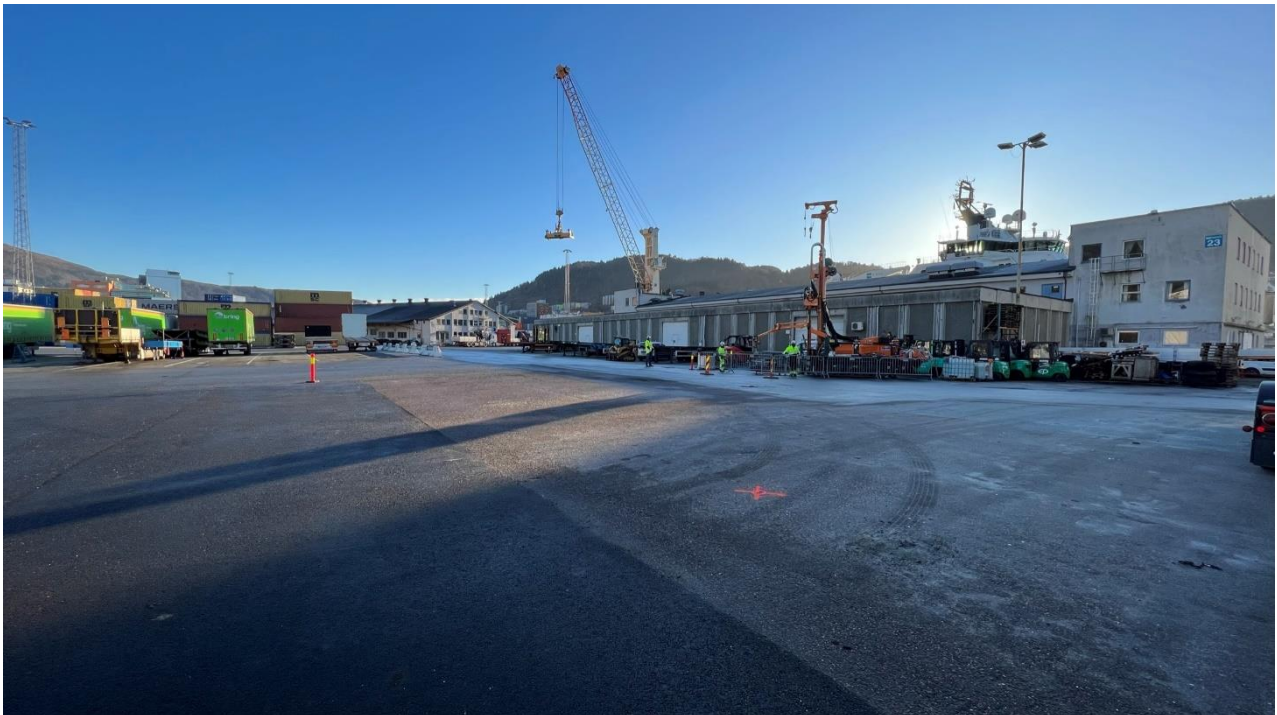


Beregnet til
Statsbygg

Dokument type
Tiltaksplan for forurenset grunn

Dato
2025-02-15

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET OG FISKERIDIREKTORATET TILTAKSPLAN FOR FORURENSET GRUNN



Dokkeskjærskaien med skur 23, Rambøll 2023

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET OG FISKERIDIREKTORATET TILTAKSPLAN FOR FORURENSET GRUNN

Oppdragsnummer: 1350036858
Oppdragsnavn: Nybygg HI/Fiskeridir. Bergen
Dokumentnummer: M-rap-001
Filnavn: M-rap-001-rev02-1350036858 Samlokalisering HI-Fdir-Dokken-Bergen-
Tiltaksplan for forurenset grunn-2025-02-15.docx

Revisjon	02
Dato	15.2.2025
Utarbeidet av	LAOM/GATOSL
Kontrollert av	MKOOSL
Godkjent av	LMHTRH/GATOSL
Beskrivelse	<i>I forbindelse med realisering av nybygg for Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune, er Rambøll engasjert av Statsbygg til å utarbeide en tiltaksplan med risikovurdering for forurenset grunn.</i>
Revisjon 02	<i>Justert plassering og areal av byggegrop i figurer og modellutsnitt. Nytt areal for byggegrop har medført revidert beregning av vannmengder ved nedbør. Forøvrig kun små tekstjusteringer utført.</i>

BEGRENSNINGER OG ANSVAR

Denne rapporten er utarbeidet av Rambøll med de formål og forbehold som er beskrevet i rapporten. Uttalelsene og konklusjonene i rapporten representerer vår faglige vurdering basert på den tilgjengelige informasjonen og forholdene som eksisterte på tidspunktet for utgivelsen. Innholdet i rapporten kan påvirkes av informasjon som ikke er gjort tilgjengelig, samt av fakta og omstendigheter som måtte forekomme etter utgivelsen av denne rapporten, og vi kan ikke holdes ansvarlig for slike forhold.

Rettighetene til rapporten er regulert i avtalen med oppdragsgiver. Rapporten kan ikke benyttes annerledes eller i en annen sammenheng enn forutsatt, uten vårt skriftlige samtykke. Det er ikke adgang til å videreformidle rapporten uten at det er skriftlig avtalt. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til publisering, reproduksjon eller endring. Rambøll skal holdes skadesløs for alle krav, skader, ansvar, kostnader og utgifter som oppstår ved bruk av rapporten til andre formål eller av tredjeparter.

SAMMENDRAG

I forbindelse med forprosjekt for nybygg og samlokalisering av Havforskningsinstituttet (HI) og Fiskeridirektoratet (Fdir.) på tomt A2 på Dokken i Bergen kommune, har Multiconsult på oppdrag fra Statsbygg utført en miljøteknisk grunnundersøkelse med prøvetaking av løsmasser høsten 2023. Rambøll bistår Statsbygg med utarbeidelse av en tiltaksplan for forurenset grunn basert på undersøkelsen, inkludert risikovurdering av helse og spredning på området.

Området som berøres er på Dokkeskjærskaien med gnr./bnr. 164/1 og 164/3, i Bergen kommune, heretter omtalt som tiltaksområdet. Tidligere undersøkelser har påvist forurensning på store deler av Dokkenområdet, som tiltaksområdet er en del av. Det aktuelle utbyggingsområdet ligger i ytterkant av den såkalte «Gassverktomten», hvor det tidligere er påvist sterkt forurensete masser i tilstandsklasse 5 og masser tilsvarende farlig avfall. Tiltaksområdet er en del av lokaliteten registrert i Miljødirektoratets grunnforurensingsdatabase med lokalitets ID 3871-Jekteviken Gassverktomt. Forurensningsmyndighet for lokaliteten er Statsforvalteren i Vestland. Denne tiltaksplanen skal derfor behandles og godkjennes av Statsforvalteren før gravearbeider kan starte opp på eiendommen.

Tiltaksområdet er omfattet av et tidligere pålegg fra Fylkesmannen i Hordaland (nå Statsforvalteren i Vestland) om opprydning i Jekteviken, og utarbeidelse av en tiltaksplan for opprydningsarbeidene. Statsbygg har i møte med Bergen kommune avklart at det kan gjennomføres grunnundersøkelser på tomt A2 i regi av Statsbygg, og utarbeides en separat tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn. Bergen kommune har vist til avklaringsmøte avholdt i 2022 med Statsforvalteren om denne saken.

Det ble ved undersøkelsen utført høsten 2023 prøvetatt i 42 prøvepunkter og sendt inn totalt 181 prøver til kjemisk analyse. Det ble påvist følgende forurensningssituasjon innenfor undersøkelsesområdet:

- I toppjord (<1m) ble det i et punkt påvist forurensning tilsvarende tilstandsklasse 5 (benzen), i et punkt tilsvarende tilstandsklasse 4 (nikkel), i ni punkt tilsvarende tilstandsklasse 3 (sink, bly, benzen, alifater, benzo(a)pyren, Σ PAH₁₆) og i 10 punkt tilsvarende tilstandsklasse 2 (tungmetaller, benzo(a)pyren, Σ PAH₁₆, alifater).
- I dypereliggende masser (>1m) ble det i fem punkt påvist forurensning tilsvarende tilstandsklasse 5 (sink, benzo(a)pyren, Σ PAH₁₆), i 12 punkt tilsvarende 4 (tungmetaller, benzo(a)pyren, Σ PAH₁₆, alifater), i 11 punkt tilsvarende tilstandsklasse 3 (tungmetaller, benzo(a)pyren, Σ PAH₁₆, alifater), og i 6 punkt tilsvarende tilstandsklasse 2.

Det understrekkes imidlertid at undersøkelsen er basert på stikkprøver, og det kan derfor ikke utelukkes at den finnes mindre avgrensede områder med lokalt høyere konsentrasjoner enn det som er påvist i undersøkelsen. Resultatene fra undersøkelsen er benyttet til modellering av forurensingen og bergoverflaten med bruk av verktøyet Leapfrog. Dette har gitt et godt grunnlag for å vurdere utberedelsen av påvist forurensning og vurdering av helse- og spredningsrisiko.

For tiltaksområdet på Dokken er det foreløpig ikke vedtatt en ny reguleringsplan, da planarbeidet er pågående. Basert på bruksformålet til Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet er det naturlig at arealbruken vurderes som sentrumsområder, kontor og forretning. Dette gjelder da tiltaksområdet spesifikt, men det må også tas hensyn til at områdeutviklingen på Dokken legger opp til boligbebyggelse og rekreasjonsområder, inkludert badeplasser.

I henhold til Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn kan forurensning i tilstandsklasse 3 og lavere aksepteres i både toppjord og dypereliggende masser i områder med arealbruk sentrumsområder, kontor og forretning. I dypereliggende masser kan tilstandsklasse 4 aksepteres dersom risikovurdering for spredning konkluderer med at risiko er akseptabel.

Tilstandsklasse 5 kan aksepteres dersom risikovurdering for menneskers helse og spredning til naturmiljø viser akseptabel risiko.

Statsforvalteren har ved tidligere gjennomførte tiltak på Gassverktomten stilt krav om omfattende masseutskifting, selv om utført risikovurdering viste at massene kunne bli liggende igjen. Rambøll antar at lignende krav vil kunne bli stilt til dette tiltaket. Gjennomført risikovurdering med gitte forutsetninger og konservative verdier, viser at risikoen forbundet med påvist forurensning av tungmetaller og PAH-forbindelser er akseptabel med planlagt arealbruk på tiltaksområdet og tilgrensende områdeutvikling, med hensyn på eksponering av mennesker og spredning til miljø. Dette forutsetter at alle masser i tilstandsklasse 4 og 5 innenfor byggegrop fjernes, og at alle masser i tilstandsklasse 5 utenfor byggegrop fjernes. Disse tiltakene vil i svært stor grad fjerne forurensning påvist i tilstandsklasse 4 og 5 fra hele tiltaksområdet.

Det planlagte tiltaket innebærer en større masseutskifting for etablering av byggegrop (cirka 6200 m²). Det er planlagt med en vanntett spunt rundt gropen, og utgraving ned til cirka 6 meter under dagens terreng. Masser som er påvist, eller påvises ved supplerende prøvetaking, i tilstandsklasse 5 skal fjernes på hele tiltaksområdet. For alle gjenværende masser utenfor byggegrop skal akseptkriteriet begrenses oppad til øvre grense tilstandsklasse 4. Det skal utføres kontrollprøvetaking for å dokumentere at alle forurensede masser i tilstandsklasse 4 og 5 er fjernet ved utgraving av byggegrop, samt tilstandsklasse 5 utenfor byggegrop.

Alle masser skal leveres til godkjente mottak. Av bærekraftshensyn anbefales det på generelt grunnlag at egnede masser i størst mulig grad gjenbrukes innenfor tiltaksområdet. Rene masser skal gjenbrukes før forurensede masser, og de mest forurensede massene kjøres ut først ved masseoverskudd. Det skal undersøkes med nærliggende mottak om massene er egnet for behandling i jordvaskeanlegg, for gjenvinning og ombruk av rene fraksjoner.

For tiltaksgjennomføringen er det satt miljømål om at anleggsarbeidet skal utføres slik at det ikke forekommer spredning av forurensning, og at vannhåndtering ikke skal medføre forringelse av sjøresipient Puddefjorden. Det er i tiltaksplanen foreslått grenseverdier for utslipp av rensed anleggsvann til sjø. Disse må godkjennes ved behandling og godkjenning av denne tiltaksplanen. Utslipp av rensed anleggsvann til sjø er vurdert som den beste løsningen for håndtering av vann på tiltaksområdet. Entreprenør må sørge for egnet renseanlegg for forurenset vann fra byggegrop, anleggsplass og riggområder. Alt vann skal føres gjennom renseanlegget før utslipp. Renseanlegget må dimensjoneres med tilstrekkelig kapasitet og renseeffekt for vann påvirket av forurensede løsmasser og anleggsvirksomheten for øvrig. Renseanlegget må være egnet til å rense vannet ned til de aktuelle grenseverdier som foreslås i denne tiltaksplanen. Det skal utføres prøvetaking ukentlig for å verifisere at grenseverdiene overholdes. Utslipp skal stanses ved overskridelser og skal ikke starte opp igjen før grenseverdier er overholdt.

Utførende entreprenør skal utføre anleggsarbeidene i henhold til føringene i den godkjente tiltaksplanen, og eventuelle vilkår i godkjenningen fra forurensningsmyndighet.

Prosjektet er avhengig av bevilgning fra Stortinget for gjennomføring. Det er derfor foreløpig ikke klart når grunnarbeidene vil kunne starte opp.

Når tiltaket er gjennomført skal det utarbeides en sluttrapport som dokumenterer tiltaksgjennomføringen, med påkrevd dokumentasjon for levering av forurensede masser og eventuelt avfall. Sluttrapporten skal sendes forurensningsmyndigheten for behandling.

Innhold

1.	INNLEDNING	8
1.1	Bakgrunn for oppdraget	8
1.2	Målsetning	9
1.3	Bærekraft	9
2.	INNLEDENDE VURDERINGER	11
2.1	Beskrivelse av området – grunnforhold, grunnvann og overflatevann	11
2.2	Eiendomshistorikk	11
2.3	Tidligere utførte grunnundersøkelser	12
2.4	Registrerte forekomster av forurenset grunn	16
2.5	Pålegg fra forurensningsmyndighet	17
3.	KLASSIFISERING AV FORURENSEDE MASSER	18
4.	UTFØRT MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE	20
4.1	Prøvetaking og kjemiske analyser	20
4.2	Beskrivelse av jordprofilen og feltobservasjoner	20
4.3	Analyseresultater med vurdering.....	21
4.4	Vurdering av forurensningssituasjonen på området	26
5.	RISIKOVURDERING	27
5.1	Stedsspesifikk risikovurdering.....	28
5.2	Mål for helse og miljø	32
5.3	Tilgrensende resipient.....	32
5.4	Risikovurdering av helse	33
5.5	Risikovurdering av resipient	37
5.6	Konklusjon	40
6.	TILTAKSPLAN	41
6.1	Terrenginngrep	41
6.2	Tidsplan for gjennomføring	41
6.3	Akseptkriterier og miljøtiltak.....	41
6.4	Risiko for forurensningsspredning	42
6.5	Vann i byggegrop.....	43
6.6	Vannhåndtering	44
6.7	Graveinstruks og disponering av masser	51
6.8	Oppstart, kontroll og overvåkning	52
6.9	Sikkerhet og beredskap	53
6.10	Dokumentering av gjennomført arbeid og slutttilstand	54
7.	REFERANSER	55

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET OG
FISKERIDIREKTORATET
TILTAKSPLAN FOR FORURENSET GRUNN**

VEDLEGG

**VEDLEGG 1 – MILJØGEOLOGISK
GRUNNUNDERSØKELSE(MULTICONSULT, RIGM-RAP-001, 5.2.2024)**

**VEDLEGG 2 – UTDRAK FRA BEREGNINGSVERKTØYET FOR VURDERING
AV HELSERISIKO**

**VEDLEGG 3 – UTDRAK FRA BEREGNINGSVERKTØYET FOR VURDERING
AV SPREDNINGSRISIKO**

**VEDLEGG 4 – TILLATELSE TIL UTFYLLING SJØ FRA FYLKESMANNEN I
HORDALAND**

**VEDLEGG 5 – KOMMUNIKASJON MELLOM BERGEN OG OMLAND
HAVNEVESEN OG FYLKESMANNEN I HORDALAND ANGÅENDE TILTAK
TILKNYTTET UTFYLLING I SJØ**

1. INNLEDNING

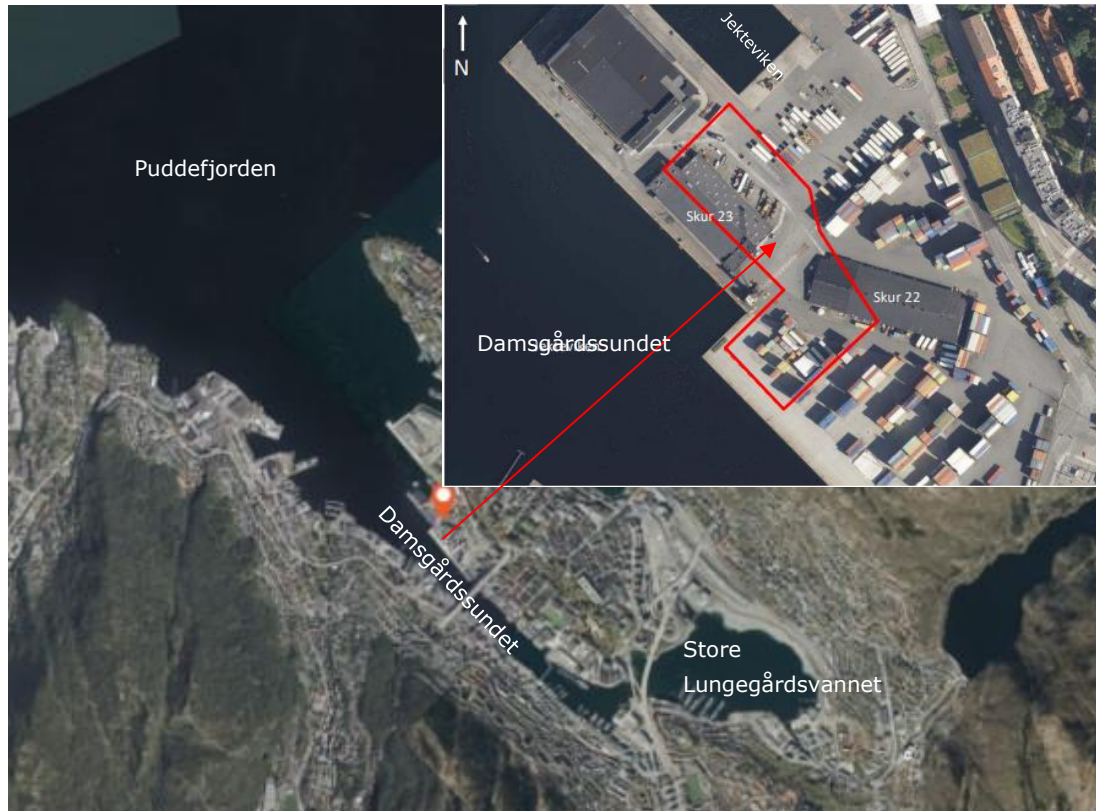
Kapittel 2 i forurensningsforskriften sier at dersom det er grunn til å tro at det er forurenset grunn i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført, skal tiltakshaver sørge for at det blir utført nødvendige undersøkelser for å få kartlagt omfanget og betydningen av eventuell forurensning i grunnen [1]. Plan- og bygningslovens §28-1 stiller også krav til at miljøforholdene på en eiendom skal være kjent før tiltak kan igangsettes.

1.1 Bakgrunn for oppdraget

Statsbygg gjennomfører forprosjekt for nybygg og samlokalisering av Havforskningsinstituttet (HI) og Fiskeridirektoratet (Fiskeridir.) på tomt A2 ved Dokken og Jekteviken. Området som berøres er på Dokkeskjærskaien med gnr./bnr. 164/1 og 164/3, i Bergen kommune, heretter omtalt som tiltaksområdet. Tidligere undersøkelser har påvist forurensning på store deler av Dokkenområdet, som tiltaksområdet er en del av.

Plasseringen og utstrekning av tiltaksområdet er vist i figur 1. Tiltaksområdet er ca. 12 daa, hvorav det i dagens situasjon er ca. 9 daa utomhusområder og ca. 3 daa er bebygd areal. Dagens bygningsmasse skal rives i sin helhet før grunnarbeider starter opp. Planlagt utbygging vil dekke cirka 7 daa med nytt bebygd areal, der resterende områder blir transport- og gangarealer med tette flater og en mindre andel grønne felter med beplantning. Planlagt gravedybde for tiltaket er ned til ca. 6 m, hovedsakelig i løsmasser. Kun en liten del av tiltaket vil berøre bergmasser, de tidligere Dokkeskjærene. Området lå opprinnelig i sjø, men har blitt utfylt i flere etapper siden andre halvdel av 1800-tallet, og senest i periodene 1970-1980, 1994 og 2009-2015.

Multiconsult har på oppdrag fra Statsbygg foretatt miljøtekniske undersøkelser på det aktuelle tiltaksområdet høsten 2023. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i Multiconsult rapport 10252488-01-RIGm-RAP-001, datert 5. februar 2024 [2]. Foreliggende tiltaksplan beskriver de utførte miljøgeologiske grunnundersøkelsene, oppsummere resultater fra feltarbeidet og gir en beskrivelse av forurensningssituasjonen på undersøkelsesområdet i henhold til Miljødirektoratets nettbaserte veileder [3] for forurenset grunn, og veilederen TA2553/2009 [4]. Relevante resultater fra tidligere grunnundersøkelser utført av Multiconsult i 2008 [5] og Norconsult i 2021 [6] er også inkludert i tiltaksplanen.



Figur 1. Utsnitt fra kart som viser plassering av tomtealternativ A2 for nybygg og samlokalisering av Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune (gnr./bnr. 164/1 og 164/3). Utstrekning (cirka 12 000 m²) av tiltaksområdet (tomten) er markert med rød linje. Kilde: norgeskart.no.

1.2 Målsetning

Målet med tiltaksplanen er å beskrive hvordan forurensete masser innenfor tiltaksområdet skal håndteres og disponeres for å forhindre spredning av forurensning, og dermed skade på menneskelig helse og/eller miljø. I tillegg tilrettelegger tiltaksplanen for bærekraftig massehåndtering med fokus på gjenbruk av løsmasser innenfor tiltaksområdet.

Målet for miljøtiltakene er at gjenværende masser på eiendommen skal tilfredsstillere akseptkriteriene for arealbruken, og at det ikke forekommer uakseptabel spredning og eksponering av forurensning til tilgrensende eiendommer, grunnvann eller overflateresipienter.

Hensikten med å sanere forurensning er å sikre en bærekraftig utvikling, ved å rydde for fremtidige generasjoner.

1.3 Bærekraft

FNs bærekraftsmål er vår verdens arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030. I Rambøll jobber vi kontinuerlig for å bidra til at målene nås, ved riktig håndtering av helse- og miljøskadelige stoffer. Mange av stoffene vi treffer på i luft, grunn, vann, sedimenter og bygg har negative effekter på miljø og helse, og eksponering kan føre til sykdom og i verste fall død. Nedenfor gjengis hvordan FNs mål nr. 3 (God helse) og 12 (Ansvarlig forbruk og produksjon) ivaretas gjennom Rambølls prosjektering;



Rambøll gjennomfører prosjektering iht. klassifisering av miljø- og helse i forurenset grunn, sedimenter, vann, luft og bygningsmaterialer fastsatt i norsk regelverk og veiledere. God prosjektering av tiltak vil føre til at påvirkning av helse- og miljøskadelige stoffer reduseres, og bidrar dermed til en reduksjon av antall dødsfall og sykdommer som følge av påvirkning av helseskadelige stoffer.



Rambøll utarbeider tiltaksplaner for opprydding i forurenset grunn, som bidrar med å redusere spredning av helse- og miljøskadelige stoffer. I tillegg kartlegger vi utslipp fra deponier og industri, samt prosjekterer renseløsninger som bidrar til å begrense spredning av forurensning til resipienter. Rambøll oppfordrer også til gjenbruk av masser og bygningsmaterialer der det er mulig, og legger til rette for slik gjenbruk.

