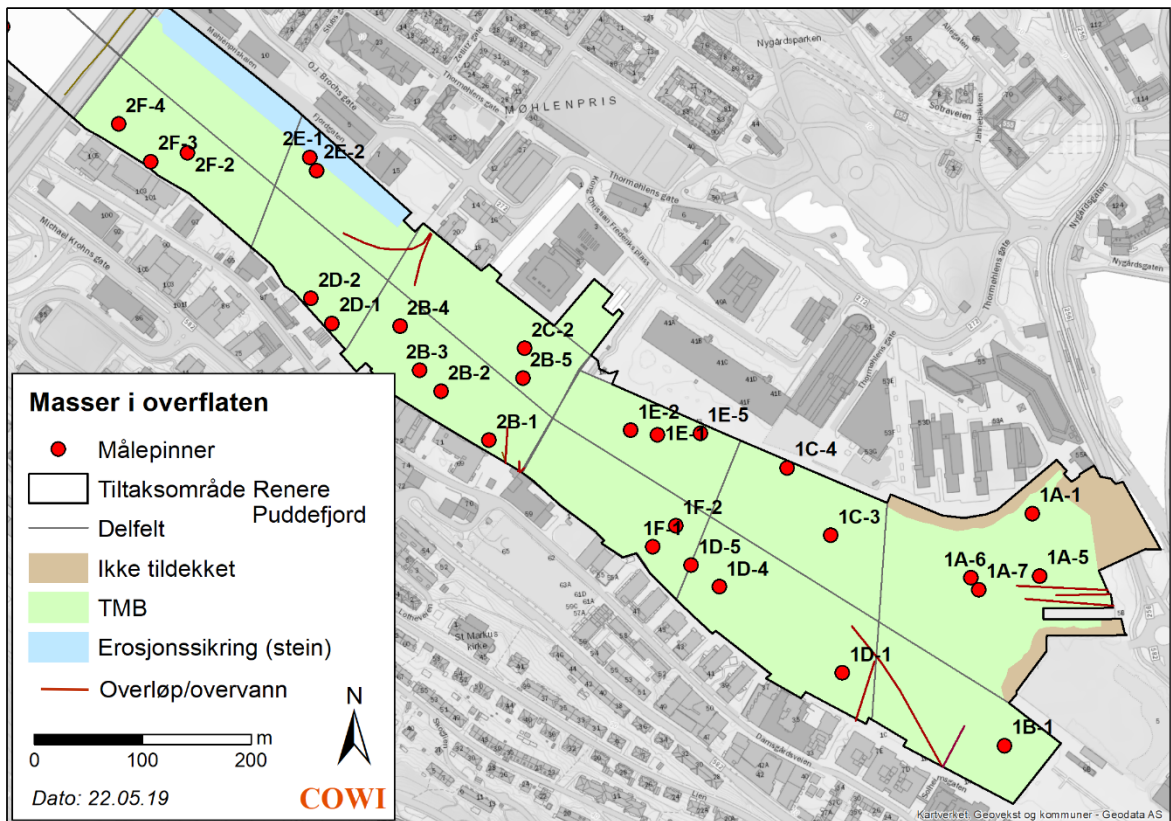
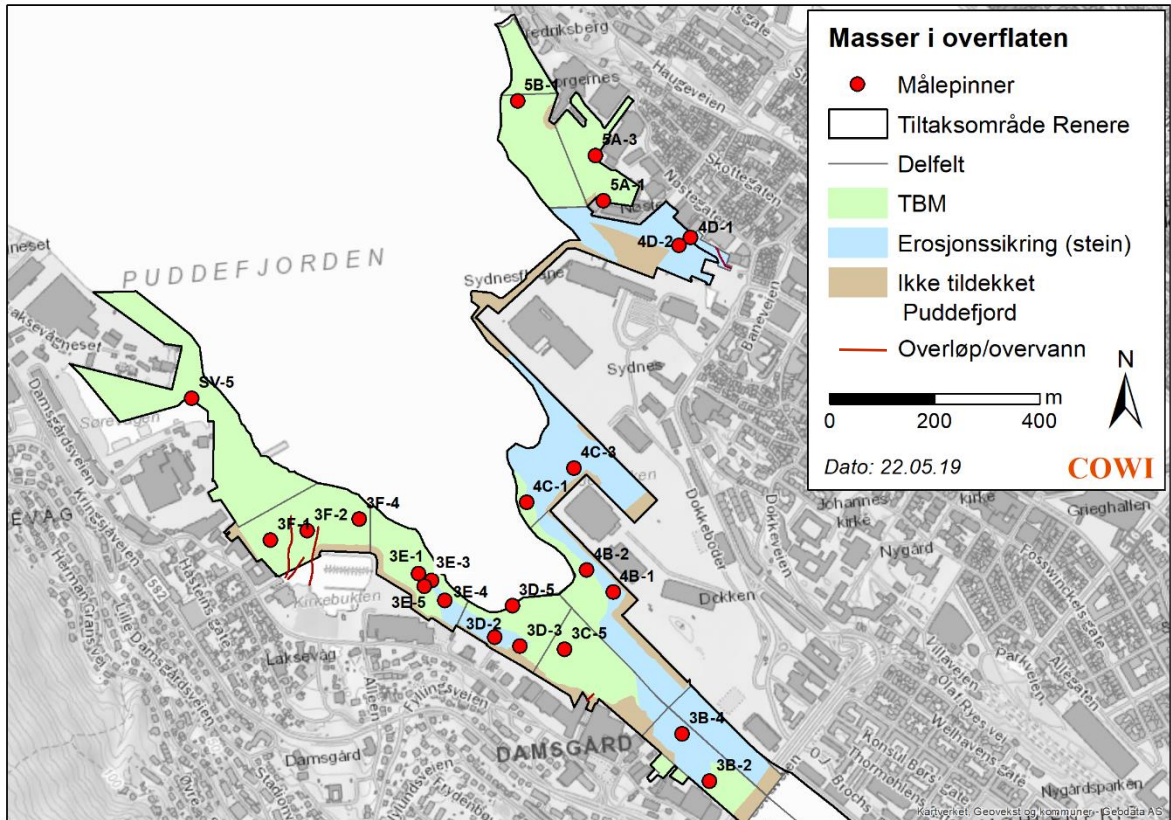
Beskrivelse av målestasjonene. Plassering tilpasses etter avtale med Bergen havn. Se korrigererte koordinater i rapport fra 1-årskontrollen (22).

