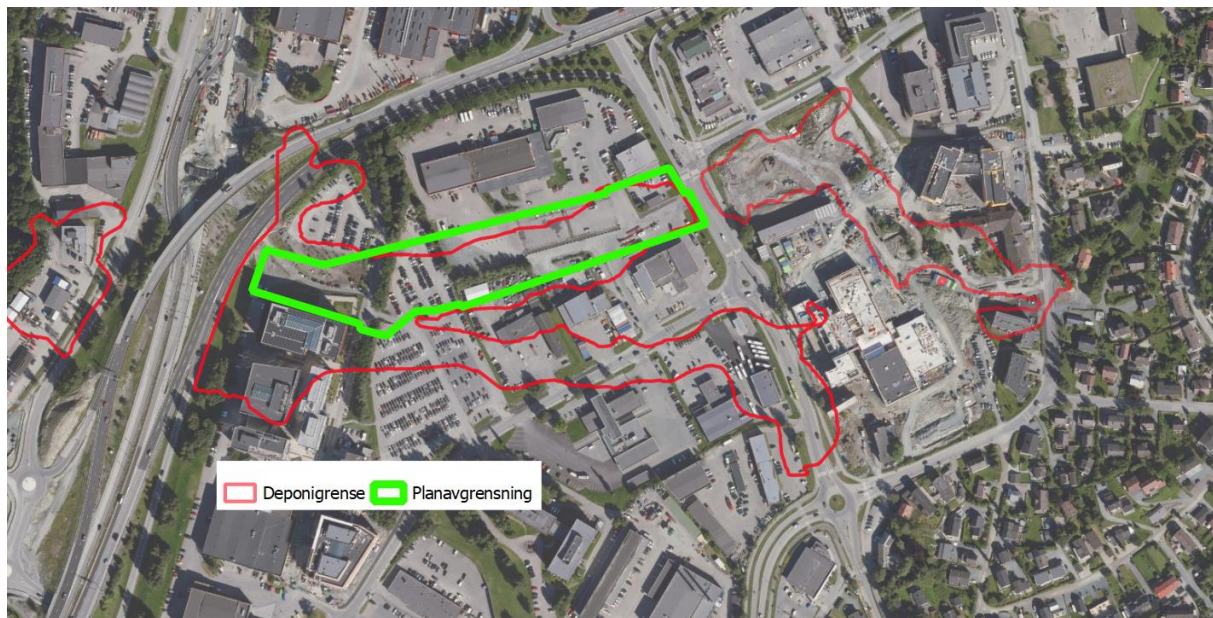


MILJØNOTAT reguleringsplan

Fredlybekken, etappe 4.



Rekvirent: Trondheim kommune

DMR-saksnr.: 22-0247

Dato: 01.03.2024



DMR Miljø og Geoteknik AS

Havnegata 9, 7010 Trondheim Tlf. 92 05 21 09

E-post trondheim@dmr.as www.dmr.as

Miljønotat reguleringsplan.

Innhold

1. Registreringsblad	2
2. Innledning	3
2.1 Bakgrunn	3
2.2 Områdebeskrivelse	4
2.3 Tidligere undersøkelser	4
3. Grunnforurensning i området.....	5
3.1 Reguleringsområdet/Bekkeåpning	6
3.2 Forslag bestemmelse vedrørende forurenset grunn.....	9
4. Vann i byggegrop.....	10
5. Håndtering av deponigass.....	10
5.1 Generelt.....	10
5.2 Generelt om risiko forbundet med deponigass i grunnarbeid på området	12
5.3 Forslag bestemmelser vedrørende anleggsarbeider.....	14
5.4 Tetting og lufting av grøfter i området som reguleres.....	14
5.5 Forslag bestemmelser grøfter i «Bekkeåpning»	16
6. Avslutning/tildekking av deponiet området "Bekkeåpning"	17
6.1 Generelt om området og risikovurdering	17
6.2 Plassering av bekkeløp	17
6.3 Utforming av overdekking	18
6.4 Konsept for håndtering av deponigassen.....	19
6.5 Tetting i bakkant av tørrmur øst i bekkeåpning	25
6.6 Setninger	26
6.7 Forslag til bestemmelser vedrørende overdekking av deponiet	27
6.8 Forslag til bestemmelser vedrørende peling og boring til fjell	27
7. Referanser.....	27

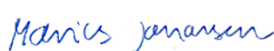
Vedlegg 1: Illustrasjon av planområde sammen gassfiltre (utlufting), gassdrenering og hovedrør

Saksbehandler



Per Christian Ekre
MSc Geologi

Saksbehandler



Marius Johansen
MSc Industriell økologi

Kvalitetssikring



Poul Larsen
Phd, Sivilingeniør

Saksbehandler



Carina Øraker Kjenner
BSc Kjemi

Saksbehandler



Mikael E Nielsen
Akademiingeniør

1. Registreringsblad

Rekvirent	Trondheim kommune
Lokalitet	Fredlybekken
DMR-saksnummer	22-0247 Miljønotat reguleringsplan Rev4

Dato	01.03. 2023
Saksbehandler	Rickard Åkesson, Marius Johansen, Mikael E Nielsen og Carina Øraker Kjenne
Kvalitetskontroll	Poul Larsen

Konsulent	DMR Miljø og Geoteknikk AS, Havnegata 9, 7010 Trondheim
------------------	---

DMR Miljø og Geoteknikk AS er underleverandør til Vianova AS i forbindelse med Trondheim kommunes prosjekt med gjenåpning av Fredlybekken samt oppgradering av VA-anlegg ved Sluppen i Trondheim. Dette notatet omhandler arbeidet med reguleringsplan for område «Bekkeåpning», og skal vise forslag til bestemmelser for området. Følgende foreslås:

- Tiltaksplan godkjent av rette miljømyndighet må foreligge før oppstart av arbeider. Tiltaksplanen må spesielt adressere håndtering av deponimasser.
- Tiltaksplan godkjent av rette miljømyndighet må foreligge før oppstart av arbeider. Tiltaksplanen må spesielt adressere håndtering av vann i byggegrop.
- Krav om varslings til rette myndighet i kommunen ved ethvert terrengingrep på deponiene. Myndigheten kan enten være "Enhet for kommunalteknikk" eller "Klima- og miljøenheten".
- Ved ethvert anleggsarbeid på deponiene, eller i randsonene, bør det være krav om at det foretas en vurdering av hvordan gassproblematikken skal håndteres. Leveres sammen varslings.
- Arbeider med graving i avfallsmasser må nødvendigvis føre med seg utslipp av deponigass til nærmiljøet. Utslippene må begrenses til et minimum. Hovedregelen for arbeidene skal derfor være at graving i avfallsmasser skal begrenses til et minimum. Åpne grøfter skal fylles og avsluttes uten unødig opphold
- Der grøfter skal gå fra deponiområdet til utenfor deponiområdet må disse prosjekteres med lufting og avsluttes med leirpropper i stedlige leirmasser nærmest mulig utenfor deponiområdet slik at de ikke fører til ukontrollert spredning av deponigass ut fra området. Prinsipper er vist i Figur 5.2 og Figur 5.3. Eventuell dispensasjon fra kravet kan kun gis av Trondheim kommune.
- Hvis arealbruken endres fra dagens situasjon skal det stilles krav til at det utvikles en håndteringsløsning for deponigass. Håndteringsløsningen oppfylle følgende egenskaper:
 - Utslipp av deponigass opp igjennom overflaten av deponiet til publikumsområdet skal minimeres
 - Risiko for horisontal migrasjon av deponigass til omkringliggende områder minimeres
 - Graving i deponimassene skal minimeres
 - Sigevannsproduksjonen skal minimeres for å redusere deponiets påvirkning på Nidelva som resipient
 - Løsningen kan ikke være at deponiet tettes helt uten en vei ut for deponigassen.
 - Løsningen kan enten være slik som skissert i dette notatet, eller en løsning som oppfyller hensikten vist her på i samme grad eller bedre.
 - Løsningen skal godkjennes av miljømyndigheten
- Peling eller boring som går gjennom leirlaget under deponiet skal ikke foretas uten at det sikres at det ikke oppstår spredningsvei for sigevann.

2. Innledning

2.1 Bakgrunn

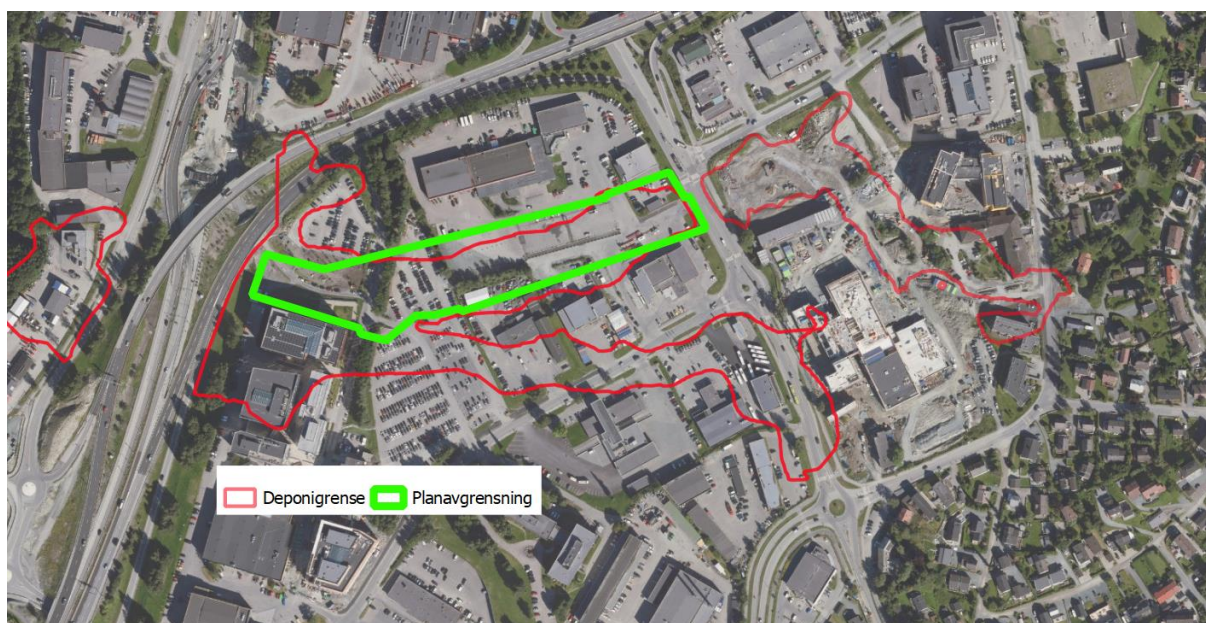
DMR Miljø og Geoteknikk AS er underleverandør til Vianova AS i forbindelse med Trondheim kommunes prosjekt med gjenåpning av Fredlybekken samt oppgradering av VA-anlegg ved Sluppen i Trondheim. Prosjektet er tredelt. Først er det utarbeidet anbudsgrunnlag og utlyst totalentreprise for VA-anlegg i store deler av området. Deretter er det utarbeidet forslag til omregulering av den sentrale delen av området hvor bekken skal åpnes. Dette området benevnes som «Bekkeåpning» i prosjektet. Til sist er det utarbeidet et forprosjekt som omfatter både området hvor det skal omreguleres og området hvor det er utlyst totalentreprise. I tillegg omfatter forprosjektet et område hvor Fredlybekken planlegges i rør sørover langs E6 og etablering av åpent bekkeløp vestover fra Bratsbergvegen.