2. INNLEDENDE VURDERINGER

2.1 Beskrivelse av området – grunnforhold, grunnvann og overflatevann

Terrengnivået innenfor tiltaksområdet er relativt flatt og ligger mellom kote 1,8 og 2,8. Området har vært utfyllt siden andre halvdel av 1800-tallet, og de seneste utfyllinger har foregått i flere etapper i periodene 1970-1980, 1994 og 2009-2015. Området utomhus er for det meste asfaltdekket, men noen steder på kaien er det dekke av belegningsstein. Tiltaksområdet grenser mot Puddefjordenfjorden i sør og vest, og mot havne- og industriområder på Dokken i nord og øst.

Løsmasser innenfor tiltaksområdet består av leire, silt, sand, grus og fyllmasser [7]. Geotekniske undersøkelser utført høsten 2023 [8] viser at løsmassene generelt består av et topplag med antatt sand, grus og stein, over antatt steinfylling, stedvis også morene i dybden over antatt berg. Dybde til antatt berg varierer mellom 3,7 og 21,1 m i borpunktene, og bergkote mellom -18,8 og -1,3.





Ifølge informasjon fra den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) finnes det ingen grunnvannsbrønner på tiltaksområdet. Det er registrert en energibrønn ca. 350 m sørvest for tiltaksområdet. Dybde til vann er forventet å ligge ved havnivå, 2-3 meter under dagens terrengnivå.

2.2 Eiendomshistorikk

Tabell 1 viser utviklingen innenfor Dokkenområdet fra 1907 fram til 2016. Området har vært utfyllt siden andre halvdel av 1800-tallet, og selve Dokkeskjærskaien ble tatt i bruk i 1939. I henhold til tidligere havneplaner, helt tilbake til havneplanen av 1903, har det vært planlagt fremtidige offentlige kaianlegg i Jekteviken og Sydnes-området i Nøstebukten, hvor Dokkenområdet ligger. Eldre utfyllinger ble ofte benyttet som avfallsdeponier, og det kan dermed ikke utelukkes at det er fylt ut industriavfall, husholdningsavfall og bygningsavfall på området.

Indre del av Jekteviken ble utfyllt i 1976 med cirka 3000 m³ steinmasser. Siste utfylling mellom Frieleneskaien og Dokkeskjærskaien foregikk fra 2009 til 2015, cirka 120 000 m³ sprengsteinmasser [9].

Tabell 1. Historiske flyfoto fra 1907 til 2016 over Dokkenområdet i Bergen kommune. Kilde: © Statens kartverk.

Eiendomshistorikk		
Årstall	Beskrivelse av tiltaksområdet	Historisk flyfoto
1907	Bergen anno 1907 med oversikt over Dokkenområdet (blå skravur) med dagens utstrekning (Norkart). Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss.	
1951	Bergen anno 1951 med oversikt over Dokkenområdet (blå skravur) med dagens utstrekning (Norkart). Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss.	
2005	Bergen anno 2005 med oversikt over Dokkenområdet (blå skravur) med dagens utstrekning (Norkart). Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss.	
2016	Bergen anno 2016 med oversikt over Dokkenområdet (blå skravur) med dagens utstrekning (Norkart). Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss.	

2.3 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Tidligere miljøgeologiske grunnundersøkelser i Dokkenområdet fram til 2018 er oppsummert i Cowi sin rapport fra 2018 [10]. Rapporten er en helhetlig tiltaksplan for opprydning av Jekteviken med hensyn på forurenset grunn, men ingen av disse undersøkelsene berørte det aktuelle tomtealternativet A2. Undersøkelsene dokumenterte at det på Dokkenområdet stedvis er påvist sterk forurensning av PAH, olje, arsen, bly og sink. I påfølgende underkapitler oppsummeres kort gjennomførte miljøtekniske grunnundersøkelser i området, både de som er inkludert i Cowi sin tiltaksplan, og undersøkelser gjennomført etter at denne ble utarbeidet.

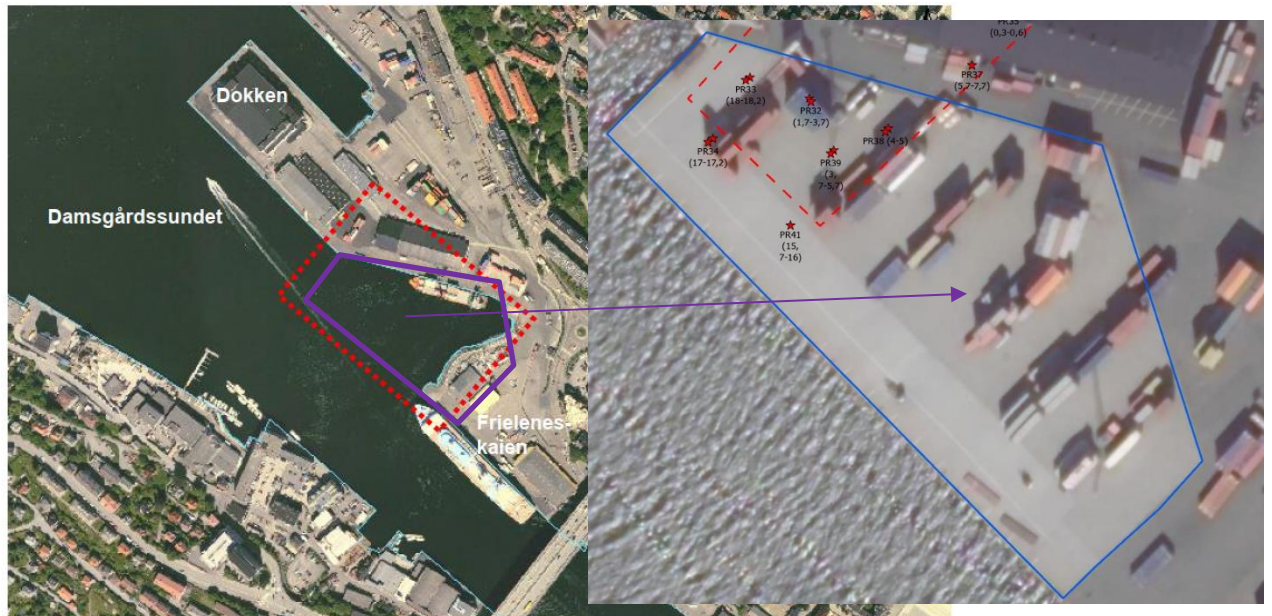
2.3.1 Multiconsult 2008

Multiconsult utførte i 2008 en miljøteknisk grunnundersøkelse i forbindelse med søknad om tillatelse til utfylling i sjø knyttet til kaiutvidelse ved Dokken og forlengelse av Frieleneskaaien [5]. Totallengden av den nye kaia var på ca. 500 meter. I forbindelse med dette arbeidet ble bukten mellom Frieleneskaaien og Dokkenskjærskaien fylt ut. En tidligere gjennomført sedimentundersøkelse viste at bunnsedimentene i området var forurenset, først og fremst av PAH, PCB, kvikksølv og bly. Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområde lå på ca. kote minus 9 til minus 14. Mektigheten av sediment over fjell varierte fra 1,6 til 9,4 m i borpunktene, grunnest rett nordvest for enden av Frieleneskaaien, og dypest i samme profil ca. 25 m mot nordøst.

Søknaden med referanse 2008/4983 461.5 [11] ble godkjent av Fylkesmannen i Hordaland med følgende vilkår:

1. Maksimalt tillatt areal for utfylling er 13 000 m² og fyllingsvolumet skal ikke overstige 150 000 m³. Som utfyllingsmasse skal det kun benyttes rene steinmasser. Det tillates ikke utfylling av avfallsfraksjoner fra bygge-, rive- eller veiarbeider.
2. Før utfyllingsarbeidene starter, må Bergen og Omland havnevesen ha etablert en beredskapsplan som skal gjennomføres umiddelbart hvis det viser seg at arbeidene bidrar til forurensende partikkelspredning.
3. Før utfyllingen starter skal sjøbunnen i hele utfyllingsområdet dekket med en fiberduk og ca. 0,5 m med rene sand- eller grusmasser.
4. For å hindre at forurensede, bløte bunnsedimenter presses frem fra under fiberduken når det fylles sprengstein fra land, skal det i et ca. 10 meter bredt belte langt ytre begrensnings av sandlaget legges ut sprengstein fra sjøen i et ca. 2 meter tykt lag.
5. Det skal under utfyllingen gjennomføres sikringstiltak som hindrer spredning av forurensede sedimenter/partikler ut av området. Det skal etableres siltgardin utenfor utfyllingsområdet. Siltgarden skal dekke hele det aktive utfyllingsområdet og hele vannsøylen fra overflaten til bunnen. Gardinen skal ikke fjernes før utlegging av sand og grus som beskrevet i vilkår 3-4 er endelig avsluttet. Funksjonen av siltgarden skal sikres gjennom daglig kontroll av garden i perioden. Det skal bare utfylles i området så lenge det ikke er fare for spredning av oppvirvlet bunnsedimenter.
6. Siltgarden skal etter bruk behandles som farlig avfall og leveres til godkjent mottak.

Utfyllingsområdet er vist i Figur 2 med tomt A2 og prøvetakingspunkter fra 2023 markert.



Figur 2. Flyfoto over Damsgårdssundet og Dokken. Området som ble etablert ved sjøutfylling ferdigstilt i 2015 er markert med lilla avgrensning. Flyfoto til høyre viser prøvepunkter fra miljøteknisk grunnundersøkelse utført av Multiconsult i 2023, der deler av utfyllingsområdet omfattes av tomt A2 (rød stiplet linje).

2.3.2 Multiconsult 2011

Multiconsult utførte i 2011 en miljøteknisk grunnundersøkelse [12] i forbindelse med reguleringsarbeid og oppføring av et teknisk bygg på vegne av Boss Nett AS på deler av Gassverktomten i Jekteviken (gnr./bnr. 164/1448). Det undersøkte området var cirka 6 daa stort og er vist i Figur 3.

Det ble tatt opp prøveserier i totalt 17 punkter, og 33 prøver ble analysert for de mest vanlige organiske og uorganiske miljøgiftene. Undersøkelsene viste at løsmassene bestod av et inntil 5 m tykt lag av fyllmasser over antatt fjell eller naturlige masser. I undersøkelsen ble det påvist forurensning i alle de undersøkte punktene, og det ble påvist PAH tilsvarende farlig avfall i flere av de undersøkte punktene. Analyse av uorganiske miljøgifter viste flest forurensede prøver med høyeste tilstandsklasse for arsen og bly.

Undersøkelsen, tiltaksplanen og medfølgende behandling av denne av Bergen kommune og Fylkesmannen i Hordaland, resulterte i en større opprydning som omfattet spunting og masseutskiftning til fjell.

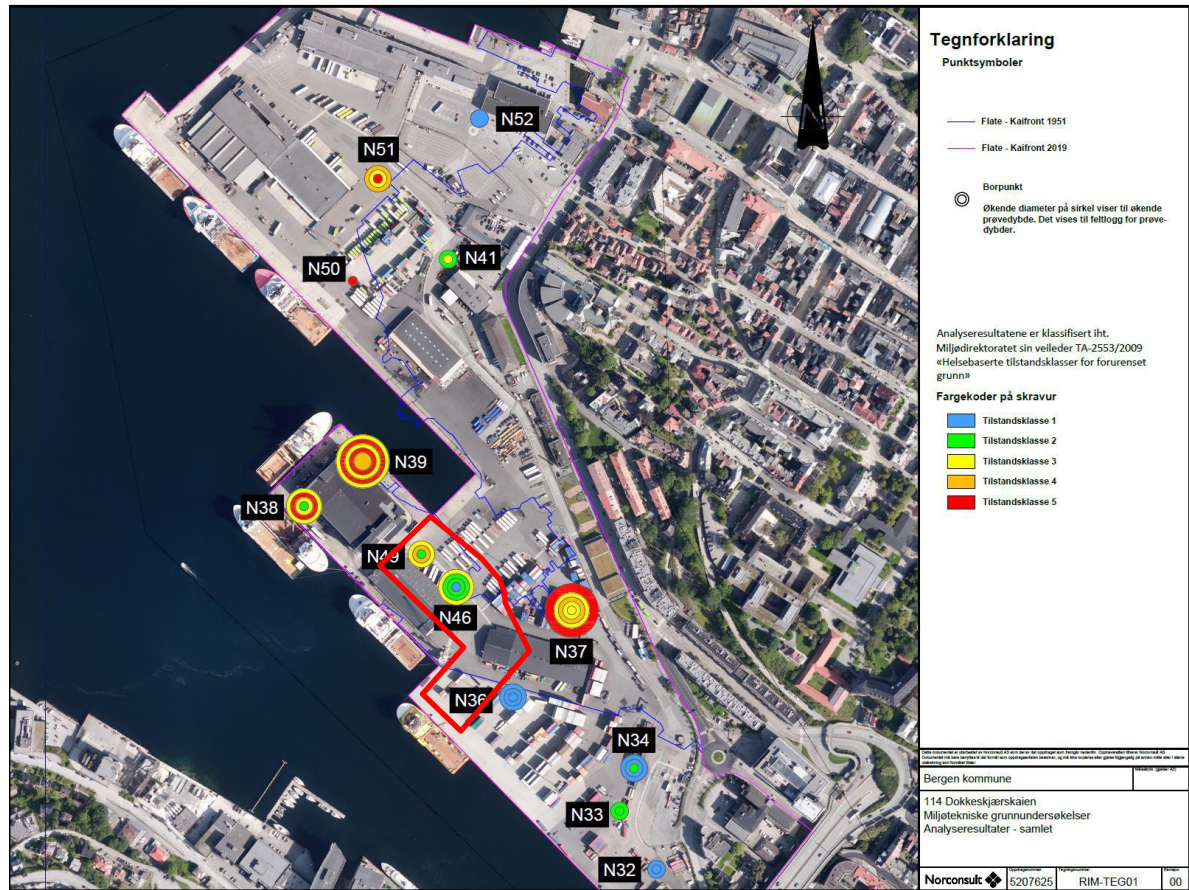
Dette gir premiss og grunnlag for en utvidet vurdering av krav til opprydning av forurensning på tiltaksområdet på tomt A2, utover standard risikovurdering for helse og miljø. Dette diskuteres og vurderes i senere kapitler i denne rapporten.



Figur 3. Kart over området på indre del av Dokkenområdet (Gassverktomten) undersøkt av Multiconsult i 2011 [12] med prøvetatte punkter og reguleringsformål.

2.3.3 Norconsult 2021

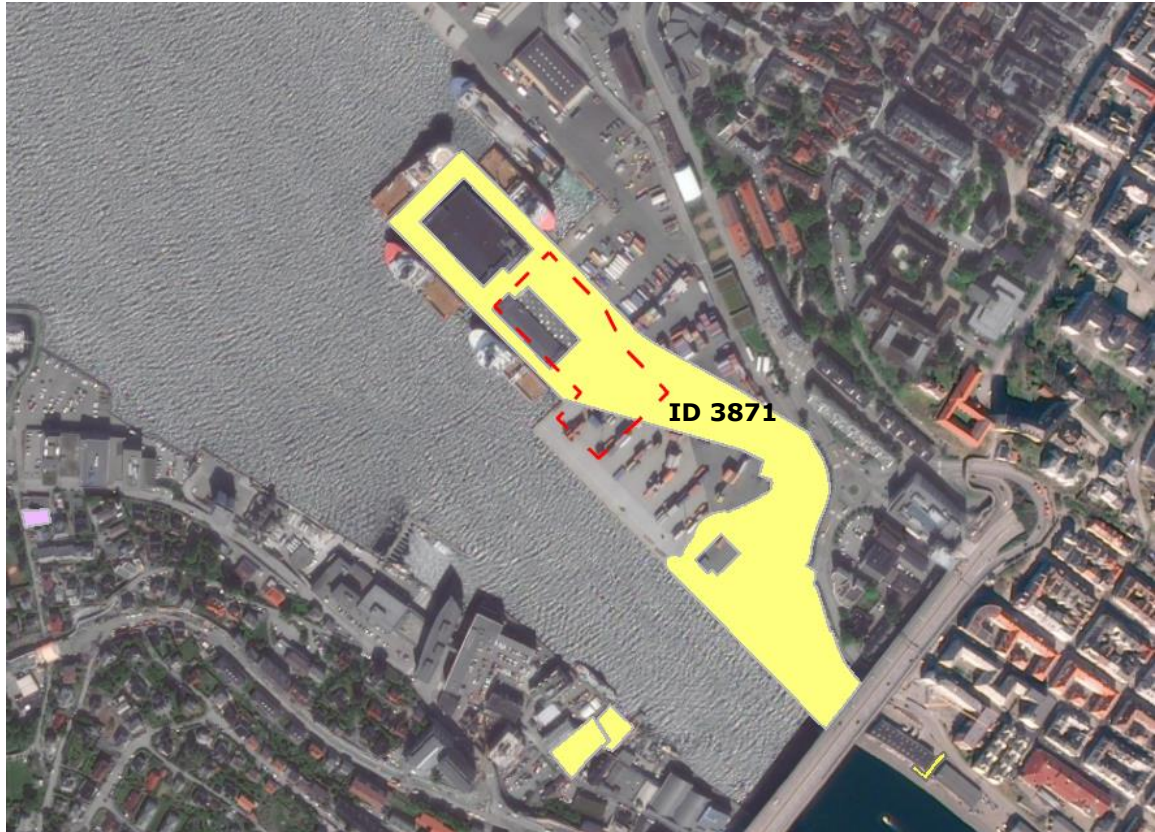
Norconsult utførte i 2021 ytterligere undersøkelser på Dokkenområdet på oppdrag fra Bergen kommune [6], der to av prøvepunktene (N46 og N49) var plassert innenfor tomtealternativ A2, og et prøvepunkt (N36) var plassert like sørøst for tomtealternativet. Fra de tre prøvepunktene ble det sendt inn 10 prøver til kjemisk analyse. Norconsult beskriver at det ble påtruffet et tjærelag i punkt N46-D (3-4 meters dybde). Prøvene ble analysert for tungmetaller, BTEX, ΣPAH_{16} , ΣPCB_7 og olje. Forurensningen var allikevel ikke høyere enn tilstandsklasse 3 (moderat). I punkt N49 ble det påvist blyforurensning i tilstandsklasse 3 og 4 (1-3 meters dybde). I punkt N36 ble det påvist sink, benzo(a)pyren og ΣPAH_{16} massene i tilstandsklasse 1 (0-2,2 meters dybde). I N36 ble det ikke påvist forurensning. Oversikt over prøvepunkter, fargekodet etter tilstandsklassene, er vist i Figur 4.



Figur 4. Flyfoto som viser forurensningssituasjonen i prøvepunktene undersøkt av Norconsult i 2021. Prøvepunkt med tilstandsklasser for masser, vist med symboler i ulik størrelse fra 0-7 meter. Fotavtrykk for flate (kaifront 1951) er vist med rosa/blå-strek. Figuren er hentet fra Norconsult sin rapport fra 2021 [6]. Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss.

2.4 Registrerte forekomster av forurenset grunn

Det aktuelle tiltaksområdet er registrert i Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase med lokalitets ID 3871-Jekteviken gassverktomt (figur 5) [13]. Påvirkningsgraden er definert som «Akseptabel forurensning med dagens areal og resipientbruk». Forurensningsmyndighet er Statsforvalteren i Vestland.



Figur 5. Oversiktskart over registrerte forekomster i grunnforurensningsdatabasen ved Dokkenområdet i Bergen kommune. Plassering av tomt A2 er vist med rødt omriss. Aktuelle registreringer er markert med ID nr. 3871 ©Grunnforurensing.

2.5 Pålegg fra forurensningsmyndighet

Tiltaksområdet er omfattet av et tidligere pålegg fra Fylkesmannen i Hordaland (nå Statsforvalteren i Vestland) om opprydning i Jekteviken, og utarbeidelse av en tiltaksplan for opprydningsarbeidene. Varsel om pålegg ble utsendt i juni 2015 og selve pålegget ble utsendt i april 2017. Arealet pålegget omfatter er cirka 90 daa, og utgjør en stor del av den sørøstlige delen av Dokkenområdet.

Cowi utarbeidet i 2018 [10] på oppdrag fra Bergen kommune en helhetlig tiltaksplan for opprydning av Jekteviken med hensyn på forurenset grunn som følge av pålegget. Rapporten fra Cowi var kun en fase 1 kartlegging (historisk gjennomgang) av Dokkenområdet, og ingen undersøkelser ble utført den gangen.

Statsbygg har i møte med Bergen kommune i juni 2024 avklart at det kan gjennomføres grunnundersøkelser på tomt A2 i regi av Statsbygg, og utarbeides en separat tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn. Bergen kommune har vist til avklaringsmøte avholdt i 2022 med Statsforvalteren om denne saken.

3. KLASSIFISERING AV FORURENSEDE MASSER

Forurensningsforskriften kapittel 2 har definert flere helse- og/eller miljøfarlige forbindelser/stoffer som kan påvises i grunnen, og har oppgitt normverdier for disse, tabell 2 [1]. En overskridelse av normverdien for en gitt forbindelse betyr at grunnen er å anse som forurenset. Miljødirektoratet har utarbeidet helsebaserte tilstandsklasser for prioriterte forbindelser i forurenset grunn som kan utgjøre en helserisiko, tabell 3. Disse tilstandsklassene er oppgitt i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn (nettbasert veileder) [3].

I tabell 2 er det oppgitt stoffer som normalt kartlegges ved gjennomføring av miljøtekniske grunnundersøkelser, og tilhørende normverdier.

Tabell 2. Normverdier til utvalgte stoffer og forbindelser. Normverdiene er hentet fra forurensningsforskriften kapittel 2 [1].

Stoffer	Normverdi mg/kg TS
Metaller:	
Arsen	8
Bly	60
Kadmium	1,5
Kobber	100
Krom-total	50
Kvikksølv	1
Nikkel	60
Sink	200
Cyanid fri	1
Oljeforbindelser:	
Alifater C ₅ -C ₈	7
Alifater C ₈ -C ₁₀	10
Alifater C ₁₀ -C ₁₂	50
Alifater C ₁₂ -C ₃₅	100
Flyktige forbindelser:	
Benzen	0,01
Toluen	0,3
Etylbenzen	0,2
Xylener	0,2
Organiske forbindelser:	
Benzo[a]pyren	0,1
ΣPAH ₁₆	2
ΣPCB ₇	0,01
TBT	0,015

Tabell 3. Helsebaserte tilstandsklasser som gitt i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [3].

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	

En tilstandsklassevurdering gjelder for masser innenfor tiltaksområdet, dvs. for masser som skal bli liggende eller gjenbrukes på området. Dersom det oppstår overskuddsmasser i prosjektet, skal massene basiskarakteriseres iht. avfallsforskriften [14], for å sikre riktig massehåndtering ved utkjøring av masser fra tiltaksområdet.

Generelt anses løsmasser som kjøres ut av tiltaksområdet som næringsavfall, det vil si ordinært avfall. I noen tilfeller kan avfall også anses som inert eller farlig avfall. Grensen hvor avfall defineres som inert, ordinært eller farlig avfall er beskrevet i avfallsforskriften [14].

4. UTFØRT MILJØTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE

Rambøll utarbeidet på vegne av Statsbygg i 2023 et forslag til miljøgeologisk grunnundersøkelsesprogram [15] for tiltaksområdet for tomt A2 på Dokken. Statsbygg kontraherte Multiconsult til å gjennomføre de miljøtekniske undersøkelser på det aktuelle tiltaksområdet høsten 2023, basert på dette programmet. Prøvetakingsplanen ble justert noe etter kabelpåvisning og kartlegging av rør og installasjoner i grunnen på området. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i rapport datert 5. februar 2024 [2], vedlagt denne tiltaksplanen. Resultatene fra undersøkelsen utført av Norconsult i 2021 [6] er inkludert i tabeller og kart i Multiconsult sin rapport.

Under følger en oppsummering av undersøkelsen og en presentasjon av resultatene med vurdering.

4.1 Prøvetaking og kjemiske analyser

Det ble høsten 2023 prøvetatt i 42 prøvepunkter og sendt inn totalt 181 prøver til kjemisk analyse, hvorav 40 prøver fra overflatenære masser (1 m). Prøvene ble analysert for de vanligste uorganiske miljøgiftene (arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn)) og de organiske miljøgiftene olje (både som alifater og THC – totale hydrokarboner), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH₁₆), polyklorerte bifenyler (PCB₇), de monoaromatiske forbindelsene benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt cyanid (fritt og total) og tributyltinn (TBT). Et utvalg av prøvene, totalt 21 stk., ble undersøkt for innhold av totalt organisk karbon (TOC).

