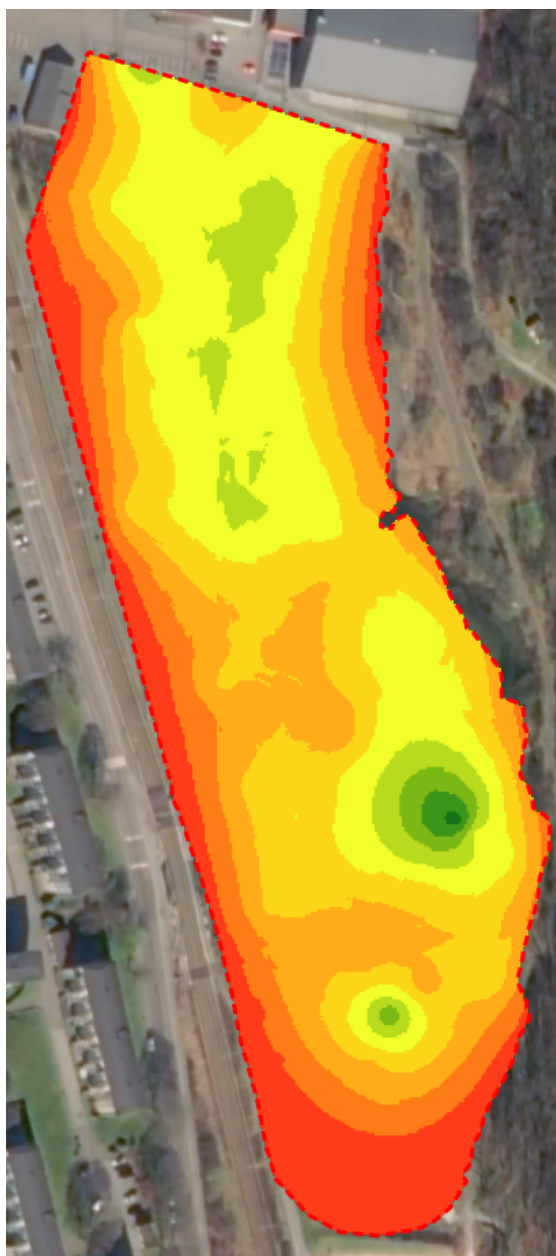




SØKNAD OM TILLATELSE I HENHOLD TIL FORURESNINGSFORSKRIFTEN



PROJEKTNR.

A124245

DOKUMENTNR.

048

VERSION

01

UDGIVELSES DATO

2.11.2021

BESKRIVELSE

Søknad om tillatelse etter
forurensningsloven.

UDARBEJDET

Elisabeth
Nesse/ISSO

KONTROLLERET

Tor Egil
Larsen/TELA

GODKENDT

ISSO

INNHOOLD

1	Innledning	4
1.1	Om søker	4
1.2	Beskrivelse kontraktsform	5
2	Områdebeskrivelse	5
2.1	Historikk	6
2.2	Avgrensning tiltaksområde	7
2.3	Hydrogeologi	8
3	Planlagte arbeider	9
3.1	Reguleringsplan	10
3.2	Saneringsprosess og -metode	11
3.3	Graveplan, planlagt gravestrategi	14
3.4	Fremdriftsplan	15
4	Tidligere undersøkelser og arbeider	17
4.1	Miljøtekniske grunnundersøkelser, 2006	17
4.2	Pilotforsøk og forberedende arbeider 2019/2020	19
4.3	Fase 1, Supplerende undersøkelser 2021	25
5	Vurdering av forurensningssituasjonen	29
5.1	Estimerte mengder masser til utgraving	30
6	Risikovurdering av forurensningssituasjon	31
6.1	Miljømål	31
6.2	Helsebasert risikovurdering	31
6.3	Spredningsbasert risikovurdering	33
6.4	Konklusjon risikovurdering	38
6.5	Bruk av kjemiske hjelpestoffer	39
6.6	Energiforbruk	40
7	Tiltaksplan	41
7.1	Håndtering av masser	41
7.2	Risiko for spredning av forurensning til ytre miljø	44
8	Rapportering	51
8.1	Sluttrapport	52
9	Forurensningssituasjonen etter tiltak	52
10	Oppsummering av tiltaksplan	52
11	Kommunikasjon, dialog med naboer og andre berørte parter	53
12	Risikovurdering – sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)- Vurdering av risiko som følge av terrenginngrepet	54
13	Kvalifikasjoner	54
	Vedlegg	54
	Referanser	56

Fremsidebilder: Kotekart, dybde til berg. Sjaktprofil under prøvegraving og avisfunn.

Sammendrag

I forbindelse med sanering av et gammelt deponi på Slettebakken, er det ønskelig å vaske, sortere og gjenbruke mest mulig av massene på tiltaksområdet. Dette vil være det første prosjektet i Norge hvor det utføres et sirkulærøkonomisk tiltak på et tidligere deponi.

Det planlagte saneringsområdet er ca. 42.000 m², og består av et toppdekke av mineralske fyllmasser (0-2 m dybde), et lag med mineralske fyllmasser med innhold av avfall og organisk materiale (varierende tykkelse), samt et torvlag som ligger mellom avfallsmasser. Det er to forsenkninger i området, en i sør og en i nord, som på det dypeste er på henholdsvis 8,5 og 5 meters dybde. Mellom de dype områdene i sør og nord, ligger det en øst-vest terskel på omtrent 2-3 meters dybde.

I massene som inneholder avfall, som er ferdig behandlet (vasket og sortert), er det hovedsakelig påvist konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4 for bly og sink i masser, samt ett tilfelle hver for kadmium og Σ PAH₁₆. Topplaget og torvmassene anses som rene.

Det skal utarbeides en ny reguleringsplan for området, som vil ha området som bolig-, idretts- og næringsformål. En helse- og spredningsbasert risikovurdering viser at det ikke vil være risiko ved å la masser i tilstandsklasse 4 bli liggende som dypereliggende masser. Det er ikke bestemt hvilke arealer som planlegges hvor, og det vurderes dithen at masser maksimalt i tilstandsklasse 2 kan legges tilbake som overflatenære masser.

Det er Statsforvalteren i Vestland som er forurensningsmyndighet. Denne søknaden, som inkluderer tiltaksplan, søknad om midlertidig utslippstillatelse i anleggsgang, samt meldeskjema for pukkverk, skal være godkjent før arbeidene kan gå i gang. Statsforvalteren i Vestland skal også holdes informert underveis i saneringsarbeidene, både med fast rapportering, håndtering av unntak fra søknad og tillatelser, samt sluttrapport etter endt tiltak.

1 Innledning

Byrådet fattet i april 2020 gjennomføringsvedtak om at Slettebakken deponi skal saneres. Det er avklart at med sanering av deponiet defineres dette som en fullstendig masseutskifting, inkludert torvlaget som ligger under deponimassene. Dette er nødvendig for at grunnen skal være klargjort for de transformasjons-grepene som mulighetsstudien legger opp til jfr. Bystyresak 38/18.

Det pågår arbeider med ny områdeplan for området hvor området skal reguleres til bolig- idrett- og næringsformål. I påvente av ferdigstilling av omregulering og utbygging skal området brukes midlertidig til idrettsformål (Bergen kommune, 2020).

Saneringsarbeidene på Slettebakken er ønskelig å utføre på en mest mulig miljøvennlig og sirkulærøkonomisk måte, og sortering av avfallsfraksjoner som metaller, brennbare fraksjoner og avfallsfraksjoner skal bestrebes. Metaller vil gå til gjenvinning og gjenbruk, brennbare fraksjoner til energigjenvinning og avfallsfraksjoner til deponi. Det er også ønskelig å gjenbruke mest mulig av de vaskede deponimassene som mineralske fyllmasser på tiltaksområdet.

Dette dokumentet er en søknad om midlertidig utslippstillatelse i anleggsfasen, og søkes i henhold til kapittel 11 i forurensningsforskriften. Dokumentet er også en tiltaksplan i henhold til forurensningsforskriftens kapittel 2, samt at det er melding om virksomhet etter forurensningsforskriften kapittel 30, "Forurensning fra produksjon av puk, grus, sand og singel".

1.1 Om søker

Bergen kommune, ved Bymiljøetaten, er søker. Kontaktinformasjon er gitt i Tabell 1-1.

Tabell 1-1: Informasjon om søker.

Søker	Bymiljøetaten, Bergen kommune
Adresse	Johannes Bruns gate 12, 5008 Bergen
Kontaktperson	Gry B. Stenersen
Telefon	916 66 143
E-post	Gry.Stenersen@bergen.kommune.no

1.2 Beskrivelse kontraktsform

Bergen kommune har inngått kontrakt med arbeidsfellesskapet VeDeCi, et joint venture selskap mellom Veidekke og DEC. Det er inngått en samspillsavtale hvor byggherre og entreprenør i fase 1 sammen kommer frem til beste løsning for hvordan arbeidsoppgavene skal løses og til hvilken kostnad. Resultatet etter fase 1 skal være ferdig prosjektert løsning og en omforent målpris. Det skrives da ny kontrakt etter NS 8407:2011 *Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser* med utgangspunkt i målprisen. Prosjektet går da over i Fase 2, den utførende fasen.

Fase 1 pågår og det er forventet at man skal ha kommet frem til målpris og skrive kontrakt for fase 2 i overgangen 2021/2022. Detaljert fremdrift i anleggsfasen, fase 2, er vist i kap. 3.4.

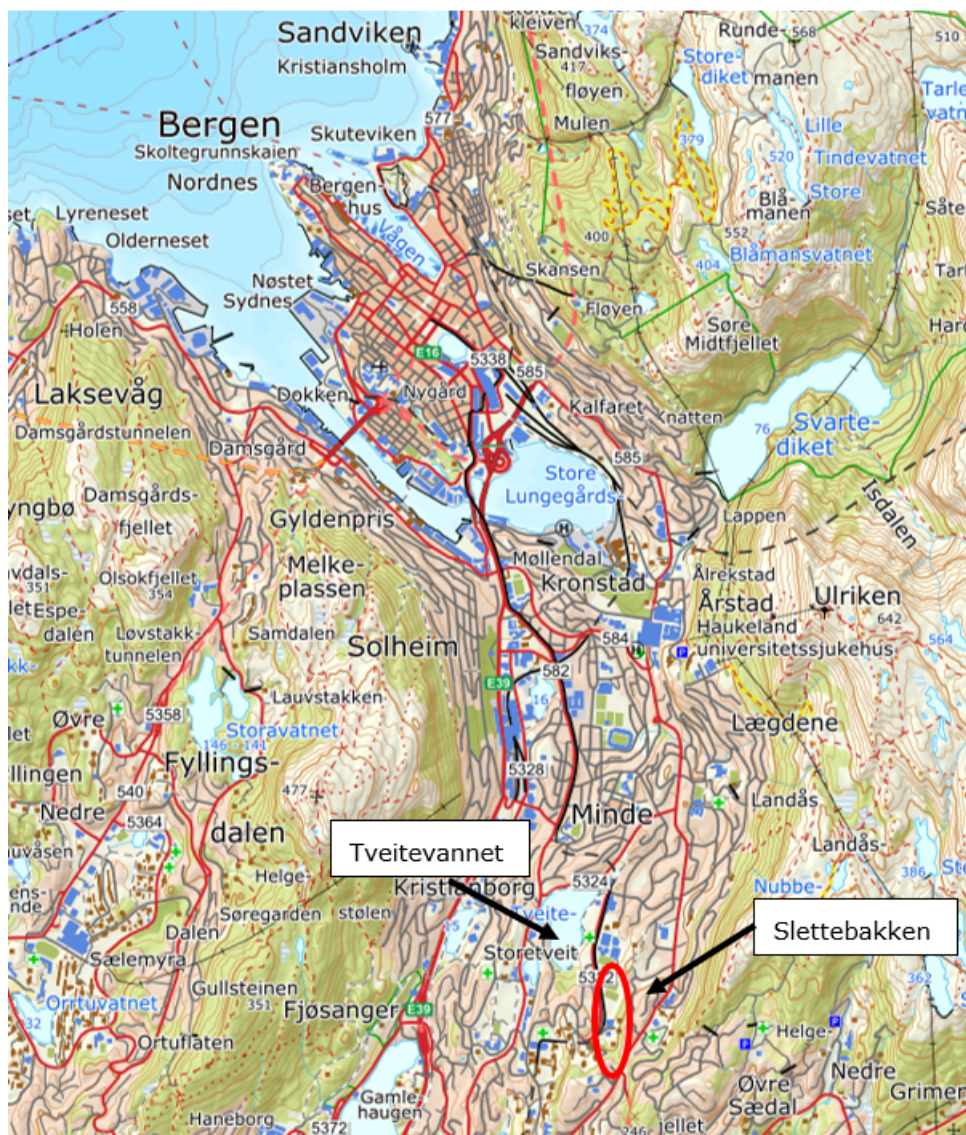
Pr. dags dato pågår detaljprosjektering av vannrenseanlegg og jordvaskeanlegg. Prinsippene for hvordan dette skal foregå og hvilke prosesser som skal inngå i håndtering av jord og vann er avklart, men detaljene vil bli ferdigstilt før oppstart. Når alle detaljer er fastlåst vil detaljert dokumentasjon bli oversendt Statsforvalteren.

2 Områdebeskrivelse

Slettebakken deponi ligger i Årstad bydel, sørøst for Bergen sentrum, se Figur 2-1, og inkluderer deler av eiendommene med gnr./bnr. 160/184 og 181.

Deponioverflaten ligger tilnærmet flatt på ca. kote 69, og består av grusdekket område med noe lett vegetasjon innimellom, samt en kunstgressbane mot nord. I nordre del av deponiet er det også lokalisert flere idrettshaller.

Tveitevannet, markert i Figur 2-1, er nærmeste resipient og ligger på kote 48. Nærmere beskrivelse av Tveitevannet er gitt i kap. 4.2.2.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser deponiets plassering i forhold til Bergen sentrum og recipienten Tveitevannet.

Det er ikke registrert andre forurensede lokaliteter i umiddelbar nærhet til Slettebakken (Miljødirektoratet, 2021).

2.1 Historikk

Som følge av at Bergensfjorden ble minelagt ved oppstarten av andre verdenskrig ble renovasjonsetaten i Bergen forhindret i å frakte avfall på lekter ut til Kollevågen, Askøy kommune. Det oppstod et akutt behov for etablering av et nytt deponi, og det ble lagt på Slettebakken. Deponiet ble anlagt uten bunttetting eller oppsamlingssystem for sigevann.

Avfallsmassene ble lagt utover i lag på ca. 2 meter og massene ble deretter pakket sammen og dekket med jord eller grus. Etter hvert steg temperaturen og det oppstod en gjæringsprosess som brøt ned organisk avfall. I de områdene hvor massene satte seg, kunne man gjøre dette i flere omganger. Man startet opp med å deponere avfall i nord og arbeidet seg sørover. Deponiet var i regulær drift i perioden 1940-1961.

I 1960 startet man opp med forbrenning i Grønneviksøren. I starten ble sikterestene derfra deponert på Slettebakken. Et mindre areal helt i sør på deponiet på Slettebakken ble holdt åpent en stund etter den regulære driften ble avsluttet som reservefylling i tilfelle driftsstans ved forbrenningsanlegget (Bergen byarkiv, 2012).

2.2 Avgrensning tiltaksområde

Omtrentlig areal hvor det antas å være deponimasser er på 48 800 m², mens det totale arealet hvor det er planlagt utført tiltak (tiltaksområdet) er på ca. 42.500 m², se Figur 2-2. Som følge av at man ønsker å opprettholde idrettstilbudene for barn og unge lengst mulig, vil man ikke fjerne idrettsbygg og deponimasser under idrettsbyggene før erstatningsbygg er etablert inne på tiltaksområdet. Endelig prosjektering vil vise hvor nært bygningsmassen man kan sanere deponimassene for å unngå setningsskader og utrasing i anleggsfasen.

Avgrensningen av deponiet i nord, sør og vest er noe usikker, og man kan avvike noe fra det som er markert i Figur 2-2. I forbindelse med overvannsarbeider utført sommeren 2020, ble randsonen til deponiet mot øst målt inn. Se kap. 4.2 for disse arbeidene.



Figur 2-2: Kartskisse viser planlagt tiltaksområde markert med stiplet, rød linje. Ca. område som også antas å være deponiområde, er markert med stiplet gul. Kartkilde: ArcGIS Pro.

2.3 Hydrogeologi

Deponimassene ligger i en forsenkning i terrenget med en terskel mot nord. Deponimassene på store deler av søndre og sentrale delen av deponiet er tilnærmet vannmettet. I perioder er det et synlig vannspeil på overflaten, og det er grunnvannsspeil som kommer opp i dagen. Nedbørsfeltet til deponiet er relativt stort, og i perioder med mye nedbør, står hele søndre og sentrale delen av området under vann, se Figur 2-3 og Figur 2-4.



Figur 2-3: Stort foto av Slettebakken viser overflatevann etter nedbørshendelse. Gul, stiplet linje viser ca. tiltaksområde. Foto: (Bergen kommune, 2021).