Dette notatet omhandler arbeidet med reguleringsplan for område «Bekkeåpning»

Hensikten med planarbeidet er å legge til rette for gjenåpning av Fredlybekken for å sikre bedre overvannshåndtering ved kraftige nedbørshendelser, styrke økologiske korridorer knyttet til vann-, plante-, og dyreliv, samt tilrettelegge for rekreasjonsområder. Parallelt med gjenåpningen av bekkeløpet, skal det legges til rette for god fremkommelighet for myke trafikanter i og gjennom planområdet

En god del av grunnlaget for vurderingene i dette dokumentet er hentet fra rapporter produsert i prosjektet «Helhetlig miljøvurdering av deponiene i Trondheim»..

Mye informasjon i dette dokumentet er også tilgjengelig i dokumentet «22-0247 Miljønotat Forprosjekt» /1/.



Figur 2.1: Utstrekning av Fredlydalen deponi sammen med planavgrensning.

Det aktuelle området på Sluppen er relativt godt kartlagt fra før, og det er utført et stort antall grunnundersøkelser både for infrastruktur- og byggeprosjekt i området. Tidligere undersøkelser utført av Trondheim kommune er tilgjengelig, mens private undersøkelser i utgangspunktet

ikke er allment tilgjengelige. DMR har vært involvert i et annet prosjekt på oppdrag for Trondheim kommune, med kartlegging av det tidligere deponiet som ble etablert i området. I forbindelse med dette prosjektet ble det samlet in store mengder data fra tidligere undersøkelser. Det er laget rapporter vedrørende deponigass, sigevann, setninger og en 3D-modell. Rapporter fra dette arbeidet er ikke frigitt på tidspunktet for ferdigstillelse av dette notatet, så detaljert informasjon er ikke gjengitt her. Før reguleringsprosessen er ferdigstilt regnes det imidlertid med at alle rapporter skal være frigjort.

Deponeringen har i hovedsak foregått i perioden 1953 – 1971, da deponiet på Hegstadmoen åpnet. Det har imidlertid sannsynligvis blitt dumpet avfall der fra 1940-tallet, fra tiden da deponiet på Sluppen vest var fullt. Den samlede mengden avfall ble i modellen beregnet til 415 000 m³. Avfallsmassenes mektighet er på det meste 18 meter. Overdekkingen har en tykkelse fra ca. 0,5 m til over 7 meter. Fyllmassene over avfallet er en blanding av leire, grus og diverse andre masser. Det er altså ikke tett dekklag over deponiet. Under avfallet, i den tidligere bekkeravinen, er det i all hovedsak konstatert leire over fjell /2/.

2.2 Områdebeskrivelse

Fredlydalen var før deponivirksomheten startet opp en ravedal som gikk fra Utleirvegen i øst, gjennom Nidarvoll og Sluppenområdet, for å deretter munne ut i Nidelva. Deponeringen medførte at store deler av dalen ble fylt opp med varierende typer avfall. Fredlybekken, som opprinnelig strømmet i bunnen av dalen, ble lagt i rør i forbindelse med deponeringen. Ikke bare bekkenvannet men også kloakk og overvann, ble koblet til kulverten. Sigevann, med forurensing fra de deponerte massene, har etter hvert også funnet sin vei inn i kulverten /3/

Deponiet var en kommunal avfallsfylling hvor det i stor grad ble deponert husholdningsavfall, men også noe industriavfall. Nøyaktig hva som ble deponert hvor og når er ikke kjent. Som følge av nedbrytning av organisk avfall produseres det deponigasser i området.

Grunnforholdene består generelt av marine avsetninger av silt og leire. Området har historisk hatt flere ravedaler, og det har vært en del ras som har bidratt til omrøring av masser. Dette kan blant annet observeres tett på Nidelven og i lavere deler, hvor rasmasser kan bli funnet lagvis. De deponerte massene inneholder ikke kun avfall men også andre typer mer naturlige masser. Avfallsmassene er dekt til med et lag mer stabile masser for å muliggjøre forskjellige typer av etterbruk innenfor det tidligere deponiområdet. Området som tidligere var plassert utenfor byen har blitt mer og mer sentralt, og det har vært en lang rekke byggeprosjekter på og omkring det tidligere deponiet. I den forbindelse har det også blitt skiftet ut masser, noe som medfører at en del av avfallet stedvis er fjernet. Dette gjelder både bygg og infrastruktur.

2.3 Tidligere undersøkelser

Som en del av DMRs tidligere arbeid for Trondheim kommune er alle gamle rapporter og undersøkelser innledningsvis gjennomgått og data fra tidligere borer er samlet inn. Dette har ført frem til tidligere nevnte 3D-modell. Arbeidet har ført fram til av avgrensning av deponiet som gir et overordnet bilde av størrelsen. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at det på detaljnivå vil være avvik, da antall borer som modellen er basert på er begrenset og i varierende tetthet i området /2/.

De tidligere undersøkelsene viser samlet sett at forurensningsbildet er komplekst, med mange forskjellig typer stoffer representert. Forholdsvis store mengder forurensning transporteres med bekken og grunnvann ut i Nidelva. Grunnet kraftig fortykning har risikoen for negativ påvirkning på Nidelva blitt vurdert som akseptabel. Vannprøvene gir et overordnet bilde av forurensingssituasjonen da avfallsmassene i deponiet er heterogene, noe som fører til at innholdet i jordprøver varierer kraftig /2/.

I forbindelse med utlysning av totalentreprisen nevnt i innledningen er det utarbeidet tiltaksplan som beskriver hvordan forurensede masser skal håndteres i forbindelse med tiltaket. Hvilke masser som kan gjenbrukes, hvilke som må leveres til et godkjent mottak og hvordan spredning av forurensning kan forhindres eller minimeres i forbindelse med graving og/eller tunnelering, sendes inn til godkjenning hos Trondheim kommunes miljøenhet samtidig med utlysning av totalentreprisen. Planen er altså ved utlysningstidspunktet ikke godkjent.

3. Grunnforurensning i området

Tidligere undersøkelser utført av AFRY, Multiconsult og DMR viser stor variasjon i grunnforurensning innenfor prosjektområdet /4/, /3/, /5/, /6/. Undersøkelsene viser at massene utenfor deponiområdene i stor grad er rene og lettere forurenset, mens deponimassene i stor grad inneholder forurensning tilsvarende enten tilstandsklasse 4 (dårlig), 5 (svært dårlig) og >5.

Det har i forbindelse med forprosjektet blitt tatt noen supplerende prøver langs med Sluppenveien, Bratsbergsvegen og langsmed E6. Geotekniske og miljøtekniske undersøkelser ble gjennomført parallelt. Det ble tatt miljøprøver i totalt 8 punkter langs med de planlagte traseene. De analyserte prøvene viser at prøver tatt i områder hvor det ble påvist avfall inneholdt forurensning, men at øvrige prøver ikke inneholdt forurensning. Undersøkelsen og resultatene er nærmere beskrevet i den miljøtekniske grunnundersøkelsen /6/.

Som sammenligningsgrunnlag har prosjektet tatt del av tillatelsen for Nidarvoll skole /7/. Her beskrives det at masser som blir berørt i grøfter og rundt ledninger må fjernes hvis de inneholder forurensning over tilstandsklasse 2. Dette gjelder også masser en halv meter under rør/grøft. Grunnen er at rør og ledninger ofte kan ha en funksjon som spredningsveier for forurensning. Tilstøtende masser, altså masser på sidene av grøfter og rør som ikke blir berørt, kan iht. denne tillatelsen bli liggende også om det er kjent at de inneholder forurensning over akseptkriteriene. For åpne arealer (lekearealer rundt skolen) er det tilstrekkelig med masseutskiftning ned til 2 meter, for å sikre at akseptkriteriene overholdes. Det må altså ikke masseutskiftes helt ned til bunn av deponiet, også om forurensningsinnholdet er høyt. Vilkårene i tillatelsen er oppsummert slik:

Akseptkriterier for eiendommen

6. Masser som gjenbrukes over ledningene skal være i tilstandsklasse 2 eller lavere. Masser skal minimum 0,5 meter under rørene høyst være i tilstandsklasse 2.
7. På lekeområdet nordvest på området skal øverste meter tilfredsstille tilstandsklasse 2. masser fra 1-2 meter under terreng skal ikke overskride grenseverdi for tilstandsklasse 3.
8. Eventuelt ønske om endring av akseptkriterier krever ny behandling etter forurensningsforskriftens kapittel 2.

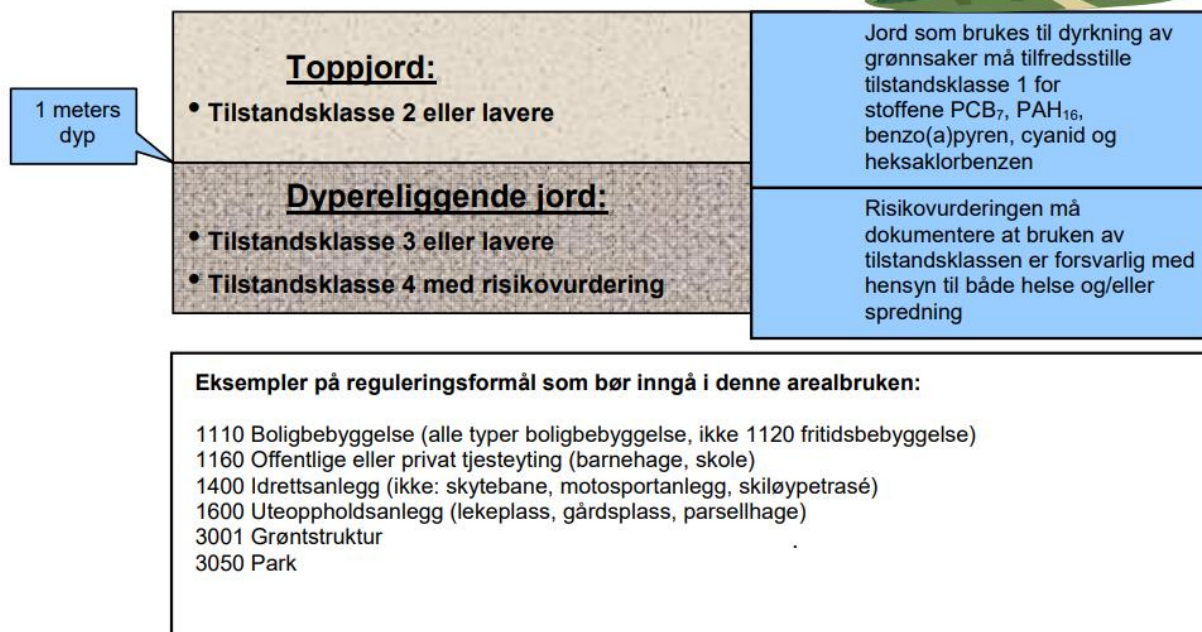
3.1 Reguleringsområdet/ Bekkeåpning

Området som skal reguleres omtales i prosjektet gjerne som «Bekkeåpning». Gjenåpningen av bekken og etablering av et friområde rundt bekken har til formål å tilrettelegge for rekreasjon. Det er viktig at areal hvor barn oppholder seg ikke inneholder forurensing over de akseptkriterier som er definert for parker etc. i Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009 /8/. Kravene er oppsummert i Figur 3.2. Masser i toppjorda, fra 0 til 1 meters dybde, skal tilsvare tilstandsklasse 1 eller 2. Dypereliggende masser kan inneholde mer forurensning, spesielt hvis det gjennomføres en stedsspesifikk risikovurdering.