I noen prøver, totalt 17 stk., var det ikke nok prøvemateriale tilgjengelig for analyse av alle parametere nevnt ovenfor.

Analysene ble utført av analyselaboratoriet Eurofins Norge AS som er akkreditert for de aktuelle analysene.

4.2 Beskrivelse av jordprofilen og feltobservasjoner

I undersøkelsen ble løsmassene undersøkt ned til mellom 1,3 og 19,7 m under terreng. Antatt berg ble påtruffet mellom 1,2 og 11,7 m under terreng i 27 prøvepunkter. I 10 av prøvepunktene ble boring avsluttet i antatt grove fyllmasser, og i 5 punkter ble boring avsluttet i antatt naturlig avsatte masser.

Løsmassene består generelt av et topplag med sand, grus og stein, over antatt steinfylling, stedvis også morene over antatt berg.

I 25 prøvepunkter ble det påtruffet avfall som gammelt trevirke, teglstein, glass og armeringsjern. Oljelukt ble registrert i ett prøvepunkt (PR27).

I fire punkter (PR11, PR16, PR34 og PR41) ble det påtruffet antatt gammel sjøbunn. Løsmassene i dette laget hadde svart farge og sterk lukt av H₂S.

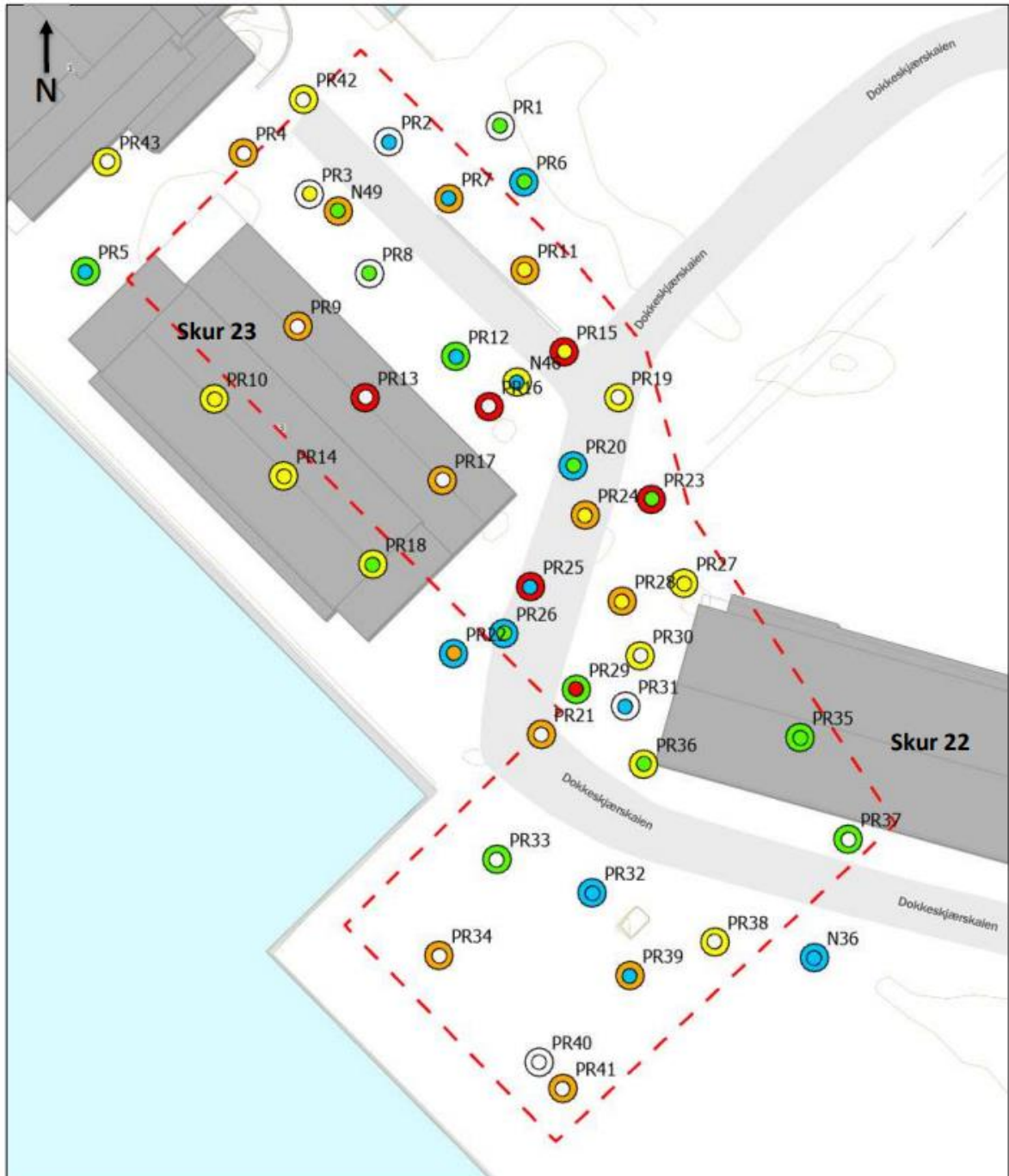
Under feltarbeidet ble det påtruffet masser med synlig tjære i fem prøvepunkter (PR4, PR9, PR13, PR16 og PR17). I PR4 ble det vurdert nødvendig med ytterligere prøvetaking i to punkter, PR42 og PR43, for å forsøke å avgrense påtruffet forurensning. Det ble av den grunn boret i totalt 42 prøvepunkter, se Figur 6.

4.3 Analyseresultater med vurdering

Analyseresultatene er klassifisert i henhold til helsebaserte tilstandsklasser i Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [3]. Kartutsnittet i figur 6 viser plassering av prøvepunkter og høyest påviste forureningsgrad i toppmasser og dypereliggende masser.

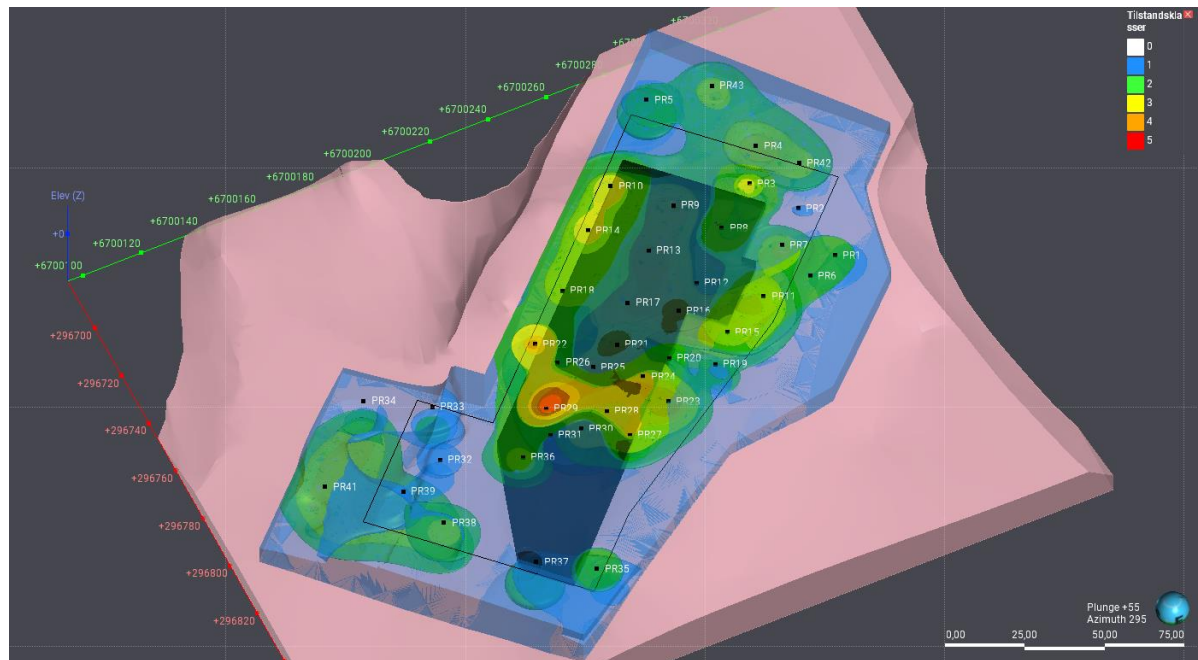
I undersøkelsen ble det påvist konsentrasjoner over forureningsforskriftens normverdier i 39 av 42 prøvepunkter, og i 117 av 181 prøver. Påvist forurensning er oppsummert som følger:

- I seks prøvepunkter, og i seks prøver, er det påvist konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 5 av sum PAH, benzo(a)pyren, benzen og/eller sink.
- I fire prøvepunkt (PR15, PR16, PR23 og PR25) er det i dypereliggende fyllmasser påvist konsentrasjoner av benzo(a)pyren og/eller sum PAH16 i tilstandsklasse 5.
- I PR13 er det i dypereliggende fyllmasser med innhold av antatt tjære påvist konsentrasjoner av sink tilsvarende tilstandsklasse 5. I fyllmasser med innhold av antatt tjære er det ellers påvist konsentrasjoner av sink, PAH og/eller bly i tilstandsklasse 3 eller 4.
- I overflatenære avretningsmasser i PR29 er det påvist konsentrasjoner av benzen tilsvarende tilstandsklasse 5. I samme type masser er det i tre andre prøvepunkt påvist benzen i tilstandsklasse 2 og 3, og i to punkt er det påvist etylbenzen og/eller xylener over normverdi.
- Det er påvist konsentrasjoner av TBT over normverdi (på 15 µg/kg) i fem prøver. Høyest konsentrasjoner er påvist i masser av antatt gammel sjøbunn i PR34, PR38, PR39 og PR41 på hhv. 230, 730, 1300 og 2700 µg/kg.
- Det er ikke påvist konsentrasjoner av fritt cyanid over deteksjonsgrensen i noen av prøvene. Deteksjonsgrensen er lik normverdien på 1 mg/kg. Det er allikevel påvist åtte prøver med total cyanid; PR7 (1,4 mg/kg), PR17-3 (2,4 mg/kg), PR17-4 (3 mg/kg), PR17-5 (1,8 mg/kg), PR19 (1,5 mg/kg), PR25-2 (13 mg/kg), PR25-3 (15 mg/kg) og PR29 (1,7 mg/kg).
- I tre prøvepunkter (PR2, PR31 og PR32) ble det ikke påvist forurensning.



Figur 6. Plassering av prøvepunktene undersøkt av Norconsult i 2021 (N36, N46 og N49) [6] og Multiconsult i 2023 (PR1-PR43) [2] ved tiltaksområdet for tomtealternativ A2 for nybygg for Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet. Fargekoden på prøvepunktene viser høyeste tilstandsklasse i løsmassene på området i overflatenære masser (<1m, liten sirkel) og i dypere liggende masser (>1m store sirkler) iht. Miljødirektoratets nettbaserte veileder for forurenset grunn [3]. © Multiconsult datarapport [2].

Resultatene fra undersøkelsen er også benyttet til modellering av forurensingen og bergoverflaten med bruk av verktøyet Leapfrog. Det er WSP som har utført denne modelleringen, med fagkontroll (RIGm) fra Rambøll. Oversiktsmodell med modellert forurensing i henhold til tilstandsklasser for forurenset grunn [3], bergoverflate, tomteavgrønsing og planlagt byggegrop er vist i Figur 7.



Figur 7. Modell av påvist forurensning fra grunnundersøkelsen utført av Multiconsult høsten 2023 [2], på Dokken i Bergen kommune. Modellen viser også påvist forurensning med utbredelse utenfor tomtegrensen (svart linje). Planlagt byggegrep er markert med mørk skravur. © Leapfrog WSP.

4.3.1 Vurdering av forurensning i området ved kaiutvidelse i 2015

I forbindelse med utfylling i sjø i årene 2009-2015 ble bukten mellom Frieleneskaien og Dokkeskjærskaien fylt ut. Det ble ikke utført opprydning i sedimentene før utfylling, og som tidligere beskrevet ble det ved undersøkelse av sedimentene her påvist forurensning av PAH, PCB, kvikksølv og bly før tildekking. Sjøbunnen i det planlagte utfyllingsområdet lå på ca. kote minus 9 til minus 14. Mektigheten av sediment over fjell varierte fra 1,6 til 9,4 m. Tildekkingen av hele utfyllingsområdet var planlagt med fiberduk og ca. 0,5 m med rene sand- eller grusmasser.

Undersøkelsen utført i 2023 har nå påvist tilsvarende forurensning i de dypereliggende lagene i dette området, se Figur 8 og Tabell 4. Massene er representert ved prøvepunktene PR32, PR33, PR34, PR39 OG PR41. Forurensningen er dermed gammel sjøbunn godt tildekket i forbindelse med den tidligere utfyllingen, noe som bekreftes i brev fra Bergen og Omland Havnevesen til Fylkesmannen i Hordaland den 25. august 2014 ([Vedlegg 4](#)).

Rambøll vurderer derfor at den dypereliggende forurensningen i dette området er tilfredsstillende tildekket, og oppfyller kravene til dagens arealbruk og kan bli liggende urørt. Det er ikke planlagt graving i dette området. Massene og fiberduken vil kunne berøres ved eventuell boring av stålpeler for forankring av bygg i dette området, men fiberduken er ikke en deponimembran som ved punktering vil kunne frigjøre forurensning. Fiberduken er diffusjonsåpen, og eventuell spredning har allerede forekommet ved etablering av utfyllingen og stabilisering av denne over tid.



Figur 8. Flyfoto fra området på Dokken som ble etablert ved sjøutfylling ferdigstilt i 2015. Prøvepunkter fra miljøteknisk grunnundersøkelse utført av Multiconsult i 2023 er markert med røde stjerner, der deler av utfyllingsområdet omfattes av tomt A2 (rød stiplet linje).

Tabell 4. Oversikt over analyserte prøver innenfor kaiområdet som ble utfyllt i forbindelse med forlengelse av kaien i 2009-2015. Forurensningsgrad er vurdert etter Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn [16].

Prøvesjakt	Prøvenr.	Dybde [m], fra-til	Mektighet [m]	Styrende parameter	Forurensningsgrad	
PR34	PR34-2	15,4-15,7	0,3	Bly	TKL2	Tatt under havbunn
	PR34-3	17-17,2	0,2	Bly	TKL4	
PR38	PR38-2	14,8-14,9	0,1	Bly	TKL3	
PR39	PR39-2	13,7-15,5	1,8	Bly	TKL4	
PR41	PR41	16-16,6	0,6	Bly, benzo(a)pyren	TKL4	

4.3.2 Vurdering av oljekonsentrasjoner og TOC-innhold

I de prøvetatte massene ligger alifat-konsentrasjonen mellom 14 mg/kg TS og 580 mg/kg TS.

De utførte analysene av totalt organisk karbon (TOC) viser at fyllmassene har et TOC-innhold mellom 0,2 og 8,1 %. Lavest innhold ble målt i mineralske fyllmasser i PR21 (1-1,3 m under terreng) og i PR36 (0,7-1 m under terreng), og det høyeste innholdet ble målt i masser av antatt svart, gammel sjøbunn med organisk materiale i PR15 (3,7-4 m under terreng). Målingene anses som representative for løsmasser med ulikt innhold av organisk materiale i undersøkelsesområdet.

Analyseparametere for THC/alifater og TOC blir relevant når det oppstår overskuddsmasser som skal kjøres ut av tiltaksområdet, da massene ved utkjøring må basiskarakteriseres iht. avfallsforskriften. Denne rapporten, sammen med datarapport fra Multiconsult kan brukes som dokumentasjon på THC/alifat- og TOC-innholdet i massene ved avklaring med- og levering til godkjent mottak.

4.3.3 Vurdering av påviste cyanidkonsentrasjoner

Cyanider er en gruppe kjemiske stoffer, som inneholder cyano-gruppen $C\equiv N$ (et karbonatom bundet til et nitrogenatom gjennom en trippelbinding). Forbindelser som kan frigi cyanid-ionet, CN^- , og kan være ekstremt giftige selv om mange forbindelser der cyanid er en bestanddel ikke er spesielt giftige [17]. Det finnes mange forskjellige cyanidforbindelser. Løseligheten varierer fra svært liten til høy løselighet i vann. Basert på forskjellen mellom løselighet for lett løselige stoffer (f.eks. HCN) og cyanid bundet til metaller (f.eks. jern), inkluderes lett til moderat løselige forbindelser som grunnlag for risikovurderinger, mens lite løselige forbindelser ikke tas med. Stoffer som ikke beskrives som cyanid fritt, anses som partikkelbundet. Et grovt estimat er at partikkelbundet cyanid har en 100-ganger lavere løselighet, basert på stoffegenskapene av lite løselige cyanidforbindelser.

Hydrogencyanid (HCN) er en meget giftig fargeløs væske eller en fargeløs gass. Det er et svært giftig stoff som kan drepe raskt, selv i svært lave konsentrasjoner. Den dødelige dosen for et menneske er 50-70 mg. Fareklasser og faresetninger vises i Tabell 5 [18].

Eksposering for cyanider forekommer hovedsakelig ved innånding, men også ved hudabsorpsjon. Cyanider brytes ned i kroppen, hovedsakelig til thiocyanat som skiller ut i urinen. De primære målorganene for cyanidforgiftning er hjerte, lunge og hjerne. Effekter som hodepine, pustebesvær, svimmelhet, kvalme, døsighet er vanlig ved lavere akutte eksponeringer. Høyere eksponeringer kan gi koma, kramper, respirasjonsstans og hjertestans. Cyanider virker irriterende på hud, øyne og luftveier. Direktekontakt med øyne kan gi alvorlige skader [18].

Ved pH-verdier typisk for sjøvann (brakkvann ca. pH 7, kystvann ca. pH 8) vil fritt cyanid hovedsakelig foreligge som hydrogencyanid (HCN). HCN forekommer i flytende form og som gass. Avgassing skjer ved ca. 25 °C lufttemperatur. Pga. et høyt damptrykk (830 hPa), fordamper stoffet meget lett også ved betydelig lavere temperaturer. I vann vil HCN ioniseres og være i likevekt med cyanidionet CN^- . Likevekten er avhengig av pH verdien i vann.

I Norge er gjeldende grenseverdi for arbeidsatmosfære (ved opphold i løpet av en arbeidsdag, 8 timer hydrogencyanid 5 ppm (5 mg/m³) med anmerkningene H (hudopptak) og T (takverdi) [18].

Det er ikke påvist konsentrasjoner av fritt cyanid over deteksjonsgrensen i noen av prøvene tatt av Multiconsult innenfor tomtealternativ A2. Analyser for total cyanid påviste konsentrasjoner over deteksjonsgrense i 8 prøvepunkter. Påviste konsentrasjoner varierte fra 1400-15000 µg/kg TS.

Normverdi for cyanid gjelder for fritt cyanid. Resultatene tyder på at cyaniden hovedsakelig er bundet i stabile komplekser og ikke finnes som frie, bio-tilgjengelige former som hydrogencyanid (HCN) eller cyanidioner (CN^-).

Tabell 5. Fareklasse, farekategori, merkekode og faresetning for hydrogencyanid, også kalt blåsyre (HCN).

Fareklasse Farekategori Forkortelse	Merkekode	Faresetning
Brannfarlige væsker Kategori Flam. Liq. 1	H 224	Ekstremt brannfarlig væske og damp
Akutt giftighet Kategori 1 og 2 Acute Tox. 1 og 2	H330	Dødelig ved innånding
Farlig for vannmiljøet Akutt kategori 1 Aquatic Acute 1	H 400	Meget giftig for liv i vann
Farlig for vannmiljøet Kronisk kategori 1 Aquatic Chronic 1	H 410	Meget giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann

4.4 Vurdering av forurensningssituasjonen på området

Resultater fra den miljøtekniske grunnundersøkelsen utført av Multiconsult [2] viser at det er påvist forurensede masser på området. Det er derfor behov for en tiltaksplan for forurenset grunn som skal godkjennes av forurensningsmyndighet før det kan igangsettes terrenginngrep.

5. RISIKOVURDERING

Risikovurdering av forurenset grunn er avhengig av en rekke forhold der de viktigste er forurensningens omfang og utbredelse, muligheter for spredning fra grunnen til mennesker og natur, og stoffenes potensial for skadelige effekter på helse og miljø. Nødvendig omfang av risikovurderingen vil imidlertid variere fra sak til sak, og styres blant annet av forurensningsnivå, arealbruk og miljømål for lokaliteten. Tilstandsklassesystemet setter også øvre rammer for hvilke forurensningsgrader som kan aksepteres med risikovurdering på lokaliteter med arealbruk som er omfattet av dette systemet.

For tiltaksområdet på Dokken er det foreløpig ikke vedtatt en ny reguleringsplan, da planarbeidet er pågående. Basert på bruksformålet til Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet er det naturlig at arealbruken vurderes som sentrumsområder, kontor og forretning. Dette gjelder da tiltaksområdet spesifikt, men det må i en risikovurdering også tas hensyn til at områdeutviklingen på Dokken legger opp til boligbebyggelse og rekreasjonsområder inkludert badeplasser.

Generelle akseptkriterier for den planlagte arealbruken på tiltaksområdet tilsier at toppmasser (0-1 m dyp) skal ha tilstandsklasse 3 eller lavere. I dypereliggende jord tillates tilstandsklasse 3 eller lavere. Løsmasser i dypereliggende lag forurenset tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 kan ligge igjen dersom risikovurdering med hensyn på helse og spredning viser at dette er akseptabelt (se Figur 9).



Figur 9. Generelle akseptkriterier for arealbrukskategori sentrumsområder, kontor og forretning [3]

I en risikovurdering tar man utgangspunkt i stoffets jordkonsentrasjon og vurderer risikoen for helse og miljø. I en grunnforurensnings sak analyseres risikoen basert på eksisterende forurensning og mulige framtidige aktiviteter i influensområdet. For å avgjøre om risikoen er

akseptabel sammenliknes påviste konsentrasjoner av forurensning med beregnede akseptkriterier for framtidig arealbruk.

For vurderinger av forurensingsgraden i jord, har Miljødirektoratet utarbeidet den nettbaserte veilederen som omtalt i kapittel 3 [3]. En trinn-1 risikovurdering består i å sammenlikne kjemiske analyseresultater opp mot tilstandsklassene i veilederen. Dersom den aksepterte tilstandsklassen for den aktuelle arealbruken overskrides, skal det utføres en trinn-2 risikovurdering. Hvis den aksepterte tilstandsklassen ikke overskrides kan en velge å avslutte risikovurderingen etter trinn 1.

Trinn-2 risikovurderingen er stedsspesifikk, og består av to deler; en helsebasert risikovurdering med beregning av stedsspesifikke akseptkriterier i jord, og en spredningsbasert risikovurdering. Risikovurderingen utarbeides med bakgrunn i identifiserte kilder, eksponerings-/spredningsveier og resipienter.

Som følge av at sjablongverdiene i verktøyet ikke gjenspeiler kompleksiteten i forurensings- og grunnforholdene på Dokken, er risikovurderingen gjennomført som trinn 2 med justerte stedsspesifikke verdier for å gi en mer presis vurdering av helserisiko og spredning fra området.

