

BERGEN KOMMUNE

TILTAK MOT FORURENSET SJØBUNN I STORE LUNGEGÅRDSVANN – GENERELL BESKRIVELSE



Tittel:	Tiltak mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann – generell beskrivelse		
COWI-kontor:	Bergen		
Oppdrag nr:	A243166	Rapportnummer	A243166-2023-01
Utgivelsesdato:	03.03.23	Antall sider:	22
Tilgjengelighet:		Antall vedlegg:	0
Utarbeidet:	Aud Sundal Bjørn Kvisvik		
Kontrollert:	Bjørn Kvisvik		
Godkjent:	Bjørn Kvisvik		
Oppdragsgiver:	Bergen Kommune	Oppdragsgivers kontaktperson:	Elena Rusetskaya
Stikkord:	Forurenset sjøbunn, Store Lungegårdsvann, tildekking, kulturminne, miljøovervåkning		
Versjon rev01	Avsnitt 6.3 er utvidet med presiseringer og ny informasjon relatert til flytting av båtpirer/flytebrygger/båter.		

INNHold

1	Innledning	5
2	Områdebeskrivelse	5
2.1	Topografi og bunnforhold	5
2.2	Installasjoner	7
2.3	Kulturminner	8
2.4	Tilkomst	9
3	Beskrivelse av tiltaket	10
3.1	Delområde 1	10
3.2	Delområde 2	10
3.3	Tiltak og toleransekrav	11
4	Krav til tildekkingsmasser	12
5	Mengdeberegning	12
6	Massetransport og utleggingsmetodikk	12
6.1	Gjennomføringsplan	12
6.2	Transport av masser og riggområde	12
6.3	Utlegging	15
6.4	Tildekking av ledninger og kabler på sjøbunnen	16
6.5	D/S Topdal	17
7	Overordnet fremdriftsplan	17
8	Rapportering fra entreprenør under tiltak	17
9	SHA-plan	17
10	Overvåkning og dokumentasjon, entreprenør	18
10.1	Dokumentasjon av tildekkingsmasser	18
10.2	Turbiditet	18
10.3	Dokumentasjon av tildekkingstykkelse	19
10.4	Kjemisk dokumentasjon av tildekkingslaget	19
10.5	Dokumentasjon av D/S Topdal før og etter tiltak	19
10.6	Dokumentasjon av tilstand til ledningsnett før og etter tiltak	20
10.7	Dokumentasjon av erosjonssikringslag og avslutning mot ledninger og utildekkede områder	20
10.8	Sluttrapport	20
11	Overvåkning og dokumentasjon, byggherre	21
11.1	Dybde målinger	21

11.2	Sedimentfeller, POM og vannprøver	21
12	Referanser	22

1 Innledning

Som del av prosjektet "Renere havn Bergen" i regi av Bergen kommune og Miljødirektoratet, er det planlagt tiltak mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann. Tiltaket består i tildekking av sjøbunnen med rene masser. Det er allerede utført mudring i et mindre areal, og det pågår i dag skrotrydding i området. Dette dokumentet beskriver tildekkingstiltaket og krav til utførelsen.

Store Lungegårdsvann grenser til Puddefjorden der det ble gjennomført tiltak mot forurenset sjøbunn i 2017-2018. Lokaliseringen av Store Lungegårdsvann er vist i Figur 1.



Figur 1 Store Lungegårdsvann i Bergen. Kartet viser tilkomsten til Store Lungegårdsvann under de tre Nygårdsbroene, med Gamle Nygårdsbro som den mest begrensende for båttrafikken.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi og bunnforhold

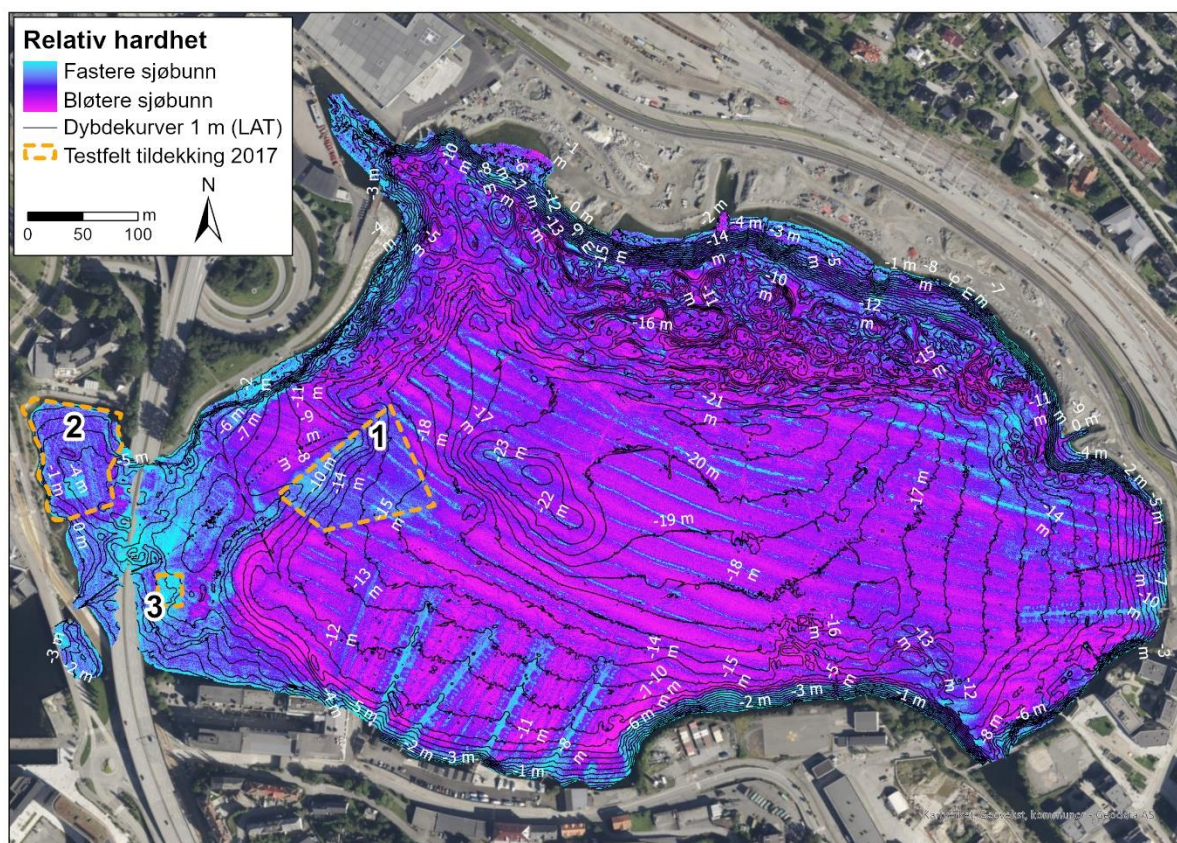
Store Lungegårdsvann er et avgrenset fjordbasseng med en maksimal dybde på 23 m (iht. sjøkartnull/LAT) (Figur 2). En grunnere terskel ved Nygårdsbroene i vest utgjør skillet mellom Puddefjorden og Store Lungegårdsvann. Bunntopografien viser at det har vært utfyllingsaktivitet langs store deler av dagens strandlinje.