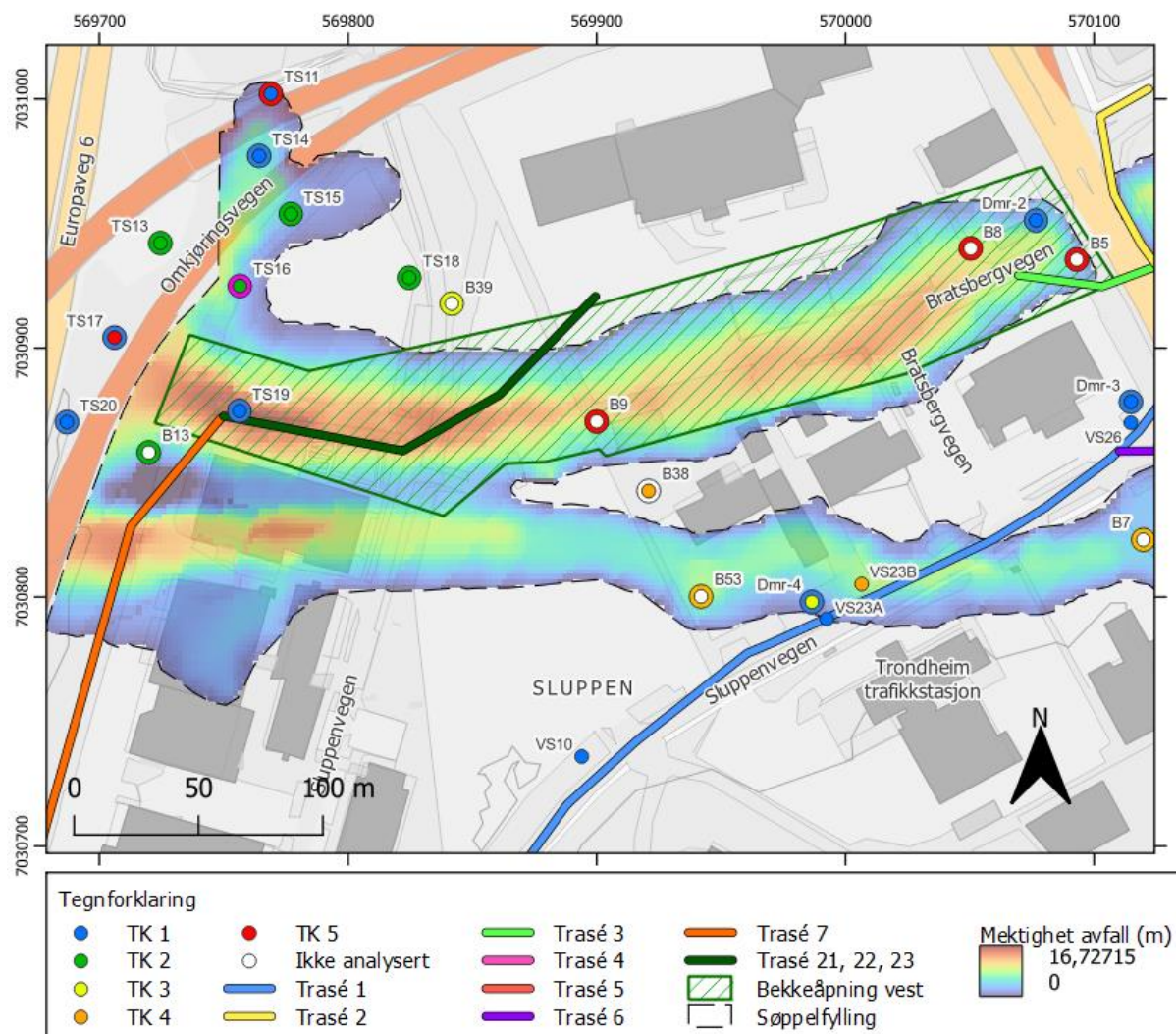
Figur 3.1: Utklipp fra foreløpig utomhusplan, d. 09.11.2023.

Boligområder

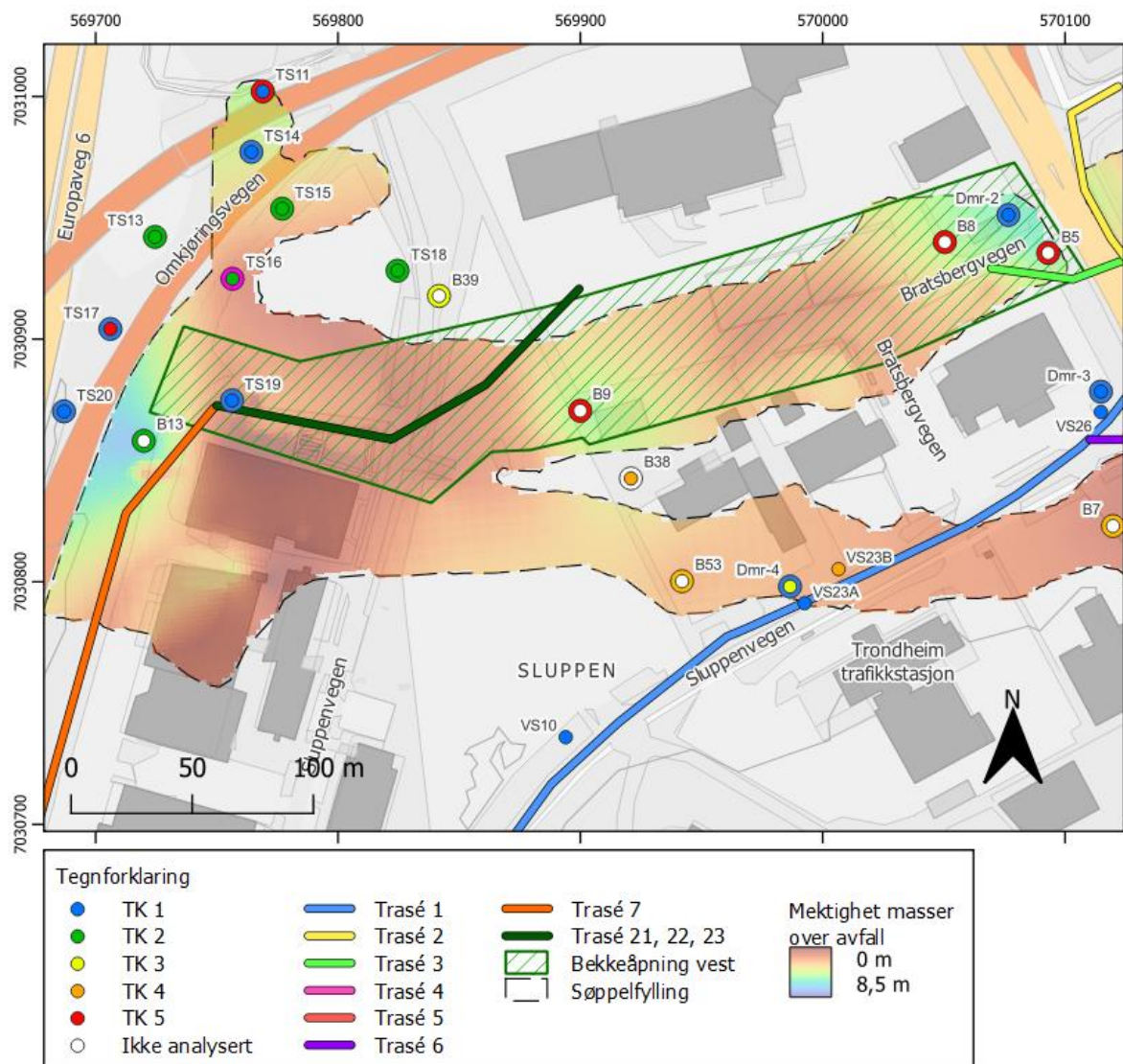


Figur 3.2: Oppsummering av akseptkriteriene for parker og grøntstrukturer /8/.

Bekkeåpningen forventes å berøre et areal på ca. 20 000 m². Store deler av bekkeåpningen vil berøre deponimasser fra Fredlydalen deponi. Deponimassene under bekkeåpningen estimeres å ha en mektighet på inntil 17 m, med en gjennomsnittlig mektighet på ca. 9 meter. Dybden ned til avfallsmassene fra terreng forventes å variere fra under 1 meter til ca. 5 meter, med en gjennomsnittlig dybde til avfall på ca. 2,3 m. I utgangspunktet skal alle masser i et tiltaksområde oppfylle akseptkriteriene. Det betyr i praksis at alt avfall i hele området må graves opp og fjernes, noe som ikke er realistisk i denne saken.



Figur 3.3: Miljøtekniske grunnundersøkelser i, og i nærheten av planlagt regulert område «Bekkeåpning» (grønnskavert område) og estimert mektighet av avfall innenfor deponigrensene. Indre sirkel: tilstandsklasse i øvre meter. Ytre sirkel: høyeste tilstandsklasse i dypere liggende prøver. Traseene vist i figuren er grøfter/tunnelltraseer som er en del av forprosjektet.



Figur 3.4: Estimert mektighet av masser over søppelfyllingen.

Tidligere undersøkelser viser at dypereliggende masser i flere områder innenfor bekkeåpningen tilsvarer tilstandsklasse 5 (svært dårlig). To prøver av toppjorda (øverste meter) viser tilstandsklasse 1. Det er imidlertid behov for ytterligere prøvetaking av både toppjord og dypereliggende for å oppfylle krav i TA-2553/2009 /8/ i forbindelse med detaljprosjektering. For et tiltaksområde av denne størrelsen og type arealbruk, vil det iht. /8/ være krav om miljøteknisk prøvetaking i 36 punkter.

Graving i dette området utløser krav om tiltaksplan for forurenset grunn jfr. forurensningsforskriften § 2.

3.2 Forslag bestemmelse vedrørende forurenset grunn

- Tiltaksplan godkjent av rette miljømyndighet må foreligge før oppstart av arbeider. Tiltaksplanen må spesielt adressere håndtering av deponimasser.

4. Vann i byggegrop

Vann i byggegrop kan inneholde forurensning og må håndteres forsvarlig. Tidligere undersøkelser viser stedvis høye innhold av tungmetaller og PAH-er innenfor deponigrensene. Det er derfor viktig å unngå spredning av vann fra utgravinger på tiltaket, og særlig i områder med deponimasser. Også grunnvann nedstrøms deponiet kan være forurenset.

Tidligere målinger av grunn-/sigevannsstand viser at vannspeilet i bekkedalen (vestre del) i 2021-2022 lå på ca. kote 32 i øst til kote 28 i vest /9/. Vannspeilet forventes derfor å ligge under prosjektert terreng, da bekken vil ligge på ca. kote 34 ved Bratsbergvegen i øst og ca. kote 31 ved bekkeinntaket i vest iht. foreløpig utomhusplan d. 15.06.2023 (se Figur 3.1.)

Infiltrasjon i eksisterende kulvert påvirker vannstanden lokalt, og tidligere peilinger har påvist store lokale forskjeller i trykknivå i selve fyllingen /9/. Det kan derfor være store lokale forskjeller i vannivå, og dermed en risiko for at vannstanden stedvis kan ligge over gravedybde.

Så langt det er mulig skal man under tiltak unngå å grave under vannspeilet. I forkant av gravearbeidene må det utarbeides en tiltaksplan som beskriver hvilke tiltak som må gjennomføres for å unngå spredning av forurenset anleggsvann, hvilke løsninger som er aktuelle for utslipp/påslipp og hvordan forurensning i lensevann skal overvåkes under tiltak.

Detaljert beskrivelse av grunnvannsstand og forurensningen i sigevannet, inkludert figurer er gitt i rapporten «Sigevannsproblematikk – Fredlydalen avfallsdeponi» /9/. Rapporten er ikke offentlig tilgjengelig ved ferdigstilling av forprosjektet, men skal være tilgjengelig kort tid etter

Forslag bestemmelse vann i byggegrop:

- Tiltaksplan godkjent av rette miljømyndighet må foreligge før oppstart av arbeider. Tiltaksplanen må spesielt adressere håndtering av vann i byggegrop.