5.1 Stedsspesifikk risikovurdering

Rambøll har på bakgrunn av den påviste forurensingen på tiltaksområdet og den planlagte arealbruken, gjennomført en stedsspesifikk risikovurdering med følgende forutsetninger:

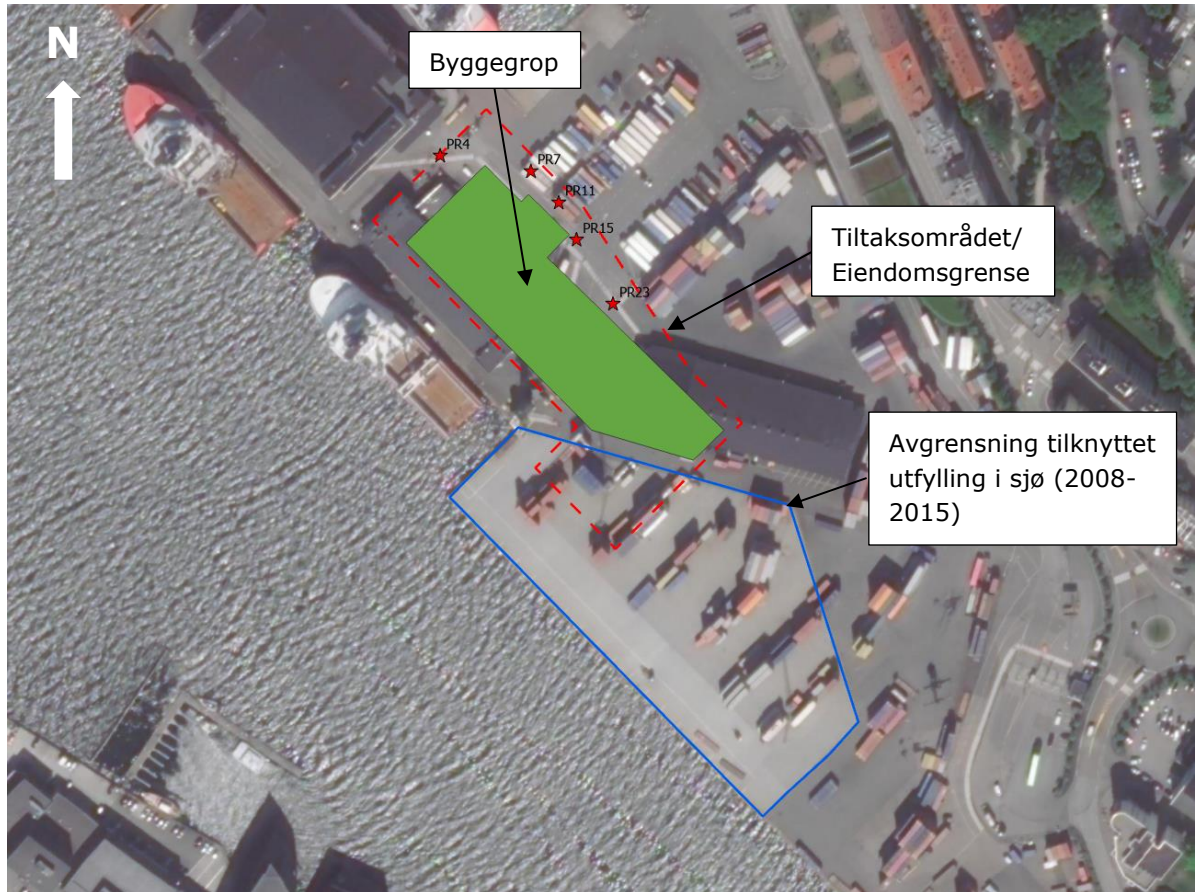
- Forurensede masser i tilstandsklasse 3 tilfredsstiller kriterier for planlagt arealbruk, både for helse og spredning og risikovurderes ikke ytterligere.
- Alle forurensede løsmasser i tilstandsklasse 4 og 5 innenfor byggegropen (markert med grønn farge i Figur 10), skal fjernes i sin helhet og vil derfor ikke inngå i risikovurderingen for gjenværende masser. Modell som viser byggegrop og gjenværende forurensning utenfor denne, er vist i Figur 11 og Figur 12.
- I området som ble undersøkt i 2008 [5] og ferdig utfyllt i 2015 i forbindelse med kaiutvidelse ved Dokken, er det ikke planlagt terrenginngrep i dette prosjektet (se Figur 10). Løsmasser som ble vurdert som akseptable som gjenværende masser da området ble utfyllt i 2015 vil ikke bli risikovurdert på nytt i dette prosjektet.
- Påvist forurensning av nikkel i tilstandsklasse 4 i PR 22 er ikke inkludert i risikoberegningen. Det er påvist nikkel (280 mg/kg) i et 20 cm lag (lys grå grus med sand og noe stein), i ellers rene masser i dette punktet. Det er ikke planlagt graving i dette området, og det vurderes at disse massene kan bli liggende grunnet minimalt omfang og utbredelse.

Basert på forutsetningene ovenfor, er det kun forurensede massene i prøvepunkt PR4 (arsen, bly, kobber, og ΣPAH_{16} tilstandsklasse 4), PR7 (bly i tilstandsklasse 4 ved 2-3 meter), PR11 (sink i tilstandsklasse 4 ved 4-4,2 meter), PR15 (bly og kvikksølv i tilstandsklasse 4 og benzo(a)pyren i tilstandsklasse 5) og PR23 (benzo(a)pyren i tilstandsklasse 5) som representerer gjenliggende masser og dermed er risikovurdert med hensyn til både helse og spredning. Informasjon om plassering av prøvepunktene inkludert i risikovurderingen og konsentrasjoner av forurensning er vist i Figur 10 og Tabell 6.

Data om grunnforhold og forurensning i løsmasser og grunnvann er hentet fra miljøteknisk rapport utført av Multiconsult [2]. Risikovurderingen for helse er utført ved bruk av Miljødirektoratets beregningsverktøy for human helse (M-2171 [19]) og spredning til naturmiljø (M-2173 [20]) med tilhørende grunnlagsrapporter, og er basert på stedsspesifikke parametere for bl.a. jordspesifikke og hydrogeologiske data, eksponeringstider, m.m. i tillegg til målte konsentrasjoner av forurensning i jord.

Utdrag fra beregningsverktøyet med inngangsdata og forutsetninger er å finne i vedlegg. Det er en viss grad av usikkerhet omkring valg av enkelte verdier, og der det er tvil, er det valgt verdier som gir en sikkerhetsmargin, også kalt konservative verdier.

Informasjon om årsnedbør og nedbørsfelt benyttet til spredningsvurderingen er hentet fra NVEs kartdatabase «Nevina» og Meteorologisk institutts nettside «Seklima» [21] [22].



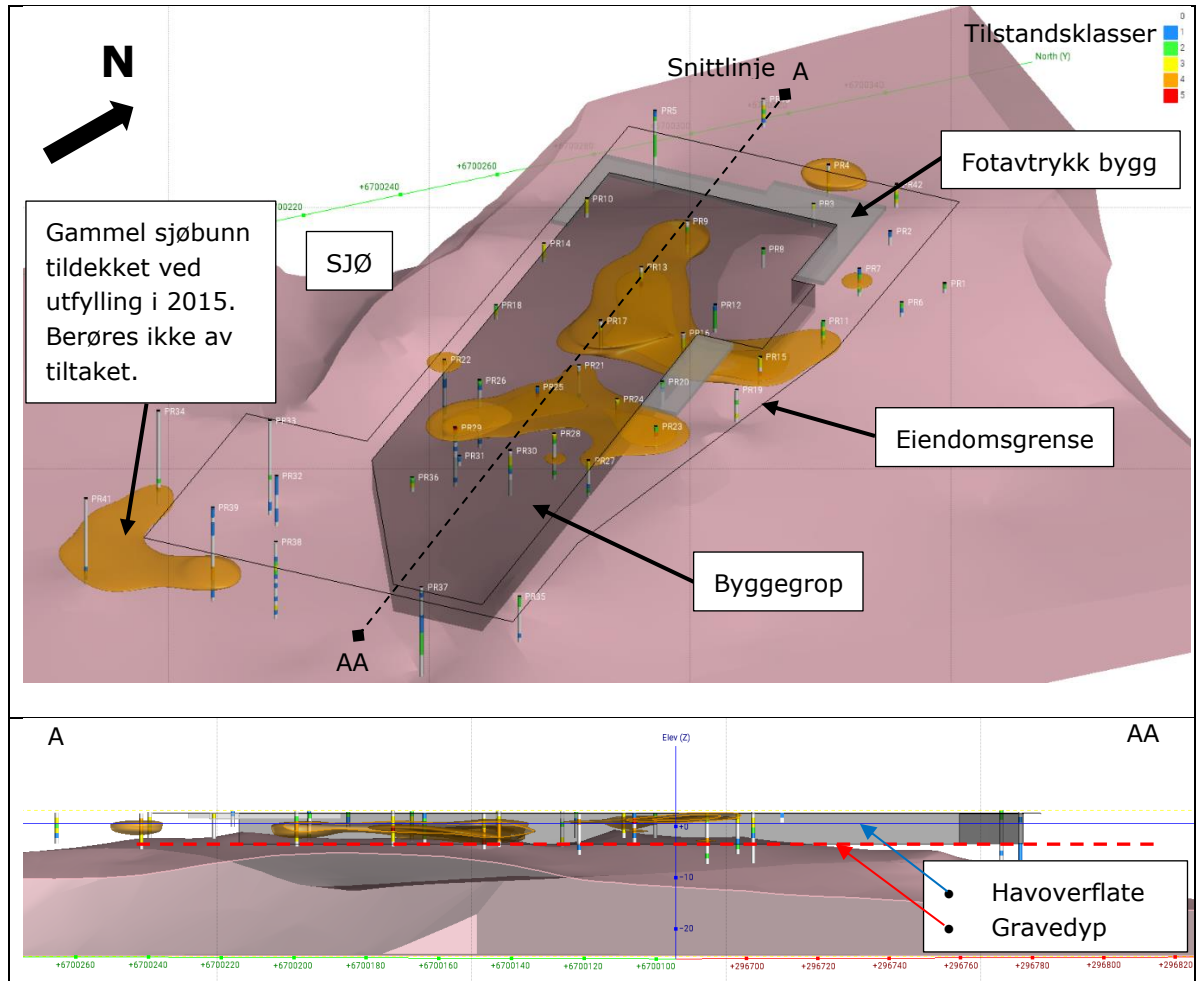
Figur 10. Flyfoto (fra 2023) over Damsgårdssundet og Dokken. Det aktuelle tiltaksområdet (tomt A2) er avmerket med rød stiplet linje, og planlagt byggegrupp er markert grønt. Utfyllingsområdet ferdigstilt i 2015 er avmerket med blå strek, og deler av dette området er inkludert i tomt A2. Prøvepunktene som inngår i risikovurderingen er markert med røde stjerner med prøvepunktnummer.

Tabell 6. Analyseresultater for jordprøver med konsentrasjoner av forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 som er inkludert i risikovurderingen for helse og spredning på Dokken i Bergen kommune. Konsentrasjonene er fargekodet i henhold til Miljødirektoratets tilstandsklasser for forurenset grunn [4].

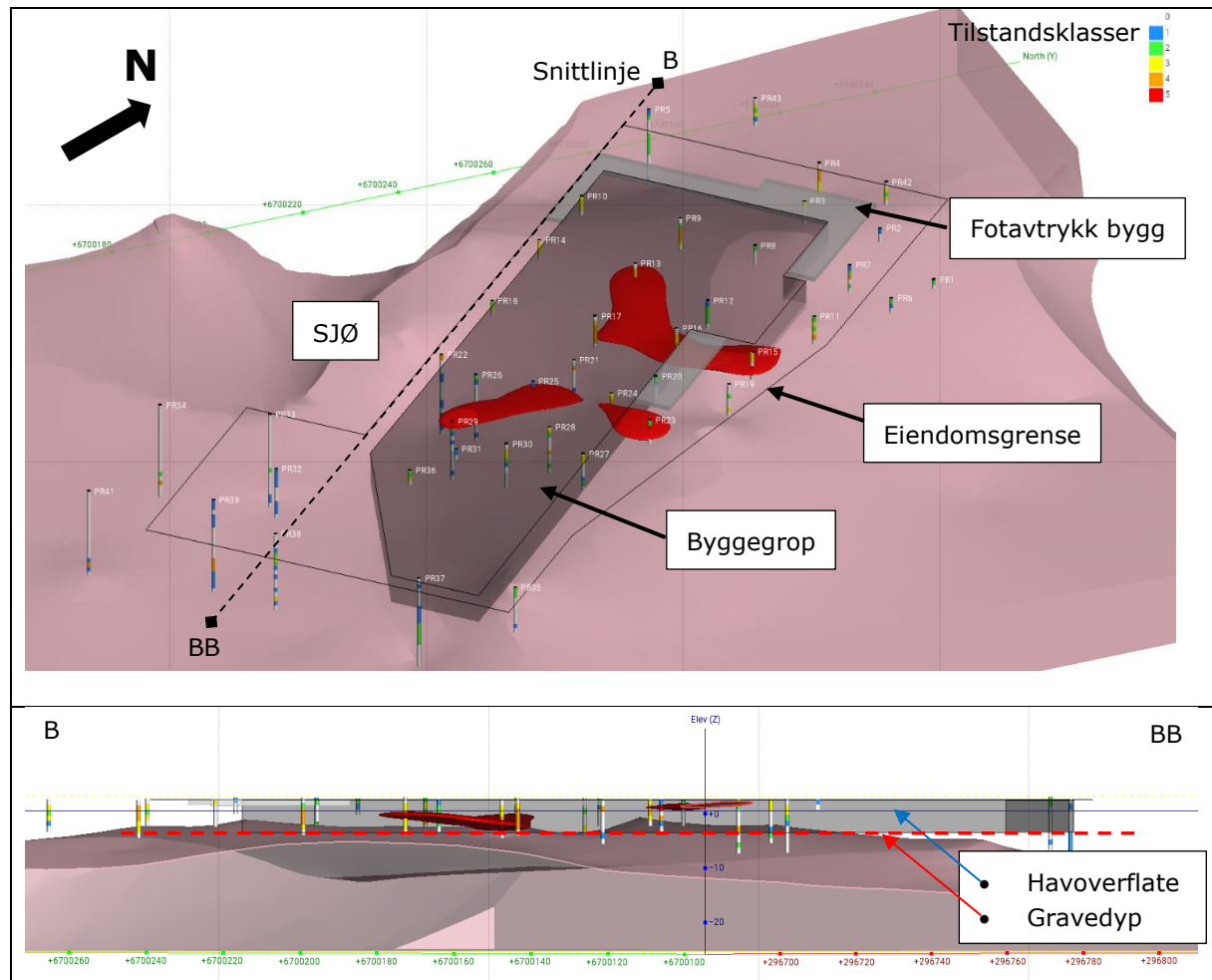
Prøvepunkt	Dybde m	Tørrvekt %	TOC % TS	As	Pb	Cd	Hg	Cu	Zn	Cr	Ni	B(a)p	ΣPAH ₁₆	ΣPCB ₇	Benzen	TEX ¹	Olje (alifater)			THC >C ₁₂ -C ₃₅	Cyanid		TBT
																	>C ₉ -C ₁₀	>C ₁₁ -C ₂₂	>C ₂₃ -C ₃₅		total	fritt	
																	mg/kg TS						
PR4	1-1,5	84,2	1,5	6	140	0,3	0,6	120	360	65	37	4,2	58	<0,005	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	240	<1000	<1000	<2,4
	1,5-2	80,7	i.a.	3	44	<0,2	0,2	37	150	53	25	0,5	5	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	34	<1000	<1000	<2,4
	2-3	83,0	i.a.	30	420	<0,2	0,3	120	170	30	23	0,4	7	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	15	170	<1000	<1000	<2,4
	3-3,3	81,3	3,8	78	390	<0,2	0,4	6100	880	50	84	2,7	41	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	24	310	<1000	<1000	<2,4
	3,3-4	78,8	i.a.	8	150	<0,2	0,5	100	290	46	21	2,6	36	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	11	230	<1000	<1000	<2,4
	4-5	81,0	i.a.	5	85	<0,2	0,3	50	170	38	20	2,7	43	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	11	260	<1000	<1000	<2,4
	5-6	80,8	i.a.	5	110	<0,2	0,4	67	270	41	23	3	40	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	200	<1000	<1000	<2,4
PR7	0,1-0,5	94,4	i.a.	<1	2	<0,2	<0,01	15	33	7	8	<0,03	i.p.	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	33	<1000	<1000	<2,4
	1,2-1,7	88,1	i.a.	2	13	<0,2	0,04	11	65	9	5	0,038	0,4	0,013	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	27	<1000	<1000	<2,4
	2-3	72,5	i.a.	5	420	<0,2	1,5	86	210	39	20	<0,03	0,2	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	28	<1000	<1000	<2,4
	3-4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1400	i.a.	i.a.
	4-5	84,0	i.a.	2	23	<0,2	0,09	8	250	4	6	0,05	0,6	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	i.p.	<1000	<1000	<2,4
PR11	0,3-0,8	87,6	i.a.	7	27	<0,2	0,05	79	62	13	20	0,18	1,6	<0,005	<0,0035	<0,1	<3	<5	36	200	<1000	<1000	<2,4
	0,8-1,4	92,3	i.a.	3	81	<0,2	0,7	600	160	26	31	0,18	1,8	0,73	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	34	<1000	<1000	<2,4
	1,4-2	82,0	i.a.	13	200	<0,2	3,5	74	110	9	8	0,52	6,8	0,027	<0,0035	<0,1	<3	<5	11	130	<1000	<1000	<2,4
	2-3	85,2	1,4	6	87	<0,2	1,1	49	40	10	7	<0,03	0,2	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	24	<1000	<1000	<2,4
	3-4	79,2	i.a.	5	120	<0,2	1,3	27	61	10	13	0,06	0,6	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	i.p.	<1000	<1000	<2,4
	4-4,2	83,7	i.a.	4	230	7,7	0,7	34	2300	15	11	0,19	2,4	0,023	<0,0035	<0,1	<3	<5	i.p.	36	<1000	<1000	<2,4
PR15	0,1-0,3	87,0	i.a.	<1	2	<0,2	<0,01	11	24	9	55	<0,06	0,7	i.p.	0,036	<0,1	<3	<10	580*	1900	<1000	<1000	<2,4
	1-1,6	88,4	i.a.	5	76	0,3	0,2	37	220	28	18	1	9	0,0065	<0,0035	<0,1	<3	<5	20	140	<1000	<1000	<2,4
	3,7-4	57,7	8,1	15	330	0,7	4,8	250	510	21	22	17	140	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	430	5100	<1000	<1000	<2,4
PR23	0-0,3	87	i.a.	<1	4	<0,2	0,02	45	80	11	15	<0,1	0,43	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<10	300	2100	<1000	<1000	<2,4
	0,3-1	89,3	i.a.	2	3	<0,2	<0,01	42	42	36	27	<0,03	i.p.	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	42	78	<1000	<1000	<2,4
	1-1,6	86,5	i.a.	11	300	0,3	0,5	77	270	17	13	21	310	i.p.	<0,0035	<0,1	<3	<5	39	1700	<1000	<1000	<2,4
	1,6-2	69,9	i.a.	11	93	0,8	0,6	70	400	20	40	0,4	5,4	0,08	<0,0035	<0,1	<3	<5	15	140	<1000	<1000	<2,4

Figur 11 og Figur 12 viser modellert utbredelse av forurensete masser tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 innenfor tiltaksområdet, med markert planlagt byggegrop og fotavtrykk av bygninger utenfor byggegrop. Det er også vist snitt gjennom modellen med markert gravedyp og havoverflate.

Massene innenfor byggegrop skal fjernes ned til planlagt gravedyp på cirka 6 meter, og gropen skal spuntes i sin helhet ned til fjell. Utgraving innenfor byggegropen vil fjerne det aller meste av forurensning i tilstandsklasse 4 og 5 på tiltaksområdet. Det er i tillegg planlagt fjerning av masser ned til en meter for fotavtrykket til de planlagte bygningene, som går utenfor byggegropen. Dette er også markert i figurene under.



Figur 11. Modell som viser utbredelse av forurensning i tilstandsklasse 4 innenfor og utenfor tiltaksområdet. Bergoverflaten er lys rosa farge. Svart linje viser eiendomsgrense, mens skravert mørkgrått område viser byggegrop, og lys grå flate viser fotavtrykk bygninger utenfor byggegrop. Risikovurderte områder ligger utenfor markert byggegrop. Snitt sett fra sjøsiden gjennom modellen viser bergoverflate i lys rosa, havoverflate med blå linje, og gravedyp i rød stiplet linje. ©Leapfrog WSP.



Figur 12. Modell som viser utbredelse av forurensning i tilstandsklasse 5 innenfor tiltaksområdet. Bergoverflaten er lys rosa farge. Svart linje viser eiendomsgrense, mens skravert mørkgrått område viser byggegrøp, og lys grå flate viser fotavtrykk bygninger. Risikovurderte områder ligger utenfor markert byggegrøp. Snitt sett fra sjøsiden gjennom modellen viser bergoverflate i lys rosa, havoverflate med blå linje, og gravedyp i rød stiplet linje. ©Leapfrog WSP.

5.2 Mål for helse og miljø

For vurdering av risiko for menneskers helse og spredning av forurensning er følgende målsetninger lagt til grunn:

1. Det skal ikke medføre uakseptabel risiko for menneskers helse grunnet forurensning i grunnen ved å oppholde seg på tiltaksområdet med planlagt arealbruk.
2. Gjenværende forurensning skal ikke medføre uakseptabel spredning til naboeiendommer.
3. Det skal ikke forekomme spredning av forurensning fra det aktuelle området som medfører at miljømål i resipient ikke kan oppnås. Det er et generelt mål at kystvann skal ha minst god kjemisk tilstand (tilstandsklasse II i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 [23]).

5.3 Tilgrensende resipient

Tiltaksområdet ligger i direkte tilknytning til Puddefjorden som er en del av vannforekomsten Byfjorden – Indre del (id 0261010800-4-C), og er definert som beskyttet kyst/fjord (vannnett.no) [24]. En eventuell spredning av forurensning fra tiltaksområdet vil derfor skje til sjøen. Resipienten er vurdert til å ha dårlig kjemisk tilstand med høye konsentrasjoner av blant annet

diverse tungmetaller og PAH-forbindelser. Vannforekomsten er i hovedsak påvirket av kjemisk forurensning og næringsforurensning i forbindelse med avrenning fra by, og i mindre grad av punktutslipp fra regnvannsoverløp, renseanlegg og industri. Ettersom tilgrensede resipient allerede er forurenset, vil en eventuell spredning av miljøgifter ikke fortynnes i like stor grad sammenlignet med en vannforekomst som har god kjemisk tilstand. Informasjon om aktuelle resipienter som kan påvirkes negativt av en eventuell spredning fra de påviste forurensende massene på Dokken er presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Informasjon om resipienter som kan bli påvirket av en eventuell spredning fra de påvist forurensende massene ved tomt A2 på Dokken i Bergen kommune.

Navn	Vannforekomst-ID	Areal	Vanntype-navn	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand	Viktigste påvirkninger
Byfjorden indre del	0261010800-4-C	2,9 km ²	Beskyttet kyst/fjord	Moderat	Dårlig	Diffus avrenning fra by/tettsted
Byfjorden	0261010800-9-C	44,7 km ²	Beskyttet kyst/fjord	Moderat	Dårlig	Diffus avrenning fra by/tettsted

Bergen kommune har gjennom prosjektet Renere Puddefjord gjennomført mudring og tildekking av forurenset sjøbunn i indre del av Puddefjorden. Tiltaket ble avsluttet i 2018. 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. Det er utført etterkontroll av sedimenter, inkludert vannprøver, av Cowi i 2022 [25]. Analyser av sedimentprøver fra sjøbunnen i alle delfeltene i tiltaksområdet viser at nivået av de aller fleste miljøgiftene fremdeles tilsvarende tilstandsklasse 2 («god miljøtilstand») eller 1 («bakgrunn») og ligger langt under øvre grense for tilstandsklasse 3 («moderat») som er miljømålet for tiltaket.

Analyser av vannprøver og 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 [25].

Resultatene fra 4-årskontrollen støtter opp om konklusjonen fra tidligere undersøkelser i området som peker på tilførsel av miljøgifter via overvann og overløp fra felles avløpssystem som den viktigste årsaken til rekontamineringen av tildekkingslaget. Kildene til denne forurensningen finnes i stor grad i bymiljøet der miljøgifter fra bl.a. veiavrenning, fasadematerialer og byjord blir fanget opp av overvannssystemet og ført til sjø. I tillegg inneholder spillvann (kloakk) også miljøgifter. Andre kilder til rekontaminering av tildekkingslaget kan ikke utelukkes, men vurderes til å ha mer begrenset betydning [25].