Figur 2-4: Foto viser vann på overflaten som står i kontakt med grunnvannet slik at deponimassene er vannmettet. Bildet er tatt mot vest sommeren 2019. Foto: Gry B. Stenersen

3 Planlagte arbeider

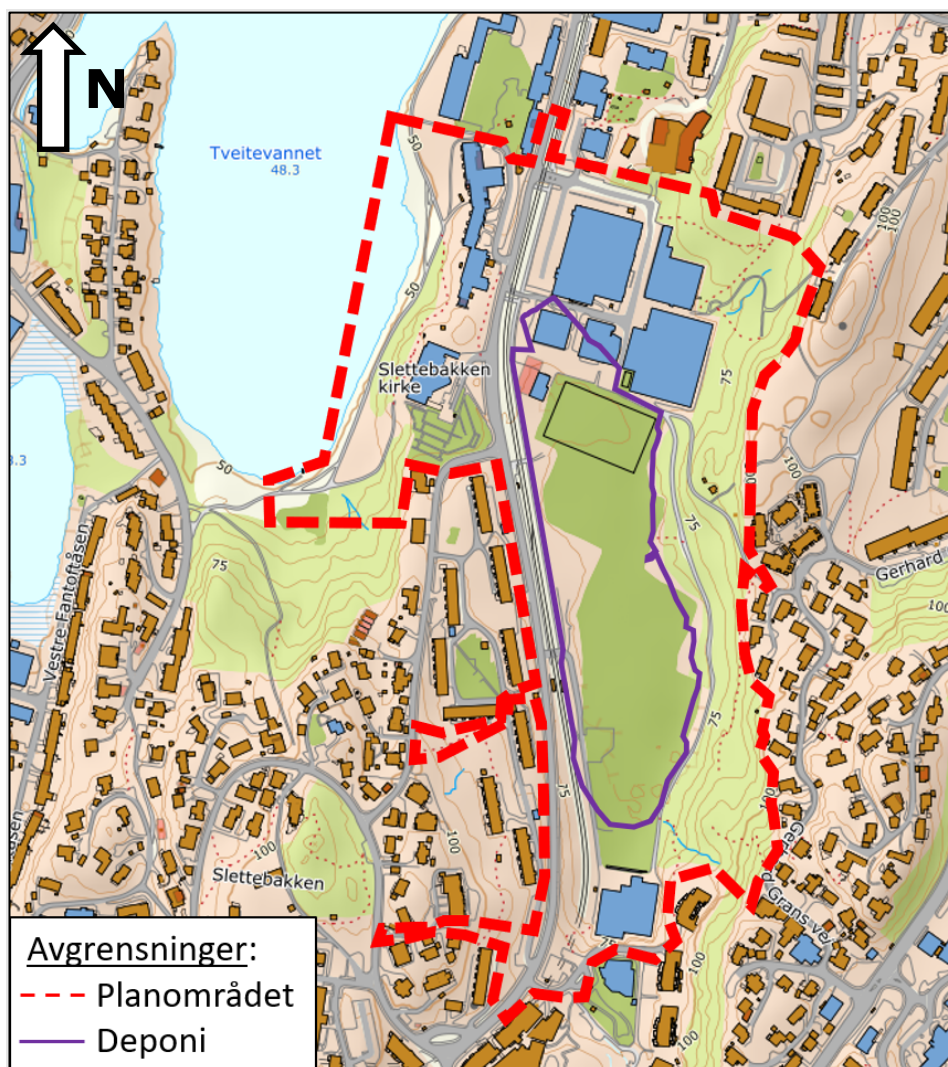
Bygging på forurensede deponimasser kan føre til økt utlekking av forurensning, inntrengning av deponigass i bygg og setningsskader som følge av dårlig geoteknisk byggegrunn (Miljødirektoratet, 2020). Det er ønskelig å stå fritt til utvikling av området, og ikke ønskelig å bygge på gamle deponimasser. Som følge av

dette, er det aktuelt å sanere Slettebakken deponi. Det er samtidig ønskelig å gjenbruke mest mulig av massene på området, samt gjenvinne så store mengder av materialer som mulig.

I følgende delkapitler er det beskrevet hva som planlegges med tanke på reguleringsplan, saneringsprosesser, graveplan og fremdrift.

3.1 Reguleringsplan

Gjeldende reguleringsplan for området (planID 11150000) er fra 1963, og i den reguleringsplanen er hele tiltaksområdet regulert til idrettsformål. Se utstrekning av reguleringsplan i Figur 3-1. Bergen kommune startet i 2019 opp med planarbeid for videreutvikling av Slettebakken-området. I forslag til planprogram (planID 66340000) er det ønsket at området skal utvikles til nærings-, bolig-, og idrettsformål (Bergen kommune, 2021).



Figur 3-1: Oversiktskart viser omtrentlig avgrensning av planområdet med stiplet, rød linje og deponiet med heltrukken, lilla linje. Kartkilde: ArcGIS Pro.

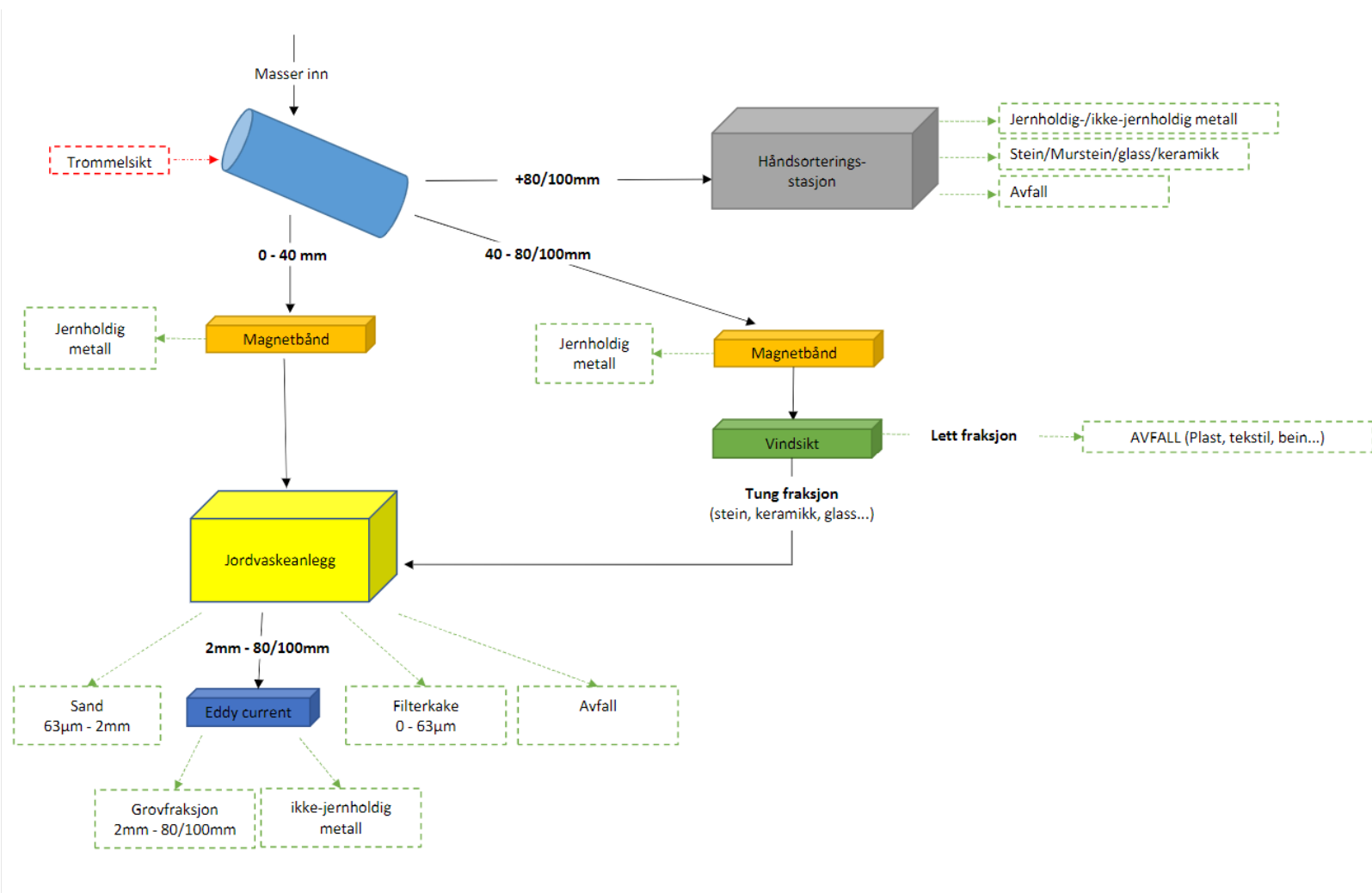
3.2 Saneringsprosess og -metode

For å kunne sortere massene i størst mulig grad, er det aktuelt å benytte flere steg i sorterings- og jordvaskeprosessen. Flytskjema for sortering- og vaskeprosessen er vist i Figur 3-2, mens beskrivelse av delprosessene i sorteringen og jordvasking er vist i Tabell 3-1. Massene vil først bli sortert i tre ulike fraksjoner i en trommelsikt, henholdsvis fraksjonene 0-40 mm, 40-100 mm og >100 mm. Den største fraksjonen vil gå til en stasjon for manuell sortering. De to minste fraksjonene vil gå under et magnetbånd som fjerner magnetiske metaller.

Den mellomste fraksjonen, 40-100 mm, går deretter gjennom en vindsikt for å sortere ut lettere materiale som papir, plast og bein. Den tunge fraksjonen som blir igjen er stein, keramikk og glass.








Fraksjonen 40-100 mm går deretter videre til jordvaskeanlegget hvor organisk materiale (fjernes i oppstrøms sortering), silt og leirpartikler fjernes ved hjelp av hydrosykloner og en log washer, se Tabell 3-1 for beskrivelse. Noe organisk materiale vil bli fjernet. Begge vaskemetodene sorterer på partiklenes egenvekt. Finstoffet, partikler <63 µm, som skilles ut i hydrosyklonen, avvannes ved tilsetning av kjemikalier og presses sammen til filterkaker i en filterpresse. Det er i de fineste partiklene i filterkakene at det meste av forurensningen blir liggende. Filterkakene vil bli restmaterialet som ikke kan gjenbrukes, og skal leveres til godkjent mottak, se kap. 7.1.4.

Det er ønskelig å gjenbruke mest mulig av de sorterte massene på tiltaksområdet, og det planlegges å justere sorterings- og vaskeprosesser for å kunne oppnå en høyest mulig nyttiggjøringsgrad.



Figur 3-2: Prinsippskisse jordvaskeanlegg.

Tabell 3-1: Beskrivelse delprosesser sortering og jordvasking.

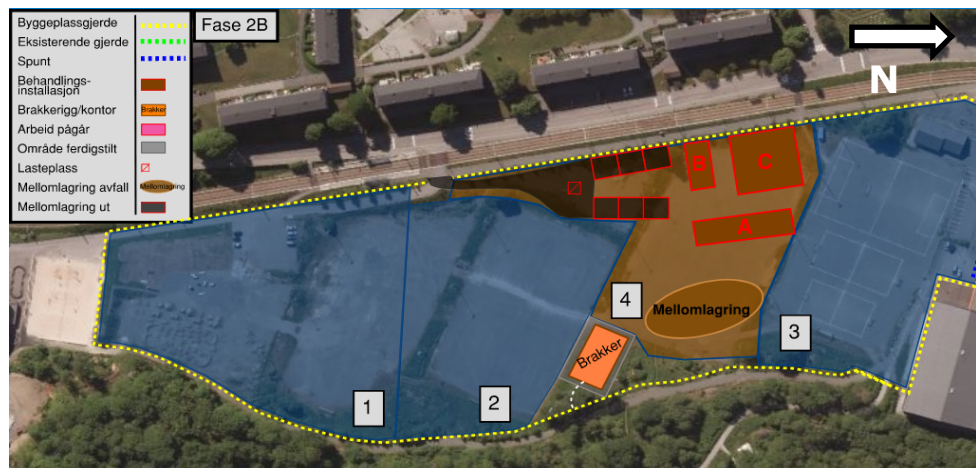
Behandlings-trinn	Funksjon	Bilde
Trommelsikt	Trommelsikten deler i ett trinn massene inn i tre fraksjoner; 0-40mm, 40-80/100mm og +80/100mm. Funksjonen er å lage fraksjoner som kan behandles videre for å oppnå den nødvendige kvaliteten.	
Magnetbånd	Magnetbåndet fjerner det magnetiske, jernholdige materialet.	
Vindsikt	Vindsikten skiller den tyngre fraksjonen (stein, glass, etc.) fra de lettere fraksjonene (papir, plast, tekstil, etc.) basert på vekt. En kontrollert luftstrøm sendes gjennom massene og løfter de lette fraksjonene over separasjonstrømmen og på det utgående transportbåndet.	
Jordvaske-anlegg	Fysisk og kjemisk vask av den minste fraksjonen (0-40mm) for å muliggjøre gjenbruk av sand og grus. Sanden vaskes ved separasjon av siltpartikler fra den grovere sandfraksjonen ved bruk av hydrosykloner og oppstrøms fjerning av organiske partikler. Fraksjonen som skiller ut under denne prosessen avvannes ytterligere i en filterpresse ved tilsetning av kjemikalier. Dette gir en filterkake som er lett å håndtere for transport og avhending. Den grove fraksjonen vaskes i en «log washer», (se nedenfor).	
Log washer	«Log washer», som er en del av vaskeanlegget vasker fysisk og kjemisk grusfraksjonen (2-40mm) og den tunge fraksjonen (40-80/100mm) gjennom skrubbing og fjerning av lette materialer som trevirke, gummi, etc. Dette muliggjør gjenbruk av den grove fraksjonen som består av stein, murstein, keramikk og glass.	
Eddy current	Eddy current fjerner ikke-jernholdige metaller ved å bruke en induksjonsstrøm til materialet. Dette danner et magnetfelt som gjør at ikke-jernholdig metall avstøtes og kastes ut av materialstrømmen.	
Håndsorterings-stasjon	I håndsorteringsstasjonen blir den største størrelsesfraksjonen sortert manuelt. De ikke-jernholdige metallene fjernes for resirkulering. Restene (bein, trevirke, etc.) fjernes fra stein og uorganiske fraksjoner, som keramikk, glass og murstein.	

3.3 Graveplan, planlagt gravestrategi

Det er planlagt flere behandlingsinstallasjoner på Slettebakken, med tilhørende områder for mellomlagring av masser som kjøres inn eller ut av behandlingsområder. Installasjonene er planlagt plassert som illustrert i Figur 3-3.

Prinsippet for planlagt gravestrategi under gjennomføring av tiltaket, er å grave fra sør mot nord i søndre del, og fortløpende tilbakefylling i samme retning. Området hvor det planlegges rense- og vaskeanlegg graves ut og lukkes igjen først. Deretter vil områdene masseutskiftes etter nummer, fra 1 til 3, og til sist 4. Rense- og vaskeanlegget vil bli stående på samme område gjennom hele prosessen, mens resten av installasjonen vil bli flyttet til et masseutskiftet område på et senere tidspunkt.

Tilbakefylling vil gjøres med god klaring til avfallsmasser for å hindre kontakt mellom rene og forurensede masser. Det planlegges å behandle mellom 500 og 800 tonn med masse hver dag.



Figur 3-3: Graveplan som også viser første oppstilling av behandlingsinstallasjoner. Blå og oransje avgrensninger markerer delområdene 1-4 som graves opp. Det graves først ut under planlagte installasjoner, og deretter graves det ut i rekkefølgen 1-3, og til sist 4. Kartskisse mottatt fra Veidekke.

Topplaget på Slettebakken består i stor grad av grusmasser uten forurensning. Dette laget skal i utgangspunktet skrapes av og ikke blandes sammen med avfallsmassene, fordi det er i utgangspunktet ønsket at det skal gjenbrukes som masser over forurensede masser. Men, som beskrevet under delkapittel 7.1.1, kan det av geotekniske hensyn bli aktuelt å blande dette topplaget inn i masser som skal gjenbrukes dypere, for å øke styrken og dermed muligheten for å bygge på massene.

Avfallsmassene graves opp og kjøres til mellomlager på tiltaksområdet. Her skal massene testes lokalt og klassifiseres før behandling, blant annet med XRF (X-ray fluorescence, som måler innhold av tungmetaller). Fra mellomlager går massene til behandling (sikting, sortering og jordvasking), før de plasseres i båser før eventuell gjenbruk. Båsene asfalteres for å unngå å blande behandlete masser med avfall. Massene kvalitetssikres/prøvetas igjen etter sortering før det blir avgjort om de kan gjenbrukes eller må kjøres til deponi. På mellomlager ligger

massene i 2-3 dager i påvente av analyseresultater. Båser på 500 m³ er planlagt som mellomlager til før- og etterbehandling. Se Figur 3-4 for en enkel fremstilling av de ulike trinnene i saneringsarbeidene. For omtale av de ulike behandlingstrinnene og testprogrammet for massene, se delkapittel 3.2.



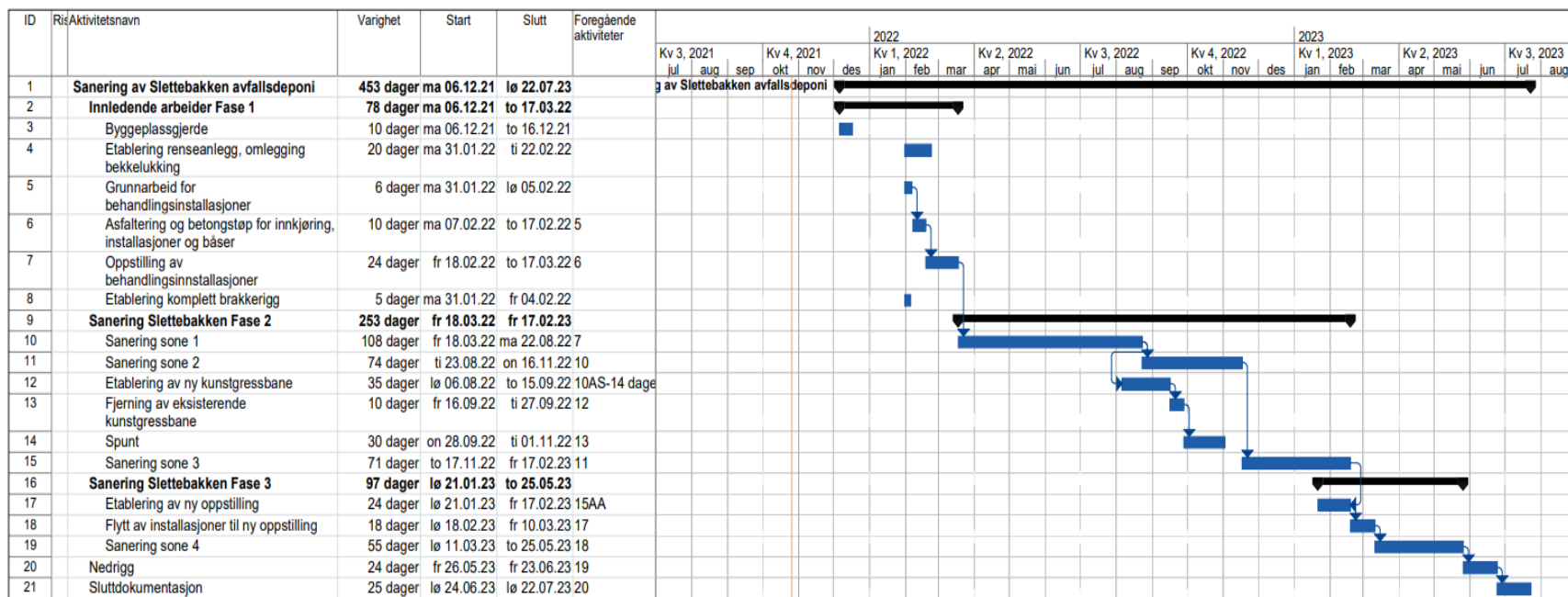
Figur 3-4: Forenklet skisse av saneringsprosessen på Slettebakken. Massene vil bli mellomlagret i to omganger. Først for å avgjøre riktig behandling, og deretter som en kontroll av kvaliteten før gjenbruk.