5. Håndtering av deponigass

5.1 Generelt

Store deler av prosjektet skal utføres over eller i det gamle deponiet i Fredlydalen. Det er i forbindelse med andre arbeider utført omfattende undersøkelser av situasjonen for deponigass i området.

Ved arbeid over og i deponimasser må det forventes at det må håndteres betydelige mengder deponigass. Det er også stor sannsynlighet for at det vil påtreffes deponigass ved arbeid utenfor deponigrensen.

Ren deponigass består i hovedsak av ca 60% CH₄ (metan) og 40 % CO₂ (karbondioksid) når den oppstår. I de aller fleste tilfeller vil gassblandingen som påtreffes være en annen. Blant annet på grunn av at luft trenger ned i deponiet, og at metan oksideres til karbondioksid. Gassene som kan påtreffes i større konsentrasjoner i tillegg til metan og karbondioksid vil da i hovedsak være oksygen og nitrogen.

I tillegg til de overnevnte gassene kan det finnes et stort antall andre gasser i blandingen. Det kan nevnes amoniakk, NMVOC¹, hydrogensulfid, hydrogen og karbonmonoksid. Disse opptrer i mye mindre konsentrasjoner. Gjerne samlet sett under 1% av totalen.

Metan er eksplosiv i konsentrasjoner mellom 5% og 15% i blanding med luft. 5% regnes som «LEL» (lower explosion limit) for metan.

I tillegg til eksplosjonsfare og kvelningsfare ved luftfortrenging ved høye deponigasskonsentrasjoner er det også helserisiko forbundet med flere av de andre gassene. For flere av disse gassene finnes det grenseverdier. Nedenfor gjengis grenseverdier for flere av gassene. Grenseverdiene er hentet fra «Forskrift om tiltaks- og grenseverdier»/9/.

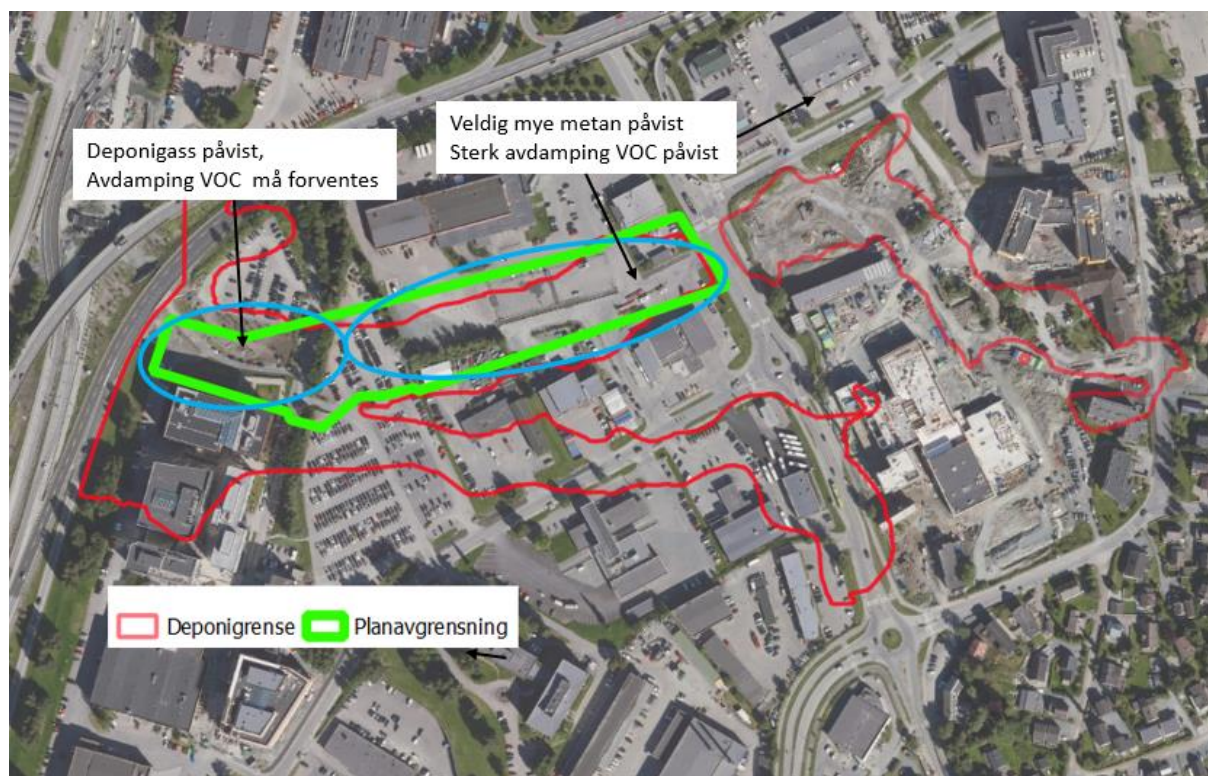
De mest aktuelle er:

- Hydrogensulfid (5 ppm) (E) *
- Benzen (0,2 ppm)(H, K, M)
- Toulén (25 ppm) (H, K)*
- Etylbenzen (5 ppm)(H, K, E)
- Xylen (25 ppm) (H, E)
- Vinylklorid (1 ppm) (K, G)
- Karbonmonoksid (20 ppm) (R,E)*
- Karbondioksid (5000 ppm) (E). Opptrer normalt i langt høyere konsentrasjon i deponimassene.

E= EU har en veiledende grenseverdi og/eller anmerkning for stoffet. H=Kjemikaliet kan tas opp gjennom huden, K=skal betraktes som kreftfremkallende, M=skal betraktes som mutagent (dvs skader arvemateriale), G=Eu har fastsatt en bindende grenseverdi eller en anmerkning for stoffet. R= Skal betraktes som reproduksjonstoksisk. *=Giftig ved innånding.

I Figur 5.1er de forskjellige traseene tegnet inn sammen med kommentarer til registrerte metankonsentrasjoner i området. Informasjonen som gjengis der er hentet inn i forbindelse med prosjektet «Helhetlig kartlegging av deponier i Trondheim» hvor det er gjort et omfattende arbeid med å kartlegge situasjonen for deponigass i området /10/.

¹ Ikke metan, flyktige organiske forbindelser (for eksempel benzen, toulén og en rekke andre stoffer)



Figur 5.1: Situasjon for deponigass og VOC i planområdet

Informasjonen vist i Figur 5.1 er kun basert på øyeblikksbilder, og gir ingen garanti for at forholdene er de samme på et senere tidspunkt. Gassproduksjon og spredningsveier for gass endrer seg over tid, og det kan komme gass i områder det ikke har vært gass tidligere.

5.2 Generelt om risiko forbundet med deponigass i grunnarbeid på området

I forbindelse med etappe 3 ble det gjennomført en risikovurdering med tanke på SHA ved arbeidene i prosjektet som innebar deponigass. Flere identifiserte risikoforhold fra etappe 3 er gjengitt i Tabell 5.1 under, og alle punktene der vil være like aktuelle hvis det skal utføres arbeid i reguleringsområdet. Utover punktene som ble kommet fram til i Etappe 3 er vurderingen her utvidet med punktene 6-13. De siste punktene kom opprinnelig til på bakgrunn av at det i utlyst totalentreprise planlegges tunnelling gjennom avfallsmasser langs Sluppenvegen. Det er valgt å beholde punktene da det kan være nødvendig med relativt dype grøfter øst i «Bekkeåpning». For øvrig vises det til SHA-plan for totalentreprisen /11/ og miljønotat for forprosjektet /1/.

Tabell 5.1: Risikoforhold 1-6 identifisert ved anleggsarbeider ved Nidaroll skole hentet fra /12/ s.19-20. Nr. 8-10 spesifikt for tunnelling.

nr	Risikoforhold	Arbeidsopera-sjoner	Anbefalte tiltak
1	Arbeidere blir utsatt for helseskapdelige gasser	Grøftegraving i nærheten av deponi/i deponi	Gassmåler på arbeider i grøft (metan, H2S og O2). Måling av metangass i grop under graving. Utluftning av gravegrop. Rask gjenfylling.

nr	Risikoforhold	Arbeidsopera- sjoner	Anbefalte tiltak
2	Utslipp av eksplosjonsfarlige gasskonsentrasjoner i gravegrop og fortrenging av oksygen	Grøftegraving i nærheten av deponi/i dponi	Måling av metangass i grop under graving. Utluftning av gravegrop. Rask gjenfylling. Der mulig mtp graveskråning graves maks 15 meter om gangen, i helgen/kveld skal avfall dekkes til. Røykeforbud ved grop.
3	Antenning av metangass	Arbeider i grøft i nærheten av/i deponi	Ingen varme arbeider eller bruk av åpen ild i direkte nærhet til gravegrop med påvist gass uten tiltak. EX godkjent strømforsyning. Lett vanning av avfallsmasser ved behov
4	Utslipp av helseskadelige gasser i gravegrop	Arbeider i grøft i nærheten av/i deponi	Måling av gass i gravegrop før nedstigning. Måling av gass (CH ₄ , H ₂ S og O ₂) i grop under graving. Utluftning av gravegrop, rask gjenfylling. Stans av arbeider med utluftning/gjenfylling ved gasskonsentrasjoner over alarmnivå.
5	Spredning av eksplosjonsfarlige gass til nærliggende boliger og nærmiljø	Graving i deponimasser	Alle grøfter fullføres og lukkes uten unødvendige opphold. Tildekkes i helger. Utluftning, kontroll og overvåkning av gass i og rundt gravegrop under gravearbeider med egne gassmålere. Stans i arbeid og evakuering ved høye konsentrasjoner av H ₂ S
6	Arbeidere blir eksponert for helseskadelig gass	Nedstiging i kum	Før entring av kummer, grøfter og andre hulrom på eller under terreng, må nivå av deponigass og oksygen måles i forkant, og ved bruk av personlig måler (for hver person). Gassmaske med friskluft må anvendes ved behov.
8	Arbeidere blir eksponert for helseskadelig gass som avdampes fra utgravd avfall	Tunellering/dyp grøft	Arbeider som graver tunell utstyres med tilstrekkelig verneutstyr mot helseskadelige kjemikalier, og friskluftmaske
9	Arbeidere utsettes for brann/eksplosjon	Tunellering/dyp grøft	Utstyr brukt til tunnelering er EX-godkjent.+ Gassmålere med alarm installert ved graver
10	Arbeidere utsettes for giftig gass	Tunellering/dyp grøft	Gassmålere med alarm installert ved graver. Arbeider har personlig gassmåler med alarm. Arbeidere utstyrt med gassmaske med friskluft.
11	Arbeidere utsettes for lavt oksygeninnhold	Tunellering/dyp grøft	Gassmålere med alarm installert ved graver. Arbeider har personlig gassmåler. Arbeidere utstyrt med gassmaske med friskluft.

nr	Risikoforhold	Arbeidsopera-sjoner	Anbefalte tiltak
12	Stikk-/skjæreskade fra avfall	Graving i deponimasser	Arbeider har tilstrekkelig værneutstyr mot stikk-/skjærskader.
13	Arbeidere utsatt for forurenset sigevann	Graving i deponimasser	Arbeider har tilstrekkelig værneutstyr mot søl av forurenset sigevann.

Ved arbeid for å åpne bekkeløpet kan det komme til å foregå graveoperasjoner og tunnelering i masser hvor det må forventes mye deponigass. I enkelte områder må det forventes at det vil komme relativt mye gass mens det graves/tunneleres, da det er påvist overtrykk av gass i området øst i «Bekkeåpning», nærmest Bratsbergvegen. Enkelte av massene som skal graves ut vil være meget forurenset, og det vil kunne være sterk avdampning av NMVOC.

Massene vil være fuktige av forurenset sigevann.