Bunnhardhetsdata basert på refleksjonsstyrke fra multistråle ekkolodd (backscatter) og prøvetaking av bunnsedimentene viser at det er siltige, svært bløte sedimenter i store deler av Store Lungegårdsvann (lilla farge i Figur 2). Det er noe fastere sjøbunn i det vestlige området mot

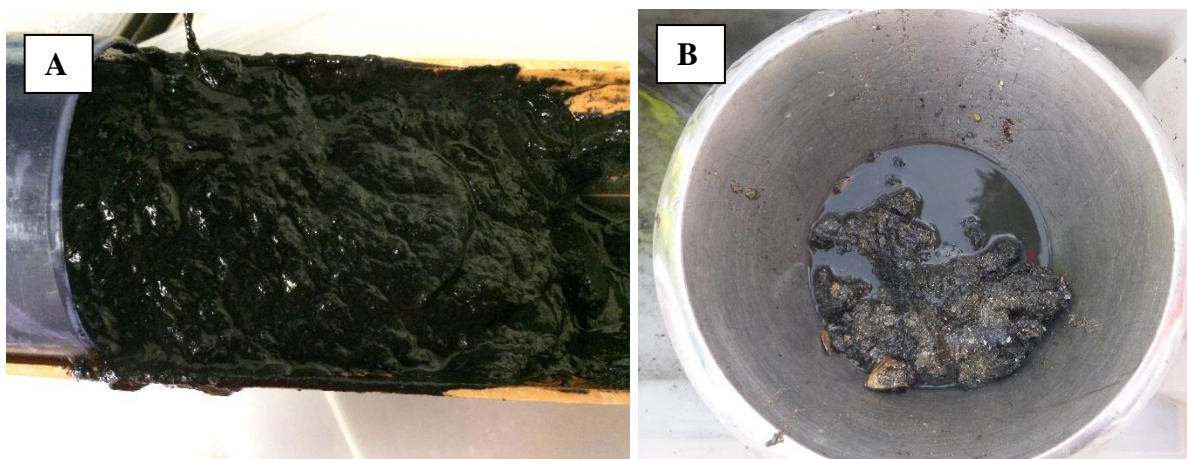
Nygårdsbroene, samt i strandsonen som stort sett består av sprengsteinsfyllinger (blågrønn farge i Figur 2). Figur 3 A og B viser prøver fra sjøbunnen i områdene med henholdsvis bløt og fastere sjøbunn.

Bunnhardhetsdatene og dybdekonturene vist i Figur 2 er fra en kombinasjon av dybdemålinger utført i august 2021 og august 2022 (Nearshore Survey, 2021; 2022).

Høsten 2017 ble det gjennomført testtildekking i 3 testfelter i Store Lungegårdsvann der det ble testet ut forskjellige tildekkingsmasser og utleggingsmetodikk (polygon numerert 1-3 i Figur 2) (COWI, 2018). I testfelt 1 ble det tildekket med ca. 30 cm maskinsand (nedknust stein) og skjellsand, i testfelt 2 ble det tildekket med ca. 20 cm skjellsand med et tynt lag med aktivt karbon mellom sandlagene, og i testfelt 3 ble det tildekket med totalt ca. 55 cm masse bestående av 5 cm sand nederst og 50 cm tunell boremaskin masser (TBM) over.



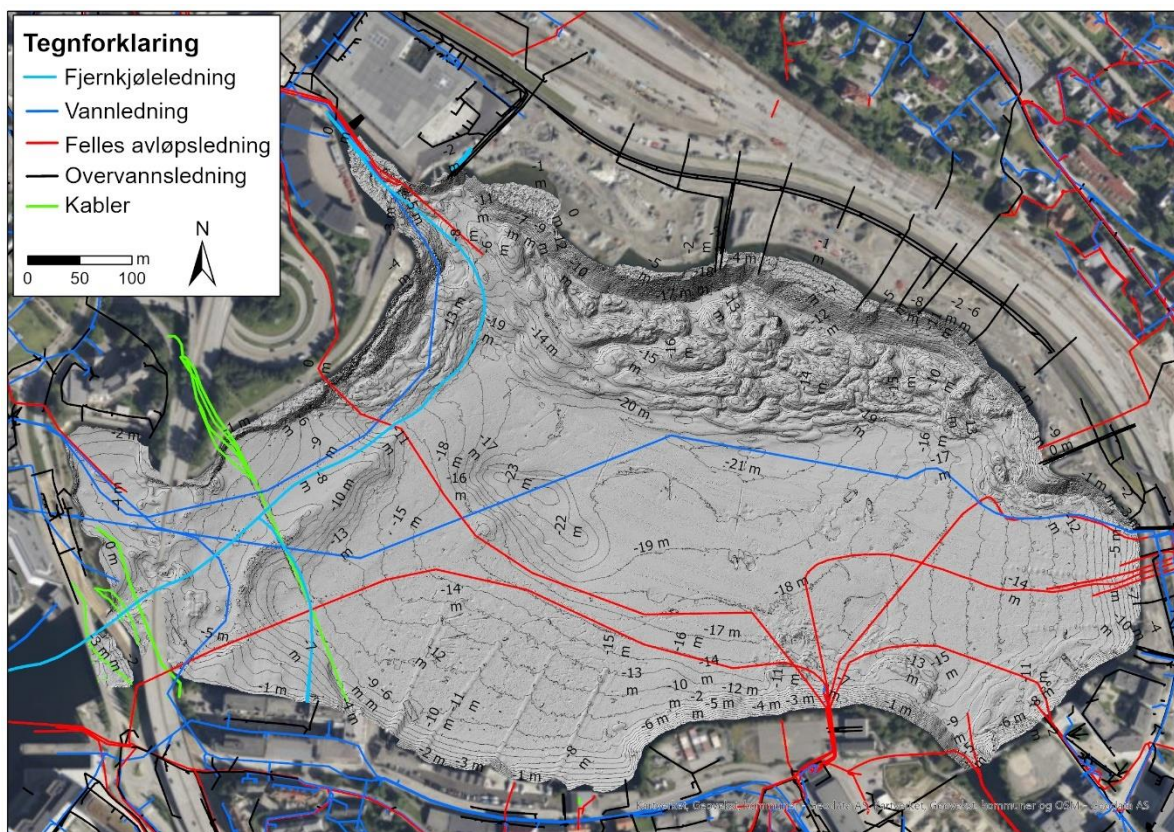
Figur 2 Sjøbunnstopografi og bunnhardhetsdata basert på ekkostyrke fra multistråle ekkolodd (backscatter) innhentet i 2021 og 2022 (Nearshore Survey, 2021; 2022). De høye (grønne) backscatterverdiene i sør og øst er relatert til pirene i småbåthavnene.



Figur 3 Prøver fra A) den siltige, bløte sjøbunnen i de sentrale, dypere liggende delene av Store Lungegårdsvann, og B) den fastere sjøbunnen i de grunnere områdene i vest nær utløpet av Store Lungegårdsvann.

2.2 Installasjoner

Det ligger en rekke vannledninger, avløpsledninger, fjernkjøleledninger, overvannsledninger og kabler på sjøbunnen i Store Lungegårdsvann, og en oversikt over disse er vist i Figur 4. Ledningene er eid av Bergen kommune, Eviny og Universitetet i Bergen/ilab, og kablene er eid av Telenor og BKK Nett. Det ligger noen eldre ledninger på sjøbunnen som ikke er operative lenger, primært i den sørlige delen av vannet (ikke vist i kartet). Ikke alle ledningstrasèer vist i Figur 4 er innmålt.



Figur 4 Oversikt over VA-ledninger og kabler på sjøbunnen i Store Lungegårdsvann basert på data innhentet i januar 2023. Ikke alle ledninger/kabler er innmålt.

Tiltakshaver vil gjennomføre en dybdekartlegging rett i forkant av tildekkingsiltaket for å fremskaffe oppdaterte dybdedata. Det er mulig å digitalisere mer nøyaktig posisjon til enkelte (men ikke alle) av ledningstraseene fra dybdedatasettet. Det nye dybdedatasettet vil bli gjort tilgjengelige for entreprenør.