5.4 Risikovurdering av helse

For å vurdere risikoen knyttet til menneskers helse benyttes Miljødirektoratets beregningsverktøy M-2171 [19]. Verktøyet undersøker hvilke konsentrasjoner som kan tillates i jordmassene uten at det medfører uakseptabel risiko for eksponering til mennesker. Vurderingen er basert på stedsspesifikke forhold, og der det er usikkerhet omkring valg av inngangsparametere er det valgt konservative verdier. Standard eksponeringsveier som inngår i beregningsverktøyet er følgende:

- Oralt inntak av jord eller støv
- Hudkontakt med jord og støv
- Innånding av støv eller gass
- Inntak av drikkevann
- Inntak av grønnsaker, frukt, bær eller andre spiselige planter
- Inntak av fisk eller annen næring påvirket av grunnforurensning

Basert på stedets bruk gjøres det en vurdering av hvilke eksponeringsveier som er relevante. [Vedlegg2](#) viser benyttede verdier i beregningsverktøyet.

5.4.1 Eksponeringsfare utendørs

Oralt inntak, hudkontakt og innånding av støv

Ettersom de forurensende jordmassene enten er dypereliggende masser som vil være tildekket med 1 meter løsmasser, eller med asfalt/betong, vil ikke eksponering gjennom direktekontakt med massene være aktuelt. Oralt inntak, hudkontakt og innånding av støv utgår derfor som parametere i vurderingen.

Inntak av drikkevann

I henhold til NGUs grunnforurensningsdatabase (GRANADA) [26] er det ikke registrert grunnvannsbrønner i løsmasser med vannforsyning som brukstype i umiddelbar nærhet fra arealene hvor det er påvist forurensende masser. Den nærmeste brønnen på ca. 200 m benyttes som energikilde, slik at det ikke vil benyttes grunnvann fra lokaliteten som kan være forurenset. I tillegg antas det at en eventuell spredning av forurensning fra tiltaksområdet drenerer ut i tilgrensende kystvann i vest og sør. Inntak av forurenset drikkevann utgår derfor som en eksponeringsvei.

Inntak av grønnsaker, frukt, bær eller andre spiselige planter

Ut fra bruken og reguleringen av eiendommen er det uaktuelt å dyrke grønnsaker eller frukt i de forurensede massene i området. Konsum av grønnsaker og frukt som kan være påvirket av forurensning utgår derfor som eksponeringsvei.

Inntak av fisk

Eksponering fra fisk kan forekomme i mindre grad ved fiske fra vannforekomst, men omfanget ansees å være begrenset da det ikke foregår næringsfiske i Byfjorden.

For vurdering av eksponeringsfare utendørs er det derfor ingen relevante eksponeringsveier, utover inntak av fisk.

5.4.2 Eksponeringsfare innendørs

Det vil være en stor grad av aktivitet på området som vil foregå innendørs. Eksponering innendørs ved innånding av gass er vurdert som eksponeringsvei.

5.4.3 Vurdering av helserisiko

Utdrag fra vurderingene i beregningsverktøyet for helserisiko er vist i Tabell 8 og Tabell 9. Ved å legge inn analyseresultatene tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 som vil bli liggende igjen innenfor tiltaksområdet (dvs. masser som ikke er planlagt fjernet), viser beregningsverktøyet at helserisikoen er akseptabel. Tabell 8 viser tydelig at det i trinn 2 risikovurderingen ikke er overskridelser av helserisiko for barn, voksne eller livstids risiko. Beregningsverktøyet angir i tillegg eventuell risiko for gass innendørs i bygg, og denne ligger langt under grensen for overskridelse, både ved beregninger ut ifra maksimumskonsentrasjoner og middelkonsentrasjoner (Tabell 8).

De beregnede helsebaserte akseptkriteriene gjelder for både toppjord (<1 m) og dypereliggende masser (>1 m), men for dypereliggende jord er det uansett vurdert at det ikke er noen eksponeringsmuligheter, og dermed ingen risiko for human helse.

Utover de stedsspesifikke inputverdiene benyttet, er følgende kriterier valgt ved gjennomføring av risikovurderingen:

- Benzo[b,k]fluoroanten rapporteres samlet fra laboratorium, men legges inn som to separate stoffer i risikoberegningsverktøyet. Det forutsettes at konsentrasjonene er likt fordelt mellom de to stoffene.
- I risikovurderingsverktøy M2171 [19] mangler MTDI-verdier (maksimalt tolerabelt daglig inntak) for stoffene naftalen, acenaftylen, acenaften, fenantren, antracene, fluorene, fluoranten og pyren. Akseptkriterier for disse stoffene er derfor ikke mulig å beregne. Helseisiko vurderes derfor ut ifra øvrige PAH-forbindelser.

Tabell 8. Utdrag fra beregningsverktøyet for helseisiko med vurdering av Trinn 1 og Trinn 2. Analyseresultater for gjenværende masser i tilstandsklasse 4 og 5, etter utgraving av byggegrop på Dokken i Bergen, er lagt inn i verktøyet.

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		TRINN 2				Risiko gass			
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Helseisiko Barn		Helseisiko Voksen		Livstids Helseisiko		Risiko gass	
						Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse Rtc (maks)	Overskridelse Rtc (middel)
Arsen	7	78	21,41428571	8	875 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Bly	7	420	318,5714286	60	600 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Kadmium	4	7,7	2,255	1,5	413 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Kvikksølv	7	4,8	1,241428571	1	380 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-99 %	-98 %	-0,953466265	-0,987964936
Kobber	7	6100	969,5714286	100	6000 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Sink	7	2300	671,4285714	200	1050 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Krom total (III + VI)	7	65	33,85714286	50	30 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Nikkel	7	84	30	60	40 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
PCB7	1	0,023	0,023	0,01	130 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
PAH16	7	310	79,79571429	2	15400 %								
Naftalen	5	0,86	0,55	0,8	8 %								
Acenaftylen	5	0,81	0,4412										
Acenaften	4	7,6	2,0485										
Fenantren	6	47	10,67										
Antracene	6	14	3,636666667										
Fluorene	4	5,9	1,9525	0,8	638 %								
Fluoranten	6	65	17,53166667	1	6400 %								
Pyren	6	49	15,03333333	1	4800 %								
Benzo(a)antracene	6	24	7,525			-47 %	-83 %	-77 %	-93 %	-75 %	-92 %		
Krysen	6	18	5,59			-91 %	-97 %	-96 %	-99 %	-86 %	-98 %		
Benzo(b)fluoranten	7	36	10,98428571			-84 %	-95 %	-93 %	-98 %	-82 %	-98 %		
Benzo(a)pyren	6	21	7,588333333	0,1	20900 %	-19 %	-71 %	-65 %	-87 %	-61 %	-86 %		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	12	3,757142857			-98 %	-99 %	-99 %	-100 %	-99 %	-100 %		
Dibenzo(a,h)antracene	5	2,8	1,292			-98 %	-99 %	-99 %	-100 %	-99 %	-99 %		
Benzen	-	-	-	0,01									
Toluen	-	-	-	0,3									
Alifater >C12-C35	7	430	72,57142857	100	330 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %	-0,999194062	-0,999863981
TBT-kation	-	-	-	0,015									

Tabell 9 Utdrag fra beregningsverktøyet for helseisiko med beregning av akseptkriterier. Analyseresultater for gjenværende masser i tilstandsklasse 4 og 5, etter utgraving av byggegrop på Dokken i Bergen, er lagt inn i verktøyet.*

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1		Størst overskridelse		Akseptkriterium	Sammenligning av påvist kons. mot akseptkriterium			Normverdi	
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/kg)	C _{s, max} overskrider normverdi	Alle definerte grenseverdier			Kons. i jord (mg/kg L _v)	Cs, max overskrider akseptkriterium	Cs, middel overskrider akseptkriterium		Kons. i jord (mg/kg L _v)
						Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)						
Arsen	7	78	21,41428571	8	875 %	-100 %	-100 %	8,20E+06	-100 %	-100 %	8		
Bly	7	420	318,5714286	60	600 %	-100 %	-100 %	6,92E+05	-100 %	-100 %	60		
Kadmium	4	7,7	2,255	1,5	413 %	-100 %	-100 %	1,61E+05	-100 %	-100 %	2		
Kvikksølv	7	4,8	1,241428571	1	380 %	-98 %	-99 %	2,35E+02	-98 %	-99 %	1		
Kobber	7	6100	969,5714286	100	6000 %	-100 %	-100 %	5,28E+07	-100 %	-100 %	100		
Sink	7	2300	671,4285714	200	1050 %	-100 %	-100 %	3,71E+08	-100 %	-100 %	200		
Krom total (III + VI)	7	65	33,85714286	50	30 %	-100 %	-100 %	1,99E+07	-100 %	-100 %	50		
Nikkel	7	84	30	60	40 %	-100 %	-100 %	1,70E+06	-100 %	-100 %	60		
PCB7	1	0,023	0,023	0,01	130 %	-100 %	-100 %	6,38E+01	-100 %	-100 %	0,01		
PAH16	7	310	79,79571429	2	15400 %	No MTDI	No MTDI				2		
Naftalen	5	0,86	0,55	0,8	8 %	No MTDI	No MTDI				0,8		
Acenaftylen	5	0,81	0,4412			No MTDI	No MTDI						
Acenaften	4	7,6	2,0485			No MTDI	No MTDI						
Fenantren	6	47	10,67			No MTDI	No MTDI						
Antracene	6	14	3,636666667			No MTDI	No MTDI						
Fluorene	4	5,9	1,9525	0,8	638 %	No MTDI	No MTDI				0,8		
Fluoranten	6	65	17,53166667	1	6400 %	No MTDI	No MTDI				1		
Pyren	6	49	15,03333333	1	4800 %	No MTDI	No MTDI				1		
Benzo(a)antracene	6	24	7,525			-47 %	-83 %	4,56E+01	-47 %	-83 %			
Krysen	6	18	5,59			-91 %	-97 %	1,99E+02	-91 %	-97 %			
Benzo(b)fluoranten	7	36	10,98428571			-84 %	-95 %	2,27E+02	-84 %	-95 %			
Benzo(a)pyren	6	21	7,588333333	0,1	20900 %	-19 %	-71 %	2,59E+01	-19 %	-71 %	0,1		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	12	3,757142857			-98 %	-99 %	6,40E+02	-98 %	-99 %			
Dibenzo(a,h)antracene	5	2,8	1,292			-98 %	-99 %	1,18E+02	-98 %	-99 %			
Benzen	-	-	-	0,01							0,01		
Toluen	-	-	-	0,3							0,3		
Alifater >C12-C35	7	430	72,57142857	100	330 %	-100 %	-100 %	4,26E+06	-100 %	-100 %	100		
TBT-kation	-	-	-	0,015							0,02		

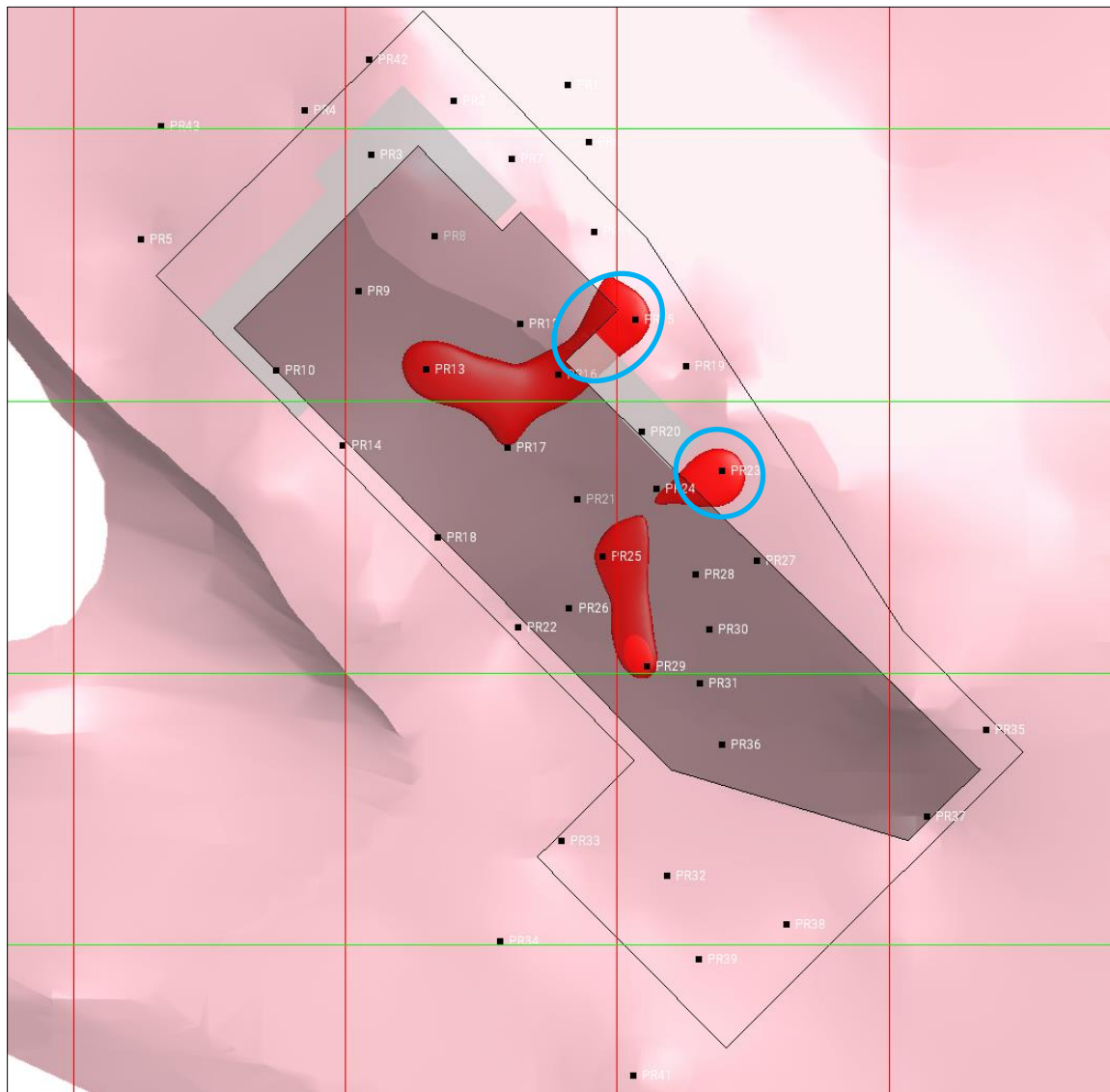
*Akseptkriterium viser beregnet grenseverdi som er akseptabel for helse. Verdiene er i tabellen ikke justert for farlig avfalls grense eller høyeste akseptable tilstandsklasse. Dette vurderes nærmere nedenfor.

5.4.4 Vurdering av akseptkriterier for helse

Utdrag fra vurderingene vist i Tabell 9 viser at helsebasert akseptkriterium for flere av stoffene ligger svært høyt i forhold til påviste konsentrasjoner, og øvre grense for tilstandsklasse 5. Hvor høy konsentrasjon av forurensning som kan aksepteres i grunnen avhenger i tillegg til en vurdering av helserisiko, også en vurdering av spredningsrisiko og en overordnet vurdering av arealbruken på området og tilgrensede områder. For helserisiko mener Rambøll at det med tanke på utviklingen av området som helhet, med boliger, lekeplasser, parker og rekreasjonsområder, bør legges følgende føringer til grunn for gjenværende masser:

- For stoffer med utarbeidet tilstandsklasse skal akseptkriteriet begrenses oppad til øvre grense tilstandsklasse 4, iht. Miljødirektoratets veileder [3]. For alle PAH-komponentene med unntak av benzo(a)pyren, er øvre grense tilstandsklasse 4 for PAH₁₆ styrende.

Dette medfører behov for fjerning av masser i tilstandsklasse 5 utenfor byggegrop. Kartlagt omfang er vist i Figur 13. Ytterligere omfang vil ikke kunne avdekkes før gravearbeidene starter opp og supplerende prøvetaking og kontroll utføres.



Figur 13. Modell som viser utbredelse av forurensning i tilstandsklasse 5 på tiltaksområdet på Dokken i Bergen kommune. Masser i tilstandsklasse 5 utenfor byggegrop er markert med blå sirkler. Bergoverflaten er lys rosa farge. Svart omriss viser eiendomsgrense, mens skravert mørkgrått område viser byggegrop, og lys grå viser fotavtrykk bygninger.

Basert på gjennomgang og vurdering av helserisiko er følgende miljømål oppfylt:

Miljømål 1 - Det skal ikke medføre uakseptabel risiko for menneskers helse grunnet forurensning i grunnen ved å oppholde seg på tiltaksområdet med planlagt arealbruk.

5.5 Risikovurdering av resipient

For å vurdere spredningsrisiko til omkringliggende områder og resipient, benyttes Miljødirektoratets veileder M-2173 [20]. Verktøyet identifiserer hvor stor spredningen fra det forurensende området er, hvilke spredningsveier som er aktuelle, og hvilke vannforekomster som er mottakere av forurensingen (resipient). Det gjøres en vurdering av transport fra umettet sone (jordlagene mellom overflaten og grunnvannsnivå) til mettet sone, med videre fortykning ut i resipient. [Vedlegg3](#) viser stedsspesifikke parametere og beregninger i verktøyet.

Jordspesifikke data er lagt inn i beregningsverktøyet ved å bruke standard tall for jordtypen grov sand. I tillegg benyttes stedsspesifikke data for området, deriblant årlig nedbørsmengde, årlig avrenning, hydraulisk gradient samt tykkelse og lengde på akviferen.

Det er ved valg av verdier til beregningsverktøyet tatt utgangspunkt i at massene i umettet sone består av grov sand og grus, mens massene i mettet sone består av medium sand/silt.

Utover de stedsspesifikke inputverdiene, er følgende kriterier valgt ved gjennomføring av risikovurderingen:

- Resultater rapportert som «under deteksjonsgrense» er satt til halvparten av deteksjonsgrense ved gjennomføring av risikovurderingen. For sum PAH₁₆ er «not detected» erstattet med summen av de halverte deteksjonsgrensene for stoffene som er summert.
- Benzo[b,k]fluoroanten rapporteres samlet fra laboratorium, men legges inn som to separate stoffer i risikoberegningsverktøyet. Det forutsettes at konsentrasjonene er likt fordelt mellom de to stoffene.

For å vurdere risikoen for spredning fra de gjenværende forurensende massene etter at byggegrop er gravd ut, har fortykningspotensialet i nærliggende resipient (Byfjorden indre del) blitt vurdert. I henhold til Norsk Klimaservicesenter [27] er gjennomsnittlig årsnedbør i området for perioden mellom 2017 og 2021 på 2 608 mm. Det antas at akviferen har en tykkelse på ca. 5 meter og utstrekning av forurensende masser er estimert til å være ca. 50 meter. I henhold til Norges Vassdrags- og energiverk [28] er årlig avrenning i området 2479 mm/år. Anslått areal på avrenningsområdet til Byfjorden indre del som er tilknyttet prosjektet er ca. 7400 m². Dette gir en årlig tilførsel av vann fra nedbør til sjø på om lag 60 000 m³.

5.5.1 Konservative elementer i vurderingen

Det er forutsatt at alle prøver fra dypere enn 1 meter ligger i mettet sone. Dette overestimerer hvor tilgjengelig påvist forurensning er for spredning, siden grunnvannet (havnivå) ligger dypere enn 1 meter. Det er lagt til grunn at mettet sone har en konduktivitet tilsvarende grov sand, mens realiteten trolig er at mettet sone i stor grad består av fyllmasser. Hydraulisk konduktivitet er derfor trolig betydelig lavere enn antatt i vurderingen, og spredningen fra området vil dermed være overestimert i risikovurderingen.

Spredningstall fra tiltaksområdet baserer seg på vannføring fra nedbørsfeltene gjennom grunnen. Det aller meste av arealene på tiltaksområdet er asfaltert eller betongdekke. Nedbør vil derfor i liten grad infiltrere og vaske ut forurensning i grunnen.

Tidevannet vil bidra til bevegelse i vannet nærmest land, og føre til utlekking fra forurensete masser ut i vannmassene. Denne prosessen har pågått over mange tiår allerede, og mye av tilgjengelig forurensing er dermed vasket ut og spredt med vannmassene allerede. I tillegg vil strømningsforhold i sjøen, vind, båttrafikk m. m. medføre ytterligere blanding av vannmassene, men dette er ikke tatt hensyn til i risikovurderingen.

5.5.2 Vurdering av spredning

Det er ved hjelp av beregningsverktøyet gjort vurdering av spredning fra forurensete masser som blir liggende igjen utenfor byggegrop, tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5, og med høyeste helsebaserte akseptkriterie for de parameterne der det ikke er utarbeidet tilstandsklasse. Beregningen er bevisst gjort med disse kriteriene slik at et worst-case scenario er vurdert dersom det viser seg å ikke være mulig å grave ut alle forurensing som planlagt.

Ved å legge til inngangsparameterne i beregningsverktøyet vurderes blant annet estimert konsentrasjon av miljøgiftene i grunnvann og resipient over tid (5 år, 20 år og 100 år). Konsentrasjoner av de ulike miljøgiftene i resipient over tid er gjengitt i Tabell 10. Beregnede konsentrasjoner sammenlignes mot grenseverdiene i Miljødirektoratets veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota [23]. Kriteriene for øvre grense for klasse II i klassifiseringssystemet er i samsvar med Vanddirektivets miljøkvalitetsstandarder AA-EQS og MAC-EQS. Øvre grense for klasse II tilsvarer AA-EQS, som er grenseverdien for kroniske effekter ved langtidseksposering. Vanddirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå "god tilstand" som tilsvarer klasse II.

Det ble ikke utført vannprøvetaking av resipienten ved miljøundersøkelsene i 2023, men sjøen er ansett å være forurenset fra før, se kapittel 5.3.

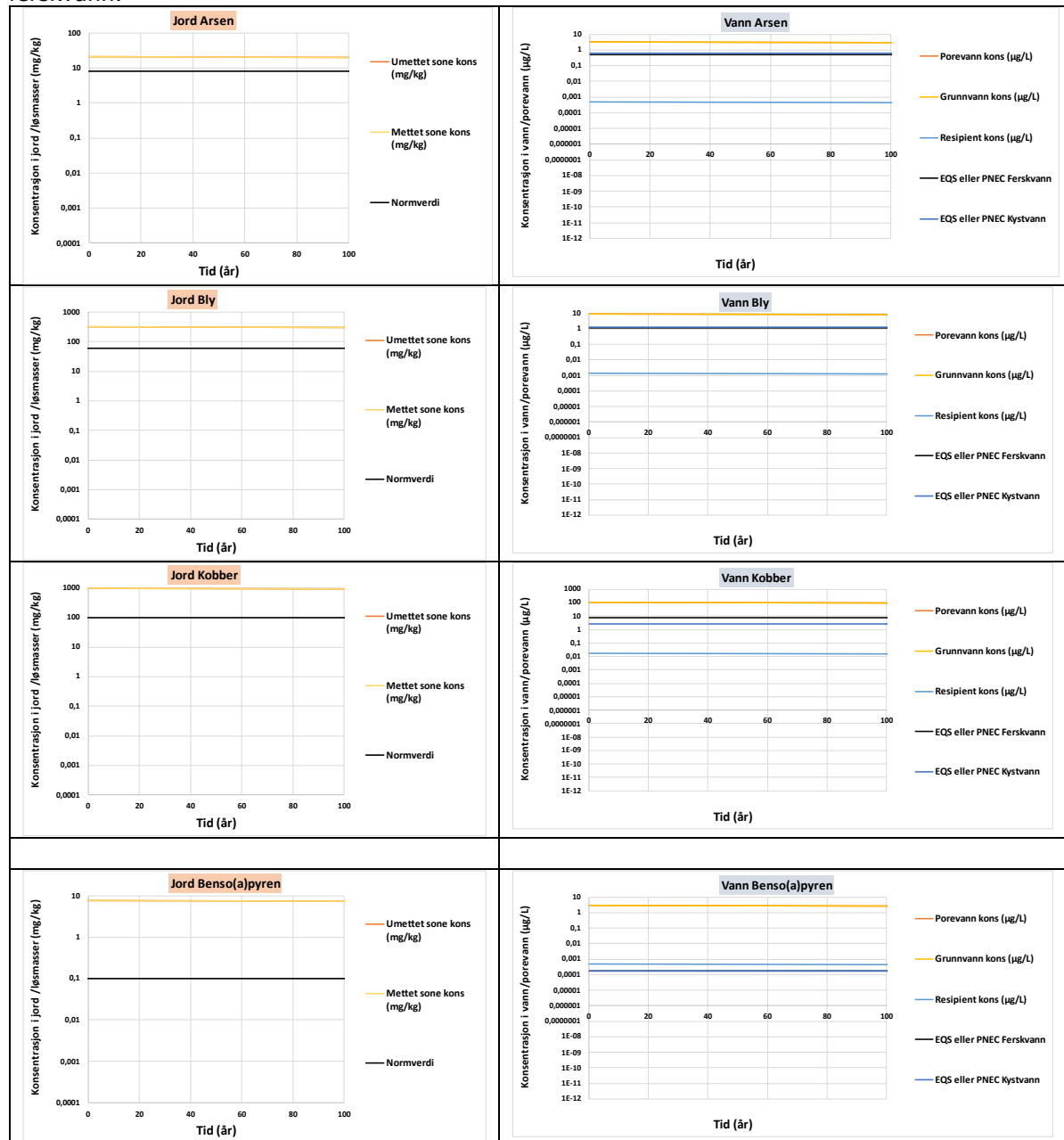
Tabell 10 Spredning av miljøgifter fra tiltaksområdet til resipient utenfor Dokken i Bergen kommune over tid. Grønn farge symboliserer at konsentrasjonen av miljøgiften er innenfor øvre grense for tilstandsklasse II for kystvann.