Det kan være store forskjeller på nødvendige graveprosesser på deponiet. Det vil åpenbart være større risiko forbundet med dypere grøfter, og om det vil være nødvendig med personell nede i avfallsmassene.

I forkant av større arbeider må entreprenøren utarbeide en nøyaktig beskrivelse av de planlagte arbeidsprosessene, og gjøre selvstendig vurderinger av risikoen forbundet med å utføre disse i miljøet, som er beskrevet her. Det må utarbeides særlige rutiner og arbeidsprosedyrer for å håndtere deponigassen mens det tunnelleres. «Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer» vil sannsynligvis komme til anvendelse.

5.3 Forslag bestemmelser vedrørende anleggsarbeider

- Krav om varsling til rette myndighet i kommunen ved ethvert terrengingrep på deponiene. Myndigheten kan enten være "Enhet for kommunalteknikk" eller "Klima- og miljøenheten".
- Ved ethvert anleggsarbeid på deponiene, eller i randsonene, bør det være krav om at det foretas en vurdering av hvordan gassproblematikken skal håndteres. Leveres sammen varsling.

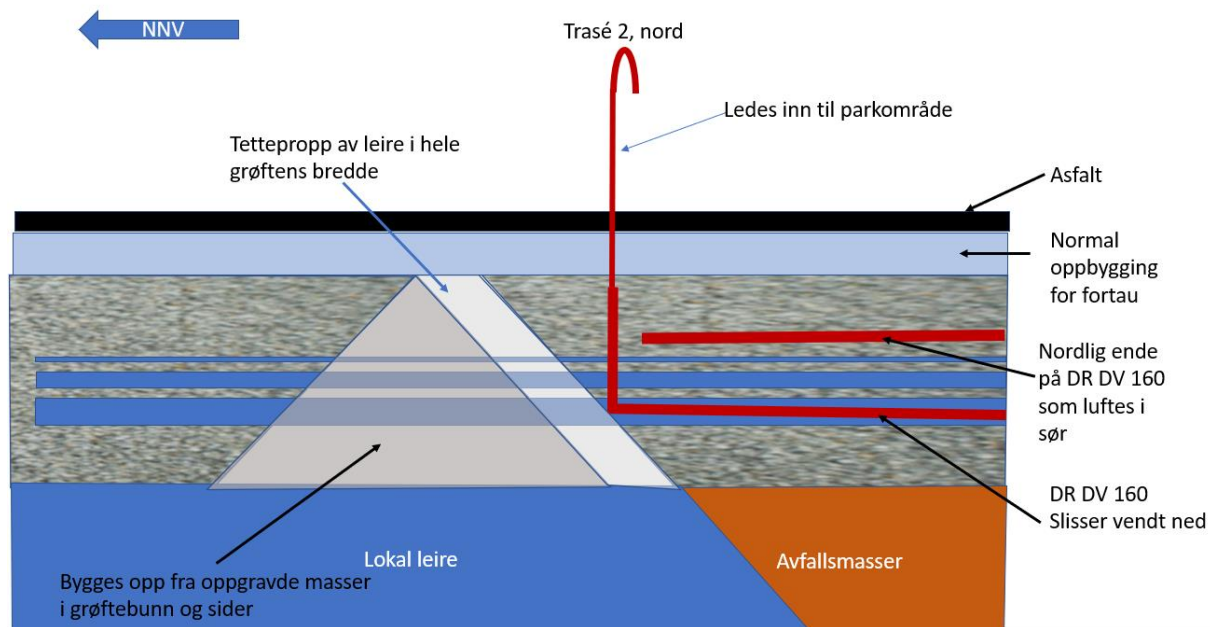
5.4 Tetting og lufting av grøfter i området som reguleres

Der grøfter skal gå fra deponiområdet til utenfor deponiområdet må disse prosjekteres med lufting og leirpropper slik at de ikke fører til ukontrollert spredning av deponigass ut fra området. Prinsipptegninger for lufting og tetting er vist i Figur 5.2, Figur 5.3 og Figur 5.4. Prinsippene vist der er i utgangspunktet utarbeidet for grøft i «trasé 2» i Bratsbergvegen. Også andre grøfter som går ut av området hvor bekken nå åpnes skal også avsluttes med tetting slik som vist i Figur 5.2 og Figur 5.3. Dette gjelder for eksempel VA-grøft til toalettområde i Bekkeåpning. Hvis det blir nødvendig med dype grøfter på området brukes prinsipp vist i Figur 5.4

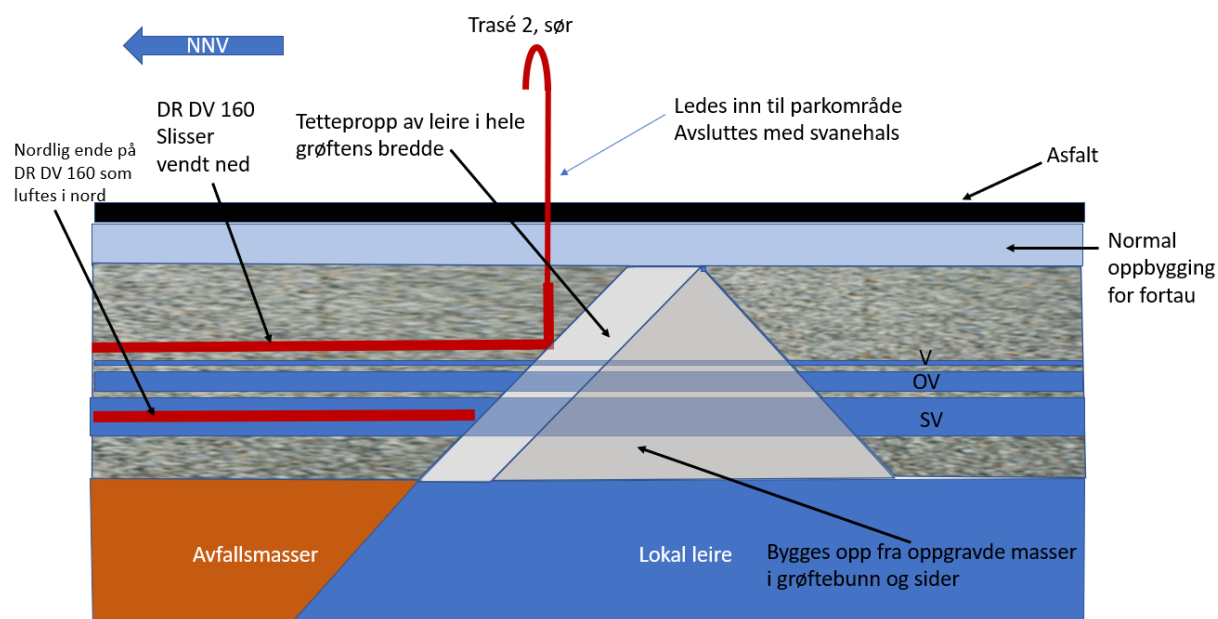
Hovedprinsippet som tegningene viser, er at det er to sett med dreneringsrør i grøftene. Disse ligger i med en viss avstand. Drensledningene er koblet til hvert sitt lufterør, på denne måten kan det oppstå en luftstrøm mellom drensledningene, og sannsynligheten for at deponigassen kan oppkonsentreres og følger andre veier ut fra området minskes. Det kan også oppnås en større omsetning av metan til karbondioksid i den luftede sonen. Lufterørene ledes til innsiden av støyskjermen, men på hver sin side av parken, og avsluttes med svane-hals. Avstanden mellom de to gassdreneringsledningene skal være ca 3 m. Denne avstanden justeres ned hvis

grøften er smalere Avkastet på svane Halsene skal være min 2,5 m over bakken. Prinsipp er vist i Figur 5.4 (tegning S201), Figur 5.2 og Figur 5.3 .

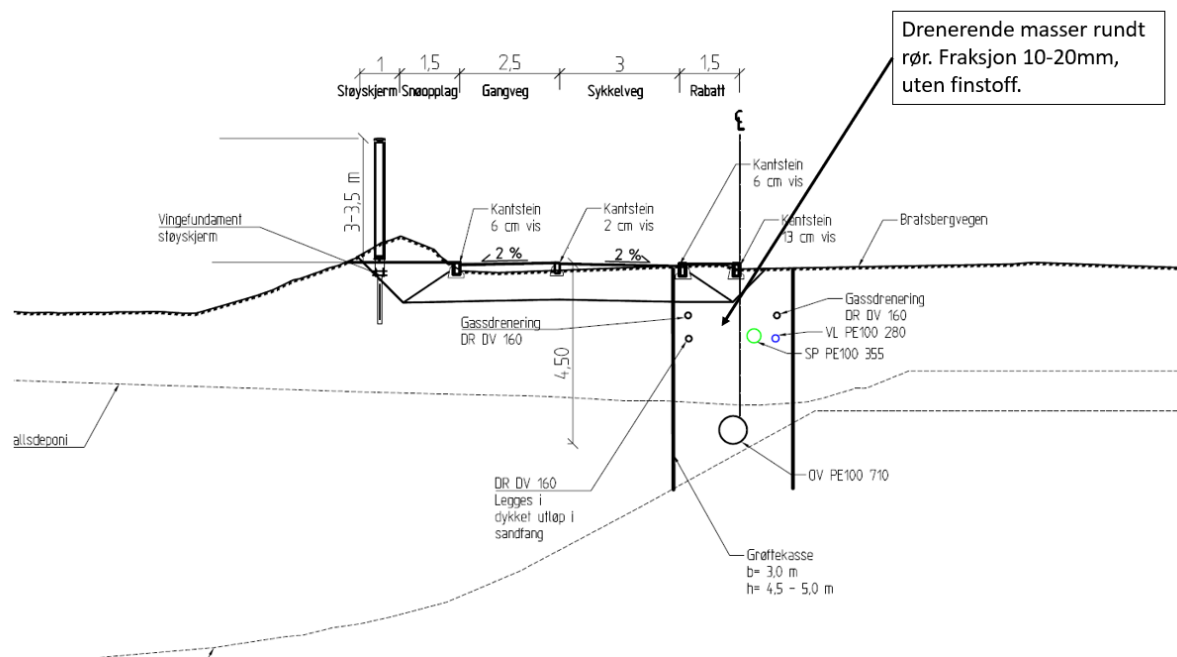
Eventuelle dreneringsledninger i grøfter må avsluttes med dykket overløp for å forhindre utslipp av deponigass i kummer.



Figur 5.2: Prinsipp tegning avslutning av grøft i trasé 2 mot nord. Prinsippet viser hvordan grøfter luftes og tettes når de går ut av deponiområdet.



Figur 5.3: Prinsipp tegning avslutning av grøft i trasé 2 mot sør. V=vann, OV=overvann, SV=spillvann. Prinsippet viser hvordan grøfter luftes og tettes når de går ut av deponiområdet.



Figur 5.4: Prinsipptegning lufting av grøft i trasé 2. Merk at til venstre her vil det midt i bekkedalen bygges en tørrmur over bekken. Profilen her er tatt nord for muren, og den vises derfor ikke her. Tegningsnummer F201 i totalentreprise, Normalprofil. Prinsippet viser hvordan det benyttes grøftekasse for dype grøfter, og det legges drenerende masser rundt rør og de to qassdreneringsrørene.

Arbeider med graving i avfallsmasser må nødvendigvis føre med seg utslipp av deponigass til nærmiljøet. Utslippene må begrenses til et minimum. Hovedregelen for arbeidene skal derfor være at graving i avfallsmasser skal begrenses til et minimum. Åpne grøfter skal fylles og avsluttes uten unødig opphold.