I henhold til gjeldene praksis, og for informasjon til fremtidig bruk av området og gravearbeider, vil det bli dokumentert hvor på tiltaksområdet gjenbrukt materiale blir lagt. Dokumentering gjøres ved innmålinger og drone-scan, slik at det kan presenteres nøyaktig i 3D-modell i ettertid.

3.4 Fremdriftsplan

Forberedende arbeider til saneringsarbeidet er planlagt satt i gang i starten av 2022. Arbeidene med oppgraving, sortering og vasking av masser har planlagt oppstart i løpet av våren 2022. Sanering sone 1 til 3 inkludert flytting av kunstgressbane, se kapittel 3.3 for soneinndeling, skal foregå frem til februar 2023. Da vil behandlingsanlegget bli flyttet til ny lokalitet og sanering av sone 4 vil foregå mars – mai 2023. Den totale prosessen for utgraving ventes å ta halvannet år, og full saneringsprosess er derfor ventet å ta noe lengre tid enn fremdriftsplanen viser, slik at det hele ferdigstilles høsten 2023.

Det planlegges da å arbeide 7-19 mandag-fredag og 7-17 lørdager. Lørdager vil det kun foregå arbeider som vedlikehold på maskiner og installasjoner. Siktning og jordvaskeanlegg vil ikke være i drift lørdager.



Tabell 3-2: Foreløpig planlagt fremdrift for sanering av Slettebakken. Denne forventes endret i løpet av fremdrift, slik at avslutning er høsten 2023.

4 Tidligere undersøkelser og arbeider

Det er tidligere utført flere undersøkelser på tiltaksområdet, både av jord og vann. Det er også utført undersøkelser i resipienten nedstrøms. De tidligere undersøkelsene utført på tiltaksområdet og i nedstrøms resipient er presentert i de følgende delkapitlene.

Forurensningsgraden i jord er vurdert etter tilstandsklasser i veileder TA-2553/2009, "Helsebaserte tilstandsklasser" (Miljødirektoratet, 2009). En oversikt over tilstandsklassene er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Helsebaserte tilstandsklasser.

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

Forurensningsgraden i vann og sediment er klassifisert i henhold til Miljødirektoratet sin veileder M-608|2018, "Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, revidert 30.10.2020" (Miljødirektoratet, 2020). En oversikt over klassifiseringssystemet for vann og biota er presentert i Tabell 4-2.

Tabell 4-2: Klassifiseringssystem for vann og sediment.

Klassegrenser	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Øvre grense	Bakgrunn	Ingen toksiske effekter	Ingen toksiske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter

4.1 Miljøtekniske grunnundersøkelser, 2006

Det foreligger en rekke rapporter fra tidligere undersøkelser som er utført på deponiområdet. Det er tatt jordprøver ved hjelp av grunnboringer og sjaktgraving, se Figur 4-1. Det er store variasjoner i hvor mange prøver som er tatt i de ulike rundene med prøvetaking og hvilke analyser som er utført. I Tabell 4-3 er gjennomsnittskonsentrasjon, i tillegg til høyeste og laveste konsentrasjon for de forbindelsene det foreligger flest analyseresultater for sammenstilt og fargelagt etter tilstandsklasser gitt i Miljødirektoratets veileder Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA 2553/2009 (Miljødirektoratet, 2009).

Det ble i enkelte sjakter utført analyser av organisk innhold på materiale fra to ulike nivå; avfallsmasser og underliggende torv. Gjennomsnittlig, maksimum og minimum konsentrasjon er sammenstilt i Tabell 4-4.

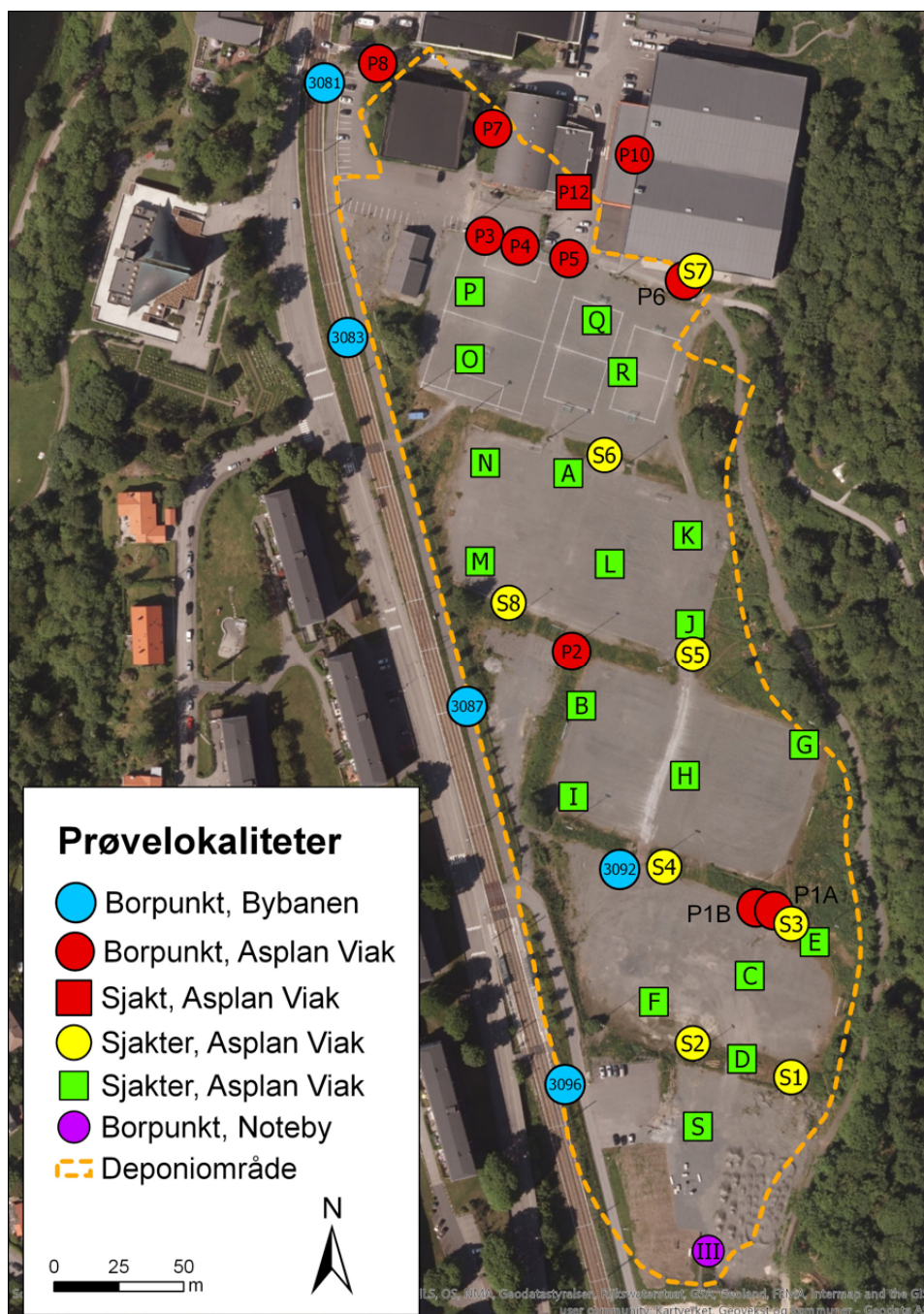
Tabell 4-3: Sammenstilte analyseresultater fra en rekke undersøkelser utført på Slettebakken. Gjennomsnittsverdi, maks- og minimumsverdi. Resultatene er fargelagt etter tilstandsklasser gitt i veileder TA-2553/2009 (Miljødirektoratet, 2009).

	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum
Arsen	13,3	3	43
Bly	188,1	<2,3	1000
Kadmium	1,3	<0,054	5,7
Kobber	387	7,7	1700
Krom	49,1	2,5	130
Kvikksølv	0,73	0,001	3,2
Nikkel	38,5	3,1	89
Sink	1143	19	4800
Alifater C5-C10	2,06	<1,2	11
Alifater C12-C35	292,9	39	2200
PCB7	0,04	<0,002	0,34
PAH16	4,73	<0,2	35
Benzo(a)pyren	0,37	<0,005	2,9

Tabell 4-4: Sammenstilte analyseresultater for organisk innhold (% TOC) i avfallsmassene og underliggende torv.

	Snitt	Minimum	Maksimum
Avfall	16	11	27
Torv	49	39,5	54,8

Analyseresultatene påviste bly, kobber, sink og alifater i tilstandsklassene 4 og 5, mens de andre stoffene ble påvist i tilstandsklasse 1-3.



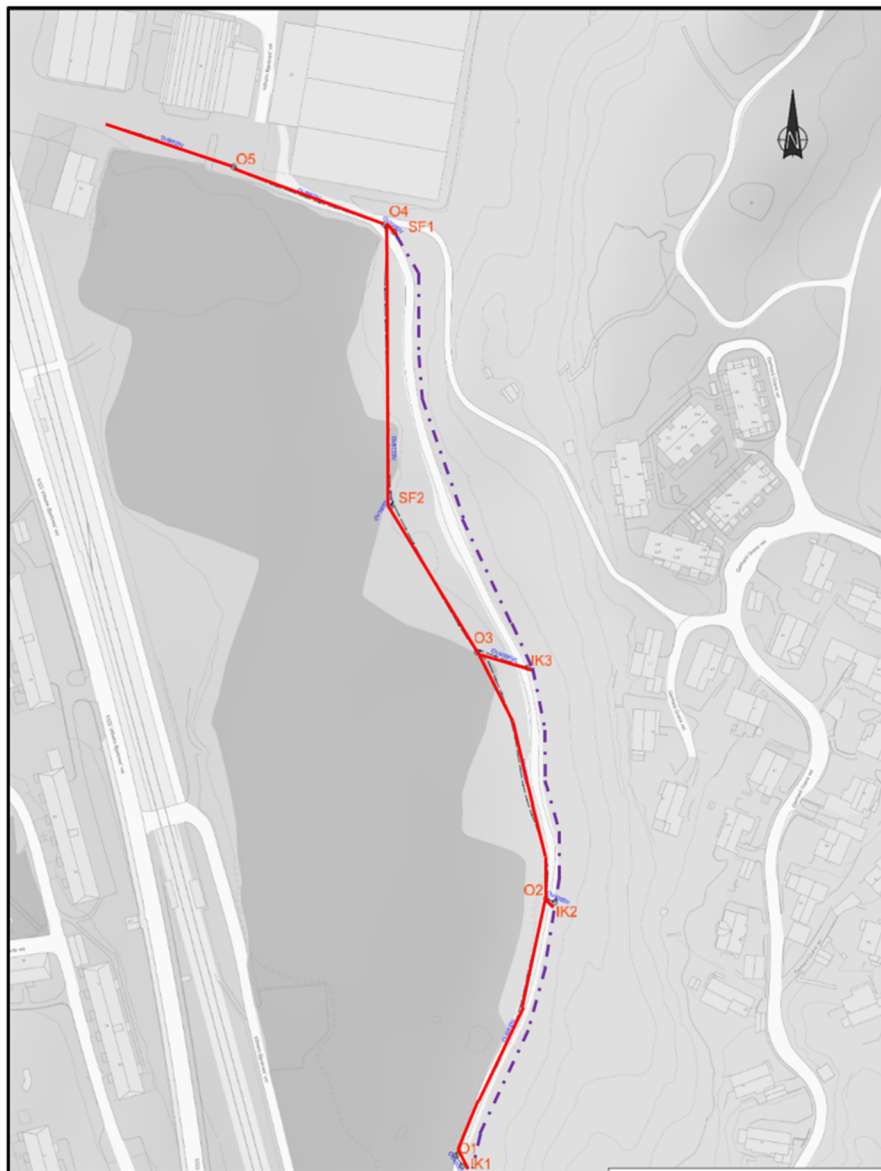
Figur 4-1: Kartutsnitt viser oversikt over tidligere miljøgeologiske grunnundersøkelser. Farge viser undersøkelse og ikke påvist tilstandsklasse. Kartkilde: ArcGIS Pro.

4.2 Pilotforsøk og forberedende arbeider 2019/2020

På grunn av utfordringer med mye vann på tiltaksområdet, ble det i 2019 bestemt at man skulle gjøre tiltak for å forsøke å senke grunnvannsspeilet og dermed vannhåndteringsbehovet for de planlagte saneringsarbeidene. Ved å redusere mengden vann inn på deponiområdet vil det bli behov for å rense mindre vannmengder. Vann som har vært i kontakt med avfall må renses før det slippes ut på overvannsnett. Det vil være enklere å rense minst mulig vann, og håndtere gravemasser som ikke er vannmettet.

Tiltaket som ble gjennomført var rehabilitering av eksisterende grøft ved gangveien som følger skogen langs østsiden av deponioverflaten, se Figur 4-2. Kummer ble satt ned i grøften og påkoblet en ny overvannsledning som ble lagt i randsonen til deponiet og påkoblet eksisterende kum nord for deponiet.

Dette tiltaket reduserte nedbørsfeltet til deponiet, og det ventes at det vil føre til en reduksjon i vannhåndtering i anleggsfasen.



Figur 4-2: Som-bygget tegning. Lilla stiplet linje viser den rehabiliterte overvannsgrøften og den røde heltrukne linjen viser den nye overvannsledningen som er påkoblet overvannsnett nord for deponiet.

4.2.1 Undersøkelse av massene på området

Høsten 2020 ble det gjennomført et pilotforsøk med prøvetaking av avfallsmasser fra Slettebakken. Ulike entreprenører hentet ut mellom 100 og 300 tonn avfallsmasser for å gjennomføre kjemiske og fysiske tester. Massene ble gravd opp i forbindelse med arbeidene med etablering av ny overvannsledning. Formålet

med piloten var å karakterisere massenes kjemiske og fysiske sammensetning, undersøke ulike behandlingsmåter og vurdere potensialet for gjenbruk og gjenvinning av massene. Massene gjennomgikk sikting, fysisk karakterisering, kjemiske analyser og forsøk med ulike behandlingstrinn.

Toppjorden som var tilgjengelig i pilotforsøket inneholdt mye avfall, så toppjorden ble derfor analysert sammen med deponimassene. Sammenlignet med tidligere undersøkelser fra delkapittel 4.1, fant en gjennomgående lavere nivåer av TOC, tungmetaller og PAH i pilotmassene. VeDeCi (joint venture mellom Veidekke og DEC) utarbeidet en sluttrapport for pilotforsøket (DEC, 2020). En sammenstilling av de kjemiske resultater fra pilotforsøket og de tidligere undersøkelsene er presentert i Tabell 4-5. De kjemiske analyseresultatene er fra etter at massene var sortert og behandlet.

Tabell 4-5: Viser sammenstilling av resultater fra pilotforsøket og referansedata fra tidligere undersøkelser.

Parameter	Enhet	Tidligere undersøkelser avfall	Pilot avfall og toppjord	Tidligere undersøkelser torv	Pilotforsøketorv
Klassifisering		Opptil klasse 4 til 5	Opptil klasse 4	Opptil klasse 4 og 5	Klasse 1 og 2
Kobber	mg/kg TS	210-2600	160-1000	7.7-150	29-48
Bly	mg/kg TS	130-2200	130-410	2.5-210	16-17
Sink	mg/kg TS	870-4000	360-3200	19-770	58-190
Σ PCB ₇	mg/kg TS	i.p.-0.63	0.09- 1.1	<0.0020-0.059	i.p.-0.06
Σ PAH ₁₆	mg/kg TS	<0.50-66	1.8-15	0.16- 79	0.08-0.62
Mineralolje/THC	mg/kg TS	THC: <80-140	THC: 80-734	THC: <40-<200	-
Benzen	μ g/kg TS	<0.0025-0.015	<0.0035	<0.0025- 0.267	<0.0035
TOC	% TS	1.2- 26.5	3-8.8	39.5-54.8	20-25
Røde verdier indikerer vesentlige ulikheter i data fra tidligere undersøkelser og data fra piloten					

i.p. = ikke påvist

TS = tørrstoff

I tillegg til kjemiske analyser, ble det også utført en fysisk karakteristikk av massene, samt forsøk med ulike behandlingstrinn. Dette for å finne best mulig løsninger for å kunne gjenbruke mest mulig av massene på området. Basert på kjemiske analyser og de fysiske karakteristikkene, ble det foreslått disponering vist i Tabell 4-6 for de ulike sluttproduktene. Tabell 4-6 presenterer også prosentandel av ulike fraksjoner basert på undersøkelsene utført.

Tabell 4-6: Massebalanse for ulike fraksjoner etter behandling av masser fra pilotforsøk på Slettebakken.

Fraksjon	Andel	Sluttdisponering
Stein, tegl, betong, keramikk, glass og vasket sand/grus	63%	Gjenbruk på Slettebakken
Metaller	2%	Resirkulering
Avfall med høy brennverdi: Plastikk, lær/tekstiler, trevirke, papir	2%	Forbrenning/energigjenvinning
Avfall med lav brennverdi: Filterkake fra jordvasking, bein og slagg	33%	Deponi

Resultatene fra piloten ble brukt til å utarbeide en behandlingsprosess for fullskalasaneringen. Ettersom massene fra pilotfasen var en begrenset mengde hentet fra randsonen av deponiet, var det knyttet usikkerhet til massenes representativitet. Det var derfor behov for ytterligere undersøkelser for å få bekreftet eller korrigert funnene fra piloten før saneringen.