Parameter	Høyeste mulige konsentrasjon i jord (TKL 4, høyeste C_{her} eller høyest påvist) (mg/kg TS)	Øvre grense tilstandsklasse 4 (mg/kg TS)	Beregnet konsentrasjon i resipient fra maks jord-konsentrasjon $C_{\text{sw, max}}$ ($\mu\text{g/l}$) mot forskjellige eksponering over tid			Grenseverdi resipient TKL II /PNEC ($\mu\text{g/l}$)
			5 år	20 år	100 år	
Tungmetaller						
Arsen	600	600	5,11E-04	5,10E-04	5,07E-04	0,6
Bly	700	700	1,42E-03	1,42E-03	1,41E-03	1,3
Kvikksølv	10	10	3,91E-05	3,91E-05	3,87E-05	0,001
Kobber	8500	8500	1,71E-02	1,71E-02	1,70E-02	0,3
Sink	10000	5000	1,65E-003	1,65E-03	1,65E-03	1,5
PAH-forbindelser						
$\Sigma 16$ PAH	520	150				Ikke gitt
Benzo[a]pyren	15	15	4,79E-004	4,77E-04	4,69E-04	0,00017

Figur 14 viser grafer for beregnede konsentrasjoner av arsen, bly, kobber og benzo[a]pyren innenfor tiltaksområdet i porevann, grunnvann, og resipient (indre del av Byfjorden), gjennom de neste 100 årene. Grafene viser at beregnet konsentrasjon i resipient ligger konstant under EQS for kystvann og ferskvann.

Påvirkningen på naboeiendommer og resipient indre del av Byfjorden anses akseptabel ved at tilførsel av forurensing fra gjenværende masser på tiltaksområdet ikke medfører

konsentrasjonsnivåer i grunnvann eller resipient som overstiger tilstandsklasse II for kystvann og ferskvann.



Figur 14. Graf som viser beregnet utvikling av konsentrasjoner av arsen, bly, kobber og benzo[a]pyren i porevann, grunnvann og resipient (indre del av Byfjorden) utenfor tiltaksområdet på Dokken i Bergen kommune over tid. I hver figur er EQS/PNEC for kystvann og ferskvann også angitt.

Basert på gjennomgang og vurdering av spredningsrisiko er følgende miljømål oppfylt:

Miljømål 2 - Gjenværende forurensing skal ikke medføre uakseptabel spredning til naboeiendommer.

Miljømål 3 - Det skal ikke forekomme spredning av forurensing fra det aktuelle området som medfører at miljømål i resipient ikke kan oppnås. Det er et generelt mål at kystvann skal ha minst god kjemisk tilstand (tilstandsklasse II i henhold til Miljødirektoratets veileder M-608 [23]).

5.6 Konklusjon

Gjennomført risikovurdering med gitte forutsetninger og konservative verdier, viser at risikoen forbundet med påvist forurensning av tungmetaller og PAH-forbindelser er akseptabel med planlagt arealbruk på tiltaksområdet og tilgrensende områdeutvikling, med hensyn på eksponering av mennesker og spredning til miljø.

Dette forutsetter at alle masser i tilstandsklasse 4 og 5 innenfor byggegrop fjernes.

For alle gjenværende masser skal akseptkriteriet begrenses oppad til øvre grense tilstandsklasse 4, iht. Miljødirektoratets veileder [3]. For alle PAH-komponentene med unntak av benzo(a)pyren, er tilstandsklasse 4 for PAH₁₆ styrende. Dette medfører behov for fjerning av masser i tilstandsklasse 5 utenfor byggegrop.

6. TILTAKSPLAN

Ved forurensning i grunnen plikter tiltakshaver å gjennomføre de tiltak som er nødvendige for å sikre at fastsatte akseptkriterier for eiendommen ikke overskrides, og at anleggsarbeidet ikke medfører spredning av forurensning eller medfører fare for skade på helse eller miljø.

Tiltaksplanen er utarbeidet i henhold til punkt 1-7 i § 2-6 i forurensningsforskriften kap. 2 [1].

6.1 Terrenginngrep

I forbindelse med etablering av nybygg på Dokken i Bergen kommune, er det planlagt spunting og graving i forbindelse med etablering av byggegrop (cirka 6200 m²) på tiltaksområdet (cirka 12000 m²). Det er planlagt graving ned til cirka 6 meter under dagens terreng innenfor byggegrop som blir omgitt av en vanntett rørsjunt forankret i berg. Det skal videre graves ned til cirka en meter for fundamentering av bygningskropp utenfor byggegrop, cirka 850 m². Det vil i tillegg være behov for sprengningsarbeider på en mindre del av området i byggegrop. Resterende deler av tiltaksområdet vil i stor grad være asfalterte områder eller betongoverflater for transport og gangarealer, og noen mindre grøntarealer.

Det stilles følgende generelle krav til grunnarbeidene:

- Alle masser skal leveres til godkjente mottak. Dokumentasjon fra mottaket skal foreligge for alle leveringer.
- Alt grunnarbeid skal være godt planlagt og skje forsiktig, slik at det ikke oppstår fare for spredning av forurensning.
- Våte masser skal graves opp i en totrinns prosess, der massene først løftes opp på kanten av gravegropen slik at mest mulig av vannet renner tilbake i byggegrop, før de legges i tette containere/lastekasser for transport til godkjent mottak. Hvis nødvendig skal det etableres et eget avrenningsområde for våte masser før transport.
- Masser som ikke berøres av nødvendige gravearbeider skal ligge urørt.

6.2 Tidsplan for gjennomføring

Prosjektet er avhengig av bevilgning fra Stortinget for gjennomføring. Dette foreligger per dags dato ikke. Det er derfor ikke klart når grunnarbeidene vil kunne starte opp, og tidsplan for gjennomføring er dermed ikke avklart.

6.3 Akseptkriterier og miljøtiltak

Den stedsspesifikke risikovurderingen med hensyn på menneskers helse og spredning har vist at de aller fleste stedegne løsmasser utenfor byggegropen, kan bli liggende igjen ved ferdigstillelse av terrenginngrep på tiltaksområdet.

Masser som er påvist, eller påvises ved supplerende prøvetaking, i tilstandsklasse 5 skal fjernes på hele tiltaksområdet.

For alle gjenværende masser utenfor byggegrop skal akseptkriteriet begrenses oppad til øvre grense tilstandsklasse 4, iht. Miljødirektoratets veileder [3]. For alle PAH-komponentene med unntak av benzo(a)pyren, er øvre grense tilstandsklasse 4 for PAH₁₆ styrende.

Tiltaksgjennomføringen vil føre til at en stor andel av forurensingen påvist på tiltaksområdet vil fjernes og tas ut av omløp ved trygg deponering. Det aller meste av påvist forurensning i de høyeste tilstandsklassene vil fjernes, og vurderes som et positivt miljøtiltak for hele Dokkenområdet.

6.4 Risiko for forurensningsspredning

I dette kapittelet er risikoelementer med hensyn på eksponering av mennesker og miljø under gjennomføring av terrenginngrep identifisert, og det er utarbeidet tiltak for å redusere risikoen ved tiltaket. Når tiltakene følges, vurderes risikoen for eksponering av mennesker og miljø å være akseptabel.

6.4.1 Lukt – avgassing

De påviste forurensingene på deler av området inneholder flyktige forbindelser som BTEX og PAH-forbindelser som kan avgi ubehagelig og helseskadelig gass/lukt. Arbeidere må bruke egnet beskyttelsesutstyr. Det forventes at gravearbeidene vil medføre merkbar lukt i utendørsområder og inne i de nærmeste byggene ved ugunstig vindretning. Stoffene er flyktige, og det er ikke direkte fare for at det kan bygges opp skadelige konsentrasjoner inne i nabobygg eller i anleggsmaskiner.

I forbindelse med gravearbeid i de mest forurensede massene i tilstandsklasse 4 og 5, skal det ikke foregå andre arbeider i umiddelbar nærhet innenfor tiltaksområdet (f.eks. betongarbeider, forskaling, armering, varme arbeider, o.l.). Det anbefales å benytte gassmålinger under gravearbeid, og at arbeidere (maskinfører og andre) skal anvende masker og andre åndedrettsvern ved behov.

Det ble i tillegg ved utførte grunnundersøkelser påtruffet antatt gammel sjøbunn med sterk lukt av H₂S. Dette ble påtruffet i fire punkter (PR11, PR16, PR34 og PR41) og det forventes at dette vil kunne påtreffes i områder der det ikke er langt til bergoverflaten, og gammel sjøbunn kan påtreffes.

H₂S, er en fargeløs, giftig, brennbar gass som lukter som råtne egg. Gassen tas opp i kroppen først og fremst ved innånding. Ved eksponering for lave konsentrasjoner er gassen mest irriterende på slimhinnene i luftveiene. Ubehagelig lukt er et godt varsel ved lave konsentrasjoner i luften, men luktesansen forsvinner raskt ved eksponering for høyere konsentrasjoner. Gassmåler skal være på plass i byggegrop ved påtreff av svarte masser nær berg.

Graveentreprenør skal utføre en egen risikovurdering og sikker jobb analyse (SJA) før disse gravearbeidene starter opp.

6.4.2 Støv

Støvflukt skal minimeres ved forsiktig vanning av massene ved behov. Vurderes fortløpende, og skal være et daglig kontrollpunkt.

6.4.3 Mellomlagring

Mellomlagring av forurensede gravemasser kan i utgangspunktet kun gjennomføres innenfor tiltaksområdet. Forurensede masser som mellomlagres skal legges på arealer hvor masser har samme eller høyere forurensningsgrad. Hensikten er å hindre forurensning av masser som i utgangspunktet var i en lavere tilstandsklasse enn massene som mellomlagres.

Mellomlagring utenfor tiltaksområdet kan kun skje etter søknad og innvilget tillatelse fra Statsforvalteren. Mellomlagring hos mottak for forurensede masser med godkjent mellomlager er tillatt.

Ved mellomlagring av forurensede masser, skal dette utføres på en slik måte at det ikke er fare for avrenning til sjø eller naboområder, eller særlig påvirkning av vind og regn. Dette kan innebære bruk av presenning/tett duk under massene og tildekking ved behov. Ved graving i våte masser under grunnvannstand kan det være hensiktsmessig å etablere et eget

avrenningsområde der masse kan avvannes over litt tid. Avrenning skal føres tilbake til byggegrop, eller direkte til egnet renseanlegg før videre håndtering.

6.4.4 Transport

Løse masser eller avfall som kan virvle av eller falle av kjøretøy skal sikres før transport ut av området. Våte masser må transporteres i tette beholdere, slik at det ikke siger ut forurenset vann fra lasteplan. Tilgriset utstyr og maskiner skal rengjøres innenfor tiltaksområdet før hver utkjøring for å unngå spredning av forurensete masser eller avfall.

Entreprenør skal sørge for tilfredsstillende og jevnlig rengjøring av området og vegnettet dersom nødvendig. Vurderes fortløpende, og skal være et daglig kontrollpunkt.

6.4.5 Tilkjørte masser

Det er risiko for at rene tilkjørte masser forurenses av gjenliggende masser. Det bør derfor vurderes å legge duk mellom massene for å hindre sammenblanding av forurensete og rene masser.

6.5 Vann i byggegrop

Grunnvannstanden i tiltaksområdet ligger på kote 0, men påvirkes av tidevann (± 1 m). Det er planlagt å grave opptil 4 meter under grunnvannsstand, og det planlegges derfor etablering av tett rørsputt rundt byggegropa ned til fjell for å hindre inntrengning av vann i byggeperioden. Berginjeksjon vil også trolig utføres for å minimere vanninntrengning i byggegrop. Det vil likevel bli behov for å håndtere vann på tiltaksområdet under byggeperioden. Det vil være gjenværende vann innenfor spuntgrop etter at spunting er ferdig som må pumpes ut. Vann vil i tillegg komme fra nedbør, innsig av overflatevann og grunnvann. Det vil derfor være nødvendig med lensing og utpumping av vann fra byggegrop, samt rensing av dette vannet før videre håndtering.

Det vurderes ikke som et alternativ å infiltrere anleggsvann tilbake i grunnen utenfor byggegrop, da dette vil medføre fare for spredning av forurensing grunnet kort avstand til grunnvann (sjø) og tidevannspåvirkning. Det er ikke utført en spesifikk spredningsberegning av et slikt alternativ, men Rambøll vurderer et slikt alternativt som uegnet med svært stor spredningsfare.

Tilførsel av overvann til det offentlige avløpsnett utgjør en betydelig belastning både under transporten i rørsystemet, og ved behandlingen i renseanleggene. Tilførslene kan føre til direkte utslipp av urensset avløpsvann til vassdrag og fjord som følge av at avløpsledningene blir overbelastet. Store mengder av overvann vil også kunne redusere renseeffekten ved avløpsrenseanleggene. Overbelastet avløpsnett og mer overvann til renseanleggene har en energi- og miljøkostnad for kommunen. Det tillates derfor ofte kun minimale påslipp på fellesledningene, og kun i tilfeller når det er dokumentert at overvannet ikke kan håndteres forsvarlig lokalt innenfor tiltaksområdet.

Det vurderes derfor som det beste alternativ å pumpe alt anleggsvann til egnet renseanlegg før utslipp til sjøresipient. Dette forutsetter et renseanlegg med tilstrekkelig kapasitet og renseeffekt, og grenseverdier for utslipp som ikke fører til uakseptabel forringelse av vannkvaliteten i sjøresipienten under tiltaksgjennomføringen.

6.5.1 Forventet vannmengde

Direkte nedbør i byggegrop og overflatevann fra tette overflater rundt tiltaksområdet kan potensielt sige ned mot byggegrop, særlig siden området i all hovedsak består av tette flater. For

å redusere vannmengden som potensielt kan havne ned i byggegropen, er det anbefalt at planlagt etablert rørsputt stikker noe over dagens terrengnivå.

Avrenning i området, beregnet basert på målte verdier ved Bergen målestasjon (2462,84 mm/år), gir ca. 6,8 mm/døgn i årlig gjennomsnitt [17], se Tabell 11.

For å estimere vannmengder som kan bli nødvendig å håndtere, er det tatt utgangspunkt i den gjennomsnittlige nedbørsmengden per dag. Videre er det antatt at all avrenning fra tilstøtende områder stoppes ved tett spunt/kant før det når byggegrop. Det vil dermed være direkte nedbør i byggegrop arealet på 6200 m² som må håndteres. Ut fra disse forutsetningene vil det teoretisk kunne oppstå cirka 42 m³ vann pr. døgn i byggegropen. Dette er avhengig av en godt etablert spunt med lite rom for feilmargin og lekkasjer.

Tabell 11: Gjennomsnittlig nedbørsmengde ved Bergen målestasjon. Nedbørnormalen er basert på gjennomsnittet fra 2019-2023 [17].

		GRAF	TABELL		
Navn ↑	Stnr	Dato	Årsnedbør, mm	Nedbør i forhold til normalen 1991-2020 (år), percent	
Bergen - Florida	SN50540	2019	2346.7	94	
Bergen - Florida	SN50540	2020	3054.8	122.4	
Bergen - Florida	SN50540	2021	2160.9	86.6	
Bergen - Florida	SN50540	2022	2447.5	98.1	
Bergen - Florida	SN50540	2023	2304.3	92.3	

Det må imidlertid påregnes at det i perioder kan oppstå timer og døgn med betydelig mer nedbør enn den gjennomsnittlige nedbørsmengden vist over. Data fra de siste 13 måneder, hentet fra Meteorologisk institutt, viser at største nedbørsmengde i løpet av ett døgn er på 52,8 mm (11. okt. 2024) [29]. På et areal på 6200 m² vil dette innebære at det i svært kraftige nedbørsperioder vil kunne falle i overkant av 327 m³ vann på dette arealet.

I tillegg vil innsig fra utett spunt eller sprekker i berggrunnen kunne bidra til ytterligere vannmengder i byggegrop. Dette innsiget er vanskelig å forutse, men vannmengdene kan bli vesentlig større enn forutsatt, og utførende entreprenør må ha en hurtig beredskap for utvidelse av kapasitet i etablert renseanlegg.

6.5.2 Forventet forurensingsgrad

Forurensningsgraden i massene på tiltaksområdet er kjent, og presentert tidligere i denne i rapporten og i [Vedlegg1](#). Resultatene viser konsentrasjoner av blant annet sink, nikkel, kobber, arsen, bly, kvikksølv, benzen, alifater, PCB, TBT og PAH₁₆ tilsvarende tilstandsklasse 2 og opp til tilstandsklasse 5.

Det er forventet at vann fra byggegrop vil kunne inneholde varierende konsentrasjoner av alle disse stoffene, avhengig av hvor det graves i byggegrop og håndtering av avrenning fra våte masser.

6.6 Vannhåndtering

Vann fra tiltaksområdet som kan være påvirket av forurensning skal renses før videre håndtering. Det skal etableres et egnet renseanlegg på anleggsområdet der alt vann fra anleggsvirksomheten, inkludert forurensende aktivitet på riggområdet, skal behandles. Entreprenør skal sørge for overvåking av utslipp, prøvetaking og analyser samt utarbeidelse av

prosedyre, sjekklister og prøvetakingsprogram. Beskrivelse av renseanlegg, analyser og grenseverdier for utslipp er beskrevet i etterfølgende kapitler.

Utslipet planlegges å foregå til sjøresipient indre Byfjorden (Puddefjorden) dersom det gis tillatelse til dette gjennom behandling og godkjenning av denne tiltaksplanen. Nøyaktig utslippspunkt må vurderes nærmere utførelse.

6.6.1 Etablering av renseanlegg

Entreprenør må sørge for egnet renseanlegg for forurenset vann fra byggegrøp, anleggsplass og riggområder. Alt vann skal føres gjennom renseanlegget før utslipp. Renseanlegget må dimensjoneres med tilstrekkelig kapasitet og renseeffekt for vann påvirket av forurensete løsmasser og anleggsvirksomheten for øvrig. Renseanlegget må være egnet til å rense vannet ned til de aktuelle grenseverdier som foreslås i denne tiltaksplanen.

Anlegget skal sørge for pH-justering før utslipp. Oljeutskiller skal inngå som en del av renseanlegget. I tillegg skal absorbentmatter/absorbentpølse benyttes på første inntakscontainer for ytterligere oppsamling av eventuell oljefilm. Disse skal byttes jevnlig.

Anlegget skal etableres med kontinuerlig overvåking av pH, turbiditet og utslippsmengde (flow). System for pH-justering skal kontrolleres ukentlig, og kalibrering av pH-probe skal utføres jevnlig.

Daglig kontroll av renseanlegget skal utføres av entreprenør, og egen sjekklister utarbeides sammen med prosedyre for drift og vedlikehold av anlegget.

6.6.2 Prøvetaking og analyser av anleggsvann

Analyser av rensert vann skal som minimum utføres for tungmetaller, olje (C10-C40), PAH-forbindelser, TBT, pH og suspendert stoff (se stoffer og parametere i Tabell 15). Det kan bli nødvendig med ytterligere analyseparametere som resultat av utgraving, oppfølging og kontrollprøvetaking. Dette må vurderes fortløpende av miljørådgiver under utførelse.

Analyser skal utføres på ukesblandprøver som tas ut automatisk på anlegget med tilpasset prøvemengde per kubikk rensert vann som slippes ut. Vannprøven samles i egnet prøvebeholder. Skifte av prøvebeholder og innsending av blandprøven til analyse skal utføres på mandager. Analyseresultater skal foreligge senest en uke etter at prøven er sendt inn til akkreditert og sertifisert laboratorium.

Metaller skal måles som total (oppsluttet og ufiltrert) og filtrert (0,45 µm). Filtrering skal utføres ved analyselaboratorium og ikke på anlegget.

Ved oppstart av anlegget skal det tas en prøve av ferdig rensert vann før utslippet kan starte opp. For å sikre fremdrift skal denne analyseres på hast (maks. 3 dager analysetid). Alle stoffer skal være under grenseverdier (se Tabell 15) før utslipp til resipient tillates.

Ved overskridelser av grenseverdier på ukesblandprøver skal det utføres hasteanalyser på vannprøve (stikkprøve) etter iverksatte tiltak (slamsuging, filterskifte etc.). Dette gjelder også ved endringer i renseanlegget eller arbeidsmetodikk/materialbruk som kan medføre endringer i vannkvalitet.

Utslipp skal stanses ved overskridelser og skal ikke starte opp igjen før grenseverdier er overholdt.

Det skal i tillegg jevnlig tas prøver av **urenset vann** fra byggegrop for å kontrollere at renseanlegget som er etablert innehar tilstrekkelig rensetrinn for å rense vannet ned til akseptable nivåer. Prøvetaking bør ved oppstart utføres ukentlig, og behovet vurderes etter innkjøring av renseanlegget og hvordan grenseverdiene overholdes.

For å kunne dokumentere at lensevannet ikke forringer vannkvaliteten i resipienten, bør det tas prøver fra **vann i resipienten** før oppstart av utpumping av rensset anleggsvann, samt jevnlig under hele utslippsperioden. Prøvetaking av resipient bør minimum utføres en gang pr. måned.

Utførende entreprenør skal utarbeide et eget prøvetakingsprogram basert på overnevnte punkter, og tydelig tildele ansvar for prøvetaking og oppfølging. Prøvetakingsprogrammet skal revideres ved behov underveis i utslippsperioden, f.eks. hvis det oppstår en uforutsett forurensningssituasjon som fører til at vannkvaliteten i gravegropen endres, at vannkvaliteten i rensset vann ikke er tilfredsstillende, eller at vannkvaliteten i resipient forringes av utslippet. Det skal være dialog med tiltakshaver ved endringer, og overskridelser av grenseverdier eller andre uønskede hendelser skal rapporteres umiddelbart.

6.6.3 Prøvetaking av slam

Slam i sedimentasjonsbasseng eller filterkaker fra filterpresse må prøvetas og leveres til godkjent mottak basert på resultatene. Massene prøvetas som forurenset grunn og analyseres med basis i analysene utført ved den miljøtekniske grunnundersøkelsen. Det vil si følgende stoffer/forbindelser:

Uorganiske miljøgifter; arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni) og sink (Zn)

Organiske miljøgifter; olje (både som alifater og THC – totale hydrokarboner), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16), polyklorerte bifenyler (PCB7), de monoaromatiske forbindelsene benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt cyanid (fritt og total) og tributyltinn (TBT).

Totalt organisk karbon (TOC).