5.5 Forslag bestemmelser grøfter i «Bekkeåpning»

- Arbeider med graving i avfallsmasser må nødvendigvis føre med seg utslipp av deponigass til nærmiljøet. Utslippene må begrenses til et minimum. Hovedregelen for arbeidene skal derfor være at graving i avfallsmasser skal begrenses til et minimum. Åpne grøfter skal fylles og avsluttes uten unødig opphold.
- Der grøfter skal gå fra deponiområdet til utenfor deponiområdet må disse prosjekteres med lufting og avsluttes med leirpropper i stedlige leirmasser nærmest mulig utenfor deponiområdet slik at de ikke fører til ukontrollert spredning av deponigass ut fra området. Prinsipper er vist i Figur 5.2 og Figur 5.3. Eventuell dispensasjon fra kravet kan kun gis av Trondheim kommune.

6. Avslutning/tildekking av deponiet området "Bekkeåpning"

6.1 Generelt om området og risikovurdering

Resipienten for Fredlydalen deponi er Nidelva. I rapporten "Sigevannsproblematikk Fredlydalen avfallsfylling, Trondheim" /9/ fra prosjektet "Helhetlig miljøvurdering av deponier i Trondheim" presenteres en risikovurdering av påvirkningen på Nidelva fra deponiet. Det oppsummeres der at det er sannsynlig at det er tett intakt tett leire under deponiet, og at det ikke er noe risiko for påvirkning av det underliggende grunnvannet. Det påpekes at det kan være risiko for spredning til grunnvann hvis det bores til fjell, eller hvis det settes ned peler.

Sigevannet har to primære spredningsveier til resipienten Nidelva. Spredningen skjer dels via infiltrasjon til kulverten som leder til Nidelva (Fredlybekken), og delvis via grunnvannsstrømning, som grunnet de geologiske forholdene i dalen også ender i Nidelva.

Det konkluderes med at når man ser på årlig massetilførsel, fører den til en relativt stor påvirkning på Nidelva (uttrykt som kg stoff/år), men at påvirkningen er begrenset når det tas hensyn til fortynning (måles i µg/l). Risikoen er derfor, grunnet fortynning, blitt vurdert som akseptabel. I oppsummeringsrapporten for "Helhetlig miljøvurdering av deponiene i Trondheim" anbefales det at sigevannsmengden fra deponiet reduseres ved etablering av tett overdekking på deponiet/13/.

I samme prosjekt ble det også gjennomført undersøkelser av situasjonen for deponigass. Dette er rapportert i /10/. På bakgrunn av at det ble påvist relativt store gassmengder i området "Bekkeåpning" blir det i konklusjonen anbefalt at det for området sentralt på deponiet stilles krav om at deponigassen ikke slippes ut ukontrollert. Den bør heller samles opp og filtreres eller fakles.

Ved avslutning av deponier skal dette normalt gjennomføres ihht en avslutningsplan godkjent av statsforvalteren. En avslutningsplan ihht deponiforskriften og TA1951 er ikke nødvendig her, da forskriften ikke har tilbakevirkende kraft på deponier tatt ut av drift før forskriften trådte i kraft.

6.1.1 Generelle premisser lagt til grunn for forslag til konsept

- Utslipp av deponigass opp igjennom overflaten av deponiet til publikumsområdet skal minimeres.
- Risiko for horisontal migrasjon av deponigass til planlagte boligfelt øst og nord for området skal minimeres.
- Graving i deponimassene skal minimeres.
- Sigevannsmengden skal minimeres for å redusere deponiets påvirkning på Nidelva som resipient.

6.1.2 Stedlige premisser for konsept

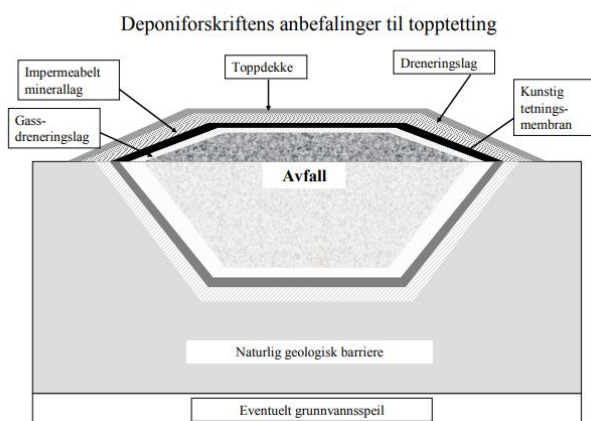
- Dagens overdekking over avfallet varierer. Det er tykkeste overdekking lengst mot øst, ved Brattsbergvegen, og rett øst for Lysgården
- Avfallsdeponiet er dypest midt i den tidligere bekkedalen. Etter som avfallet brytes ned vil det følgelig være mest setninger der. Det må forventes opp mot 9 mm årlig setning enkelte steder.

6.2 Plassering av bekkeløp

Da det må forventes at det vil være mest setninger i senter av deponiet, foreslås bekkeløpet mest mulig i senter av bekkedalen.

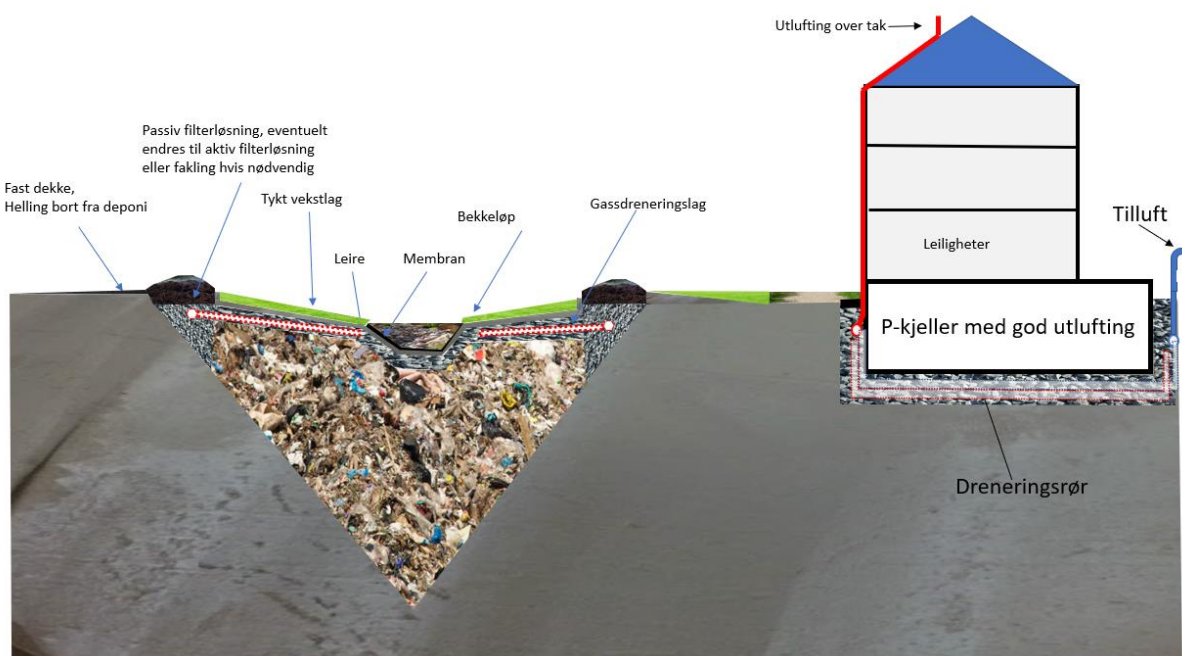
6.3 Utforming av overdekking

Anbefalt utforming av toppetting av deponi er vist i TA1951. Dette er vist i Figur 6.1.

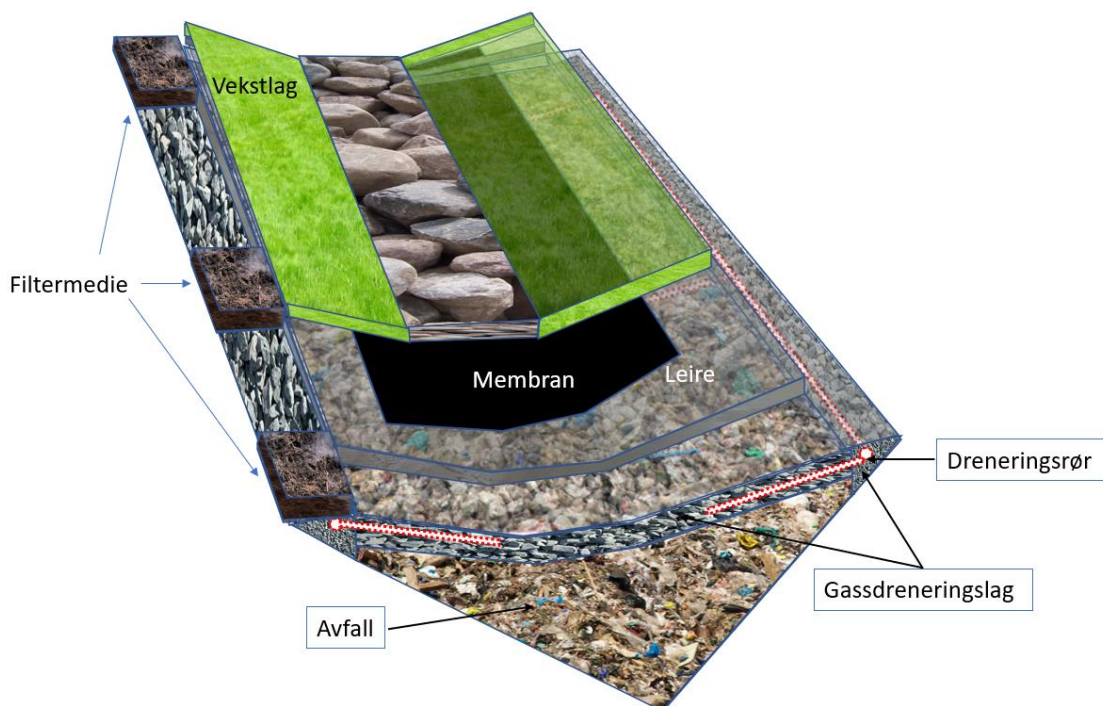


Figur 6.1: Deponiforskriftens anbefalte toppetting a deponi /9/

Anbefalt utforming med konveks topp er selvsagt uaktuell da det skal være et bekkeløp langs deponiet, men resten av prinsippene her foreslås fulgt til en viss grad. Foreslått konsept er vist i Figur 6.2



Figur 6.2: Konsept for oppbygging



Figur 6.3: Konsepttegning 2 av oppbygging av overdekking av deponi.