4.2.2 Sediment- og vannprøver i Tveitevannet

Tveitevannet, som er nærmeste nedstrøms resipient, se Figur 2-1, er forurenset som følge av sigevann fra deponiet, i tillegg til avrenning fra trafikkerte områder (biltrafikk). I forbindelse med anleggsarbeidene som ble utført på Slettebakken sommeren 2020, ble det utført prøvetaking før, samt overvåkning under og etter tiltak. Se Vedlegg 2 for fullstendig rapport.

Før oppstart anleggsarbeidene på Slettebakken ble det tatt prøver av sedimentene i Tveitevannet, se Tabell 4-7. Analysene viste at sedimentene ved én prøvelokalitet var i tilstandsklasse 5 for én enkelt PAH, benzo(ghi)perylene. En rekke PAH-forbindelser, i tillegg til TBT, sink og ΣPCB_7 ble påvist i tilstandsklasse 4, mens nikkel, bly, kadmium og kvikksølv ble påvist i tilstandsklasse 3.

Det ble også tatt vannprøver månedlig i perioden april – november 2020. Disse ble tatt i de to innløpene til Tveitevannet, det ene fra Slettebakken og det andre fra Mannsverk, samt ved utløpet til Tveitevannet. Analyseresultatene er presentert i Tabell 4-8 og

Tabell 4-9. Ved innløpet fra Slettebakken til Tveitevannet ble det påvist sink i tilstandsklasse 4 og 5, mens arsen, bly og nikkel ble påvist i tilstandsklasse 3. I innløpet fra Mannsverk ble det påvist konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4 i to prøver, mens resten av stoffene ble påvist i tilstandsklasse 2 og 3. Passive prøvetakere viste hovedsakelig PAH-forbindelser i tilstandsklasse 2, samt én overskridelse av benzo(a)pyren i tilstandsklasse 3.

Analyseresultatene i tabellene under viser at det er stor sannsynlighet at påvirkning fra Slettebakken har negativ påvirkning på Tveitevannet. Utførte vannanalyser viser ikke hvor påvist PAH i sedimentene kommer fra.

Tabell 4-7: Sammenstilte analyser fra sedimentprøver i Tveitevannet. Fargene viser tilstandsklasser i henhold til veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2020)

Parameter		Enhet	Sed 1	Sed 2	Sed 3	Sed 4	Sed 5	Sed 6
Metaller	Kobber	mg/kg TS	150	160	150	160	150	160
	Krom	mg/kg TS	61	82	78	78	63	90
	Nikkel	mg/kg TS	42	55	52	53	47	56
	Sink	mg/kg TS	470	1200	810	660	640	1400
	Arsen	mg/kg TS	8,8	13	11	12	13	14
	Bly	mg/kg TS	130	170	150	140	100	150
	Kadmium	mg/kg TS	1,4	3,1	2,2	1,7	1,3	3,1
	Kvikksølv	mg/kg TS	0,406	0,716	0,558	0,512	0,402	0,717
PAH	Naftalen	µg/kg TS	30	40,8	28	30,2	31,4	38,4
	Acenaftylene	µg/kg TS	10,4	53,7	17,8	18,3	17,4	34,9
	Acenaften	µg/kg TS	53,6	28,3	20,9	16,1	13,4	23,4
	Fluoren	µg/kg TS	147	69,7	59,4	47,3	37,7	54,8
	Fenantren	µg/kg TS	461	375	219	183	171	280
	Antracen	µg/kg TS	69,3	148	53,6	45,2	42,5	81
	Fluoranten	µg/kg TS	447	1450	548	402	401	809
	Pyren	µg/kg TS	541	1340	655	564	496	785
	Benzo[a]antracen	µg/kg TS	196	793	247	186	176	387
	Krysen	µg/kg TS	258	904	340	209	264	511
	Benzo[b]fluoranten	µg/kg TS	357	1750	652	519	475	1060
	Benzo[k]fluoranten	µg/kg TS	138	714	229	165	151	375
	Benzo[a]pyren	µg/kg TS	282	1300	429	328	305	649
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg TS	226	1240	429	338	315	732
	Dibenzo[a,h]antracen	µg/kg TS	43,3	319	94,2	71,1	64,5	140
	Benzo[ghi]perylene	µg/kg TS	345	1460	575	466	445	785
	Sum PAH(16) EPA	µg/kg TS	3600	12000	4600	3590	3410	6740
PCB	Sum 7 PCB	µg/kg TS	106	146	135	89,6	88	118
Olje	Oljeinnhold (C10-C40)	mg/kg TS	6330	2850	4930	6220	4390	2500
TBT	Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv		17	20	51		
PFOA	Perfluoroktansyre	µg/kg TS	<0,050					<0,050
PFOS	Perfluoroktylsulfonat	µg/kg TS	0,53					<0,050
PFAS	Sum PFAS	µg/kg TS	4					2,6

Tabell 4-8: Analyseresultat av vann fra Slettebakken tatt ved innløp til Tveitevannet før, under og etter tiltak 2020. Sammenstilte analyser vannprøver fargelagt etter tilstandsklasser gitt i Miljødirektoratets veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2020).

Parameter	Enhet	Før tiltak		Under tiltak						Etter tiltak
				Innløp fra Slettebakken						
		24.04.2020	25.05.2020	03.07.2020	06.08.2020	31.08.2020	28.09.2020	26.10.2020	23.11.2020	
Metaller	Arsen (As)	µg/l	0,56	0,27	0,23	0,42	0,57	0,37	0,35	0,37
	Bly (Pb)	µg/l	0,34	0,15	0,26	0,27	2,2	0,18	0,55	0,62
	Kadmium (Cd)	µg/l	0,061	0,036	0,016	0,051	0,042	0,042	0,05	0,044
	Kobber (Cu)	µg/l	2,8	2,1	3,7	4,5	4,5	2,5	4,7	4
	Krom (Cr)	µg/l	<0,5	0,15	0,46	0,36	1,2	0,15	0,32	0,34
	Nikkel (Ni)	µg/l	4,8	3,1	1,4	2,6	5,2	3,3	3,3	3,1
	Sink (Zn)	µg/l	130	72	25	64	48	68	100	110
	Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,005		0,002	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,004
	Arsen (As), filtrert	µg/l					0,27	0,22	0,23	0,25
	Bly (Pb), filtrert	µg/l					0,031	<0,010	0,13	0,14
Metaller filtrert	Kadmium (Cd), filtrert	µg/l				0,004	0,013	0,032	0,038	
	Kobber (Cu), filtrert	µg/l				1,7	1,8	3,3	2,6	
	Krom (Cr), filtrert	µg/l				0,2	0,11	0,12	0,13	
	Nikkel (Ni), filtrert	µg/l				4,5	3,1	2,9	2,9	
	Sink (Zn), filtrert	µg/l				15	28	63	88	
	Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l				0,004	<0,002	<0,002	<0,002	
	Turbiditet	FNU		15,9		4,8	110			
	FNU og SS	Suspendert stoff						11,3	2,3	4,1
		Ortofosfat-P	µg/l	3,6	4,1	7	3,7	2,5	<2	18
	Nærings-salter	Total Nitrogen	µg/l		1900	1400	1300	6900	3600	1800
Tot-N, gjennomsnitt		µg/l					2614			
Ammonium (NH4-N)		µg/l		990	350	660	3500	2400	450	420
Nitrat (NO3-N)		µg/l	580	810	860	800	490	640	1300	700
E. coli		MPN/100 ml	3	250	>2419	325	70	6	770	365
Bakterier	Koliforme	MPN/100 ml	51	572	>2419	2 914	>2419	194	1 553	> 2 419
	Filtrert	mg/l							0,38	
Jern	Direkte	mg/l							0,79	

Tabell 4-9: Sammenstilte analyser vannprøver fargelagt etter tilstandsklasser gitt i Miljødirektoratets veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2020). Vannprøver tatt ved utløpet fra Tveitevannet før under og etter tiltak 2020.

Parameter	Enhet	Før tiltak		Under tiltak						Etter tiltak
				Utløp fra Tveitevannet						
		24.04.2020	25.05.2020	03.07.2020	06.08.2020	31.08.2020	28.09.2020	26.10.2020	23.11.2020	
Metaller	Arsen (As)	µg/l	0,29	0,2	0,21	0,2	0,22	0,22	0,21	0,21
	Bly (Pb)	µg/l	2,5	0,16	0,096	0,11	0,12	0,29	0,16	0,18
	Kadmium (Cd)	µg/l	0,083	0,011	0,005	0,005	0,005	0,015	0,006	0,006
	Kobber (Cu)	µg/l	6,4	2,4	4,5	2	2,3	3,4	2,5	2,7
	Krom (Cr)	µg/l	0,7	0,21	0,17	0,15	0,17	0,31	0,23	0,15
	Nikkel (Ni)	µg/l	1,7	0,84	0,74	0,63	0,66	0,88	0,78	0,84
	Sink (Zn)	µg/l	370	10	5,4	3,3	3,4	14	6,1	10
	Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,005		<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
	Arsen (As), filtrert	µg/l					0,23	<0,2	0,17	0,16
	Bly (Pb), filtrert	µg/l					0,092	0,17	0,057	0,062
Metaller filtrert	Kadmium (Cd), filtrert	µg/l				< 0,0040	<0,040	0,004	0,006	
	Kobber (Cu), filtrert	µg/l				2,2	2,7	2,4	2,3	
	Krom (Cr), filtrert	µg/l				0,12	<0,50	0,21	0,18	
	Nikkel (Ni), filtrert	µg/l				0,58	0,78	0,76	0,8	
	Sink (Zn), filtrert	µg/l				2,9	6,5	4,2	7,9	
	Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l				0,004	<0,002	<0,002	<0,002	
	Turbiditet	FNU				0,89	1,9			
	FNU og SS	Suspendert stoff						51,3	<2	<2
		Ortofosfat-P	µg/l	4,1	3,6	2,4	<2	4	3,3	4,6
	Nærings-salter	Total Nitrogen	µg/l		570	520	520	440	560	720
Tot-N, gjennomsnitt		µg/l					583			
Ammonium (NH4-N)		µg/l		25	18	20	7,2	32	35	9,3
Nitrat (NO3-N)		µg/l	510	530	390	400	280	390	610	580
E. coli		MPN/100 ml	10	214	10	248	9	9	148	307
Bakterier	Koliforme	MPN/100 ml	64	345	205	2 419	1 046	1733	1 553	770
	Filtrert	mg/l							0,14	
Jern	Direkte	mg/l							0,3	

Tabell 4-10: Analyseresultat av vann fra Mannsverk tatt ved innløp til Tveitevannet før under og etter tiltak 2020. Sammenstilte analyseresultater vannprøver fargelagt etter tilstandsklasser gitt i Miljødirektoratets veileder M-608|2016 (Miljødirektoratet, 2020).

Parameter	Enhet	Før tiltak		Under tiltak						Etter tiltak
		24.04.2020	25.05.2020	Innløp fra Mannsverk						
				03.07.2020	06.08.2020	31.08.2020	28.09.2020	26.10.2020	23.11.2020	
Metaller	Arsen (As)	µg/l	<0,2	0,26	0,41	0,36	0,26	0,29	0,3	0,28
	Bly (Pb)	µg/l	<0,2	0,5	0,71	0,74	0,06	0,18	0,3	0,26
	Kadmium (Cd)	µg/l	0,014	0,019	0,015	0,019	0,008	0,009	0,011	0,015
	Kobber (Cu)	µg/l	2,2	4	5,2	4,2	2,8	3	4,1	3
	Krom (Cr)	µg/l	<0,5	0,34	0,48	0,46	0,2	0,29	0,36	0,3
	Nikkel (Ni)	µg/l	0,63	0,8	0,79	0,82	0,71	0,72	0,79	0,69
	Sink (Zn)	µg/l	5,5	13	15	7,5	5	4,3	7	7
	Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,005		<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Metaller filtrert	Arsen (As), filtrert	µg/l					0,24	0,29	0,28	0,23
	Bly (Pb), filtrert	µg/l					0,018	0,096	0,18	0,11
	Kadmium (Cd), filtrert	µg/l					0,006	0,009	0,01	0,015
	Kobber (Cu), filtrert	µg/l					2,4	2,5	3,7	2,7
	Krom (Cr), filtrert	µg/l					0,15	0,25	0,32	0,24
	Nikkel (Ni), filtrert	µg/l					0,67	0,68	0,74	0,64
	Sink (Zn), filtrert	µg/l					4,1	3,5	5,1	6
	Kvikksølv (Hg), filtrert	µg/l					0,003	<0,002	<0,002	<0,002
FNU og SS	Turbiditet	FNU			1,4	0,95				
	Suspendert stoff						<2	<2	<2	
Nærings-salter	Ortofosfat-P	µg/l	16	30	40	17	32	25	14	11
	Total Nitrogen	µg/l		1000	1900	760	1800	970	890	580
	Tot-N, gjennomsnitt	µg/l					1129			
	Ammonium (NH ₄ -N)	µg/l		180	510	90	91	76	98	54
	Nitrat (NO ₃ -N)	µg/l	1000	700	1100	480	1700	870	630	400
Bakterier	Kolliforme	MPN/100 ml	>2420	>2420	>2419	2 419	>2419	<2419	> 2 419	> 2 419
	E. coli	MPN/100 ml	>2420	>2420	>2419	2419	>2419	<2419	> 2 419	> 2 419
Jern	Filtrert	mg/l								0,058
	Direkte	mg/l								0,11

4.2.3 Grunnvannsprøver deponi

Det har totalt stått 11 overvåkingsbrønner i, og nedstrøms, tiltaksområdet. Seks av dem var tilgjengelig for prøvetaking under anleggsarbeidene. Resultatene er sammenstilt i COWI rapport "Grunnvannsprøvetaking Slettebakken", se Vedlegg 3. Kort oppsummert påviste analysene høyeste tilstandsklasser av sink, kobber, bly og arsen (tilstandsklasse 4-5). For PAH-forbindelsene pyren og benzo(b)fluoranten ble det også målt konsentrasjoner høyere under tiltak enn før tiltak (tilstandsklasse 3-4), men generelt var de under rapporteringsgrensen og på samme nivå som før tiltaket. Bensen ble også påvist i flere brønner.

4.3 Fase 1, Supplerende undersøkelser 2021

I perioden august-september 2021 ble det gjennomført supplerende miljøtekniske grunnundersøkelser på Slettebakken. Formålet var å kvalitetssikre og endelig bestemme alle prosesser og behandlingstrinn for avfall og vann under sneringen. Det ble totalt gravd 14 prøvegroper hvor det ble hentet ut materiale fra topplag, avfallsmasser og underliggende torv. På samme måte som i piloten, ble massene siktet, karakterisert, kjemisk testet og behandlet.

Resultatene fra disse supplerende undersøkelsene viste at massenes kvalitet og egenskaper ligger nærmere referansedataene enn det som ble funnet i pilotforsøket. De kjemiske analysene er presentert i Tabell 4-11 og Tabell 4-12.

Analyserapportene er presentert i Vedlegg 1.



Figur 4-3: Oversikt sjaktpunkter som inngikk i prøvegravingen som ble utført sommeren 2021.

Tabell 4-11: Analyserte prøver av sand som er vasket og behandlet i et oppstrøms anlegg. Alt som ikke er fargelagt blått overskrider normverdi. Tabellen er fargelagt i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 (Miljødirektoratet, 2009).

Stoff (mg/kg)	TP1-2-3	TP12-4-5	TP6-7-8	TP9-10-11	TP13-14
Sand upstreamed					
Arsen	16	14	11	18	15
Bly	210	200	200	400	630
Kadmium	2,2	2,2	0,53	2	0,83
Kobber	660	550	290	860	580
Krom	57	39	42	53	28
Kvikksølv	1,9	0,64	0,71	1,6	0,77
Nikkel	43	30	26	36	27
Sink	2100	2100	1400	2000	1900
Bensen	0,0045	<0,0070	<0,0035	<0,0035	<0,0035
ΣPCB ₇	0,46	0,15	0,15	0,27	0,067
ΣPAH ₁₆	16	10	6,2	13	12
Benzo(a)-pyrene	0,82	0,51	0,35	0,7	0,71
Alifater C ₈ -C ₁₀	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Alifater C ₁₀ -C ₁₂	26	17	11	16	5,5
Alifater C ₁₂ -C ₃₅	150	45	59	110	40
TOC % kalkulert	5,8	3,8	2,9	4,0	4,5
TOC (indirekte metode)	12,7	10,3	6,1	7,5	12

Tabell 4-12: Analyserte prøver av grusfraksjoner som er vasket og behandlet for gjenbruk. Alt som ikke er fargelagt blått overskrider normverdi. Tabellen er fargelagt i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 (Miljødirektoratet, 2009).

Stoff (mg/kg) TS	TP1-2-3	TP12-4-5	TP6-7-8	TP9-10-11	TP13-14
2-40 Grus, tung fraksjon (gravel, heavy fraction)					
Arsen	14	20	8,8	3,3	12
Bly	41	62	360	31	36
Kadmium	<0,20	0,34	27	0,29	<0,20
Kobber	66	70	39	45	150
Krom	18	14	34	11	21
Kvikksølv	0,088	0,13	0,37	0,31	0,089
Nikkel	31	15	18	12	23
Sink	450	690	5300	740	620
Bensen	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035	<0,0035
ΣPCB ₇	0,41	0,077	0,0079	0,59	i.p.
ΣPAH ₁₆	7,7	3,1	1,3	1,1	2,2
Benzo(a)-pyrene	0,76	0,099	0,058	<0,030	0,068
Alifater C ₈ -C ₁₀	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Alifater C ₁₀ -C ₁₂	<5,0	6,9	<5,0	<5,0	<5,0
Alifater C ₁₂ -C ₃₅	570	310	170	470	190
TOC % kalkulert	3,5	2,3	3,4	3,8	1,6
TOC indirekte	2,5	3,6	1,7	2,3	4,1

i.p = ikke påvist

De høyeste påviste konsentrasjonene er av sink og bly, som i hovedsak er påvist i tilstandsklasse 3 og 4. Det er også påvist én prøve hvor sink ble påvist i tilstandsklasse 5. Det er påvist én prøve hver av kadmium og PAH i tilstandsklasse 4. Ellers er arsen, kobber, alifater, PAH og PCB påvist i tilstandsklasse 2 og 3, mens krom og kadmium er påvist i tilstandsklasse 1 og 2.