6.6.4 Grenseverdier for utslipp til resipient

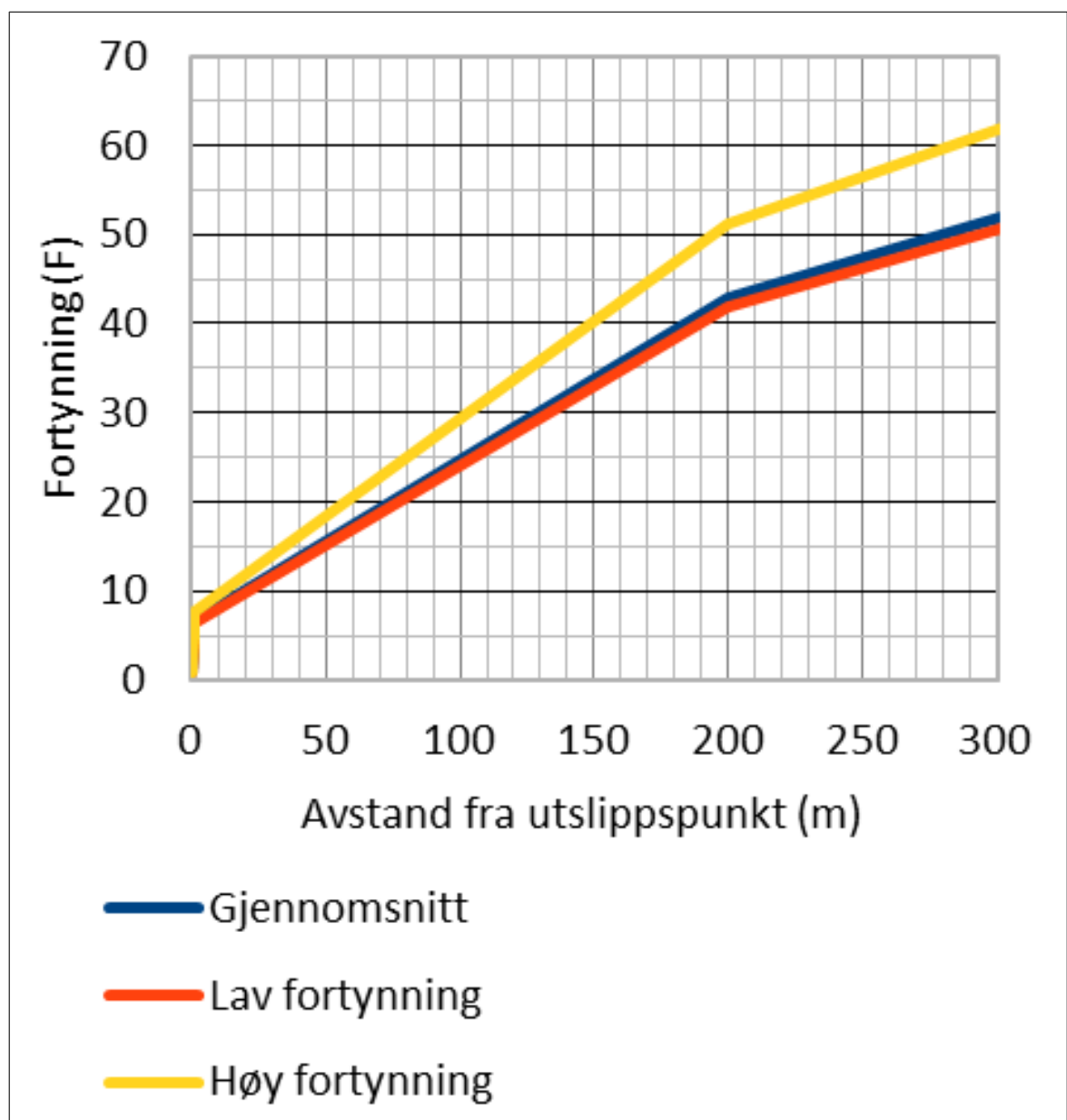
Grenseverdier for utslipp av rensset anleggsvann til resipient er basert på grenseverdier i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota [23]. Det er videre gjort en vurdering av innblandingssonen i resipienten (indre del av Byfjorden) med et punktutslipp av rensset anleggsvann i henhold til Miljødirektoratets veileder M-46/2013 - Veileder for fastsetting av innblandingssoner [30].

Ved punktutslipp åpner Artikkel 4 i EQS-direktivet (miljøkvalitetsstandarder) for at innblandingssoner kan etableres der EQS-verdier kan overskrides, uten at dette får betydning for tilstandsklassifisering av vannforekomsten. Utslipp av rensset anleggsvann vil være en midlertidig situasjon med en begrenset varighet. Det er derfor utført en forenklet vurdering av innblandingssonen i indre del av Byfjorden.

6.6.4.1 Vurdering av innblandingssone

Ved plassering av et utslipp er det viktig å påse at innblandingen av rensset anleggsvann blir god, for å unngå overkonsentrasjoner av stoffer i resipienten utenfor innblandingssonen. I anleggsvannet fra byggegrop er det konsentrasjoner av tungmetaller, organiske miljøgifter, pH og suspendert stoff (TSS) som kan ha uønskete effekter på resipienten dersom tilstrekkelig innblanding ikke oppnås.

Miljødirektoratets veileder for fastsetting av innblandingssoner, M-46/2013 [30], definerer innblandingssonen som den delen av en vannforekomst i umiddelbar nærhet av et punktutslipp hvor forvaltningsmyndighetene tillater at EQS-verdier (**E**nvironmental **Q**uality **S**tandards: grenseverdier /miljøkvalitetsstandarder) overskrides. Forutsetningen for at overskridelser tillates i innblandingssonen er at EQS-verdiene overholdes i øvrige deler av vannforekomsten. Innblandingssoner er dynamiske systemer og størrelsen av en sone kan variere mye med tid. Modelleringsverktøy, som for eksempel Visual Plumes, kan benyttes for å vurdere spredning og innblanding ved punktutslipp til sjø. Dette er et omfattende arbeid. For midlertidige utslipp med kort varighet kan fortynningsfaktorer fra Miljødirektoratets faktaark M-1288:2019 [31] med fordel benyttes for å vurdere innblanding av et utslipp til overflatevann, Figur 15. Figuren viser at innblanding ved utslippspunktet vil være relativt lik (< 10 ganger), uavhengig av om man har lav eller høy fortykning i resipienten (avhengig av strømforhold og vannutskiftning). Fortynningen øker jevnt med økende avstand til utslippspunktet. For utslipp til kystvann er maksimum avstand til utslippspunkt satt til 300 meter. Innenfor dette anses utslippet som en nærstasjon, og kan unntas fra tilstandsklassifiseringen av vannforekomsten.



Figur 15. Utslipp i overflaten til kystvann. Figuren viser estimert fortykning ($F =$ antall ganger) i økende avstand fra utslippspunkt (m). Kilde: Miljødirektoratet - faktaark M-1288:2019 [31].

Det vurderes for planlagte arbeider på Dokken at innblandingssonen for et utslipp til indre del av Byfjorden (Puddefjorden) bør begrenses til 100 meter fra utslippspunktet. Dette vil gi en innblandingssone på cirka 20000 m² utenfor Dokkeskjærskaien, og ut i indre del av Byfjorden.

Ved en innblandingssone på 100 meter fra utslippspunktet, vil fortynningen være 25 ganger ved en gjennomsnittlig fortynning. Dette benyttes ved videre vurderinger av grenseverdier for utslipp til sjøresipient.

6.6.4.2 Grenseverdier tungmetaller

For beregning av grenseverdier for utslipp til sjøresipient for tungmetaller er det tatt utgangspunkt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 [23]. Øvre grense for tilstandsklasse 2 er tilsvarende PNEC-grensen for stoffet, og det tas hensyn til fortynning med normal konservativ vurdering der 25*PNEC er benyttet. Grenseverdier er presentert i Tabell 12.

Tabell 12. Forslag til grenseverdier for arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink ved utslipp til sjøresipient Byfjorden (Puddefjorden), prosjekt samlokalisering Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune.

Stoff	Grenseverdi	Begrunnelse
Arsen (As)	15 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,6 Vurdering: 25*PNEC
Bly(Pb)	32,5 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 1,3 Vurdering: 25*PNEC
Kadmium (Cd)	5 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,2 Vurdering: 25*PNEC
Kobber (Cu)	65 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 2,6 Vurdering: 25*PNEC
Krom (Cr)	85 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 3,4 Vurdering: 25*PNEC
Kvikksølv (Hg)	1,2 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,047 Vurdering: 25*PNEC
Nikkel (Ni)	215 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 8,6 Vurdering: 25*PNEC
Sink (Zn)	85 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 3,4 Vurdering: 25*PNEC

6.6.4.3 Grenseverdier PAH-forbindelser

Det er ikke utarbeidet en egen grenseverdi for sum 16PAH. Grenseverdier vurderes derfor ut fra enkeltforbindelsene av PAH. For beregning av grenseverdier for utslipp til sjøresipient for PAH-forbindelser er det tatt utgangspunkt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 [23]. Øvre grense for tilstandsklasse 2 er tilsvarende PNEC-grensen for stoffet, og det tas hensyn til fortynning med normal konservativ vurdering der 25*PNEC er benyttet. Grenseverdier er presentert i Tabell 13.

Tabell 13. Forslag til grenseverdier for PAH-forbindelser ved utslipp til sjøresipient Byfjorden (Puddefjorden), prosjekt samlokalisering Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune.

Stoff	Grenseverdi	Begrunnelse
Naftalen	50 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 2 Vurdering: 25*PNEC
Acenaftylen	32 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 1,28 Vurdering: 25*PNEC
Acenaften	95 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 3,8 Vurdering: 25*PNEC
Fluoren	37,5 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 1,5 Vurdering: 25*PNEC
Fenantren	12,5 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,5 Vurdering: 25*PNEC
Antracen	2,5 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,1 Vurdering: 25*PNEC
Fluoranten	0,16 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,0063 Vurdering: 25*PNEC
Pyren	0,58 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,023 Vurdering: 25*PNEC
Benzo(a)antracen	0,30 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,012 Vurdering: 25*PNEC
Krysen	1,75 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,07 Vurdering: 25*PNEC
Benzo(b)fluoranten	0,43 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,017 Vurdering: 25*PNEC
Benzo(k)fluoranten	0,43 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,017 Vurdering: 25*PNEC
Benzo(a)pyren	0,0043 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,00017 Vurdering: 25*PNEC
Dibenso(ah)antracen	0,015 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,0006 Vurdering: 25*PNEC
Benzo(ghi)perylen	0,021 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,00082 Vurdering: 25*PNEC
Indeno(123cd)pyren	0,0675 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,0027 Vurdering: 25*PNEC
Sum 16PAH	-----	Ingen egen grenseverdi, vurdering av enkeltforbindelser Ovenfor.

6.6.4.4 Grenseverdi TBT

For beregning av grenseverdi for utslipp til sjøresipient for TBT er det tatt utgangspunkt i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 [23]. Øvre grense for tilstandsklasse 2 er tilsvarende PNEC-grensen for stoffet, og det tas hensyn til fortykning med normal konservativ vurdering der 25*PNEC er benyttet. Grenseverdier er presentert i Tabell 14.

Tabell 14. Forslag til grenseverdier for TBT ved utslipp til sjøresipient Byfjorden (Puddefjorden), prosjekt samlokalisering Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune.

Stoff	Grenseverdi	Begrunnelse
TBT	0,005 µg/l	Kilde: Miljødirektoratets veileder M-608/2016. PNEC = 0,0002 Vurdering: 25*PNEC

6.6.4.5 Grenseverdi PCB og BTEX

Det er i Miljødirektoratets veileder M-608/2016 [23] ikke oppgitt grenseverdier for PCB. Bakgrunnen for dette er at det ikke finnes tilstrekkelig grunnlag for beregning av effektbaserte klassegrenser i vann. De fleste toksisitetsdata for PCB er fra tester av kommersielle blandinger og toksisiteten varierer sterkt mellom ulike kongener.

Det er heller ikke oppgitt grenseverdier for benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX) i veilederen.

Det er derfor ikke utarbeidet forslag til grenseverdier for utslipp i denne rapporten.

6.6.4.6 Grenseverdier ammonium og pH

Anleggsvannet fra sprengningsarbeider vil kunne inneholde rester av uomsatt sprengstoff, samt være påvirket av injeksjonssement. Dette vil i en periode kunne resultere i en kombinasjon av forhøyede konsentrasjoner av ammonium/nitrat, og høy pH i anleggsvannet. Ammonium vil ved høy pH omdannes til ammoniakk som er akutt giftig for vannlevende organismer selv i lave konsentrasjoner. Det er derfor normalt at renseanlegg for anleggsvann fra tunneller har pH-justering der pH holdes under 9.

Det er ikke vanlig at renseanlegg for anleggsvann fjerner ammonium eller ammoniakk, da dette er en kostbar og større prosess. En sjøvannsresipient vil i tillegg ha en stor bufferkapasitet i forhold til pH og omdanning av ammonium til ammoniakk. Det er derfor vurdert som tilstrekkelig å ha et renseanlegg som holder pH mellom 6 og 9.

Det settes derfor ingen grenseverdi for ammonium, men **pH skal justeres for å ligge mellom 6 og 9.**

6.6.4.7 Grenseverdi suspendert stoff (SS)

For suspendert stoff (SS) benyttes **200 mg SS/l** ved utslipp direkte til sjø. Dette er en relativt standard påslippsgrense for anleggsvann til sjøområder, som er akseptert av Statsforvalteren i Vestland i tidligere tillatelser.

6.6.4.8 Grenseverdi olje (C10-C40)

For olje benyttes grenseverdi på **20 mg/l**, som er standard utslippsgrense for industri til resipient med høy tålegrense (som kystvann).

6.6.5 Sammenstilling grenseverdier for utslipp av rensset anleggsvann

Basert på overnevnte vurderinger er det kommet frem til et sett med foreslåtte grenseverdier for prosjektet, der rensset anleggsvann slippes ut til sjøresipient Puddefjorden/indre del av Byfjorden. Grenseverdiene er presentert i Tabell 15.

Grenseverdiene må godkjennes av forurensningsmyndigheten (Statsforvalteren i Vestland) i forbindelse med behandling av denne tiltaksplanen.

Tabell 15. Forslag til grenseverdier for rensed anleggsvann ved utslipp til sjøresipient indre del av Byfjorden (Puddefjorden), prosjekt samlokalisering Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet på Dokken i Bergen kommune.

Parametere/stoff	Måleenhet	Grenseverdier påslipp
Arsen (As)	µg/l	15
Bly(Pb)	µg/l	32,5
Kadmium (Cd)	µg/l	5
Kobber (Cu)	µg/l	65
Krom (Cr)	µg/l	85
Kvikksølv (Hg)	µg/l	1,2
Nikkel (Ni)	µg/l	215
Sink (Zn)	µg/l	85
Naftalen	µg/l	50
Acenaftylen	µg/l	32
Acenaften	µg/l	95
Fluoren	µg/l	37,5
Fenantren	µg/l	12,5
Antracen	µg/l	2,5
Fluoranten	µg/l	0,16
Pyren	µg/l	0,58
Benzo(a)antracen	µg/l	0,30
Krysen	µg/l	1,75
Benzo(b)fluoranten	µg/l	0,43
Benzo(k)fluoranten	µg/l	0,43
Benzo(a)pyren	µg/l	0,0043
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,015
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,021
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,0675
TBT	µg /l	0,005
Olje- Fraksjon >C10-C40	mg/l	20
pH	-----	Mellom 6 og 9
Suspendert stoff	mg/l	200

6.7 Graveinstruks og disponering av masser

Graveentreprenøren skal koordinere gravetiltakene med miljøteknisk rådgiver slik at massene håndteres forsvarlig.

Føringer for massedisponering ved gjennomføring av tiltak ved Dokken vises i tabell 16. Der beskrives de ulike forureningsgradene og hvordan disse skal håndteres.

Grave- og massedisponeringsplanen for forurensing foreligger som modell. Denne vil bli tilgjengelig for utførende graveentreprenør som en del av konkurransegrunnlaget. Entreprenør velger selv hvordan planen videre håndteres, digitalt eller ved utsnitt av modell som tegninger.

Av bærekraftshensyn anbefales det på generelt grunnlag at egnede masser i størst mulig grad gjenbrukes innenfor tiltaksområdet. Rene masser skal gjenbrukes før forurenede masser, og de mest forurenede massene kjøres ut først ved masseoverskudd.

Det skal undersøkes med nærliggende mottak om massene er egnet for behandling i jordvaskeanlegg, for gjenvinning og ombruk av rene fraksjoner.

Tabell 16. Disponering av forurensede masser og avfallsfraksjoner som kan påtreffes ved gravearbeider på Dokken i Bergen kommune.

Avfallsfraksjon/forurensningsnivå	Disponering
Løsmasser, tilstandsklasse 1 (må være fri for avfallsfraksjoner)	<ul style="list-style-type: none"> - Kan gjenbrukes innenfor tiltaksområdet - Kan gjenbrukes utenfor tiltaksområdet så lenge bruken er i henhold til gjeldende regelverk - Masser som kjøres ut av tiltaksområdet skal leveres godkjent mottak for rene masser, med mindre det kan sikres at massene vil utnyttes i et annet prosjekt [32]
Stein / grov grus (diameter > 20 mm) (må være fri for avfallsfraksjoner)	<ul style="list-style-type: none"> - Stein og grovfraksjon (> 20 mm) er å regne som rene masser, og disponeres som masser i tilstandsklasse 1, med mindre massene er synlig tilgriset av forurensning.
Løsmasser, tilstandsklasse 2	<ul style="list-style-type: none"> - Kan gjenbrukes innenfor tiltaksområdet - Masser som kjøres ut av tiltaksområdet skal leveres godkjent mottak for forurensede masser i tilstandsklasse 2
Løsmasser, tilstandsklasse 3	<ul style="list-style-type: none"> - Kan gjenbrukes innenfor tiltaksområdet - Masser som kjøres ut av tiltaksområdet skal leveres godkjent mottak for forurensede masser i tilstandsklasse 3
Løsmasser, tilstandsklasse 4	<ul style="list-style-type: none"> - Masser som ikke blir berørt av gravearbeider utenfor byggegrop kan bli liggende igjen på tiltaksområdet. - Masser innenfor byggegrop skal fjernes. - Alle oppgravde masser må kjøres ut av tiltaksområdet og skal leveres godkjent mottak for forurensede masser i tilstandsklasse 4.
Løsmasser, tilstandsklasse 5	Massene oppfyller ikke akseptkriteriene og må graves ut og leveres godkjent mottak for forurensede masser i tilstandsklasse 5.
Løsmasser, farlig avfall (ikke påvist foreløpig)	Massene oppfyller ikke akseptkriteriene og må graves ut og leveres godkjent mottak med konsesjon til å motta farlig avfall. Mottaket vil kreve utlekkingstester før massene kan leveres
Asfalt	Leveres godkjent mottak/gjenvinningsanlegg
Betong/tegl (tyngre bygningsavfall)	Legges til side og prøvetas før levering til godkjent mottak, eventuelt gjenbruk. Gjeldende grenseverdier for gjenbruk av betong og tegl er oppgitt i avfallsforskriften kap. 14A [33]
Andre avfallsfraksjoner (plast, metall, organisk, glass, mm.)	Leveres godkjent mottak

6.8 Oppstart, kontroll og overvåkning

6.8.1 Oppstartsmøte

I forbindelse med oppstart av gravearbeidene skal det avholdes et oppstartsmøte med utførende entreprenør, der tiltaksplanen gjennomgås, eventuelle uklarheter oppklares, samt at rutiner for varsling, dialog og levering av nødvendig dokumentasjon for sluttrapport etableres.

Tiltakshaver har ansvar for at entreprenør og miljørådgiver blir kalt inn til oppstartsmøte i god tid før oppstart av gravearbeidene.

6.8.2 Supplerende prøvetaking

Det skal utføres kontrollprøvetaking for å dokumentere at alle forurensede masser i tilstandsklasse 4 og 5 er fjernet ved utgraving av byggegrop. Det skal tas kontrollprøver av løsmasser ned til minimum 1 meter under ferdig utgravd nivå i områder der det tidligere ble påvist forurensede masser i tilstandsklasse 4 og 5. Områder med blottlagt berggrunn er unntatt dette kravet. Kontrollprøvene skal ikke vise høyere konsentrasjoner enn tilstandsklasse 3.

Ytterligere utgraving må påregnes hvis opprydningskravet ikke er tilfredsstillt. Prøveantallet må vurderes i felt, men Miljødirektoratets nettbaserte veileder [3] skal legges til grunn.

Det skal i tillegg utføres kontrollprøvetaking for å dokumentere at alle forurensete masser i tilstandsklasse 5 er fjernet ved utgraving utenfor byggegrøp. Det skal tas kontrollprøver av løsmasser ned til minimum 1 meter under ferdig utgravd nivå i områder der det tidligere ble påvist forurensete masser i tilstandsklasse 5. Kontrollprøvene skal ikke vise høyere konsentrasjoner enn tilstandsklasse 4. Ytterligere utgraving må påregnes hvis opprydningskravet ikke er tilfredsstillt. Prøveantallet må vurderes i felt, men Miljødirektoratets nettbaserte veileder [3] skal legges til grunn.

6.8.3 Overvåkning

Det er vurdert som nødvendig med overvåkingstiltak under tiltaket med hensyn på resipient og vannhåndtering. Se nærmere beskrivelse under 6.6 Vannhåndtering.

Det kan også oppstå behov for overvåking av lukt/gass. Se nærmere beskrivelse under 6.4.1 Lukt – avgassing.

Entreprenør skal tilkalle miljørådgiver dersom det påtreffes ukjent forurensning under gravearbeidene eller det er behov for avklaringer rundt vannhåndtering. Rådgiver vil vurdere situasjonen, samt behov for prøvetaking og analyser, for eventuelle videre tiltak.

6.9 Sikkerhet og beredskap

De tiltakene som anbefales her bør inkluderes i byggherres SHA-plan og videreføres i entreprenørens internkontrollsystem for prosjektet. HMS er entreprenørens ansvar under utførelsen.

Informasjon

Personell som skal oppholde seg på området og skal håndtere eller kommer i kontakt med forurenset grunn, skal informeres om alle punkter i denne tiltaksplanen som er vesentlig for arbeidsoppgaven de skal utføre. Det skal legges særlig vekt på HMS-rutiner, verneutstyr og varslingsplan ved påtreff av ukjent forurensning.

Personlig verneutstyr og rutiner

Følgende rutiner skal følges av personell som skal arbeide innenfor tiltaksområdet under terrenginngrepet i forurenset grunn:

- Egnede arbeidstøy som hindrer direktekontakt med forurensete masser skal benyttes (ordinært arbeidstøy, støvler, tette vernebriller og hansker)
- Personell skal unngå å oppholde seg i områder påvirket av støv, lukt eller avgassing med mindre egnet åndedrettsvern benyttes (gjelder også gravemaskinfører).
- Ved graving i masser med potensial for gassutvikling skal den som til enhver tid er i nærmest kontakt med massene være utstyrt med egnet personlig gassmåler med relevante detektorer (H_2S , CH_4 og %LEL).
- I punkt PR29 (se Figur 3) er det påvist benzen i øverste meter. Ved oppstart av utgraving av disse massene skal det utføres målinger for flyktige organiske forbindelser (VOC) med egnet måler for å avgjøre om det forekommer skadelig avgassing fra massene under utgraving. Ved alarm må graving stanses fram til området er tilstrekkelig ventilert og det igjen måles akseptable nivåer av VOC.
- Arbeidstøy/utstyr benyttet innenfor tiltaksområdet skal ikke tas med innenfor rene soner. Sørg for å ikke dra med forurenset jord inn i brakke, maskiner, bil, etc.
- Personlig hygiene (håndvask) skal gjennomføres når man ankommer rene soner og før inntak av måltid.

Støv og lukt

Entreprenør skal etablere gode rutiner for å håndtere lukt- og støvproblemer som kan oppstå ved graving i forurensete masser. Aktuelle rutiner for håndtering av lukt og støv kan f.eks. være begrensede tidsperioder for massehåndtering, rekkefølge for utgraving av ulike delområder, utgraving under gunstige værforhold og tildekking av masser, samt unngå samtidige arbeider i gravegrova.

Beredskaps- og varslingsplan

Tiltakshaver skal i samarbeid med graveentreprenør sørge for å ha nødvendige rutiner for å kunne oppdage, stanse, fjerne og/eller begrense virkningen av akutt forurensning. Ved akuttutslipp skal brannvesen kontaktes.

Beredskap for dette tiltaket vil inkludere:

- Tilgang på oljeabsorbenter dersom det oppstår uhell med maskiner/biler/lastebiler.
- Håndtering av forurenset lensevann og uforutsette hendelser
- Åndedrettsvern
- Gassmåling på plassen
- Brannslukningsutstyr

6.10 Dokumentering av gjennomført arbeid og slutttilstand**6.10.1 Sluttrapport**

Forurensningsforskriftens kap. 2 (§ 2-9) stiller krav om at tiltakshaver skal sørge for sluttrapportering til forurensningsmyndigheten etter ferdigstilt terrenginngrep. Sluttrapporten skal dokumentere hvordan føringene gitt i denne tiltaksplanen er fulgt opp under gjennomføringen av gravearbeidene.