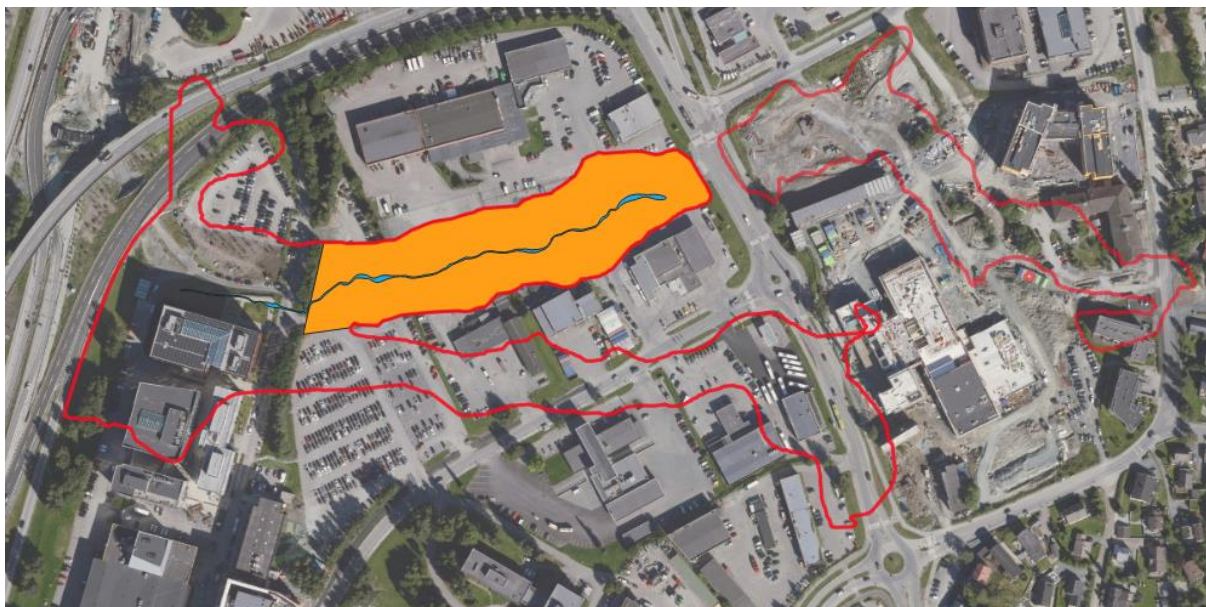
Konsept for oppbygging av overdekking tar sikte på å oppfylle flest mulig av premissene listet i 6.1.1 og 6.1.2.

- Utformingen er konkav. Dette for å lede overvann til bekkeløpet, og for å ta opp framtidige setninger på best mulig måte.
- Over avfallsslaget foreslås et gassdreneringslag. Dette for å samle opp, og fordele deponigass mest mulig effektivt.
- I gassdreneringslaget foreslås dreneringsrør. Disse skal gjøre det enklest mulig for gassen å gå til håndteringsløsningen.
- Over gassdreneringslaget tettes deponiet med leire. Hvis en ønsker dette utført enklest mulig kan det brukes bentonittmatter til dette formålet. Hensikten med leiretettingen er todelt: å få en god tetting slik at gassen ikke siger ukontrollert ut av deponiet og samtidig hindre sigevannsdannelse.
- I bekkeløpet tettes det også med kunstig membran. Dette for ekstra sikring mot at det går vann ned i deponiet
- Det legges godt med vekstjord over leirelaget. Hvis leirlaget blir utett, vil et godt lag med vekstjord gi gode forhold for dannelse av metanoksiderende bakterier.

6.4 Konsept for håndtering av deponigassen

I Figur 6.1 og Figur 6.2 er det tegnet inn en filterløsning hvor gassen går passivt til et filter hvor metan omgjøres til CO₂. Løsningen er tegnet med flere filter langs kanten av deponiet, på både sør og nordsiden.

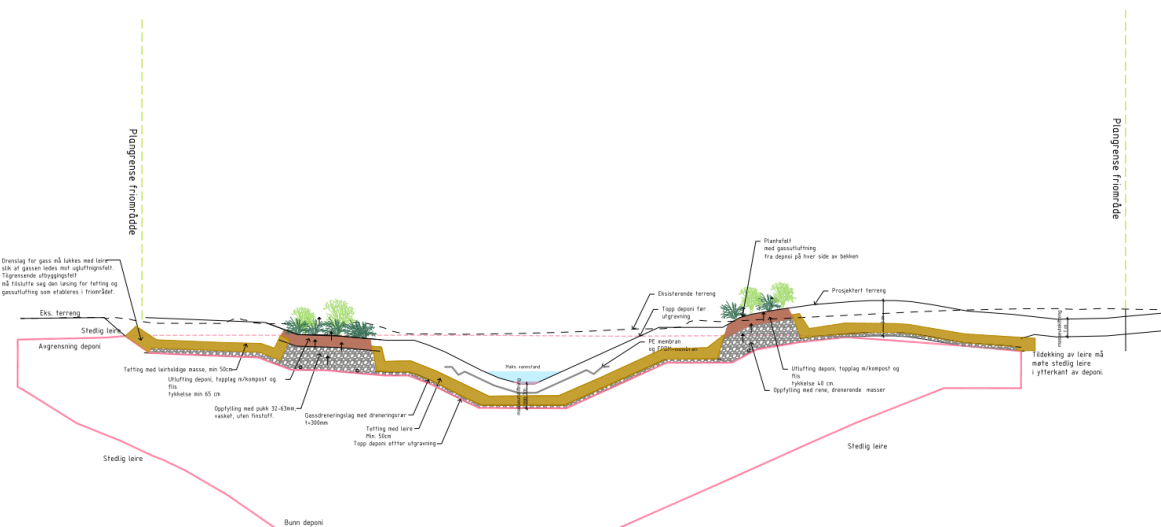
For dimensjonering av filtrene er det modellert deponigassproduksjon for det aktuelle området. Område omfattet av løsningen er vist i Figur 6.4.



Figur 6.4: Arealet det er modellert gassproduksjon fra i oransje. Rød strek=deponigrense. Åpnet bekk tegnet inn med blått.

Modellert deponigass fra område "Bekkeåpning" tilsvarer ca 17t CH₄/år. Fra litteraturen /14/ finner vi at en sannsynlig dimensjonerende oksidasjonskapasitet i filtermassen kan være 70 g CH₄/m²/d gir dette et minimumsareal for filtere på ca 675 m². For å ha en sikkerhetsmargin på filterkapasiteten settes filterarealet til 1000 m².

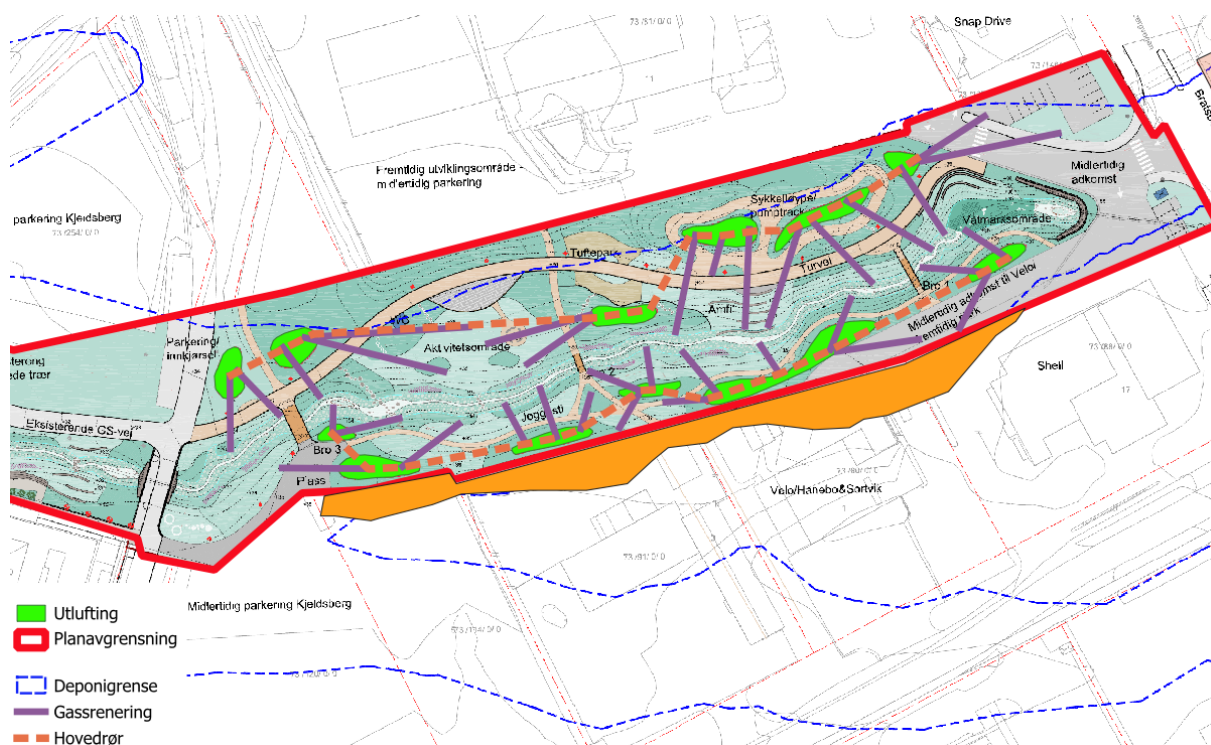
Filterne skal bestå av en blanding kompost og grovt kvernet treflis (4-6 cm). Tykkelsen på filterlaget skal være 60-70 cm.



Figur 6.5: Snittegning av utluftingskonsept. Tegning beskrevet i detalj i forprosjektets tegning H107.

Hvis det velges en løsning hvor gassen dreneres passivt, slik som det her er beskrevet, skal det konstrueres med enkel mulighet for omgjøring til aktiv utpumping. Det skal derfor legges «hovedrør» som binder hele systemet sammen, som det kan settes sug på. Se konsept i **Figur 6.6**. Skal det etableres aktiv utpumping av gassen erstattes biofiltrene da med tett overdekking av leire, og det kobles pumpesystem på gassdreneringsrørene som legges ut. Gassen kan da

ledes til dedikert sted hvor gassen enten går i filter, fakles eller utnyttes. Et grovt overslag på forventet gass som kan pumpes ut ligger på ca 10-40 m³/t de første årene totalt for området. For best mulig funksjon vil dette kunne kreve at man deler oppsamlingen inn i seksjoner. En løsning med aktiv oppsamling og tetting av deponiet vil gi minimal sigevannsdannelse.

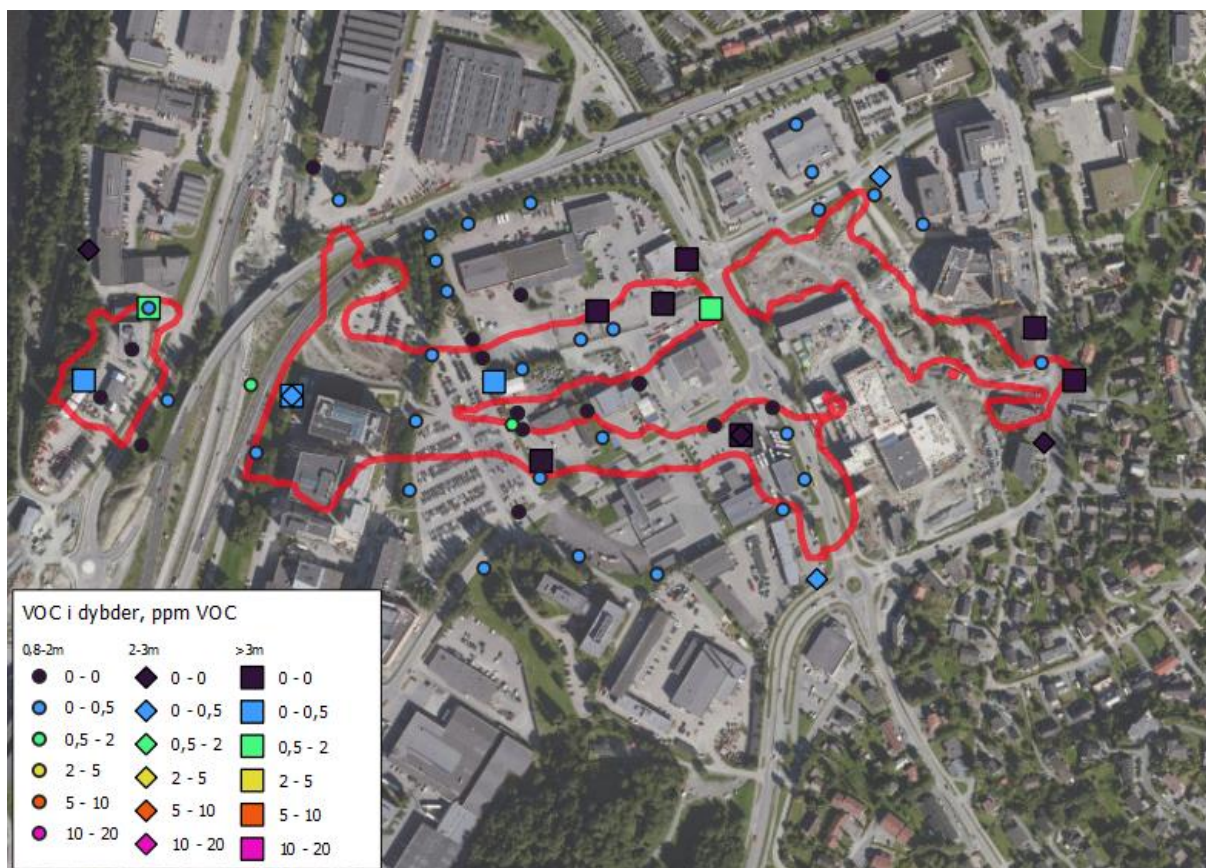


Figur 6.6: Illustrasjon av planområdet sammen med gassfiltre (utlufting), gassdrenering og hovedrør.