Analyseresultatene av torv, som ikke er presentert i tabellene over, men i Vedlegg 1, viste ingen konsentrasjoner over normverdi, med unntak av bensen-konsentrasjonen i to av fem prøver, i tilstandsklasse 3 og 5. Laboratoriet har uttalt seg at dette trolig skyldes en interferens i forbindelse med analyse, eller at bensen faktisk produseres under analyse som følge av at analyse materialet varmes opp. Det ble derfor sendt noe torv til Belgia, for å analysere på bensen med en annen metode hvor omdannelsen til bensen ikke kan finne sted. I denne analysen har bensen vært ekstrahert ved å bruke en universalløsning og et statistisk headspace. Dette headspacet blir samlet opp uten oppvarming av væsken, kun ved å tilsette universalløsning. Med unntak av hvordan bensen er ekstrahert fra den aktuelle prøven, så er den videre analyseprosessen tilsvarende standard analyse. Det ble i de tre prøvene analysert med denne metoden ikke påvist konsentrasjoner over deteksjonsgrensen på 0,01 mg/kg TS. Resultatene av disse er presentert i Vedlegg 1.

Kalkulert TOC i de vaskede masse er bestemt til mellom 1,6 og 5,8 %, mens den indirekte analysemetoden på TOC viser TOC på mellom 1,7 og 12,7 %. Den indirekte metoden er ifølge laboratoriet vurdert til å ikke gi et godt nok bilde av TOC-innholdet, da TOC-innholdet i noen prøver er høyere enn glødetap. TOC-innholdet er derfor ikke ventet å være så høyt.

I forkant av analyseringen er det benyttet oppstrøms fjerning av organiske partikler. Ved å ikke benytte oppstrøms-metoden i jordvaskeprosessen, ligger TOC-innholdet i sandmassene (som generelt har et høyere TOC-innhold en grusfraksjonen), på opptil 12,4 %.

Ut ifra forsøk utført forventes det at massebalansen på gjenbruk av sand- og grusfraksjoner er på ca. 50/50. Dersom det benyttes oppstrøms fjerning i jordvaskeanlegget, vil TOC-innholdet i massene som skal gjenbrukes på området (ved konservativ beregning og bruk av indirekte analyse av TOC), ligge på omtrent 6,25 %, mens det uten oppstrøms fjerning forventes å ligge på ca. 7,6 %.

5 Vurdering av forurensningssituasjonen

Tidligere deponimasser

Som resultatene i kapittel 4 viser, så er det generelt høye konsentrasjoner i fyllmassene som inneholder deponimasser. De høyeste tilstandsklassene er tilstandsklasse 4 og 5 for bly og sink, tilstandsklasse 4 for kadmium, kobber, kvikksølv, ΣPCB_7 , samt alifater i fraksjonene $\text{C}_{10}\text{-C}_{12}$ og $\text{C}_{12}\text{-C}_{35}$, tilstandsklasse 3 for arsen, nikkel, bensen, ΣPAH_{16} og benzo(a)pyren, og maksimal tilstandsklasse 2 for krom.

Fra de vaskede massene i pilotprosjektet og Fase 1, masser som er ønsket å gjenbruke på tiltaksområdet, så er det i pilot og Fase 1 påvist ett tilfelle av

tilstandsklasse 5 for både bly og sink, mens stoffene ellers er påvist i tilstandsklasse 3-4, hovedsakelig. Kadmium og ΣPAH_{16} viser konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 4 i én prøve hver, og er ellers påvist i henholdsvis tilstandsklasse 1-2 og 1-3. Arsen, kobber, ΣPCB_7 , benzo(a)pyren og alifater i fraksjonen $\text{C}_{12}\text{-C}_{35}$ er påvist i tilstandsklasse 1-3. Krom og kvikksølv er påvist i tilstandsklasse 1-2. Nikkel og bensen overskrider ingen normverdi. Det samme gjelder de lave fraksjonene av alifater.

Torv

Tidligere undersøkelser av torv har påvist tilstandsklasser så høyt som klasse 4 og 5 for ΣPAH_{16} og bensen, tilstandsklasse 3 for bly og sink, tilstandsklasse 2 for kobber og ΣPCB_7 .

Analyseresultater fra tilbudsfasen viste konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 1, med unntak av ΣPCB_7 , som ble påvist i tilstandsklasse 2. I Fase 1-undersøkelsene har to prøver hatt overskridelse av bensen (tilstandsklasse 3 og 5). Analyseresultatene i Fase 1 har ellers vist konsentrasjoner under normverdi.

Det er usikkerheter knyttet til om bensen-konsentrasjonene fra de første undersøkelsene var reelle, da laboratoriet hvor undersøkelsene er utført, har uttalt seg om at den høye konsentrasjonen påvist kan komme av at bensen blir dannet av interferens eller i forbindelse med oppvarming av masser i analysemetoden benyttet. De nye bensen-analysene som ble utført i Belgia, viste ingen konsentrasjoner over deteksjonsgrense på 0,01 mg/kg TS. Det vurderes derfor dithen at torven kan regnes som ren.

Toppdekke

Prøver av toppdekket i Fase 1-undersøkelsen viser ingen overskridelser av normverdi i noen av prøvene. Det ble analysert én prøve av toppdekket i pilotforsøket, og den viste konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 3 for bly og tilstandsklasse 2 for kobber, sink, ΣPCB_7 og benzo(a)pyren. Da disse massene var gravd opp i forkant av prøvetakingen, er det usikkerheter knyttet til hvorvidt de kan ha vært iblandet andre masser av dypere liggende materiale og da deponimasser. Prøven fra pilotforsøket vurderes ikke som representativ og toppdekket anses derfor som rent.

5.1 Estimerte mengder masser til utgraving

Ut fra dybder målt ved sjakt- og borehullsundersøkelser, er det utarbeidet volumestimer for de ulike fraksjonene toppjord, mineralske fyllmasser med innhold av deponimasser og torv. Estimaten er utført med interpolering i ArcGIS Pro, og med fastsatt høyde på kote 69,5. Yttergrensene på tiltaksområdet er begrenset til de områdene hvor det ikke er påvist avfall, og hvor det er observert berg i dagen. Det er ukjent hvordan helningen på berg er i ytterkantene, og det kan derfor være usikkerheter knyttet til de interpolerte estimatene i de ytre områdene.

En oversikt over estimerte volum er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Tabell viser estimerte volum av ulike masser som er på området per i dag, og dette er masser som er planlagt å grave opp. Volumestimater hentet fra ArcGIS Pro. Det er antatt en usikkerhet på 5 til 10 %.

Type masse	Estimert volum (faste m ³), inkludert 5 % usikkerhet
Toppjord	20.050
Mineralske masser med innhold av deponimasser	94.600
Torv (og silt/leire mellom torv og berg)	21.900

6 Risikovurdering av forurensningssituasjon

Som det fremgår av kapittel 4 og 5, inneholder løsmassene på tiltaksområdet konsentrasjoner av miljøgifter over gjeldende normverdi/tilstandsklasse 1. For å vurdere om den påviste forurensningen utgjør noe helse- eller spredningsfare med planlagt arealbruk, er det gjennomført en risikovurdering som blant annet vurderer de påviste konsentrasjonene i forhold til helsebaserte tilstandsklasser etter Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 og aktuell arealbruk på området.

6.1 Miljømål

Miljømål 1. Påvist forurensning skal ikke medføre helsefare eller andre negative miljøkonsekvenser for brukere av tiltaksområdet.

Miljømål 2. Grunnarbeider skal utføres på en slik måte at håndtering og disponering av massene ikke har helse- eller miljøkonsekvenser.

Miljømål 3. Det skal ikke være spredning av forurensning som forringer eksisterende miljøkvalitet i området eller i nærliggende resipient (Tveitevannet).

6.2 Helsebasert risikovurdering

Planlagt arealbruk for tiltaksområdet er både *boligområde*, *idrettsareal* og *sentrumsområde med kontor og forretninger (næring)*. Det er foreløpig ingen ny reguleringsplan for området, og det er derfor usikkerheter knyttet til hvor det er planlagt ulik arealbruk.

Tabell 6-1 er hentet fra veileder TA 2553/2009 (Miljødirektoratet, 2009) og viser sammenheng mellom akseptable tilstandsklasser for forurenset jord og planlagt arealbruk.

Veilederen aksepterer at områder regulert til boligformål kan nytte masser i tilstandsklasse 2 eller lavere i overflatenære masser, mens det i dypere liggende masser er akseptabelt å la tilstandsklasse 3 eller lavere ligge igjen. Dersom en risikovurdering viser at det ikke er fare for spredning, kan man la masser i

tilstandsklasse 4 for stoffene presentert i Tabell 6-1 ligge igjen i dypereliggende masser.

For områder som skal benyttes som sentrumsområde, kontor eller forretninger, kan tilstandsklasse 3 eller lavere, aksepteres som både overflatenære og dypereliggende masser. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres dersom en spredningsbasert risikovurdering viser det, mens tilstandsklasse 5 kan aksepteres dersom både en spredning- og helsebasert risikovurdering kan dokumentere at risikoen er akseptabel.

Tabell 6-1: Tilstandsklasser som kan ligge igjen i overflatenære- og dypereliggende masser ved ulike arealbruk.

Planlagt arealbruk	Overflatenære masser (<1 m dybde)	Dypereliggende masser (>1 m dybde)
Boligområder	Tilstandsklasse 2 eller lavere	Tilstandsklasse 3 eller lavere
	Jord til dyrking ved boliger eller grønne barnehager; tilstandsklasse 1 for stoffene ΣPCB_7 , ΣPAH_{16} , benzo(a)pyren, cyanid og heksaklorbenzen.	For stoffene alifater $\text{C}_8\text{-C}_{10}$ og $\text{C}_{10\text{-}12}$, benzen og trikloreten kan tilstandsklasse 4 aksepteres, hvis det ved risikovurdering mht. spredning og avgassing kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
Sentrumsområder, kontor og forretning	Tilstandsklasse 3 eller lavere	Tilstandsklasse 3 eller lavere
		Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved en risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
		Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved en risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.

Det har vært påvist tilstandsklasse 5 av sink i én prøve av deponimasser, men det planlegges ikke å benytte tilstandsklasse 5 på noen deler av området. Masser i tilstandsklasse 5 vil bli kjørt til godkjent deponi. Det er ønskelig å gjenbruke masser i tilstandsklasse 4 i sand- (63 μm -2mm) og grusfraksjon (2-40 mm).

Miljødirektoratets veileder gir veiledning med tanke på arealbruk og tilstandsklasser. Som beskrevet i kapittel 5, er det i hovedsak sink og bly som er påvist i

tilstandsklasse 4, samt at kadmium og ΣPAH_{16} er påvist i én prøve hver i tilstandsklasse 4 i massene som er ønsket å gjenbruke.

Både bly og sink er partikkelbunden i et normalområde på henholdsvis 70-80% og 40-50% (Statens Vegvesen, 2014), og det er derfor ikke ventet stor utlekking av disse uorganiske stoffene. Kadmium bindes ikke så godt til partikler, og er derfor noe mer løselig til vannfasen. Kadmium er også toksisk dersom den inhaleres. Avhengig av kilden til PAH (olje- eller forbrenningsavledet), så kan PAH være sterkt partikkelbundet eller mer i likevekt mellom vann- og partikler. Fordelingen vil være avhengig av det organiske innholdet, som PAH binder seg til. Grunnvannstanden i området er så høy at disse massene trolig vil ligge under grunnvannstand etter endt tiltak. Det er i utgangspunktet ventet lite spredning av denne forurensningen, og avgassing til eventuelle bygg som settes oppå vil heller ikke forekomme når massene ligger neddykket. Det sees derfor ikke som en utfordring å gjenbruke masser i tilstandsklasse 4, selv i områder som skal benyttes til bolig. Det er foreløpig ikke kjent hvor det skal hentes nye, rene masser fra for å kunne fylle opp igjen området til dagens nivå. Avhengig av hvilke masser som tilføres området, kan det ved en senere etablering av bygg bli aktuelt å benytte radonsperre i kjellergulv. Det kan også gi en ekstra sikkerhet i forhold til gassing inn i bygningene.

I en helsemessig risikovurdering vurderes det dithen at tilstandsklasse 4 kan gjenbrukes som dypereliggende masser på tiltaksområdet. Det foreslås for videre bruk at massene i tilstandsklasse 4 legges tilbake mest mulig samlet i et område, som dypereliggende masser under planlagt ferdig terreng og med rene og lettere forurensede masser over. Det er fordelaktig å samle disse massene med tanke på kjennskap til forurensning i grunnen, samt avgrensning av den, på sikt.

Alle masser som er påvist eller påvises i tilstandsklasse 4 eller lavere kan gjenbrukes som dypereliggende masser ved begge arealbruk, mens tilstandsklasse 3 eller lavere kan gjenbrukes som overflatenære masser i sentrums-, kontor- og forretningsområder. Da det er usikkert hvordan fremtidig utbygging kommer til å bli, foreslås det å legge maksimalt tilstandsklasse 2 i de overflatenære massene i hele området.

6.3 Spredningsbasert risikovurdering

Som beskrevet i delkapittel 6.2, er det behov for å vurdere om forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4 kan bli liggende igjen på området, med hensyn til spredning.

I den spredningsbaserte risikovurderingen, er det aktuelt å kikke på påvirkning på den nærliggende resipienten. I Miljødirektoratet sin spredningsbaserte risikovurdering er det da aktuelt å se på konsentrasjoner av forurensning som slipper ut over tid, og da EQS eller PNEC for de ulike stoffene. EQS står for miljøkvalitetsstandard (Environmental Quality Standard), mens PNEC står for konsentrasjon som predikerer ingen effekt (Predicted No Effect Concentration). EQS og PNEC tilsvarer hverandre. Konsentrasjonene som det sees på i forbindelse med å ikke overskride EQS/PNEC i Tveitevannet, er den samme som øvre grense på

tilstandsklasse II for vann og sediment, hvor det ikke forventes noen negativ effekt.

Stoffer påvist i tilstandsklasse 4 er bly og sink, samt ett tilfelle av tilstandsklasse 4 for kadmium og ΣPAH_{16} . Da det også er ventet at det kommer til å være noen små fraksjoner av ikke-mineralske masser (bl.a. plast og trebiter) igjen i massene som legges tilbake (forventet at massene kan rengjøres ned til 0,5 % masse), er det også vurdert at analyse- og utlekkingsresultater for ΣPCB_7 tas med, da det er et av stoffene som plastkomponenter kan bestå av. Plast kan også bestå av ΣPAH_{16} , som allerede er inkludert i risikovurderingen på grunn av forureningsgrad.

Det er utarbeidet to risikovurderinger for spredning. I den første er det tatt utgangspunkt i kjemiske konsentrasjoner for massene som er planlagt gjenbrukt etter vasking (se delkapittel 4.3). I den andre er risikovurderingen for spredning vurdert for stoffer som det har vært aktuelt å undersøke for innledningsvis. Disse stoffene er da vurdert basert på de høyeste konsentrasjonene påvist i tilstandsklasse 4.

Følgende er implementert i den første risikovurderingen hvor konsentrasjoner etter vasking er benyttet:

- > Jordanalyser av masser som er planlagt gjenbrukt på tiltaksområdet. Navngitt "sand upstreamed" og "gravel heavy fraction". Konsentrasjoner fra toppjorden som skal gjenbrukes, som alle var rene i Fase 1, er ikke tatt med.
- > Stoffer i tilstandsklasse 4 er vurdert. Dette gjelder de uorganiske stoffene bly, sink og kadmium, samt polyaromatiske hydrokarboner i form av benzo(a)pyren. ΣPAH_{16} er påvist i tilstandsklasse 4, men da denne ikke har noen PNEC-verdi å sammenligne med, er benzo(a)pyren, som viser de høyeste påviste konsentrasjonene av PAH-ene, benyttet.
- > Analyseresultater fra utlekkingstester. Analyseresultatene benyttet er på oppsluttede prøver (mest konservativ) og *ikke* filtrerte prøver. Totalt er det satt opp utlekking for 3 ulike kombinasjoner av flokkuleringsmiddel. Det er ingen forskjell i beregningsverktøyet ved bruk av de ulike, og derfor er det kun gjennomført spredningsbasert risikovurdering med én av flokkuleringssammensetningene på utlekkingstest.