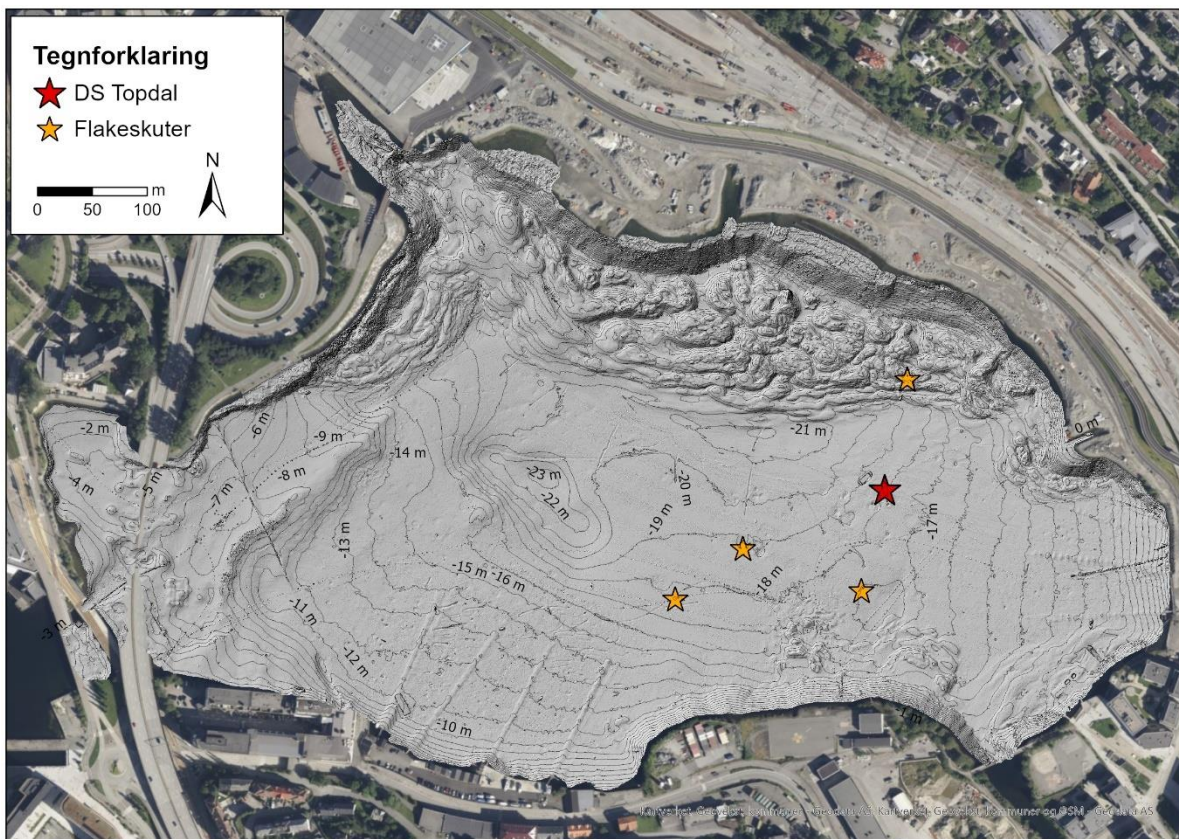
2.3 Kulturminner

Stiftelsen Bergens Sjøfartsmuseum utførte en marinarkeologisk registrering i Store Lungegårdsvann i 2013 (Bergen Sjøfartsmuseum, 2014). Det ble registrert 5 vrak som er vurdert til å være eldre enn 100 år og som har status som verneverdige, deriblant D/S Topdal. D/S Topdal er bygget av jern og er et av Vestlandets eldste dampfartøy med byggeår 1874. Verneverdien til fartøyet er vurdert til å være stor på grunn av den tilsynelatende relativt gode tilstanden, den alderdommelige teknikken og fartøyets lange historie som rutefartøy (Bergen Sjøfartsmuseum, 2014). D/S Topdal står på sjøbunnen med hekken begravet i sedimentene fra ca. midtskips og akterover (Figur 5). Baugen på skipet reiser seg fra en dybde på 18,8 m til 15 m under vannoverflaten



Figur 5 *Baugen på DS Topdal. Foto: Ørjan Knudsen. Foto fra Dykkepedia.*

De 4 andre fartøyene som har status som verneverdige er identifisert som flakeskuter av tre (Figur 6). Flakeskutene var vanlige arbeidende lektre som ble faset ut av havnedriften i Bergen i løpet av det tjuende århundre.



Figur 6 Oversikt over lokalisering av DS Topdal og de 4 andre vrakene som er vurdert som verneverdige.

2.4 Tilkomst

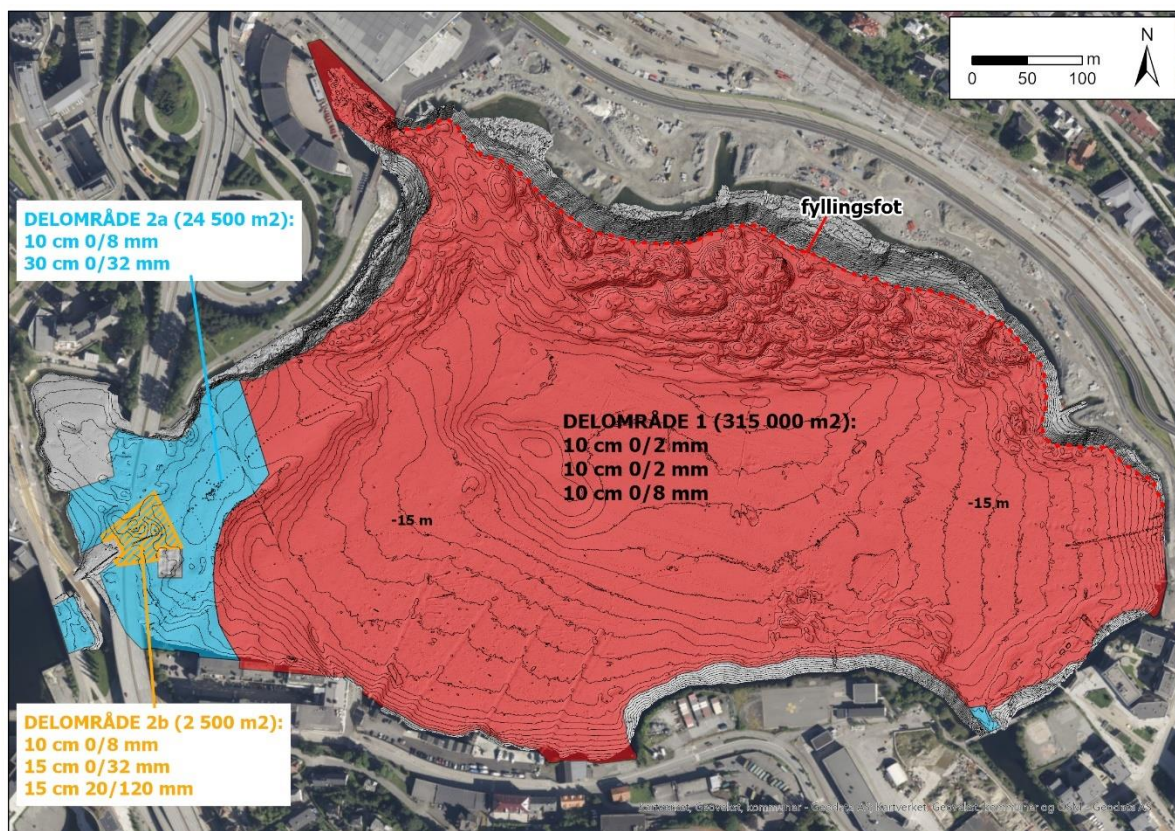
Tilkomst til Store Lungegårdsvann fra Puddefjorden/Solheimsviken går under de tre Nygårdsbroene, der åpningen under Gamle Nygårdsbro er mest begrensende for båttrafikk (Figur 1 og Figur 7). Det finnes kun et farbart løp under Gamle Nygårdsbro (Figur 7). I tillegg finnes det 5 andre løp under Gamle Nygårdsbro som ikke er farbare og som er delvis tørrlagt ved lavvann. I januar/februar 2023 ble det gjennomført mudring av ca. 0,5 m masse i 4 av de ikke-farbare løpene.