Oversikt over hva sluttrapporten skal inneholde [3]:

- beskrivelse av gjennomført tiltak i tråd med tiltaksplan og krav fra forurensningsmyndigheten
- beskrivelse og dokumentasjon på mengder og forurensningsgrad i oppgravde masser, samt hvordan oppgravde masser er håndtert eller disponert
- dokumentasjon på mellomlagring av masser
- dokumentasjon fra eksternt mottak eller deponi på leverte masser
- resultater fra supplerende prøvetaking, overvåking under tiltak og sluttkontroll sammenlignet med miljømål eller tiltaksmål
- kart eller oversikt over områder hvor det er gjennomført tiltak og hvor det er gjenværende forurensning
- beskrivelse av avvik fra tiltaksplanen og hvordan disse er fulgt opp
- vurdering av behov for overvåking etter tiltak, med forslag til overvåkingsprogram
- informasjon om at lokaliteten er registrert eller oppdatert i Grunnforurensning, og at eventuelle vannprøver er registrert i Vannmiljø

Entreprenør må samle etterspurt informasjon og sende over til miljørådgiver senest i forbindelse med at terrenginngrepet (graving og innfylling av masser) er ferdigstilt, samt innmåling av det sanerte området.

6.10.2 Registrering av lokalitet i Grunnforurensning

Lokaliteten skal registreres i fagsystemet Grunnforurensning [13] med oppdatert informasjon. Dersom lokaliteten allerede er registrert i Grunnforurensning, skal lokaliteten oppdateres med ny informasjon.

Rapporter utarbeidet i forbindelse med tiltaket skal legges inn i databasen, hvilket innebærer at disse blir offentlig tilgjengelig.

7. REFERANSER

- [1] Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften),» 2004.
- [2] Multiconsult, «Datarapport - Miljøtekniske grunnundersøkelser,» 2024.
- [3] Miljødirektoratet, «Nettbasert veilder for forurenset grunn,» Miljødirektoratet , 2024.
- [4] Miljødirektoratet, «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009),» 2009.
- [5] Multiconsult, «Søknad om tillatelse til utfylling i sjø,» 2008.
- [6] Norconsult, «Dokkeskjærskaien - Miljøteknisk grunnundersøkelse. Datarapport,» Norconsult, 2021.
- [7] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Kart på nett; NGUs nasjonale geologiske kart,» Publisert: 2. februar 2015, sist endret: 9. august 2021. [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
- [8] Multiconsult, «Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser rev.01,» 2024.
- [9] Rambøll AS, «Grunnforhold - Forurenset grunn Dokken,» 2022.
- [10] COWI, «Helhelig tiltaksplan for opprydning av Jektveien- Forurenset grunn fase 1,» Bergen, 2018.
- [11] *Bergen - Dokken vest- Bergen og Omland havnevesen - Tillatelse til utfylling i sjø, 2008/4398.*
- [12] Multiconsult, «Terminal Jekteviken - Tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn,» 2011.
- [13] Miljødirektoratet, «Fagsystemet Grunnforurensning (grunnforurensningsdatabasen)».
- [14] Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften),» 2009.
- [15] Rambøll, «Beskrivelse miljøteknisk grunnundersøkelse Dokken A2. 1117705 HI-Fiskeridir-TN05. Revisjon 05,» 2023.
- [16] Miljødirektoratet, «Veileder forurenset grunn,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/forurenset-grunn/for-naringsliv/forurenset-grunn---kartlegge-risikovurdere-og-gjore-tiltak/>.
- [17] Wikipedia, «Artikkel om cyanid,» [Internett].
- [18] Arbeidstilsynet, «Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi; Grunnlagsdokument for hydrogencyanid (HCN), kaliumcyanid (KCN) og natriumcyanid (NaCN),» 2018.
- [19] Miljødirektoratet, «M-2171 Verktøy for risiko menneskers helse,» 2021.
- [20] Miljødirektoratet, «M-2173 Verktøy spredning fra forurenset grunn,» 2021.
- [21] NVE, «Nevina - Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse,» 2023. [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/>. [Funnet 22 09 2023].
- [22] Meteorologisk institutt, 25 09 2023. [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/>. [Funnet 25 09 2023].
- [23] Miljødirektoratet, «M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020,» 2016.
- [24] NVE, «Vann-nett,» [Internett]. Available: <https://www.vann-nett.no/portal/>.
- [25] Cowi, «4-ÅRSKONTROLL ETTER TILTAK MOT FORURENSET SJØBUNN I PUDDEFJORDEN, FAGRAPPORT A243166-2023-02,» 2023.
- [26] NGU, «GRANADA,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.
- [27] Norsk Klimaservicesenter. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/>.

- [28] Norges Vassdrags- og energiverk (NVE), «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [29] «YR,» [Internett]. Available: <https://www.yr.no/nn/historikk/tabell/5-50540/Noreg/Vestland/Bergen/Bergen%20-%20Florida?q=siste-13-m%C3%A5nader>. [Funnet 11 10 2024].
- [30] Miljødirektoratet, «M-46/2013 - Veileder for fastsetting av innblandingssoner,» 2013.
- [31] Miljødirektoratet, «Faktaark M-1288:2019. Vannovervåking: Identifisering av nærstasjoner,» 2019.
- [32] Miljødirektoratet, «Mellomlagring og sluttdisponering av jord- og steinmasser som ikke er forurenset; Faktaark M-1243,» 2018, oppdatert oktober 2019.
- [33] Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), Kapittel 14A. Betong og tegl fra riveprosjekter,» 1 juli 2020. [Internett]. Available: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_17#%C2%A714a-7.

**VEDLEGG 1 – MILJØGEOLOGISK
GRUNNUNDERSØKELSE (MULTICONSULT, RIGM-RAP-001, 5.2.2024)**

VEDLEGG 2 – UTDRAK FRA BEREGNINGSVERTØYET FOR VURDERING AV HELSERISIKO

Målte verdier	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt poregass? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt grunnvannskonsentrasjon? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er det målt inneluftkonsentrasjon? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1f
Er det målt konsentrasjon i grønnsaker? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1g
Er det målt konsentrasjon i fisk? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1h

Transport og spredningsprosesser (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Jordspesifikke data					
Vanninnhold i jord	θ_w	0,2	0,076	L luft/l jord	Løsmassene består i hovedsak av sand og grus. Benyttet tall for sand
Luftinnhold i jord	θ_a	0,2	0,334	l luft/l jord	Løsmassene består i hovedsak av sand og grus. Benyttet tall for sand
Jordas tetthet	ρ_s	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon (TOC) i jord	f_{oc}	1,0 %	3,0 %		Tall hentet fra Miljøteknisk rapport
Jordas porøsitet	ϵ	40 %	41 %		Løsmassene består i hovedsak av sand og grus. Benyttet tall for sand
Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innendørsluft					
Innvendig volum av huset	V_{hus}	240	360	m ³	5554 m ² * 2,4 m takhøyde
Areal under huset	A	100	150	m ²	Veileder
Utskiftingshastighet for luft i huset	l	12	15	d ⁻¹	TEK17
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	0,35	m	
Luftpermeabilitet jord	k_s	1E-10	1E-10	m ²	Coarse sand (RIVM, 2008)
Luftpermeabilitet gulv	k_f	1E-15	1E-15	m ²	Concrete (RIVM, 2008) --> kf dårlig gulv tab 5.32
Viskositet luft	η	6E-09	6E-09	Pa.h	
Trykkforskjell, inneluft vs. jordluft	ΔP	1	1	Pa	Slab-on-grade/indoor (RIVM, 2008)
Tykkelse gulv	Lf	0,1	0,1	m	
Porøsitet gulv	n gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Gassfylt porevolum gulv	θ_a gulv	0,135	0,135	m ³ /m ³	Concrete (RIVM, 2008)
Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,0001	0,00005	m/s	verdi for sand iht. brukermanualen for beregningsverktøyet. Tar høyde for fyllmasser, og er ellers konservativt.
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L_{gw}	50	50	m	
Fraksjon som infiltrerer	FI	0,5	0,5	-/-	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	1500	1500	mm/år	Klimaservice
Infiltrasjonsmengde (meter vann/år)	I	0,750	0,750	m/år	Beregnet (P x FI/1000)
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,03	m/m	
Tykkelsen av akviferen	d_a	5	5	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d_{mix}	5	5	m	
Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann					
Vannføring i overflatevann	Q_{ev}	5000000	5000000	m ³ /år	
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L_{sw}	50	50	m	
Beregnet hastighet på grunnvannstrøm	Q_{di}	23652	11826	m ³ /år	Beregnet ($k \cdot i \cdot d_{mix} \cdot L_{sw}$)

Eksponeringsveier ved aktuell arealbruk. (Kun verdier i gule felt kan endres. Endringer skal begrunnes.)					
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt	
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt	
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt	
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuelt	
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt	
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	100 2	dager/år timer/dag	Noen barn f.eks skole eller barnehage på besøk. (100 dager/2 timer maks)	
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	240 8	dager/år timer/dag	Ansatte i bygget (240dager/ 8t)	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuell å bruke grunnvann som drikkevann	
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Dyrkes ikke grønnsaker på lokaliteten	
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	4 %		Hobby fiskeing	

TILTAKSPLAN FOR FORURENSET GRUNN

Human eksponering (Låst for endringer. Aktuelle verdier kopieres fra tabell eksponering ved aktuell arealbruk)					
Parametre	Symbol	Standard	Anvendt	Enhet	Begrunnelse
Oralt inntak av jord					
Gjennomsnittlig daglig jordinntak (barn)	$D_{j,b}$	150	150	mg/d	
Gjennomsnittlig daglig jordinntak (voksne)	$D_{j,v}$	50	50	mg/d	
Fraksjon eksponeringstid (barn)	f_{exp}	1	0		Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt
Fraksjon eksponeringstid (voksne)	f_{exp}	1	0		Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt
Langtids jordinntak pr. kg kroppsvekt (barn)	$R_{e,b}$	10	0	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids jordinntak pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{e,v}$	0,7142857	0	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids inntak av jord	R_{e}	1,5986395	0	mg/kg.d	Beregnet ($R_{e,b}$ (barn) * 6 + $R_{e,v}$ (voksne) * 57) / 63
Hudkontakt med jord og støv:					
Eksponering for jord (barn)		5100	5100	mg/m ² .d	
Eksponering for jord (voksne)		5100	5100	mg/m ² .d	
Eksponert hudareal (barn)		0,28	0,28	m ²	
Eksponert hudareal (voksne)		0,17	0,17	m ²	
Daglig eksponering for jord (barn)	$D_{j,d,b}$	1428	1428	mg/d	Beregnet (Eksponering * Hudareal)
Daglig eksponering for jord (voksne)	$D_{j,d,v}$	867	867	mg/d	Beregnet (Eksponering * Hudareal)
Fraksjon eksponeringstid (barn)	f_{exp}	0,219	0,000		Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt
Fraksjon eksponeringstid (voksne)	f_{exp}	0,123	0,000		Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt
Langtids hudeksponering pr. kg kroppsvekt	$R_{d,b}$	20,866	0,000	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids hudeksponering pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{d,v}$	1,527	0,000	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids hudeksponering	R_{d}	3,369	0,000	mg/kg.d	Beregnet ($R_{d,b}$ (barn) * 6 + $R_{d,v}$ (voksne) * 57) / 63
Innånding av støv:					
Konsentrasjon av støv i luft	C_{ad}	0,041	0,041	mg/m ³	
Pustehastighet (barn)	PH	7,6	7,6	m ³ /d	
Pustehastighet (voksne)	PH	20	20	m ³ /d	
Lungeretensjon (barn)	LR	0,75	0,75		
Lungeretensjon (voksne)	LR	0,75	0,75		
Fraksjon eksponeringstid (barn)	f_{exp}	1	0		Ikke aktuelt
Fraksjon eksponeringstid (voksne)	f_{exp}	1	0		Ikke aktuell pga. forutsetning om overdekning med rene masser/asfalt
Langtids innånding pr. kg kroppsvekt (barn)	$R_{d,b}$	0,0156	0,0000	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids innånding pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{d,v}$	0,0088	0,0000	mg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids innånding	R_{d}	0,0094	0,0000	mg/kg.d	Beregnet ($R_{d,b}$ (barn) * 6 + $R_{d,v}$ (voksne) * 57) / 63
Innånding av gasser:					
Pustehastighet (barn)	PH	7,6	7,6	m ³ /d	
Pustehastighet (voksne)	PH	20	20	m ³ /d	
Fraksjon eksponeringstid (barn)	f_{exp}	1	0,022831		Noen barn f.eks skole eller barnehage på besøk. (100 dager/2 timer maks)
Fraksjon eksponeringstid (voksne)		1	0,219178		Ansatte i bygget (240dager/ 8t)
Langtids innånding pr. kg kroppsvekt (barn)	$R_{i,v}$	506,67	11,57	(mg/kg.d)/(g/m ³)	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids innånding pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{i,v}$	285,71	62,62	(mg/kg.d)/(g/m ³)	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids innånding	$R_{i,v}$	306,76	57,76	(mg/kg.d)/(g/m ³)	Beregnet ($R_{i,v}$ (barn) * 6 + $R_{i,v}$ (voksne) * 57) / 63
Inntak av drikkevann:					
Gjennomsnittlig daglig inntak av drikkevann (barn)	$D_{i,w}$	1	1	l/d	
Gjennomsnittlig daglig inntak av drikkevann (voksne)	$D_{i,w}$	2	2	l/d	
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	f_{exp}	1	0		Ikke aktuell å bruke grunnvann som drikkevann
Langtids inntak pr. kg kroppsvekt (barn)	$R_{w,b}$	0,0667	0,0000	l/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids inntak pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{w,v}$	0,0286	0,0000	l/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids inntak	R_{w}	0,0322	0,0000	l/kg.d	Beregnet ($R_{w,b}$ (barn) * 6 + $R_{w,v}$ (voksne) * 57) / 63
Inntak av grønnsaker produsert på stedet:					
Gjennomsnittlig daglig inntak av grønnsaker (barn)	$D_{i,g}$	0,15	0,15	kg/d	
Gjennomsnittlig daglig inntak av grønnsaker (voksne)	$D_{i,g}$	0,29	0,29	kg/d	
Fraksjon av eksponeringstid	f_{exp}	1	1		
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	f_h	30 %	0 %		Dyrkes ikke grønnsaker på lokaliteten
Fraksjon av blad/stengelgrønnsaker i totalt grønnsaksinntak	f_{blad}	50 %	50 %		$f_{blad} + f_{rot} = 1$
Fraksjon av rotgrønnsaker i totalt grønnsaksinntak	f_{rot}	50 %	50 %		
Langtids inntak av grønnsaker pr. kg kroppsvekt (barn)	$R_{g,b}$	0,01	0,01	kg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids inntak av grønnsaker pr. kg kroppsvekt (voksne)	$R_{g,v}$	0,00414	0,00414	kg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstids inntak av grønnsaker	R_{g}	0,00470	0,00470	kg/kg.d	Beregnet ($R_{g,b}$ (barn) * 6 + $R_{g,v}$ (voksne) * 57) / 63
Inntak av fisk og skaldyr fra nærliggende resipient:					
Gjennomsnittlig daglig inntak av fisk og skaldyr (barn)	$D_{i,f}$	0,07	0,07	kg/d	
Gjennomsnittlig daglig inntak av fisk og skaldyr (voksne)	$D_{i,f}$	0,14	0,14	kg/d	
Fraksjon av eksponeringstid	f_{exp}	1	1		
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	f_i	100 %	4 %		Hobby fiskeing
Langtids inntak pr. kg kroppsvekt av fisk og skaldyr (barn)	$R_{f,b}$	0,00467	0,00467	kg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Langtids inntak pr. kg kroppsvekt av fisk og skaldyr (voksne)	$R_{f,v}$	0,002	0,002	kg/kg.d	Beregnet (se veileder riskovurdering human helse)
Integrert livstidsinntak (fisk og skaldyr)	R_{f}	0,00225	0,00225	kg/kg.d	Beregnet ($R_{f,b}$ (barn) * 6 + $R_{f,v}$ (voksne) * 57) / 63
Fraksjon av fett i fisk	I	10 %	10 %		

TILTAKSPLAN FOR FORURENSET GRUNN

Stoff	Beregnet			Kontroll av homogenitet	INPUT: Målt jordkonsentrasjon, C _{jord} (mg/kg t.s.)						
	Antall prøver	Max C _{s, max} (mg/kg)	Middel C _{s, middel} (mg/kg)	C _{jord, max} / C _{jord, median} (Verdi større enn 2 kan tyde på inhomogenitet/hotspot)	PR4 (1-1,5)	PR4 (2-3)	PR4 (3-3,3)	PR7 (2-3)	PR11 (4-4,2)	PR15 (3,7-4)	PR23 (1-1,6)
Arsen	7	78	21,4143	7,1	6,4	30	78	5,1	4,4	15	11
Bly	7	420	318,571	1,3	140	420	390	420	230	330	300
Kadmium	4	7,7	2,255	14,4	0,33	< 0,22	< 0,23	< 0,25	7,7	0,74	0,25
Kvikksølv	7	4,8	1,24143	8,4	0,57	0,29	0,36	1,5	0,72	4,8	0,45
Kobber	7	6100	969,571	50,8	120	120	6100	86	34	250	77
Sink	7	2300	671,429	6,4	360,00	170,00	880,00	210,00	2300,00	510,00	270,00
Krom total (III + VI)	7	65	33,8571	2,2	65	30	50	39	15	21	17
Nikkel	7	84	30	3,8	37	23	84	20	11	22	13
PCB7	1	0,023	0,023	1,0	< 0,0052	nd	nd	nd	0,02300	nd	nd
PAH16	7	310	79,7957	7,6	58	7	41	0,17	2,4	140	310
Naftalen	5	0,86	0,55	1,2	0,85	0,17	0,14	< 0,030	< 0,030	0,86	0,73
Acenaftylene	5	0,81	0,4412	2,1	0,58	0,036	0,39	< 0,030	< 0,030	0,81	0,39
Acenaften	4	7,6	2,0485	28,1	0,17	< 0,030	0,054	< 0,030	< 0,030	0,37	7,6
Fenantren	6	47	10,67	10,9	8	0,24	2,9	< 0,030	0,18	5,7	47
Antracen	6	14	3,63667	6,4	3	0,1	1,4	< 0,030	0,12	3,2	14
Fluoren	4	5,9	1,9525	7,1	0,94	< 0,030	0,24	< 0,030	< 0,030	0,73	5,9
Fluoranten	6	65	17,5317	6,2	11	0,62	10	< 0,030	0,57	18	65
Pyren	6	49	15,0333	6,0	8,7	0,5	7,6	< 0,030	0,4	24	49
Benzo(a)antracen	6	24	7,525	6,4	4,6	0,43	2,9	< 0,030	0,22	13	24
Krysen	6	18	5,59	5,6	3,5	0,38	2,9	< 0,030	0,16	8,6	18
Benzo(b)fluoranten	7	36	10,9843	7,7	6,7	2,1	4,7	0,08	0,31	27	36
Benzo(a)pyren	6	21	7,58833	6,1	4,2	0,44	2,7	< 0,030	0,19	17	21
Indeno(1,2,3-cd)pyren	7	12	3,75714	6,3	2,3	0,92	1,9	0,05	0,13	9	12
Dibenzo(a,h)antracen	5	2,8	1,292	4,7	0,6	0,15	0,51	< 0,030	< 0,030	2,8	2,4
Benzen					< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035
Toluen					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Etylbenzen					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Xylen					< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Alifater >C12-C35	7	430	72,5714	28,7	0	15	24	0	0	430	39
TBT-kation					< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4	< 2,4

VEDLEGG 3 – UTDRAK FRA BEREGNINGSVERKTØYET FOR VURDERING AV SPREDNINGSRISIKO

MÅLTE VERDIER	Ja	Nei	
Er det målt porevannskonsentrasjon? (sett kryss)	1	X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1c
Er det målt løsmassekonsentrasjon i mettet zone (akvifer)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1d
Er det målt grunnvannskonsentrasjon? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn målte konsentrasjoner i ark 1e
Er stedsspesifikk Kd/Koc kjent? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn i ark "stoff" (koloner D-E)
Er nedbrytningshastighet av utvalgte stoffer bestemt? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn nedbrytningshastighet i ark "stoff" (koloner L-O)
Er kolloidaltbundet fraksjon av utvalgte stoffer kjent? (sett kryss)		X	Hvis ja, legg inn fraksjon kolloidbundet i ark "stoff" (koloner P-R)
Generell jordinformasjon			
Grunnleggende jordparametere	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
Jordklasse i umettet zone	Grov sand	Grov sand	Endre iht. tabell fra rad 62 under
Jordklasse i mettet zone	Medium sand	Medium sand	Endre iht. tabell fra rad 62 under
UMETTET SOME GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jordparametere	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
f _{sp} (fraksjon anorgansk karbon - TOC fra analyserapp)	1,0%	1,0%	Sjiktningverdi 1%. Legg inn målt gjennomsnitt i løsmasser
Bulldensitet [ρ _{d,avg}] [kg/dm ³]	1,7	1,7	Jordklasse i mettet zone: Grovsand
Effektiv porositet	0,18	0,18	Jordklasse i mettet zone: Grovsand
Vannfylt porøse volum i umettet zone (m ³ /m ³)	0,18	0,18	Sammenheng effektiv porositet (konservativ)
Feltkapselingskoeffisient i umettet zone [α]	0,07	0,07	Jordklasse i mettet zone: Grovsand
Generelle næringsparametere	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
Langde faringsretning for plante i grunnvannretning (m)	50	50	Langde av rirkavurdets område (avsnittmetr)
Breddde faringsretning for plante på tvers av grunnvannretning (m)	50	50	Breddde av rirkavurdets område (avsnittmetr)
Mulighet av faringsretning (m)	4	4	Konservativ, stor mulighet av faringsretning
Når-år (mm/år)	1500	2479	Gjennomsnittlig årsnørfall fra 2017-2022 Borgeren URB målestasjon (https://klima.met.no)
Fraksjon av nedbør som infiltrerer	0,2	0,2	Farutsetter grundekke, men det i praksis vil være stor andel tatt dekke.
METTET SOME GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jordparametere	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
f _{sp} (%)	0,2%	0,2%	Tallkote fra miljøteknisk rapport
Bulldensitet for løsmasser, ρ _{d,avg} [kg/l]	1,65	1,65	Jordklasse i mettet zone: Mediumsand
Effektiv Porositet	0,12	0,125	Jordklasse i mettet zone: Mediumsand
Generelle næringsparametere grunnvann	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
Hydraulisk konduktivitet (m/d)	1,00E-04	1,00E-04	Jordklasse i mettet zone: Mediumsand
Gradient dh/dl (m/m)	0,03	0,03	Gradient 0,03
Strømningshastighet (m/år)	7,57E+02	7,57E+02	Basert på Darcy's lov avhengig av porevannshastighet i meter pr. år
Blandingsdybde (m)	5	5	Tilsvarende rirkavurdning for human helte
Langde akvifer - langde faringsretning areal + svantid til resipient (m)	50	50	Farutsetter at svantiden til resipient = 0
RESIPIENT GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende parametere for resipient	Sjiktningverdi	Invendt verdi	Begrunnelse
Valumfossering i resipient (m ³)	5000000	60000	Laqt til grunn at resipient er areal markert i bildet, dybde 8 meter og oppholdstid på 1 uke (ram angett i veiledere ved rirkavurdning av fjærdere al)
Oppholdstid i resipient (år)	1,00	0,02	
Påvirket vannvolum (m ³ /år)	5000000	2000000	Viresipient / Oppholdstid i resipient
MELLOMREGNINGER			
UMETTET SOME			
Areal av faringsretning område (m ²)	2500		
Strømningshastighet i umettet zone (m/år)	28,23142857		
Koeffisient av absorpsjon (1/år)	7,092357143		
METTET SOME			
Valum faringsretning akvifer (m ³)	12500		
Valum faringsretning grunnvann i ett år (m ³)	12500		
Koeffisient av absorpsjon (1/år)	15,14		
1/f Fartynningsfaktor porøse til grunnvann (-)	4,77		
RESIPIENT SOME			
Q faringsretning grunnvann ram til farer i resipient (m ³ /år)	23652		
Fartynningsfaktor resipient (-)	0,2942		
1/f Fartynningsfaktor resipient (-)	3		