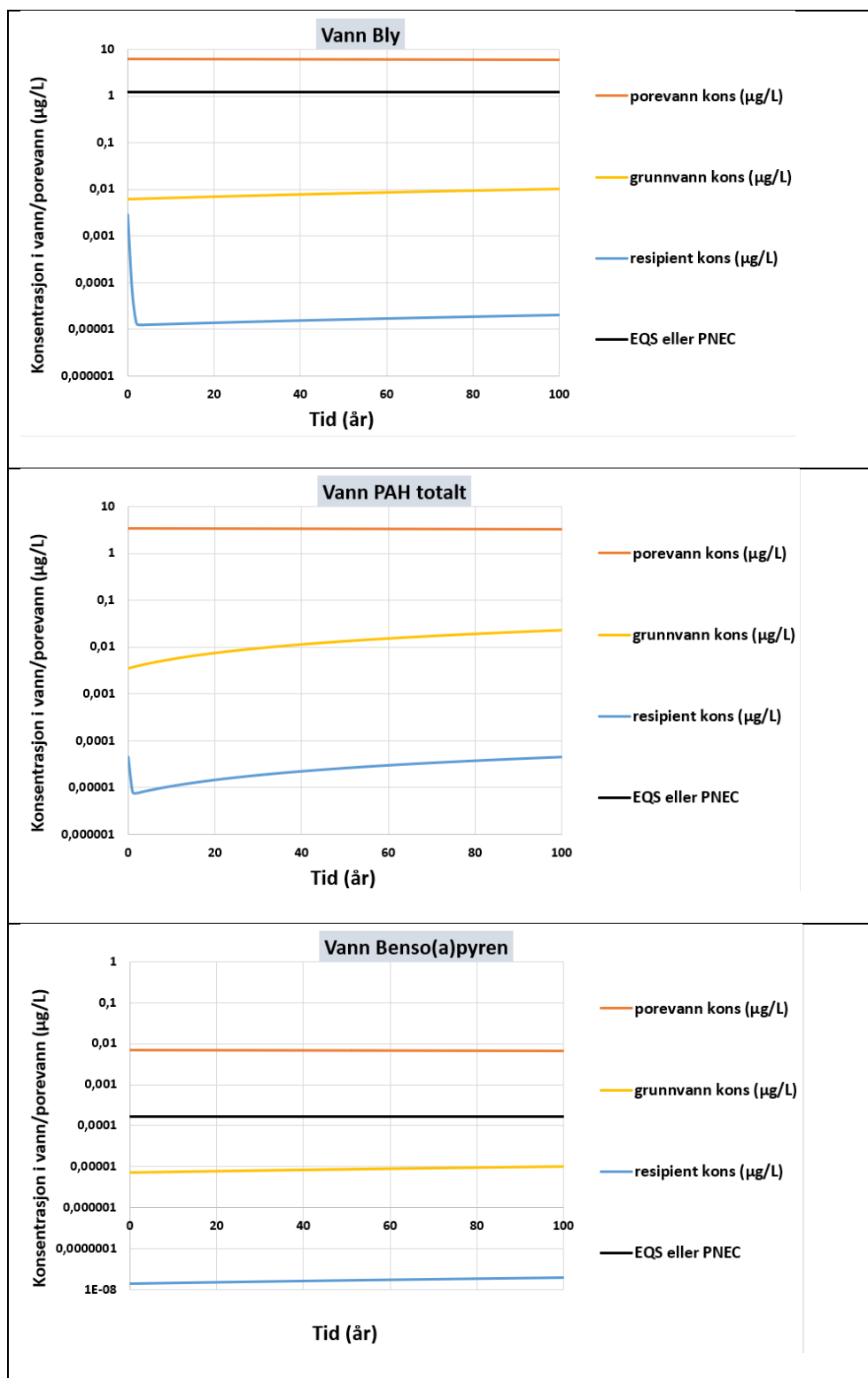
I Tabell 6-2 vises parameterinput benyttet i beregningene. Oppsummerte resultat fra den stedsspesifikke spredningsbaserte risikovurderingen er presentert i Tabell 6-3, mens konsentrasjoner i vann, porevann og resipient over tid, er vist i Tabell 6-1 og Figur 6-2. Full beregning i verktøyet er presentert i Vedlegg 7.

Tabell 6-2: Tabellen viser de parameterne som er spesielle for området, og som er brukt istedenfor standard parametere til beregning av spredningsvurdering. For utfyllende liste, se Vedlegg 7.

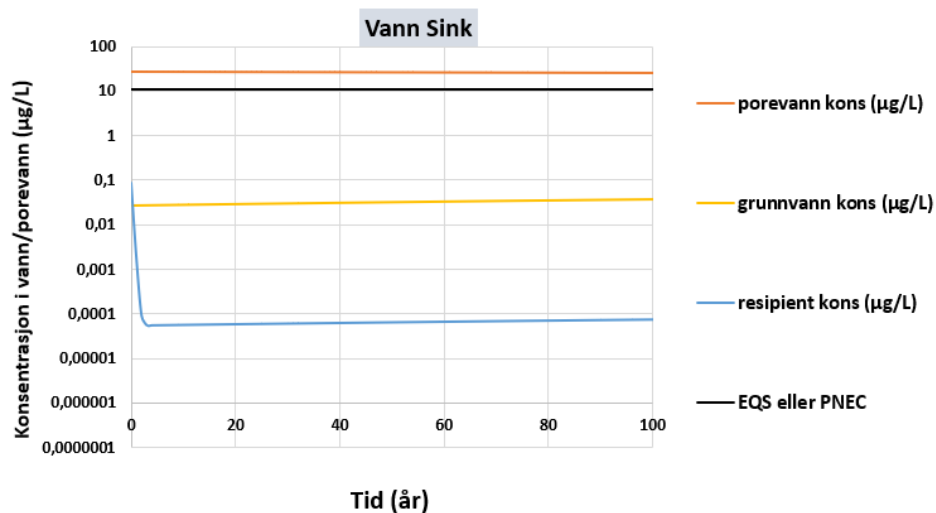
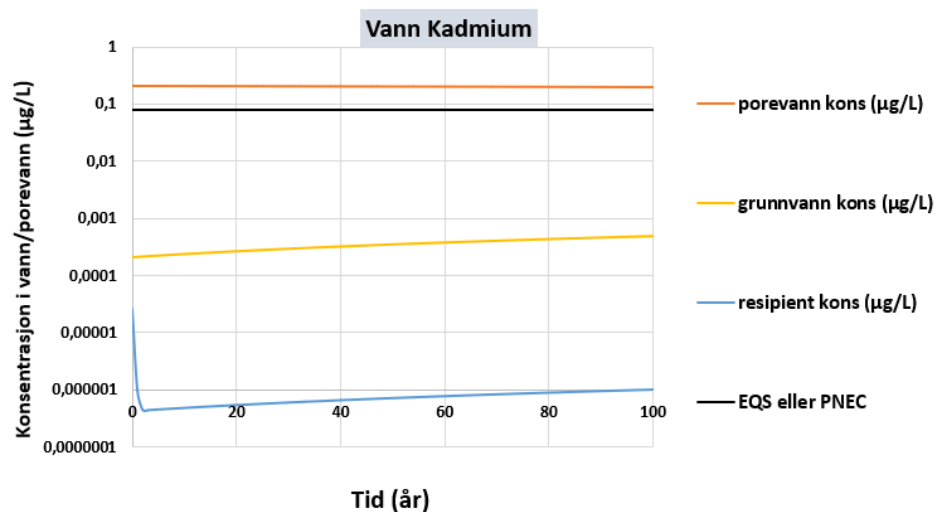
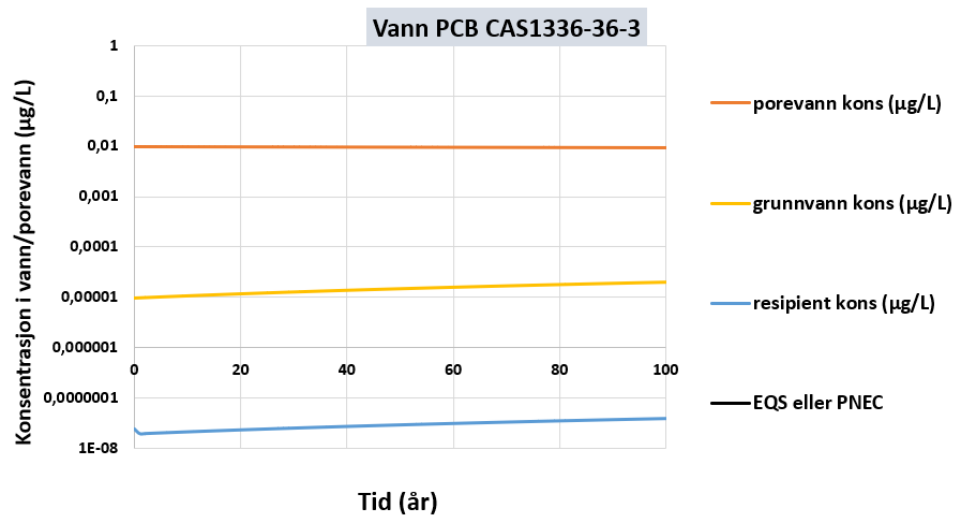
Parameter	Verdi	Begrunnelse
f_{OC} (fraksjon organisk karbon)	0,06	Se delkapittel 4.3 for TOC-konsentrasjoner. Laveste TOC-konsentrasjon i massene på området, vil binde minst partikler til tiltaksområdet og føre til størst utlekking (mest konservativ beregning).
Tetthet jord kg/dm ³	1,7	Vanlig tetthet for sand
Effektiv porøsitet	0,4	Øvre grense sand/grus (konservativt)
Vannfylt porevol. i umettet son	0,2	
Infiltr. nedbør	0,8	Maksimalverdi for grus uten evapotranspirasjon
Hydraulisk kond. (m/s)	10 ⁽⁻³⁾	Konservativ konduktivitet, tilsvarende grus/pukk.

Tabell 6-3: Tabell viser mengder stoff som er tilført resipient i løpet av 5, 20 og 100 år. Mengder er akkumulert.

Stoff	Resipient			Grunnvann
	5 år	20 år	100 år	
	kg			Maks kons (mg/L)
Bly	0,018	0,022	0,05	4,1*10 ⁻⁴
Kadmium	0,00	0,00	0,00	1,4*10 ⁻⁵
Sink	0,545	0,56	0,66	1,8*10 ⁻³
ΣPAH_{16}	0,001	0,01	0,07	2,35*10 ⁻⁴
Benzo(a)pyren	0,00	0,00	0,00	4,79*10 ⁻⁷
ΣPCB_7	0,00	0,00	0,00	6,62*10 ⁻⁷



Figur 6-1: Figurer viser konsentrasjon av bly, PAH og benzo(a)pyren i vann, porevann og resipient for spesifikke stoffer over tid. Denne er basert på analyseresultater av sand og grus fra analyser utført sommeren 2021. EQS/PNEC er markert med sort linje der disse eksisterer. Hentet fra stedsspesifikk risikovurdering. Fulle beregninger er vist i Vedlegg 7.



Figur 6-2: Figurer viser konsentrasjon av PCB, kadmium og sink i vann, porevann og resipient for spesifikke stoffer over tid. EQS/PNEC er markert med sort linje der disse eksisterer. Hentet fra stedsspesifikk risikovurdering. Fulle beregninger er vist i Vedlegg 7.

Ved å benytte maks. konsentrasjon av tilstandsklasse 4 i spredningsbasert risikovurdering, for alle stoffene som er av relevans, gitt de samme parametere som i den første og stedsspesifikke risikovurderingen, så kan alle stoff legges tilbake dersom de har konsentrasjoner tilsvarende grenseverdi på tilstandsklasse 4. Med det viser den spredningsbaserte risikovurderingen hvor maksimal konsentrasjon i tilstandsklasse 4 er lagt til grunn, at alle de analyserte parametrene kan gjenbrukes, selv i tilstandsklasse 4, uten at det forekommer for høy utlekking til resipient.

6.4 Konklusjon risikovurdering

Risikovurdering for spredning utført i spredningsberegningssystemet til Miljødirektoratet, viser at konsentrasjoner påvist i tilstandsklasse 4 i Fase 1, ikke vil overskride EQS/PNEC for Tveitevannet. Konklusjonen er at bruk av tilstandsklasse 4 masse ikke utgjør en spredningsrisiko. Spredningsbasert risikovurdering, hvor høyeste konsentrasjon i tilstandsklasse 4 er benyttet, viser også at det ikke vil forekomme utlekking til Tveitevannet som vil påvirke resipienten negativt. Det sees derfor som mulig å legge tilbake tilstandsklasse 4 for alle parametere som det er analysert på.

Miljømål 1 er ikke oppfylt dersom det ikke gjøres tiltak. Gjennomført risikovurdering i forhold til helse viser akseptabel risiko. Vurderingen omhandler i hovedsak bly og sink i tilstandsklasse 4. Ved gjennomført tiltak vil massene med bly og sink være plassert flere meter under terrengnivå og forventet under grunnvannsstand. Konsekvensen av det vil være at det ikke vil påvirke med verken avgassing eller nærkontakt, og vil derfor ikke være en utfordring å ha liggende på et område med arealbruk boligområde. Dersom tiltak utføres, vil miljømål 1 være oppfylt.

Miljømål 2: Forutsatt at håndtering og disponering av massene utføres som beskrevet i tiltaksplan, vil grunnarbeidene ikke medføre helse- eller miljøkonsekvenser. Miljømål 2 vil da være oppfylt.

Miljømål 3: Den spredningsbaserte risikovurderingen konkluderer med at det er lav risiko for utlekking av miljøgifter som kan påvirke akvatisk liv i nærliggende resipient (Tveitevannet). Dersom tiltak utføres, vil miljømål 3 være oppfylt.

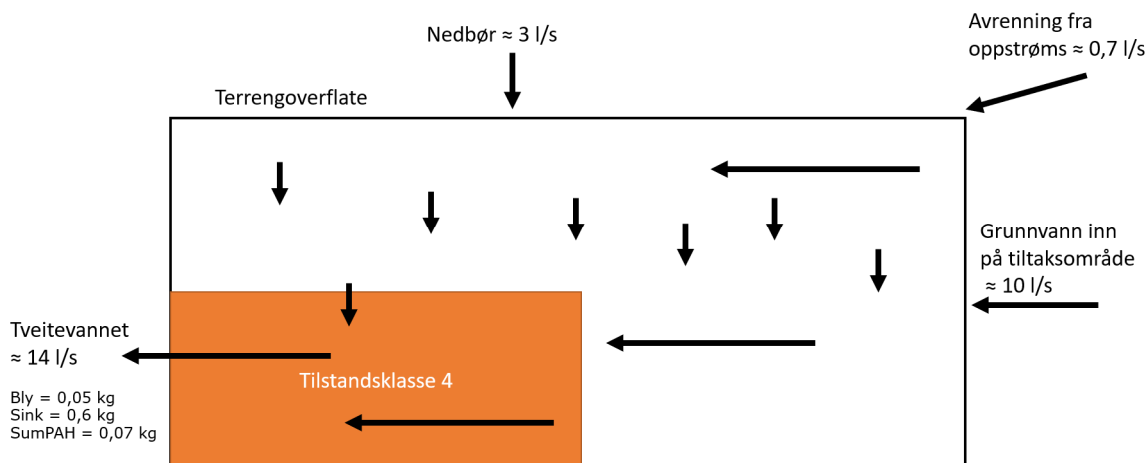
Skissen under er laget for å illustrativt vise mengden vann som kommer inn på tiltaksområdet, som ledes utenfor tiltaksområdet, og hvilke mengder vann som trolig vil gå gjennom området etter tiltak.

Tverrsnittet er vist i Figur 6-3, mens et oversiktsbilde er vist i Figur 6-4.

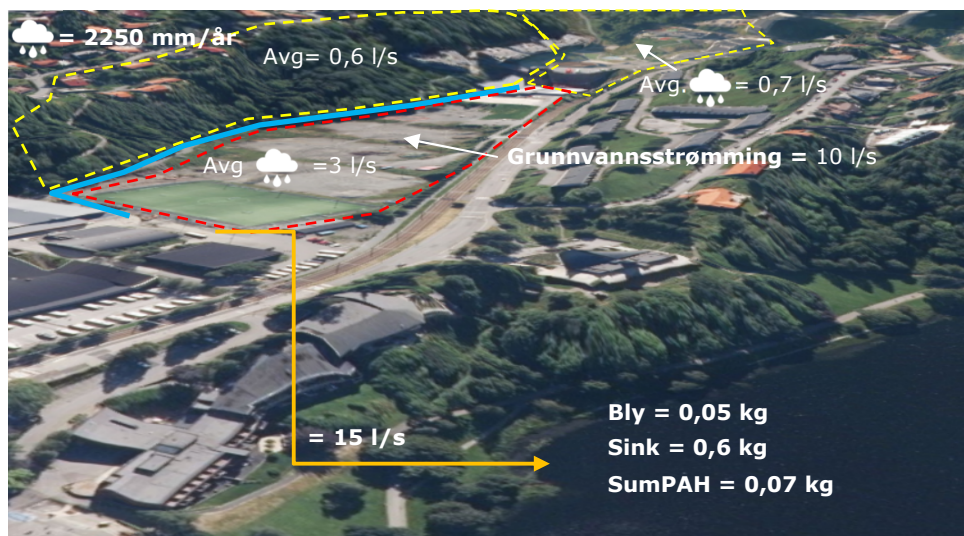
For å estimere nedbør som kommer inn på området, er det benyttet en avrenningsfaktor på 0,1 l/s per hektar i områdene oppstrøms tiltaksområdet, mens nedbørsmengden på selve tiltaksområdet viser fullt ut mengden vann som kommer med nedbør.

For grunnvannsstrømmingen er det estimert et større areal med nedbørsfelt til området (ikke tatt hensyn til overvannssystemer), antatt 10 mm nedbør

avrenning, 20% transpirasjon og at planterøtter i umettet sone tar opp 50 % av nedbøren.



Figur 6-3: Illustrasjon viser estimater på mengder vann som kommer inn på området i gjennomsnitt, strømning gjennom området, samt som renner videre til Tveitevannet. Estimerte konsentrasjoner som renner videre til Tveitevannet er mengder etter 100 år.



Figur 6-4: Skisse illustrerer estimerte mengder vann (i gjennomsnitt) som kommer inn på tiltaksområdet, som ledes utenom og som kommer videre til Tveitevannet. Mengder konsentrasjoner estimert til Tveitevatnet er etter 100 år.

6.5 Bruk av kjemiske hjelpestoffer

Det er planlagt bruk av kjemikalier i vannrensaneanlegget og i avvanningsprosessen i jordvaskeanlegget. Alle de kjemikaliene som er planlagt brukt har negativ effekt på miljøet i konsentrert form dersom de kommer ut. De vil alle stå på lukkede tanker.

Stoffer presentert i Tabell 6-4 forventes benyttet på området under vasking av de forurensete massene. Mengder med kjemikalier vist i Tabell 6-4 er estimert ut fra at det er 75 m³/time med vann som går ut av vannrenseanlegget og at det produseres 10 tonn/time med filterkake.

Tabell 6-4: Oversikt over forventet bruk av kjemikalier i løpet av anleggsfasen, basert på 75 m³/time med vann ut og 10 tonn/time med filterkake ut fra anlegget.

	Stoff	Antall og utskifting
Vannbehandlingsanlegg	Ferroklorid 40 %	2 IBC-tanker, skiftes hver uke
	10 m ³ NaOH 22%	1 IBC-tanke, fylles på hver uke
	Polymer, Nalco 71604	6*25 L kanner, ny annenhver måned
Jordvaskeanlegg	Anionisk polymer (Superfloc A 1883)	5-10 IBC-tanker, erstattes annenhver uke
	Kationisk polymer (Superfloc C 6240)	6-12 IBC-tanker, erstattes annenhver uke

Entreprenør vil være ansvarlig for håndtering og risikovurdering i forhold til lagring og forebyggende tiltak.

6.6 Energiforbruk

Bergen kommune har utarbeidet en klima- og energihandlingsplan, Grønn Strategi, hvor et av delmålene er elektrifisering av byggeplasser. Det skal benyttes en maskinpark som er elektrifisert, der det er relevant og mulig.