Figur 7 Farbart løp under Gamle Nygårdsbro i forgrunnen samt 5 ikke-farbare løp.

3 Beskrivelse av tiltaket

Tiltaksområdet i Store Lungegårdsvann er på totalt ca. 342 000 m² (areal korrigert for helning) og er delt inn i to delområder (Figur 8). Tiltaksområdet dekker hele arealet av Store Lungegårdsvann med unntak av utfyllingsområder/sprengsteinsskråninger og testfelt 2 og 3 i den nordvestlige delene av vannet der tiltak mot forurenset sjøbunn ble ferdigstilt under testtildekkingen høsten 2017.



Figur 8 Kart over tiltaksområdet med type masser og tykkelse på tildekkingslagene

3.1 Delområde 1

Delområde 1 har et areal på 315 000 m² (areal korrigert for helning) og tilsvarer i all hovedsak området med siltig, bløt sjøbunn vist med lilla farge i Figur 2. Delområdet inkluderer all sjøbunn som ligger dypere enn ca. 10 m, samt noen grunnere områder i sør og øst. Båthavnen Neptun med 5 pirer/utelligere ligger innenfor dette delområdet.

3.2 Delområde 2

Delområde 2 har et areal på 27 000 m² (areal korrigert for helning) og tilsvarer i all hovedsak området med fastere sjøbunn i den vestlige delen av Store Lungegårdsvann vist med grønn farge i Figur 2. Delområdet inkluderer også et mindre område ved utløpet av Møllendalselven i den sørøstlige delen av Store Lungegårdsvann (Figur 8). Delområdet inkluderer sjøbunn med dybde ned til ca. 10 m. Testfelt 3, som ble tildekket under testtildekkingen i 2017, ligger innenfor dette delfeltet.

Testfeltet skal ikke tildekkes, men det gjør ikke noe om litt tildekkingsmasse sedimenterer i dette området (dvs. trengs ikke å beskyttes).

Delområde 2 er inndelt i delområde 2a og 2b. Delområde 2b dekker et 2500 m² område nær Gamle Nygårdsbro der strømmen er sterkest og dermed potensialet for erosjon i tildekkingsmassene er størst.

3.3 Tiltak og toleransekrav

3.3.1 Delområde 1

Tiltaket i delområde 1 består av tildekking med velgradert masse 0/2 mm og 0/8 mm i en total tykkelse på 30 cm. Det skal først legges ut et ca. 10 cm lag med 0/2 masse over hele delområdet for å stabilisere sjøbunnen og redusere risiko for oppvirvling og spredning av forurensning. Deretter skal det legges et nytt lag med 0/2 mm masse på ca. 10 cm, og til slutt et ca. 10 cm lag med 0/8 mm masse.

Tildekkingslaget skal legges ut i minimum 3 lag på grunn av den bløte og ustabile sjøbunnen. Dette er basert på geotekniske vurderinger.

Det første stabiliserende laget med 0/2 mm masse skal ha tykkelse på minimum 5 cm og maksimum 15 cm.

Total tykkelse på tildekkingslagene samlet skal være minimum 25 cm og maksimum 35 cm.

Horisontal utbredelse er angitt som + 5 m utenfor angitt tildekkingsområdet.

3.3.2 Delområde 2

Tiltaket i delområde 2 består av tildekking med et lag 0/8 mm masse med tykkelse på ca. 10 cm. Deretter skal det legges ut velgradert masse 0/32 mm i en total tykkelse på ca. 30 cm innenfor delområde 2a og ca. 15 cm innenfor delområde 2b. Entreprenør kan velge å legge ut 0/32 mm massen i en eller flere omganger.

I delområde 2b skal det i tillegg legges ut et ca. 15 cm erosjonssikringslag med 20/120 mm masse.

Det første laget med 0/8 mm masse skal ha tykkelse på minimum 5 cm og maksimum 15 cm.

Total tykkelse av tildekkingslagene samlet skal være minimum 35 cm og maksimum 45 cm i både delområde 2a og 2b.

Horisontal utbredelse er angitt som + 5 m utenfor angitt tildekkingsområdet.

4 Krav til tildekkingsmasser

Tildekking av forurenset sjøbunn skal skje ved bruk av nedknuste masser i fraksjonene 0/2 mm, 0/8 mm og 0/32 mm. Massene skal være velgraderte. Det er viktig at massene inneholder en god del nullstoff (dvs. leire- og siltfraksjoner) for at tildekkingslaget skal ha en isolerende effekt på forurensningen i den opprinnelige sjøbunnen. Det skal ikke benyttes 0/2 og 0/8 mm fraksjoner fra utsortert TBM masser fordi disse massene har egenskaper som ikke er ønskelige på den bløte sjøbunnen i Store Lungegårdsvann. 0/32 mm massene, som skal legges på den mer stabile sjøbunnen i vest, kan derimot komme fra utsortert TBM masser.

Før utlegging må entreprenør dokumentere at tildekkingsmassene som tenkes benyttet tilfredsstillende krav gitt i kontroll- og overvåkningsplanen (COWI, 2023a) og Miljødirektoratets veileder M-411/2017 (Miljødirektoratet, 2017).

5 Mengdeberegning

I mengdebeskrivelsen skal entreprenør prise anbrakt masser på sjøbunnen pluss 10 %. Entreprenør må selv beregne nok masser til at man oppnår angitt tykkelse av tildekkingslaget på sjøbunnen etter utlegging.

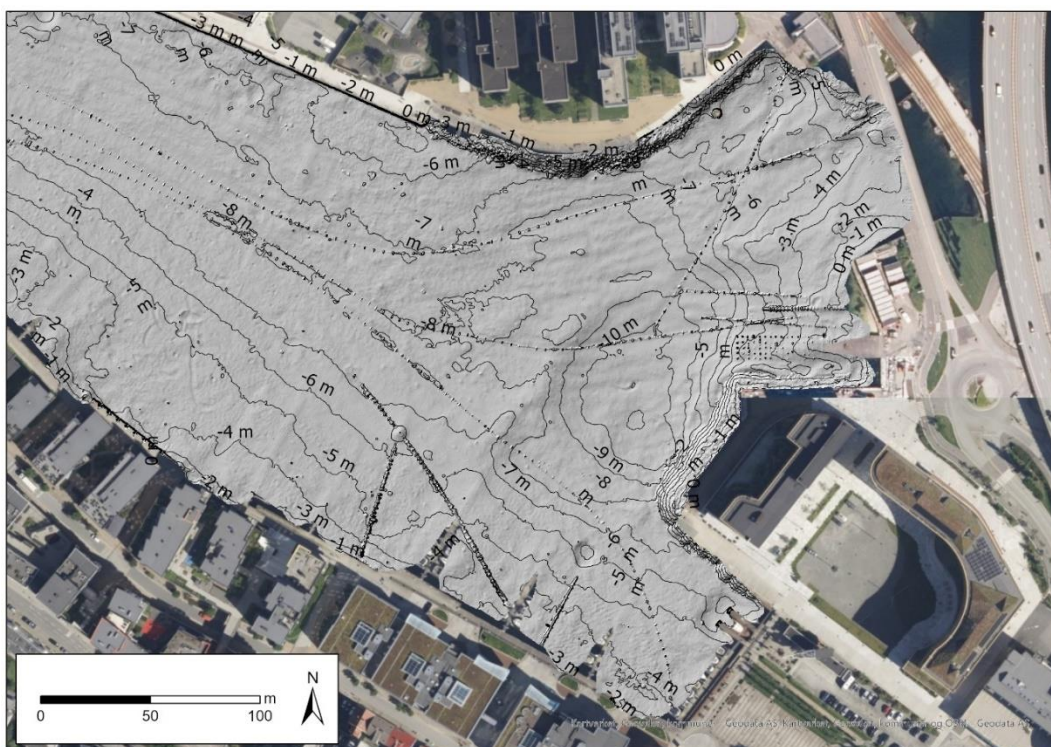
6 Masetransport og utleggingsmetodikk

6.1 Gjennomføringsplan

Entreprenør skal levere en gjennomføringsplan for tiltaket. Gjennomføringsplanen skal inneholde en beskrivelse av hvordan hele tiltaket skal gjennomføres inkludert blant annet organisering, planlegging, koordinering, metode og utstyr (se tildelingskriteriene for mer detaljerte krav til innhold i gjennomføringsplanen). Gjennomføringsplanen vil bli vurdert som en del av tildelingskriteriene.