Id	Navn	Vann- dyp (m)	Beskrivelse	Koordinater målerigg		Koordinater flukskammer	
				UTM32_Ø	UTM32_N	UTM32_Ø	UTM32_N
ST-3	Strømmen	-15	Ytre del av Store Lungegårds-vann. I leia fra Neptun båtforening.	298218	6699459	298196	669945
ST-4	Solheimsviken	-9,5	Innerste del av tiltaksområdet i Puddefjorden. Nært overløp fra offentlig avløpsnett.	297796	6699268	297786	669928
ST-5	Møhlenpris	-5	Ved Møhlenpriskaien. Grunt område, nært aktiv kai. Nært overløp fra offentlig avløpsnett.	297087	6699727	297103	6699758
ST-6	Utenfor Kirkebukten	-4	Vestre del av tiltaksområdet i Puddefjorden. Grunt område. Innseiling til Kirkebukten og testfelt for ulike tildekkingsmaterialer. Tiltak utført i 2011.	296144	6700248	296127	6700289
ST-7	Damsgård, dykket	-30	Utenfor tiltaksområdet i Puddefjorden. Vest for kai med stor aktivitet og store fartøy (Frileneskaien, Dokken, Jekteviken). Dypt, plassert i midtålen. Utstyr må stå dykket med minimum 10 m vann over for å ikke forhindre skipstrafikk. Markeringsbøye plasseres så langt vest som mulig av hensyn til skipstrafikk.	296448	6700327	296450	6700288
ST-8	Nøstet	-9,5	Nær Dikkedokken og kaiene Nordre Nøstekai og Hurtigrutekaien.				
ST-9	Sørevågen	-14,5	På tildekket område utenfor Sørevågen.				
ST-10	Nordrevågen	-30	Utenfor tildekket område i Nordrevågen.				
ST-11	Ytre Puddefjord	-100	Samme plassering som Byfjordsundersøkelsens St.14	295858	6701429		
ST-16	Marineholmen		I slippområdet ved Marineholmen Forskningspark				
So1	BYFJORD Solheimsviken	-10	Innerst i Solheimsviken ved Kranen.	297835	6699249		
So2	BYFJORD Damsgård	-28	Utenfor tiltaksområde. Vest for Frileneskaien.	296531	6700248		

Vedlegg 3 Tiltaksområdet inndelt i delområder og delfelt



Vedlegg 4 Tildekkingstykkelse og målepinner



Beskrivelse av målepinner

Id	UTM_X	UTM_Y	Avlest nivå etter tildekking og erosjonssikring (cm)
1A1	297862,687	6699388,524	55
1A5	297869,521	6699330,915	55
1A6	297806,317	6699329,081	65
1A-7	297813,458	6699318,385	55
1B-1	297837,269	6699174,751	50
1C-3	297677,339	6699368,282	41
1C-4	297637,046	6699430,547	41
1D-1	297687,84	6699241,614	46
1D-4	297574,569	6699321,102	45
1D-5	297548,554	6699340,664	38
1E-1	297517,698	6699460,652	45
1E-2	297493,018	6699465,271	25
1E-5	297557,091	6699462,145	40
1F-1	297513,253	6699357,608	35
1F-2	297534,39	6699376,96	40
2B-1	297362,455	6699456,003	30
2B-2	297318,173	6699500,731	35
2B-3	297298,344	6699520,048	50
2B-4	297280,551	6699560,74	60
2B-5	297393,613	6699513,11	35
2C-2	297395,059	6699540,657	40
2D-1	297217,896	6699563,436	45
2D-2	297198,527	6699586,384	50
2E-1	297197,29	6699716,239	45
2E-2	297203,662	6699704,22	75
2F-2	297084,828	6699720,687	45
2F-3	297051,116	6699712,399	48
2F-4	297021,229	6699746,827	41
3B-2	296914,459	6699836,47	50
3B-4	296862,412	6699926,455	40
3C-5	296638,384	6700087,761	45
3D-2	296505,012	6700111,053	35
3D-3	296553,592	6700093,242	55
3D-5	296538,759	6700170,859	40
3E-1	296360,329	6700231,301	40
3E-3	296385,782	6700218,767	50
3E-4	296410,62	6700180,859	45
3E-5	296371,648	6700207,917	35
3F-1	296078,499	6700295,556	40
3F-2	296148,113	6700313,48	42
3F-4	296247,461	6700335,445	40
4B-1	296730,724	6700196,404	30
4B-2	296679,903	6700238,11	40
4C-1	296565,746	6700367,334	40
4C-3	296655,693	6700431,746	50
4D-1	296878,21	6700870,979	50
4D-2	296855,722	6700856,521	50
5A-1	296712,187	6700940,849	30
5A-3	296696,827	6701026,586	45
5B-1	296548,822	6701130,647	35
SV-5	295928,757	6700564,899	35