For å redusere forbruk av drivstoff og utslipp til luft er det inngått avtale med BKK om tilkobling til strømmettet for jordvaskeanlegget.

Gravemaskiner som skal benyttes til intern flytting av masser og tilbakefylling av masser etter vasking vil være batteridrevet. Gravemaskinene som skal benyttes til oppgraving av masser og intern transport med dumpere vil skje med maskiner drevet av dieselmotor. Årsaken til at ikke alle maskinene skal være batteridrevet er at man ønsker å benytte seg av større maskiner til utgraving, og med dagens teknologi vil de største gravemaskinene ha svært kort driftstid dersom de skal være batteridrevet.

Ved at avfallsmassene skal sorteres på stedet og de vaskede fraksjonene skal gjenbrukes på stedet, vil man ha et redusert transportbehov sammenlignet med at alle masser kjøres usortert til deponi. Som følge av at en del av massene skal gjenbrukes, så reduseres behovet for å kjøre inn ren sprengstein for igjenfylling av fjernet masse.

7 Tiltaksplan

7.1 Håndtering av masser

Basert på utført pilotforsøk og supplerende prøvetaking og analyser utført sommeren 2021, er det konkludert med hvordan masser kan håndteres, disponeres og prøvetas videre, for å forsikre at masser håndteres korrekt.

Punktene under viser planlagt gjenbruk, og hvordan dette følges opp når det blir påvist endringer i forurensning i massene som skal håndteres.

7.1.1 Gjenbruk og disponering av masser

Som beskrevet tidligere i rapporten, ønsker prosjektet å gjenbruke masser etter vaskeprosessen til oppfylling av terrenget etter at deponiet er fjernet. Dette vil bli gjort under forutsetning av at massene har en geoteknisk kvalitet som tilsier at de kan brukes som byggegrunn, og ikke har noe utlekkingspotensiale til miljøet.

Vaskeprosessen klarer å fjerne forurensede finpartikler, samtidig som vindsikt fjerner lettere fraksjoner som plast og noe trevirke. Det sorteres også ut magnetiske og ikke magnetiske metaller. Tegl, keramikk, glass og slagg har relativt lik egenvekt som steinmassene og vil bli sortert ut sammen med steinmassene. For å vurdere utlekking av tegl, keramikk, glass og slagg, ble det i 2020 utført en utlekkingstest på disse massene (DEC, 2020). Den viste at det var overskridelse av grenseverdi for inert avfall på mineralolje C₁₀-C₄₀.

Prøvemateriale fra graveforsøket utført sommeren 2020, ble etter første sortering i fraksjonene 2-40 mm, 40-80 mm og 80+ mm, sortert manuelt i ytterligere fraksjoner. Som eksempel, er fraksjoner av stein, tegl, keramikk og glass først sortert sammen i fraksjon 80+ mm, men for å kunne se hvilke mengder det er av hvilke materialer, ble blant annet disse massene sortert ytterligere. Vekt% av de ulike fraksjonene og materialer er sammenstilt i Tabell 7-1.

Tabell 7-1: Fraksjoner basert på prøvegraving utført i 2020. Tall mottatt fra DEC.

	Antall gjenstander	Masseandel (%)	Klassifisering	Andel
Avfallsfraksjon				
Metall, jernholdig	143	5,1	Kan gjenbrukes	6,6
Metall, ikke-jernholdig		1,6		
Stein	429	61,5	Kan gjenbrukes	76
Tegl, betong	68	4,9		
Keramikk	104	5,5		
Glass	133	4,1		
Slagg	63	3,4	Avfall med lav brennverdi	5,9
Beinrester	53	2,5		
Lær, tau tekstil	139	5,8	Avfall med høy brennverdi	11,5
Trevirke	136	4,5		
Plast	45	1,1		
Papir	7	0,1		
Totalt sortert	1320	100		

Av fraksjonen som kan gjenbrukes viste forsøket at 76 % av massene som er tenkt gjenbrukt på stedet består massene av 77 % stein, 6 % tegl/betong, 7 % keramikk, 5 % glass og 4 % slagg.

Basert på de supplerende undersøkelsene utført sommeren 2021, ble det beregnet at dersom tilstandsklasse 4 kan gjenbrukes, så vil gjenbruk, deponering, forbrenning og resirkulering se ut som i Tabell 7-2.

Tabell 7-2: Omtrentlig forventet gjenbruk dersom tilstandsklasse 4 gjenbrukes. Estimerte tall mottatt fra DEC.

Fraksjon	Gjenbruk	Deponi	Forbrenning	Resirkulering	Håndtering torv	Totalt
%	52	32	1	2	13	100
Tonn	110.900	64.500	3.000	4.700	27.000	210.100

Som en del av dette gjenbruket, planlegges det også å bruke inerte avfall av keramikk og glass, tegl og betong, samt slagg, som tilbakefyllingsmasser på tiltaksområdet. Inerte masser er definert som masser som ikke gjennomgår noen signifikant fysisk, kjemisk eller biologisk endring. De er derfor ikke ventet å gi negative effekter på området og endre kvaliteten av grunnvann eller nedstrøms resipient.

Dette er ikke en standard nyttiggjøring i Norge, med unntak av for betong og tegl, men i Europa har en kommisjon etablert en sirkulærøkonomisk pakke. I henhold til den sirkulærøkonomiske pakken som hensyntar tilbakefylling, skal medlemsland i løpet av 2020 gjenbruke, gjenvinne og tilbakefylles minimum 70% bygningsavfall. Produksjon, produktkvalitet og sikring av produktkvalitet bygger på Europeisk standard EN 13242, som allerede er implementert i Nederland, Storbritannia, Østerrike og Frankrike.

For å kunne nyttiggjøre de inerte massene på området, vil det være aktuelt å utføre utlekkingstester av massene, for å kunne se om eventuelle konsentrasjoner av utlekking vil utgjøre noen fare for grunnvann eller resipient. I Vedlegg 8 "Re-use of glass, ceramics and slags", er maksimale konsentrasjoner på utlekkingstester utført i pilotforsøket sammenstilt med grenseverdier for utlekking for Nederland, Østerrike og Frankrike, som en sammenligning. Supplerende prøvetaking er beskrevet i delkapittel 7.1.3.

All gjenbruk av masser, og hvor masser med ulik forurensningsgrad legges tilbake, vil registreres, legges inn koordinater på og markeres i 3D-modell, slik at det for videre prosess vil være enklere å vite hvilke masser det graves i dersom det blir aktuelt å senke terreng når nye bygg skal etableres på området.

7.1.2 Mellomlagring av masser

Mellomlagring av løsmasser skal foregå innenfor tiltaksområdet. Det er planlagt å holde graveområder til et minimum for å redusere eventuell lukt fra deponiet,

samt for å begrense behov for mellomlager. Det vil trolig forekomme at det må mellomlagres forurensede masser på områder hvor det allerede er masseutskiftet. Det må da etableres tette dekker eller annen barriere i bunnen med kontrollert avrenning slik at forurensede partikler eller vann ikke kan spres til underliggende masser. Ved lengre lagring kan det være hensiktsmessig å dekke til massene som lagres, slik at avrenningen blir minimal. Rene masser fra andre steder på området kan eventuelt benyttes som barriere mellom rene og forurensede masser. Etter endt mellomlagring skal underlaget håndteres og disponeres som de forurensede massene over.

Mellomlagring utenfor tiltaksområdet kan kun gjøres med særskilt tillatelse fra Statsforvalteren i Vestland.

7.1.3 Supplerende prøvetaking

Ved gjennomføring av tiltaket skal det utføres prøvetaking av alle de ulike massene. Topplag, masser med innhold av avfall og torv vil graves opp hver for seg, og holdes separert i oppgravings-, behandlings- og eventuell tilbakeleggingsfasen. Masser vil bli gravd opp kontinuerlig. Masser med innhold av avfall går gjennom jordsorteringsanlegget for sortering før de mellomlagres, mens masser som øvre grusdekke og masser av torv ikke trenger å sorteres før de prøvetas og mellomlagres.

Det planlegges at masser mellomlagres i hauger på ca. 500 m³. Det sees som hensiktsmessig å ta én blandeprøve (med 10-12 stikk) fra hver haug med masse.

Det planlegges å utføre utlekkingsstester på masser som skal transporteres til deponi. Det kan bli aktuelt å utføre utlekkingsstester på noen av massene som er vasket for å bli gjenbrukt på tiltaksområdet (se gjenbruk av inerte masser i delkapittel 7.1.1), men det sees ikke som nødvendig å utføre utlekkingsstest på alle de mellomlagrede massene og haugene.

Da det for Tveitevannet foreligger resultater fra overvåkingen før, under og etter tiltak i 2020 (COWI, 2021), er det vurdert dithen at det ikke er nødvendig med egen undersøkelse av resipienten før saneringstiltak. Det vil i løpet av anleggsfasen utføres prøvetaking av resipient i henhold til Vedlegg 4.

De kjemiske analysene vil utføres av akkreditert laboratorium.

7.1.4 Masser til godkjent mottak

Etter vasking og sortering vil man få ut enkelte fraksjoner som ikke kan gjenbrukes. Dette gjelder filterkakene og avfall med lav brennverdi. Det vil også kunne forekomme at det er masser som selv etter vaskeprosessen ikke blir rene nok og må leveres til godkjent mottak.

Det er ikke ønskelig å la torven bli liggende eller bli gjenbrukt på tiltaksområdet, den skal derfor kjøres bort. Den skal leveres til godkjent mottak, hvor det er planlagt videre nyttiggjøring av massene.

Alle masser som skal transporteres ut av området, skal lastes på biler med tette lastekarmer.

7.1.5 Fremmede arter

I området mellom kunstgressbanen, Turnkassen og Gimlehallen er det forekomster av den fremmede arten parkslirekne, se Figur 7-1. Det har også blitt observert noe parkslirekne sørøst for tiltaksområdet. Denne arten er definert som en høyrisikoart og det bør alltid gjøres tiltak for å hindre videre spredning som følge av anleggsarbeidene.

Det skal i utgangspunktet fjernes 7 meter i radius og 3 meters dybde rundt en forekomst. Per nå er det usikkert hvor stor forekomsten utenfor tiltaksområdet i sørøst er, og hvor langt inn på tiltaksområdet forekomsten potensielt kan strekke seg. Dette må kartlegges bedre før tiltak settes i gang.



Figure 7-1: Utsnitt viser observasjoner av parkslirekne i nord. Rød markering med sort kryss over er allerede håndtert. Hentet fra "Tiltaksplan, forurenset grunn. Etablering av avskjærende grøft, Slettebakken deponi".

7.2 Risiko for spredning av forurensning til ytre miljø

Ved gjennomføring av tiltakene på Slettebakken er det ulike former for forurensning som kan finne sted. I delkapitlene under er det gitt en gjennomgang av disse, og det er støy, støv, lukt og via vann.

7.2.1 Støy

Oppgraving av masser, intern transport, sortering og vasking av masser er alle prosesser som vil føre til økt støy mot omgivelsene.

Det stilles spesielle krav til sortering av masser med solleverk med tanke på støy. Grenseverdier for støy fra anlegg etter kapittel 30 i forurensningsforskriften er gjengitt i Tabell 7-3. Disse er noe lavere enn grenseverdier gitt for støy i T-1442/2021 "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging".

Tabell 7-3: Grenseverdier for utendørsstøy som frittfeltsverdi (lyd fra kilde til målepunkt, uten støybidrag reflektert via vertikale flater) ved mest støyutsatte fasade hos nabo.

Tidsperiode	Grenseverdi
Mandag -fredag	55 L_{den}
Kveld mandag -fredag	50 $L_{evening}$
Lørdag	50 L_{den}
Søn-/helligdager	45 L_{den}
Natt (kl.23-07)	45 L_{night}
Natt (kl. 23-07)	60 L_{AFmax}

L_{den} -døgnmiddel, med impulsstøy eller rentonelyd er grensen 5dB lavere.

Stengeste grenseverdi legges til grunn når impulslyd opptrer med i gjennomsnitt mer enn 10 hendelser pr. time.

$L_{evening}$ -A-veiet ekvivalentnivå for 4 timers kveldsperiode kl 19-23

L_{night} -A-veiet ekvivalentnivå for 8 timers nattperiode kl 23-07

L_{AFmax} - gjennomsnitt av de 5-10 høyeste forekommende støynivåene LAF (A-veid støynivå med Fast respons) fra en industribedrift i nattperioden 23-07

I henhold til Miljødirektoratets støyretningslinjer skal det utføres en akustisk beregning av hvilke lydnivå som kan forventes ved bygningstypene som omfattes av støygrensene ved tiltaksområdet (Miljødirektoratet, 2014).

Multiconsult Norge AS utførte i oktober 2021 en støyvurdering for området og de planlagte arbeidene (Multiconsult, 2021). Rapporten viser at anleggsdriften kan overskride grenseverdiene presentert i Tabell 7-3. Det ble utført beregning av støy fra anleggsdrift for tre faser hvor det forekommer full drift, og alle beregningene viste potensielle overskridelser av støy.

Det er foreslått støytiltak i rapporten, som blant annet å støyskjerme lokalt ved kilden, da spesielt vaskeanlegget, men det forventes ikke at støyen vil reduseres med mer enn et par desibel. Det nevnes også reduisering i driftstid fra 12 til 8 timer per dag, men det vil forlenger driftstiden på området (22 i stedet for 18 måneder), og det sees heller ikke som et godt alternativ, da det kun vil redusere støy med 2-3 dB i døgnet, samt forlenge anleggsperioden. Da det er knyttet usikkerhet til beregningene, er det vurdert at støymålinger og videre vurderinger av støytiltak vil komme etter at anlegget er satt opp.

Det som trekkes frem i rapporten er at det kan forekomme at støygrenser overskrides. Det er viktig å understreke at tallene kommer fra konservative beregninger, og ikke er sikre før anlegget tas i bruk.

Det vektlegges at boligene har en stille side der lydnivå ikke overskrider grenseverdier, og at alle boligene har stue og soverom som har vindu mot den stille siden, samt balkong på den stille siden. Innendørs grenseverdier er på dagtid i ukedager er 40 dB, se Tabell 7-4 og forventes å være 25-30 dB lavere enn utendørs målinger. Det forventes derfor at de innendørs grenseverdiene vil overholdes.

Det anbefales varsling og løpende dialog med berørte naboer angående oppfølging i form av målinger og støylogging etter oppstart av arbeidene.

Det er i hovedsak ønske om at utendørs grenseverdier skal benyttes, men dersom det er vanskelig å oppfylle disse kravene, bør innendørs grenseverdier som minimum oppfylles.

Tabell 7-4: Anbefalte innendørs støygrenser for bygge- og anleggsvirksomhet. Alle grenseverdier gjelder innfallende lydtryknivå, i som for støyfølsom bruksformål.

Bygningstype	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller søn-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus og pleieinstitusjoner	40	35	30
Arbeidsplass med krav om lavt støynivå	45 i brukstid		

De generelle reglene for arbeidstid på midlertidige anleggsområder i Bergen kommune er man-fre kl. 07.00-19.00 og lør kl. 07.00-17.00. Lørdagen er det planlagt arbeider som vedlikehold av utstyr etc. Det vil ikke foregå arbeider på tiltaksområdet utover de angitte tidene, med mindre naboer og andre berørte parter er varslet på forhånd. Arbeid utover angitte tider skal bare forekomme unntaksvis.

Den akustiske beregningsmodellen skal vedlikeholdes etter endringer i aktiviteter som kan medføre økt eller endret støy.

7.2.2 Støv

Oppgraving av masser, sortering og internt transport vil i tørrværsperioder føre til støvning. Det kan være behov for støvredukerende tiltak som vanning, og evt. salting, av interne anleggsveier og mellomlagrede masser.

Transport ut fra tiltaksområdet kan føre til tilgrising av Vilhelm Bjerknes' vei. Det planlegges å legge asfalt inn på utkjøringsområdet på tiltaksområdet, for å forhindre tilgrising. Disse bilene vil ikke kjøre ellers på området, da de mellomlagrede massene vil være tilgjengelig fra det asfalterte området. Området inne på tiltaksområdet hvor det blir mest intern kjøring, planlegges også å asfalteres.

Massene som ligger på mellomlager kommer til å ligge i båser. Disse kommer også til å begrense støvingen noe, da mellomlageret ikke vil bli så vindpåvirket som massene blir dersom de ligger åpent.

I henhold til kapittel 30 i forurensningsforskriften skal utslipp av støv/partikler fra virksomheten ikke medføre at mengde nedfallsstøv overstiger 5 g/m^2 i løpet av 30 dager. Standard NS 4852:2010 "Luftundersøkelse – Uteluft – Måling av støvnedfall".

Som følge av at det er mindre enn 500 meter til nærmeste nabo (ca. 50 meter på korteste strekke) skal det gjennomføres støvnedfallsmålinger i 30-dagers intervaller. Det vil bli gjennomført en til to runder før oppstart av anleggsarbeidene (avhengig av når arbeidene går i gang), og deretter vil det foregå gjennom hele anleggsperioden. Forslag til plassering av støvmålere er merket med gult i Figur 7-1. Før arbeidene starter foreslås det å utføre støvmålinger ved de tre lokalitetene markert nr. 1, 3 og 5.

Som vist i graveplanen i kapittel 3.3, skal man begynne gravearbeidene i sør og ferdigstille dette området før man fjerner kunstgressbanen i nord. og når området i sør er ferdigstilt, så tar man området i midten. Det sees derfor ikke som nødvendig å la alle støvmålere stå ute i hele gjennomføringsfasen. Det foreslås at de tre målestasjonene lengst mot sør og sørvest (markert nr. 1-3) benyttes i starten, og etter hvert som gravearbeidene flytter seg, kan det bli aktuelt å avslutte noen støvmålere, og starte nye som er plassert nærmere nytt graveområde. Avslutning av målestasjoner vil også være avhengig av at disse målestasjonene har vist at grenseverdien ikke er overskredet.



Figur 7-1: Kartutsnitt viser forslag til plassering av støvmålere, markert med gule sirkler. Det foreslås at det kun måles i 2-3 bøtter om gangen, og at plasseringen flyttes etter hvert som arbeidet flytter seg videre mellom delområdene. Kartkilde: ArcGIS Pro.