6.2 Transport av masser og riggområde

Tildekkingsmassene kan transporteres til tiltaksområdet enten via sjø eller over land, eller en kombinasjon av disse alternativene. Ved transport av massene sjøveien, kan massene pumpes i ledning eller fraktes på annen måte under Nygårdsbroene til Store Lungegårdsvann. Figur 9 viser kaiområdene og sjøbunnsdybdene i området rett utenfor Store Lungegårdsvann. Båttrafikk til og fra Store Lungegårdsvann skal ikke forhindres som følge av tiltaket. Alt utstyr og båter skal være godt merket og i henhold til maritimt regelverk. Det vil bli vurdert som positivt at størst mulig andel av masetransporten i Bergen sentrum foregår sjøveien.



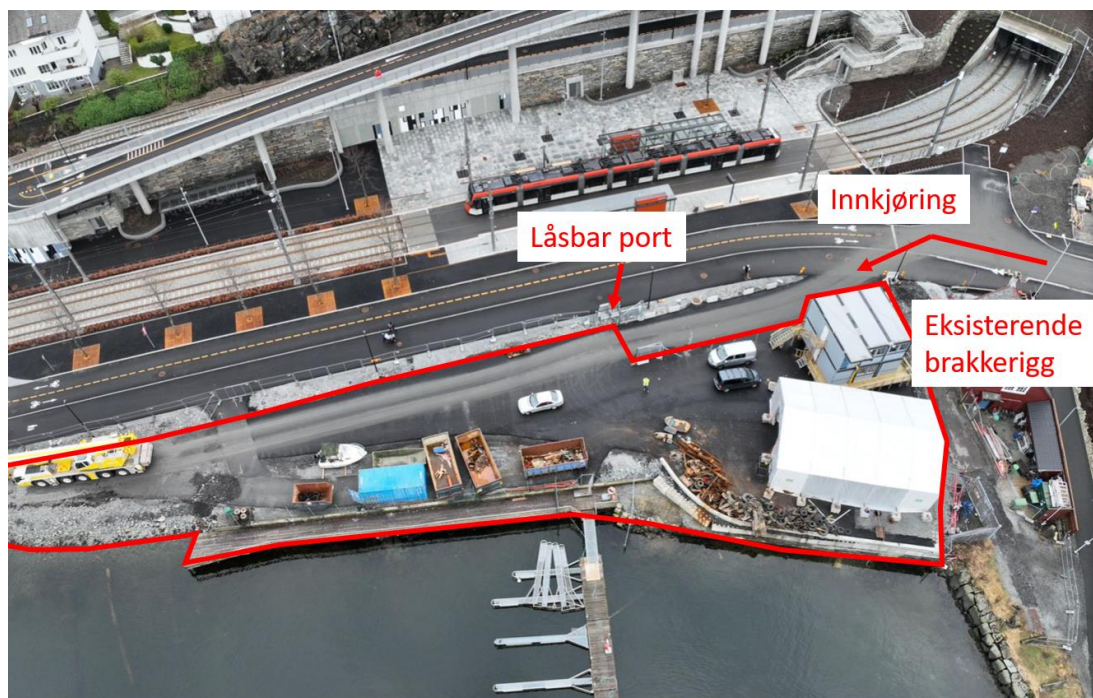
Figur 9 Kart over dybdeforholdene i Solheimsviken i Puddefjorden rett utenfor Store Lungegårdsvann

Ved valg av transport av masser over land, skal kommunens riggområde ved Fløen/Bybaneutfyllingsområdet i den øst-nordøstlige delen av Store Lungegårdsvann benyttes til omlasting/utskipping av massene (Figur 1 og Figur 10). Riggområdet har et areal på ca. 2000 m². Innkjøring til riggområdet er fra sørøst via en låsbar port som er klargjort for adgangskontroll (Figur 11). Riggområdet er inngjerdet. Det er en brakkerigg tilgjengelig med 3 brakker forbeholdt entreprenør som består av 2 skiftebrakker og 1 spisebrakke. Byggherre drifter og vedlikeholder byggejerde og brakkerigg slik det er i dag. Entreprenør kan utvide brakkerigg ved behov. Entreprenør må ta seg av mannskapsregistrering/adkomstkontroll inn og ut av riggområdet. Entreprenør må også ta seg av all trafikkhåndtering inn og ut av riggområdet.

Entreprenør må utarbeide en riggplan som vedlegges tilbudet med beskrivelse av hvordan riggområdet tenkes organisert. Entreprenør er ansvarlig for etablering av kai ved behov. Riggområdet skal etableres på en slik måte at det ikke spres forurensning fra aktiviteter på riggplassen til grunn eller sjø.



Figur 10 Rødt polygon markerer området ved Fløen/Bybaneutfyllingsområdet (Figur 1) i den øst-nordøstlige delen av Store Lungegårdsvann som kan benyttes som riggområde. Den østlige enden av området benyttes i dag som riggområde for skrotryddingen som pågår i Store Lungegårdsvann.



Figur 11 Oversikt over den østligste delen av riggområdet som i dag benyttes av entreprenør for skrotryddingen som pågår i Store Lungegårdsvann. Denne delen av riggområdet har asfaltdekke og brakkerigg. Brakkeriggen vil være tilgjengelig for tildekkingsprosjektet og kan bygges ut etter behov.

6.3 Utlekking

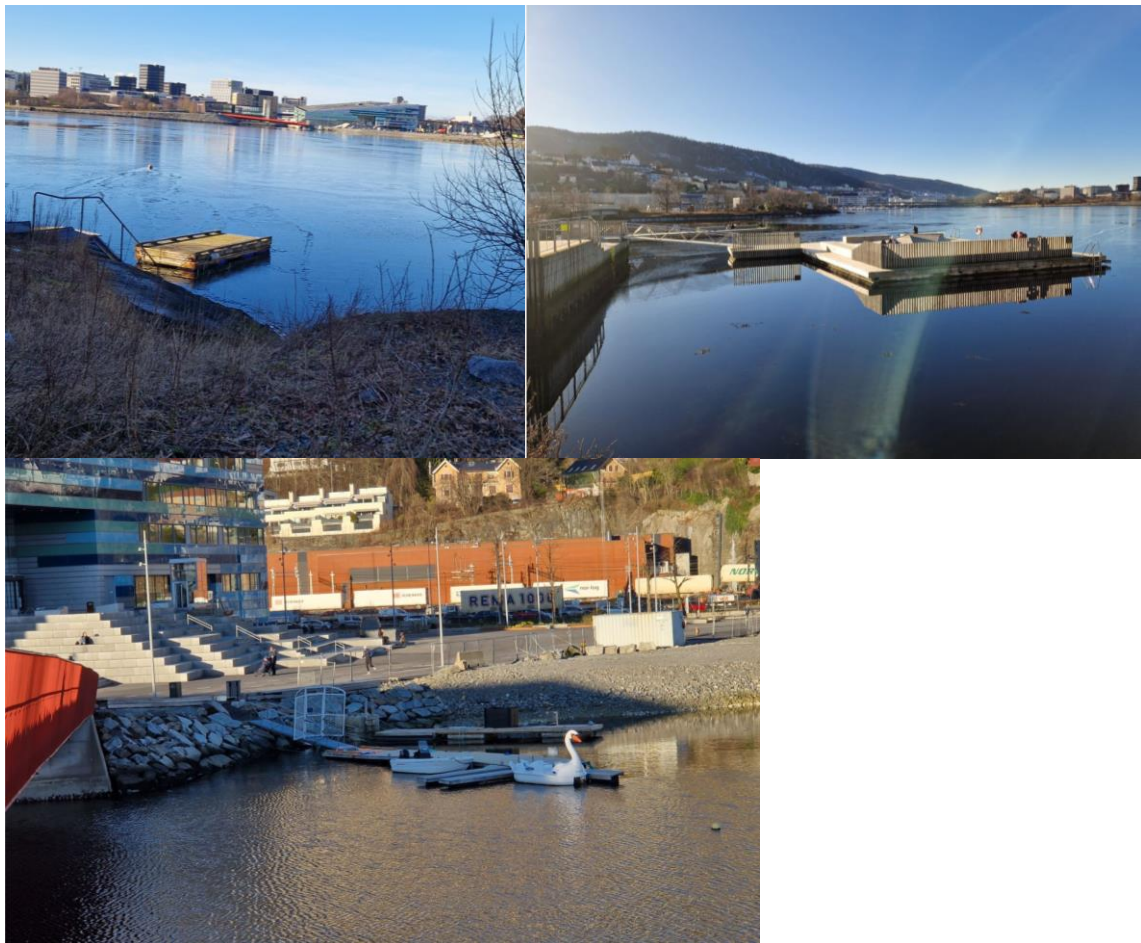
Massene skal legges ut skånsomt på sjøbunnen for å redusere oppvirvling og spredning av forurensede partikler. I delområde 1, der det finnes skråninger og sjøbunnen er bløt og til dels ustabil, må massene legges ut på en slik måte at massene synker gjennom vannsøylen og sedimenterer skånsomt ned på sjøbunnen. Det understrekes at det vil bli vektlagt i tildelingskriteriene at utleggingsmetode/utstyr er egnet for bruk til tildekking av svært bløt og potensielt ustabil sjøbunn hvor det er stor fare for oppvirvling av partikler og utglidninger.

Entreprenør må generelt hensynta strømforholdene ved utlegging. Ved utlegging av det første laget i delområde 2 stilles det krav til at arbeidet skal gjennomføres på fløende sjø for å redusere risikoen for spredning av forurensede partikler fra sjøbunnen ut til Puddefjorden.

Geotekniske føringer for utlegging av masser på bløt, ustabil sjøbunn tilsier at massene skal legges ut i flere lag fra det dypeste området mot grunnere områder. Entreprenør må ha godt posisjoneringsutstyr for å ha kontroll på hvor massene legges ut. Det stilles krav til at sjøbunnen i hele tiltaksområdet (både delområde 1 og 2) skal være dekket av et første lag før noen av områdene ferdigstilles for å hindre oppvirvling og rekontaminering av topplag.

Det må gis en detaljert beskrivelse av utleggingsmetoden og hvordan tildekkingen tenkes gjennomført (rekkefølge, etc.) i gjennomføringsplanen. Strømforholdene ved utløpet av Gamle Nygårdsbro må hensyntas for å sikre best mulig resultat av tildekkingen i delområde 2.

Det skal også tildekkes under båtpirer og flytebrygger. Det er entreprenør som er ansvarlig for alt arbeid relatert til midlertidig flytting og re-etablering av båtpirer og flytebrygger ved behov for å kunne gjennomføre tildekking av sjøbunnen med tilbudt metode. Dette inkluderer også all koordinering og dialog mot båtforening, båteiere og brygge-eiere angående flytting av båtpirer/flytebrygger og båter, inkludert finne sted for midlertidig omplassering av båtpirer/flytebrygger og båter. Det er opp til entreprenør å foreslå løsning for omplassering av båtpirer/båter og avtale/koordinere dette med båtforening og dets medlemmer. Det finnes fem båtpirer i Neptun båtforening og en pir ved Fløen der tidligere Draugen båtforening holdt til. I tillegg finnes det mindre flytebrygger ved helikopterbasen, Møllendal og ADO Arena (Figur 12).



Figur 12 Flytebrygger ved helikopterbasen (over venstre), Møllendal (over høyre) og ADO Arena (under)

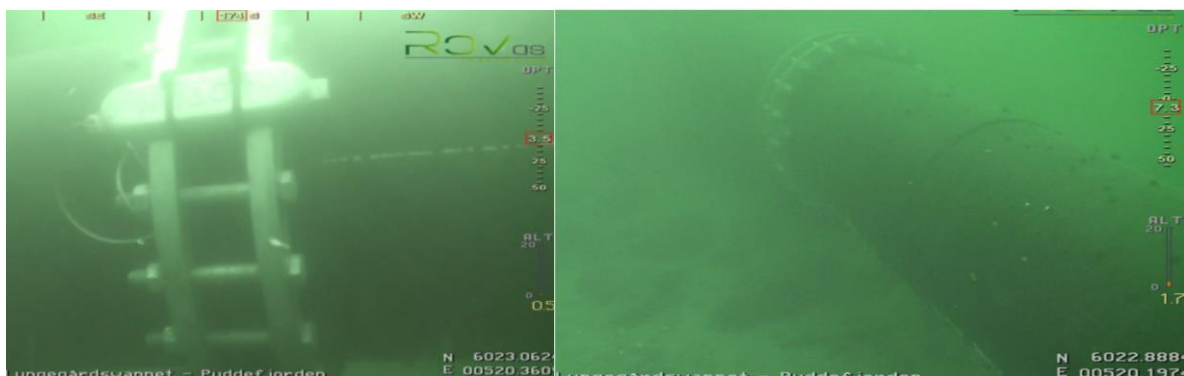
6.4 Tildekking av ledninger og kabler på sjøbunnen

Alle ledninger på sjøbunnen kan dekkes til med 0/2, 0/8 og 0/32 mm masse med angitte tykkelser, med følgende unntak:

- 1) Enkelte servicepunkt langs Evynys fjernkjøleledninger (flenser, anoder og tilkoblingspunkt) (lys blå ledninger i Figur 4) må være tilgjengelige for ledningseier etter tildekking (ca. 10 stk). Det er opp til entreprenør å finne en løsning på dette. Man kan la være å tildekke disse områdene og heller legge masser inntil ledningene, eller man kan vurdere om man kan grave bort masser/overfordype rundt servicepunktene og deretter tildekke. Dersom kontrollen av servicepunktene i etterkant av tiltaket viser at disse ikke er tilgjengelige, må entreprenør fjerne masser for å gjøre servicepunktene tilgjengelige. Eksempel på slike servicepunkt er vist i Figur 13. Anbudsgrunnlaget vil bli oppdatert med mer informasjon om servicepunktene (blant annet posisjoner) før tilbudsfrist.
- 2) Utløp av utslippsledninger (overløp fra felles avløpsledninger, overvannsledninger, etc.) skal ikke tilstoppes som følge av tildekkingstiltaket. Sedimentene i området er svært bløte, og det er vanskelig å heve endepunktene. Det må derfor vurderes for hvert utløp om det bør fjernes masser foran utløpene slik at de ikke tilstoppes.

Erosjonssikringsmassene (20/120 mm) skal legges inntil ledninger, og ikke oppå ledninger (gjelder kun et ledningsstrek på 50 m).

Alle kabler kan tildekkes med alle massetyper.