7.2.3 Lukt

Det har under de tidligere forsøkene vært registrert lite lukt på deponiet, men det har forekommet lokalt ved en prøvegrøp ved graving, samt at det i forbindelse med grunnvannprøvetaking ble observert lukt av olje i noen brønner, samt noe H₂S. Disse har alle vært svært lokalt. Da det er et tidligere deponi, er det ikke å utelukke at det vil forekomme lukt på området. Det er derfor nødvendig å ha en lukthåndterings- og kommunikasjonsplan i henhold til veileder TA-3019/2013 (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2013).

7.2.4 Vann

Den største kilden til transport av forurensning fra anleggsområdet er forurenset vann fra gravegrøp. I dag går det en overvannsledning fra området sør for Fysak, gjennom deponiet og ut i Tveitevannet, se Figur 7-2. Ledningen er strømpet gjennom deponiet for å hindre at forurenset sigevann trenger inn i ledningen.

For å hindre at forurenset vann lekker inn på overvannsledningen som følge av anleggsarbeidene, vil overvannsledningen bli plugget nedstrøms deponiområdet, se Figur 7-2. For å redusere mengden vann inn på deponiområdet fra sør, vil rent overvann ledes i selvføll fra eksisterende kum (grønn sirkel lengst sør i figur 7-2) og over i den nye overvannsledningen som ble etablert langs med østre deponikant i 2020. Rent overvann vil dermed ledes rundt deponiet og videre ut i Tveitevannet. Det er utarbeidet en miljørisikovurdering for Tveitevannet. Den er presentert i Vedlegg 6. Det vil være behov for overvåkning av Tveitevannet og grunnvann på området under tiltak. Se Vedlegg 5 for foreslått overvåkningsprogram.



Figur 7-2: Oransje linje viser overvannsledning gjennom deponiet som skal plugges. Grønn sirkelen i nord viser omtrentlig hvor rører blir plugget. Ny overvannsledning etablert i 2020 er vist med blå linje, mens de grønne sirklene i sør viser hvor vannet kommer til å pumpes fra og til.

Alt vann som blir forurenset av grave- og saneringsarbeidene blir behandlet i renseanlegg og sluppet på overvannsrør til Tveitevannet. Det er identifisert fire hovedkilder for forurenset vann; regnvann, sigevann fra deponiet, avrenning fra mellomlager og behandlingsområde.

Regnvann vil i størst mulig grad avskjæres fra behandlingsområdene for å hindre vann fra å renne ned i åpen byggegrop. Avrenning fra alle tette flater og mellomlagrede masser skal ledes ned i byggegrop og pumpes til renseanlegg.

Når deponiet åpnes, vil det sige vann ut fra avfallsmassene og inn i byggegrop. Det blir viktig å holde avstand mellom masser som fylles tilbake og ubehandlede områder. Vann i åpen byggegrop blir pumpet til fordrøyningsmagasin for behandling i renseanlegg.

Oppgravde masser på mellomlager vil bli liggende noen dager i påvente av testresultater. Massene blir da også avvannet. Det vil også være aktuelt å dekke dem over ved mye nedbør.

Når behandlingsanlegget flyttes til ny oppstilling, vil det bli stående på masseutskiftet grunn. For å unngå forurenset avrenning fra den nye oppstillingen på rene masser, er det behov for tett underlag under alle installasjoner. Avrenning vil da fanges opp på betong- og asfaltdekker og pumpes til renseanlegg.

Renseanlegg

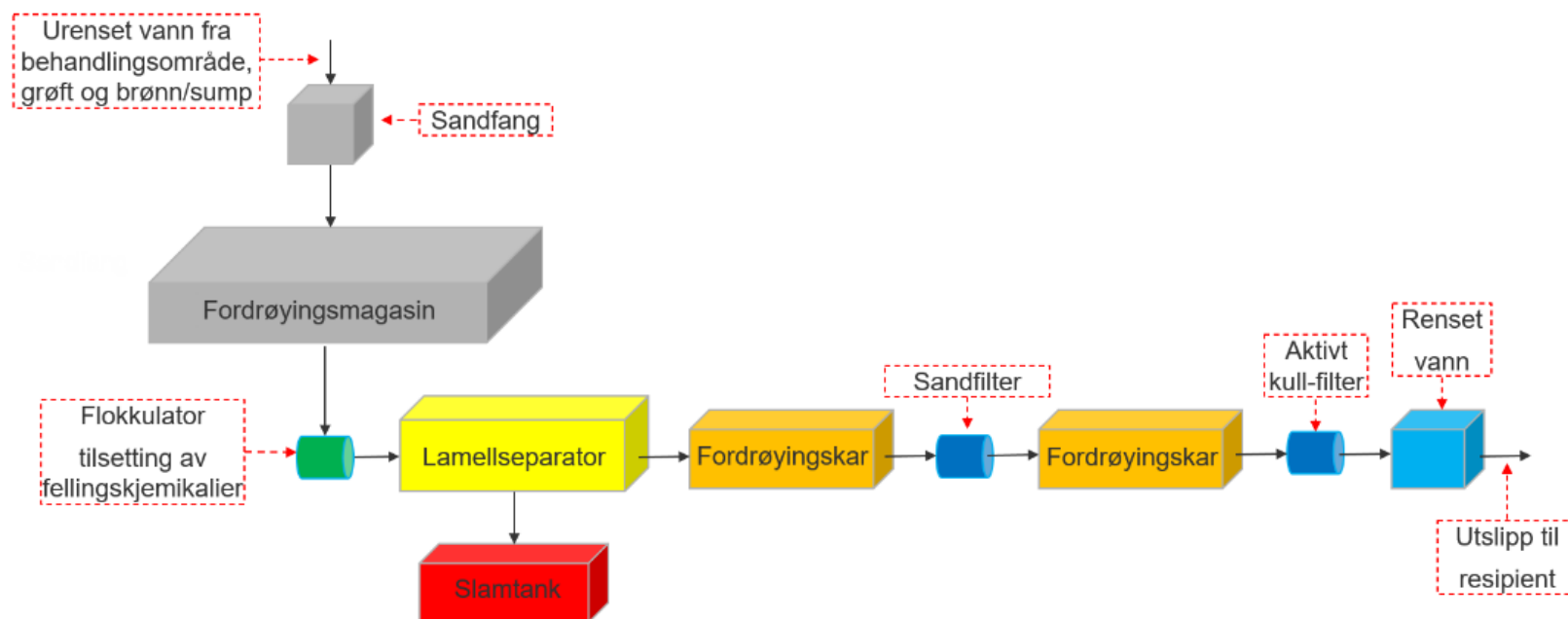
Det vil være behov for å pumpe vann ut av gravegrop slik at massene som graves opp og som skal saneres er tørrest mulig. Grunnvannsprøver tatt i forbindelse med anleggsarbeidene utført i 2020, se kap. 4.2, viste at grunnvannet er forurenset og at dette vannet derfor ikke slippes urensset ut på overvannsnett (COWI, Sanering av Slettebakken deponi -fase 1, 2021). Alt vann som pumpes opp fra gravegrop vil derfor bli pumpet inn på et vannrenseanlegg før det slippes ut på overvannsnett og videre ut i Tveitevannet. Prinsippskisse for prosessene i vannrenseanlegget er vist i Figur 7-3.

Det skal forgå kontinuerlig overvåking av renseanlegget i anleggsfasen. Det skal tas vannprøver fra utløpet som kontrollere at vannet som slippes på overvannsnett har tilfredsstillende kvalitet. Kvaliteten skal være i henhold til grenseverdiene som blir gitt i tillatelsen til utslipp. Det vil også tas prøver av vannet inn på renseanlegget for å kontrollere behovet for tilsetning av kjemikalier i renseprosessen. Man ønsker å ta hyppigere prøver ved oppstart og frem til man ser stabile verdier under grenseverdiene.

Det er utarbeidet forslag til måleprogram for renseanlegget, se Vedlegg 3.

Renseløsning Slettebakken

Prinsippskisse DEC



Figur 7-3: Prinsipp vannrensaneanlegg

8 Rapportering

Tiltakshaver skal kunne dokumentere at inngrepet i grunnen skjer i samsvar med forurensningsforskriften og godkjent tiltaksplan. Arbeid og hendelser relatert til kontroll og oppfølging av forurensning skal dokumenteres fortløpende under anleggsfasen.

Det skal utarbeides en månedlig rapport om aktiviteten på anlegget, og den skal oversendes Statsforvalteren senest den 15. i påfølgende måned. Den månedlige rapporten skal inneholde følgende:

- > Utførte aktiviteter
- > Hvordan man ligger an ut fra fremdriftsplan
- > Naboklager, inkl. hvordan dette ble håndtert
- > Massehåndtering
- > Mengder masse gravd opp
- > Mengder masse sortert, fordelt på fraksjoner
- > Mengder masse fordelt på fraksjoner levert til deponi og gjenvinning
- > Mengder masse som er vasket og tilfredsstillende kravene, og som er lagt tilbake
- > Beskrivelse av erfaring med teknologi, utstyr etc.
- > Resultater av støv- og støymålinger fra den perioden hvor resultater foreligger
- > Analyser vannprøver fra renseanlegg, inn og utløp fra den perioden hvor resultater foreligger
- > Oppdatert liste for RUH (mindre og større avvik i forhold til tillatelsen)
- > Det skal også leveres kvartalsrapporter til Statsforvalteren. Krav til innhold i kvartalsrapportene er oppsummert i Vedlegg 4, men innholdet er kort oppsummert under:
- > Analyseresultater fra grunnvannsprøver og vannprøvetaking i Tveitevannet
- > Analyseresultater fra sedimentfeller og POM i og ved Tveitevannet
- > Analyseresultater fra vannprøver fra grunnvannsbrønner
- >

8.1 Sluttrapport

Det skal utarbeides en sluttrapport som sendes til Statsforvalteren i Vestland senest 3 mnd. etter at gravearbeidene er avsluttet. Sluttrapporten skal inneholde:

- > Beskrivelse av hvilke grunnarbeider som er utført, inkludert eventuell restforurensning og omdisponerte masser
- > Dokumentasjon på at gjenværende masser er innenfor akseptkriteriene for gjeldende arealbruk
- > Dokumentasjon på deponering av forurensede gravemasser og avfall ved godkjent mottak (veiesedler)
- > Rapportering av overvåking av utslipp fra renseanlegget
- > Rapportering av overvåking grunnvann og resipient
- > Beskrivelse av eventuelle avvik fra foreliggende tiltaksplan.
- > Beskrivelse av eventuelle søknader om avvik fra foreliggende tiltaksplan, og forurensningsmyndighetens godkjenning av disse.

9 Forurensningssituasjonen etter tiltak

Etter at avfallsmassene er sanert, vaskede, inerte masser er gjenbrukt på området, forurensede masser og avfallsfraksjoner kjørt til godkjent mottak, vil gjenværende masser ikke være en kilde til forurensning til resipient eller mennesker som oppholder seg på området. Forurensningssituasjonen på området vil være bedre enn opprinnelig, men området vil fortsatt være forurenset, og status til området må oppdateres i grunndatabasen for forurenset grunn.

10 Oppsummering av tiltaksplan

Oversikt over tiltaksplanen er oppsummert i Tabell 10-1.

Tabell 10-1: Tabell oppsummerer kort krav til tiltaksplan (etter forurensningsforskriftens §2-6) og hvilke kapittel eller vedlegg som presenterer ulike tema

Punkt i §2-6	Kortfattet beskrivelse	Kapittel (evt. vedlegg)
Redegjørelse av undersøkelser som er utført	Det er utført flere runder med undersøkelser, sist sommeren 2021.	4
Redegjørelse for fastsatt akseptkriterier	Akseptkriterie satt til tilstandsklasse 2 i overflatenære masser og tilstandsklasse 4 i dypereliggende masser.	6

Vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terrengingrepet	Spredning av forurensning via vann, luft og støv. Forurensning i form av støv er også beskrevet som et utslipp til ytre miljø.	7.2.
Redegjørelse for hvilke tiltak som skal gjennomføres, samt tidsplan for gjennomføring	Sanering av tidligere deponi, hvor det er ønsket å gjenbruke mest mulig av massene som saneres.	3
Redegjørelse for hvordan forurensede masse skal disponeres	Noen forurensede masser skal gjenbrukes, andre leveres til godkjent deponi.	7.1.
Redegjørelse for kontrolltiltak	Overvåking av vann, støv, støy, lukt, gass og oppgravde masser. Overvåking av grunnvann, anleggsvann og resipient er nærmere beskrevet i Vedlegg 3 og 4 Arbeidene skal også rapporteres undervegs i anleggsfase	7.2 8
Dokumentasjon av at tiltaks-gjennomføringen blir utført av godkjente foretak.		

11 Kommunikasjon, dialog med naboer og andre berørte parter

Slettebakken deponi ligger tett opp mot boliger, idrettsanlegg, kirke, eldreheim og skole. Det er derfor ansett som svært viktig å ha gode kommunikasjonskanaler mot alle berørte parter. Bergen kommune har derfor egen kommunikasjonsmedarbeider involvert i prosjektet.

Det vil bli lagt ut oppdatert informasjon om planlagte aktiviteter og forventet fremdrift i prosjektet jevnlig på kommunens hjemmeside i tillegg til på prosjektets facebookside og instragramprofil. Skolen, kirken, eldreheimet og idrettsalliansen vil bli informert spesielt om planlagte aktiviteter. Det vil også bli sendt ut SMS-varsel til naboer og andre berørte parter ved spesielle aktiviteter som ekstra transport inn/ut av anleggsområdet eller støyende aktiviteter.

Eventuelle klager fra naboer og andre berørte parter vil bli svart ut og journalført.

12 Risikovurdering – sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)- Vurdering av risiko som følge av terrenginngrepet

I henhold til krav i byggherreforskriften (BHF) skal det utføres en risikovurdering med hensyn på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø ved gjennomføring av arbeidene beskrevet med hensyn til forurenset grunn.

Identifiserte risikoforhold er vist i Tabell 12-1.

Tabell 12-1: Identifisering av risikoforhold relatert til SHA ved anleggsarbeider i forurenset grunn. Utarbeidet på grunnlag av §5, §8c og §9 i BHF.

Risikoforhold	Arbeidsoperasjon	Anbefalte tiltak
Arbeid nær installasjoner i grunnen.	Graving i grunnen	Ha påvisning på alle rør og kabler i grunnen, utfør tiltak hvor dette er aktuelt.
Om mennesker utenifra kommer seg inn på området	Alt grave- og sorteringsarbeid på tiltaksområdet	Gjøre området utilgjengelig for uvedkommende
Menneskelig eksponering via oralt inntak, hudkontakt og støvekspone- ring.	Håndtering av forurensete masser/vann kan medføre fare for eksponering via hudkontakt og innpusting av støv/gass etc.	Det er ikke behov for spesielle helsemessige tiltak for arbeiderne utover vanlig verneutstyr. Entreprenør må overholde yrkeshygieniske krav fra arbeidstilsynet og følge HMS-rutiner.

Graving innenfor tiltaksområdet forventes å skje hovedsakelig i forurensete masser. Mulig eksponering av forurensning anses som kortvarig, og negative helseeffekter vurderes som liten for de som arbeider med massene. Alt gravearbeid og håndtering av masser vil kun skje ved bruk av maskiner. Det vil ikke være direkte håndtering av masser for arbeidere.

13 Kvalifikasjoner

Tiltaket skal gjennomføres av entreprenør eller foretak som kan dokumentere at de har tilstrekkelig faglig kompetanse til å utføre arbeidene. Kontrollen under og etter tiltaket skal utføres av personell med miljøfaglig kompetanse.

Vedlegg

Vedlegg 1: Kjemiske analyseresultater Fase 1.
Kjemiske analyseresultater, bensen i torv

- Vedlegg 2: Miljøovervåking av Tveitevannet under og etter tiltak, Fase 1, Sanering av Slettebakken deponi. A124245-037
- Vedlegg 3: Grunnvannsprøvetaking Slettebakken. Dokumentnr. A124245-037
- Vedlegg 4: Forslag til måleprogram renseanlegg A124245-047
- Vedlegg 5: Forslag til måleprogram Tveitevannet og grunnvann Slettebakken A124245-043
- Vedlegg 6: Miljøriskovurdering utslipp til Tveitevannet A124245-042
- Vedlegg 7: Risikovurdering spredning av forurensning Beregningsverktøy

Referanser

- Asplan Viak. (2006). *Miljøtekniske grunnundersøkelser og risikovurdering ved Slettebakken*. Asplan Viak.
- Asplan Viak. (2008). *Undersøkelser og fotodokumentasjon av avfallsmasser, Slettebakken*. Asplan Viak.
- Bergen byarkiv. (2012, 09 28). *Bergen byarkiv*. Hentet fra Historier fra en bydel -Årstad, bossfyllingen på Slettebaksmyren.
- Bergen kommune. (2020, 04 22). *Bergen.kommune.no*. Hentet fra Gjennomføringsvedtak for sanering av Slettebakken deponi: <https://www.bergen.kommune.no/politikk/styresett/#/politikk/styresett/utvalg/375606/mote/1838113/sak/220136>
- Bergen kommune. (2021, 09 30). *Bergen Kommune arealplaner*. Hentet fra Årstad. gnr 160 bnr 184 m.fl., områdereguleringsplan Slettebakken: <https://www.arealplaner.no/bergen4601/arealplaner/1033>
- COWI. (2020). *Overvannsnottat - avrenningsmengder for avskjærende grøft, A124245-003*.
- COWI. (2021). *Sanering av Slettebakken deponi -fase 1*. COWI.
- DEC. (2020). *Sluttrapport pilot Slettebakken. Forsøk og resultater fra jord og avfall*.
- Klima- og forurensningsdirektoratet. (2013). *Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven. TA-3019/2013*.
- Klima- og miljødepartementet. (2021). *Nasjonal strategi for en grøn, sirkulær strategi*. T-1573 N: Klima- og miljødepartementet.
- Miljødirektoratet. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA 2553*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2014). *Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442)*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2020). *Bygging på nedlagte deponier*. Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2020). *M-608|2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020*.
- Miljødirektoratet. (2021, oktober 3). *Grunnforurensningsdatabasen*. Hentet fra Grunnforurensningsdatabasen: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>
- Multiconsult. (2021). *10228280-01-RIA-RAP-001. Støyvurdering*.
- Statens Vegvesen. (2014). *Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Rapport nr. 295*. Vegdirektoratet.