Figur 13 Eksempel på servicepunkt som må være tilgjengelige for ledningseier Eviny etter tiltak

6.5 D/S Topdal

Det skal ikke legges masse direkte på D/S Topdal (Figur 6), og vraket må også beskyttes slik at finstoff fra utleggingen i andre områder ikke sprer seg og legger seg på vraket. Det er opp til entreprenør å velge måte å beskytte vraket på under utlegging, f.eks. ved bruk av siltgardin. Prosjektet har ikke mottatt endelig tillatelse etter kulturminneloven fra Vestland Fylkeskommune, og mindre endringer/presiseringer i kravene relatert til beskyttelse av D/S Topdal kan bli aktuelt når ordlyden i tillatelsen blir kjent. I så fall vil anbudsgrunnlaget bli oppdatert med ny informasjon om kravene til beskyttelse av D/S Topdal.

De 4 verneverdige flakeskutene (Figur 6) kan tildekkes med angitt masse.

7 Overordnet fremdriftsplan

Byggherre ønsker i utgangspunktet at arbeidet skal utføres i perioden vår 2023 - vår 2024. Entreprenør må legge frem en overordnet fremdriftsplan for sine arbeidere med tilbudet.

8 Rapportering fra entreprenør under tiltak

Entreprenør skal i utgangspunktet levere statusrapport til byggherre ukentlig. Detaljer avtales med byggherre. Statusrapport skal inkludere fremdrift, dokumentasjon av utført arbeid, mengde utlagt masse, evt. uønskede hendelser, evt. avbøtende tiltak, etc. Alvorlige hendelser/avvik rapporteres løpende.

9 SHA-plan

Det er utarbeidet en SHA-plan for arbeidene i Store Lungegårdsvann (COWI, 2023b). Planen beskriver hvordan de prosjektspesifikke risikoforholdene som er avdekket under planlegging og prosjektering skal behandles.

10 Overvåkning og dokumentasjon, entreprenør

Entreprenør skal gjennomføre programmet for overvåking og dokumentasjon som beskrevet i dette kapittelet. Entreprenør må knytte til seg en miljørådgiver som har erfaring med kontroll- og overvåkningsarbeid for tiltak i sjø hvis de ikke har denne kompetansen i egen organisasjon. Se også krav til overvåkning og dokumentasjon gitt i kontroll- og overvåkningsplanen (COWI, 2023a).

10.1 Dokumentasjon av tildekkingsmasser

Entreprenør må levere dokumentasjon på at tildekkingsmassene har tilfredsstillende kjemisk tilstand, samt at andre krav til massene gitt i kontroll- og overvåkningsplanen (COWI, 2023a) er oppfylt. Dokumentasjonen må overleveres til byggherre før utlegging av tildekkingsmassene.

10.2 Turbiditet

Under hele anleggsperioden skal entreprenør kontinuerlig måle turbiditet i to målestasjoner. Målerene skal plasseres 1-1,5 m under overflaten. En turbiditetsmåler skal stå ved stasjon 4 i Solheimsviken i Puddefjorden i hele anleggsperioden (Figur 14). En turbiditetsmåler skal stå nær utløpet til Puddefjorden (på østsiden av Nygårdsbroene) (ca. i området vist med rød pil i Figur 14). Denne måleren må flyttes på i perioden det utføres tildekking i dette området.

Grenseverdien for turbiditet er 12 NTU (10 NTU over referanseverdi for turbiditeten i området) i henhold til krav fra Statsforvalteren i Vestland (Fylkesmannen i Hordaland, 2017). Overskridelse av grenseverdien utover en periode på 20 minutter skal medføre at arbeidene stanses, årsaksforholdene avklares (inkludert vannprøver ved behov) og nødvendige avbøtende tiltak gjennomføres.

Det er ikke satt krav til bruk av siltgardin under tiltaket.



Figur 14 Oversikt over stasjoner/områder for plassering av turbiditetsloggere

10.3 Dokumentasjon av tildekkingslag

10.3.1 Delområde 1

I delområde 1, der tildekkingen består av 0/2 mm masser og 0/8 mm masser, skal tildekkingslagene dokumenteres med kjerneprøver. Dokumentasjon av tildekkingslagene ved kjerneprøvetaking skal utføres både etter det første 10 cm laget og etter at alle lagene er utlagt.

Det skal minimum tas en kjerneprøve per 10 000 m² for å dokumentere tykkelsen på det første 10 cm laget (dvs. 32 kjerneprøver), og tilsvarende skal det tas en kjerneprøve per 10 000 m² for å dokumentere tykkelsen på det totale tildekkingslaget (dvs. 32 kjerneprøver). Til sammen skal det dermed tas 64 kjerneprøver fra delområde 1 for å dokumentere tildekkingslagene.

Hele tildekkingslaget må vises i kjerneprøvene, og det skal tas bilde av alle kjerneprøvene for å dokumentere tykkelsen på tildekkingslaget. Lokalitetene til kjerneprøvene skal koordinatfestes og inntegnes på kart. Prøvene skal tas spredt utover tiltaksområdet slik at de er representative for hele tildekkingslaget.

10.3.2 Delområde 2

I delområde 2, skal tykkelsen av det første 10 cm laget med 0/8 mm masse dokumenteres med kjerneprøver eller grabbprøver ved minimum 6 lokaliteter. Tildekkingslagene av det totale tildekkingslaget skal dokumenteres ved utsetting og avlesning av målepinner eller målebøtter eller lignende ved minimum 10 lokaliteter.

Alle lokaliteter skal koordinatfestes og inntegnes på kart. Lokalitetene skal være spredt utover tiltaksområdet slik at de er representative for hele delområdet.

10.4 Kjemisk dokumentasjon av tildekkingslaget

Etter tildekkingen skal det tas prøver av de øverste 10 cm av tildekkingslaget for å dokumentere oppnådd kjemisk tilstand. Prøvene skal tas med kjerneprøvetaker eller grabb, eventuelt med dykker. I inntil fire uker etter at tiltaket er gjennomført skal innholdet av PCB-7, PAH-16 (både enkeltforbindelser og sum) og metallene As, Cd, Cu, Cr, Pb, Hg, Ni og Zn i de øverste 10 cm av sjøbunnen være i tilstandsklasse II eller lavere i henhold til gjeldende veileder M-608/2020 (Miljødirektoratet, 2020). NB! Det må benyttes en analysemetode med rapporteringsgrenser som ligger innenfor tilstandsklasse II i veileder M-608/2020 for de aktuelle stoffene. Prøvene skal håndteres i henhold til gjeldende veiledere og analyseres av laboratorium med akkreditering for de aktuelle analysene.

Det skal minimum analyseres en blandprøve av fire delprøver per 10 000 m² sjøbunn innenfor delområde 1, dvs. 32 prøver. I delområde 2 skal det minimum analyseres 6 blandprøver. Prøvene skal tas spredt utover tiltaksområdet slik at de er representative for hele tildekkingslaget.

10.5 Dokumentasjon av D/S Topdal før og etter tiltak

Tilstanden til det vernede vraket D/S Topdal (Figur 6) skal dokumenteres med video og bilder både før og etter tiltak. Video og bilder skal ha en slik kvalitet at tilstanden til vraket kan vurderes. Det er

mulig at denne posten utgår i sin helhet dersom Bergen Sjøfartsmuseum velger å gjennomføre inspeksjon av kulturminnet før og etter tiltak selv.

10.6 Dokumentasjon av tilstand til ledningsnett før og etter tiltak

Det skal gjennomføres rørinspeksjon av utsiden av ledningene i Store Lungegårdsvann innenfor tildekkingsområdet (inkluderer vannledninger, avløp felles ledninger, overvannsledninger og fjernkjøleledninger, se Figur 4) både før og etter tiltak for å dokumentere tilstanden til ledningsnettet. Tilstanden skal dokumenteres med video/bilder og koordinatinnmålinger og evt. beskrivelser.

Rørinspeksjonen i forkant av tiltaket skal:

- Levere koordinatinnmålt trasè for ledningene, med særlig fokus på koordinatfesting av utløpene av utslippsledninger (overløp avløp felles, overvannsledninger, etc.).
- Dokumentere tilstanden til ledningene før tiltak
- Danne grunnlag for vurdering av hvordan man skal forhindre at utløp av utslippsledninger tilstoppes under tiltaket, samt hvordan man skal håndtere servicepunktene langs Evinys ledninger under tiltaket (se også avsnitt 6.4).

Rørinspeksjonen i etterkant av tiltaket skal:

- Dokumentere at ledningene ikke er skadet som følge av tiltaket
- Dokumentere at servicepunktene langs Evinys ledninger er tilgjengelige
- Dokumentere at utløpene av utslippsledningene ikke er tilstoppet

10.7 Dokumentasjon av erosjonssikringslag og avslutning mot ledninger og utildekkede områder

Erosjonssikringslaget skal filmes (ROV eller dykker) for å dokumentere om det er heldekkende. Erosjonssikringslaget skal dokumenteres med film fra 4 traseer i nordvest-sørøstlig retning og 4 traseer i nordvest-sørøstlig retning.

Områdene der massene er lagt inn mot ledninger og mot utildekkede områder skal også filmes (ROV eller dykker) for å dokumentere at arbeidet er utført etter angitte spesifikasjoner.

Alle filmtraseer skal markeres i kart.

10.8 Sluttrapport

Entreprenør skal innen 8 uker etter at anleggsarbeidene er avsluttet levere en sluttrapport som oppsummerer gjennomføringen av tiltaket, samt alle resultater fra kontroll- og overvåkningsarbeidet. Sluttrapporten skal blant annet inneholde:

- Beskrivelse av gjennomføring av tildekking, inkl. mengde utlagt masse og erfaringer med utstyr og metode
- Alle kontroll- og overvåkningsresultater som entreprenør er ansvarlig for (kjemisk tilstand, turbiditetsloggere, tildekkingstykkelse, filmer/inspeksjonsrapporter kulturminne, ledningsnett og erosjonssikringlag)
- Evt. registrerte avvik og dokumentasjon på avbøtende tiltak
- Kopi av alle loggføringer

Dokumentasjonen fra entreprenør skal foreligge skriftlig, og gjennomgang med byggherre skal gjennomføres før avslutning av prosjektet.

11 Overvåkning og dokumentasjon, byggherre

Dybdekartlegging av sjøbunnen i Store Lungegårdsvann før og etter tiltak, samt overvåkning med sedimentfeller og passive prøvertakere under tiltak, skal gjennomføres av byggherre.

11.1 Dybdemålinger

Byggherre skal gjennomføre dybdemålinger i Store Lungegårdsvann rett før og rett etter tiltaket. Dybdedataene vil bli stilt til disposisjon for entreprenør.

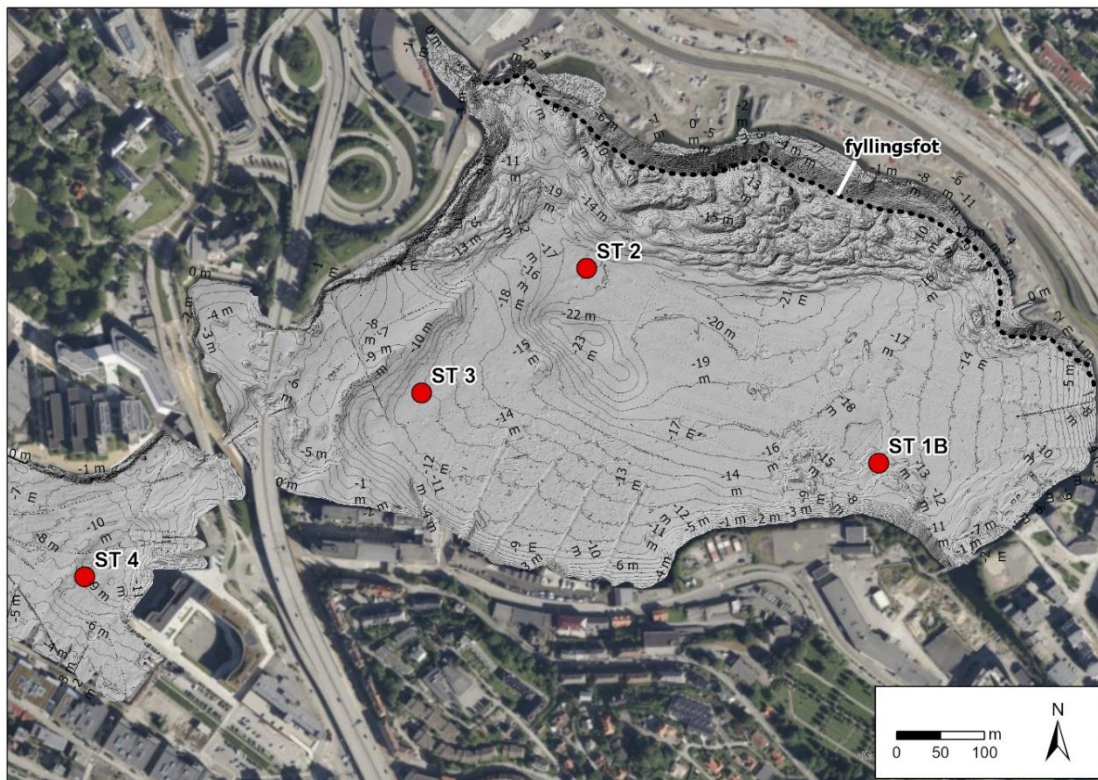
11.2 Sedimentfeller, POM og vannprøver

Byggherre skal gjennomføre overvåking under anleggsarbeidene med ulike metoder. Tidligere gjennomførte førmålinger gir informasjon om normale bakgrunnskonsentrasjoner og vil være sammenligningsgrunnlag for målinger fra tiltaksperioden. Resultatene skal benyttes som støtte til den kontinuerlige turbiditetsovervåkingen i anleggsperioden.

Det skal benyttes en kombinasjon av målemetoder for å overvåke spredning av miljøgifter via vannmassene:

- Sedimentfeller fanger partikler som transporteres med vannmassene. Fellene dokumenterer mengde og type forurensning som spres med partikler over tid.
- Passive prøvertakere POM måler konsentrasjonene av organiske miljøgifter i sjøvannet (PAH og PCB) over tid.
- Vannprøver gir et øyeblikksbilde av vannkvaliteten og fanger opp både løst og partikkelbundet forurensning

Rigger med sedimentfeller og POM utplasseres ved stasjon ST1B-ST4 vist i Figur 15. Riggene i Store Lungegårdsvann vil måtte flyttes på ved behov (utføres av byggherre). Omfang av og lokaliteter for vannprøvetaking vurderes undervegs i prosjektet.



Figur 15 Stasjoner for plassering av sedimentfeller og POM. Utstyret ved stasjonene i Store Lungegårdsvann vil måtte flyttes på i perioder, mens utstyret ved stasjon 4 skal stå i hele anleggsperioden

12 Referanser

Bergen Sjøfartsmuseum, 2014. Marinarkeologiske registreringer Store Lungegårdsvann. 2014.

COWI, 2018. Testtildekking Store Lungegårdsvann, Bergen Havn. Fagrapport, 2018.

COWI, 2023a. Kontroll- og overvåkningsplan for tiltak mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann.

COWI, 2023b. SHA plan for tiltak mot forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann.

Fylkesmannen i Hordaland, 2017. Tillatelse til tildekking av forurenset sjøbunn i Store Lungegårdsvann i Bergen kommune. Tillatelse.

Miljødirektoratet, 2020. M-608/2020. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Veileder.

Miljødirektoratet, 2017. Testprogram for tildekkingsmasser. Forurenset sjøbunn (oppdatert pr. august 2017). Veileder M-411/2015. 2017.

Nearshore Survey, 2021 og 2022. Dybdekartlegging i Store Lungegårdsvann med multistråle ekkolodd.