6.4.1 Helseeffekter av filtrering av deponigass i passive biofiltere

De typiske hovedbestanddelene av deponigass er metan (CH_4) og karbondioksid (CO_2). Som nevnt i 5.1 er det gjerne en mengde andre bestanddeler i deponigassen. Disse utgjør til sammen under 1% av totalen. I helsesammenheng nevnes ofte hydrogensulfid (H_2S) og BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen og xylen) og klorerte løsemidler². I litteraturen nevnes at deponigass kan inneholde opptil 200 forskjellige NMOC ²/15/. H_2S er det påvist minimalt av i gassen fra dette deponiet, og anses ikke som et potensielt problem her.

I prosjektet «Helhetlig kartlegging av deponier i Trondheim» ble det foretatt målinger av NMVOC i poreluften i flere punkter i området. Resultatet av kartleggingen er vist i Figur 6.7.



Figur 6.7: Målte konsentrasjoner NMVOC i poreluft. Figur hentet fra /10/ s. 29

Høyeste målte konsentrasjonen i poreluften var den gang 1,4 ppm. Dette var rett ved Brattsbergvegen 17. Det ble også påvist 1 ppm rett vest for Sluppenvegen 3. Bortsett fra disse punktene var påviste konsentrasjoner under 0,5 ppm.

Sett opp mot grenseverdiene vist i 5.2 er dette meget lavt. Det må dog påpekes at målingene ikke skiller mellom de forskjellige NOVOCene, og at benzen har grenseverdi 0,2 ppm. I teorien

² NOMOC=Non methane organic compounds. Vanligvis oppgis det NMVOC, Non methane organic compounds. Her er det altså også inkludert ikke flyktige komponenter i opptellingen.

kan da altså det være at alle utslagene er benzen, og at man da kommer over denne grenseverdien, men dette er meget usannsynlig.

I tillegg til målinger i gassbrønnene ble det også tatt PID³-målinger på jordprøver for hver halvmeter da alle brønnene ble etablert. Målingene ble tatt ved at jordprøvene ble lagret i plastposer (rilsan) før overskuddsluften i posene ble målt for NMVOC. Disse resultatene gir et noe annet bilde av situasjonen, og viser at det flere steder er avfallsmasser det kan dampe NMVOCer av. Dette ikke påvises dog ikke i poreluften på samme måte.

Bruk av biofilter for rensing av NMVOC er en anerkjent metode /16/, /17/. Effekten av biofiltrering av NMVOC i deponigass er spesielt studert i /18/ /15/ og /19/. Alle studiene viser at mellom 80% og 100% av tilført NMVOC blir renseset i biofiltrene. Studien som likner mest på konseptet som foreslås for Fredlydalen var av biofilter bygget opp på samme måte foreslått for Fredlydalen. Filtermassen bestod av >12 mm siktet kompost og grov sand. Det var ikke benzen i denne deponigassen, men ellers viste filteret en renseeffekt på over 95% for alle VOC'er studert, unntatt etylbenzen, hvor effekten var 67-94% /19/.

I en annen studie ble det sett på renseeffekten av en typisk deponioverdekning på både metan og NMVOC. Oppbyggingen av de øverste lagene var den samme som for Fredlydalen, med et leirelag og vekstlag over. Det ble det funnet meget god renseeffekt, og for de aromatiske NMVOCene ble det funnet en negativ flux i overflaten. Dvs at deponioverdekningen renseset lufta over deponiet for disse stoffene. Det ble også funnet at alle lavklorinerte forbindelser ble nedbrutt. Nedbrytingsgraden var negativt korrelert med klor/karbonforholdet i forbindelsene. Undersøkelsen viste også at oksidasjonsraten var størst for både metan og NMVOC i den samme dybden på overdekningen/15/.

Oppsummert viser litteraturen at vi må kunne forvente at det sammen med oksidasjonen av metanen vil foregå en betydelig renseeffekt av NMVOCer i deponigassen som skal gå til filtrene. De lave konsentrasjonene NMVOC som er påvist, og renseeffekten som må kunne forventes i filtermassen gjør at helsefaren forbundet med filtrene anses som lav

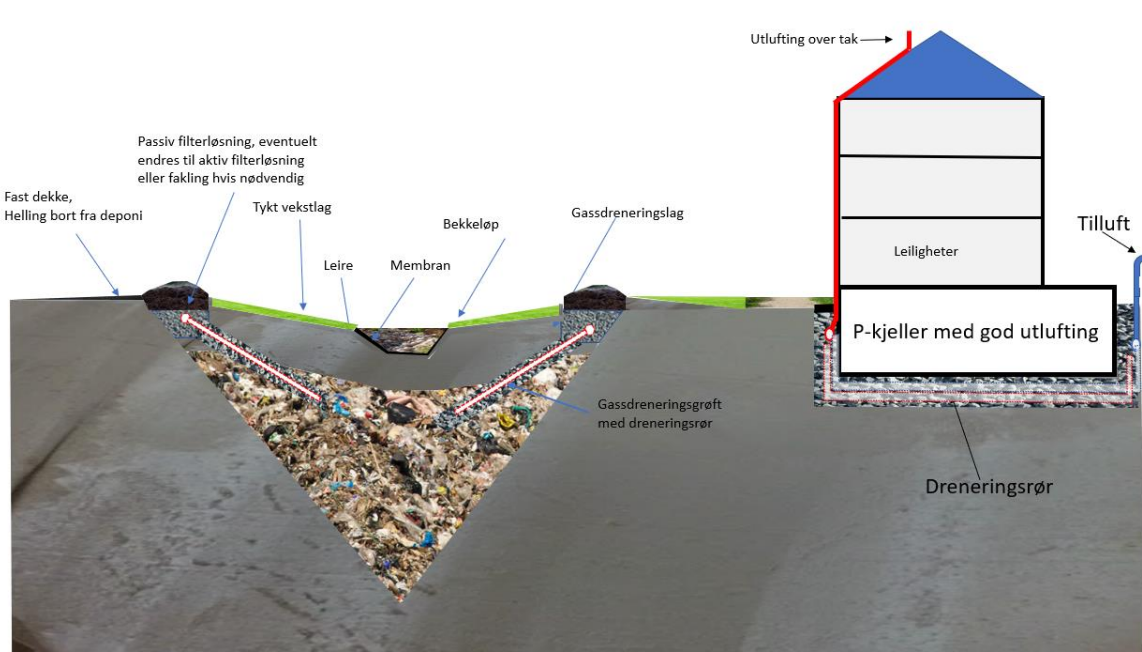
6.4.2 Forskjeller mellom områder

Dagens overdekking av deponiet, deponiets tykkelse og helling endres ganske betraktelig fra øst mot vest. Helt øst kan det være over 4 m overdekking, mens midt i område "Bekkeåpning" er det ca 0,5 m overdekning. Beste kunnskap om oppbygging av deponiets overdekning er vist i dokumentet "Notat om 3D-modell, Fredlydalen /2/.

Foreslått utforming av overdekking og løsning for håndtering av deponigass må tilpasses de stedlige forholdene.

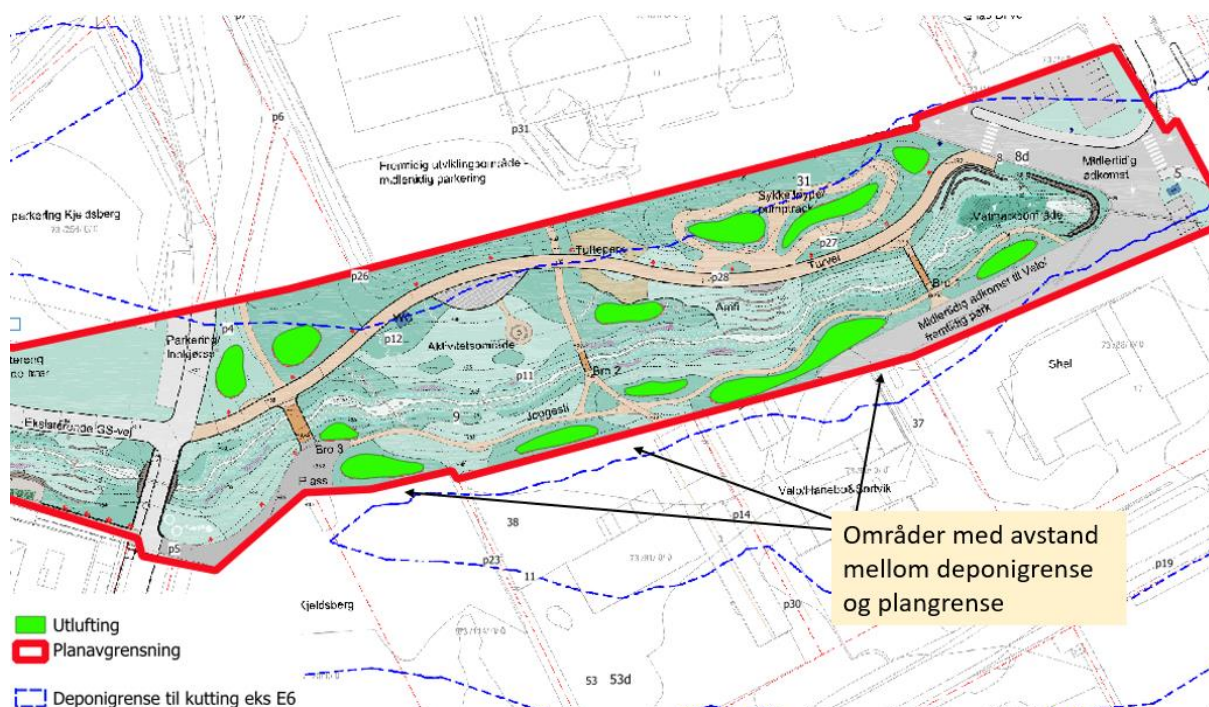
Nåværende overdekking av deponiet ser ut til å være spesielt tykk i øst, ved Bratsbergvegen, og midt på deponiet. I disse områdene kan det være uhensiktsmessig å lage et sammenhengende gassdreneringslag slik det er vist i Figur 6.2 og Figur 6.3 . I disse områdene kan det grøftes ned til avfallet med jevne mellomrom, og koble disse på behandlingsløsningen. Eksempel er illustrert i Figur 6.8. Hvis grøfting blir vanskelig/uhensiktsmessig kan alternativet være boring med bredformat bor for å etablere brønner langs kanten av deponiet.

³ PID-fotoioniserende detektor



Figur 6.8: Mulig løsning i områder der dagens overdekning er tykk, og det heller ikke skal graves spesielt dypt for å få riktig helling på bekken

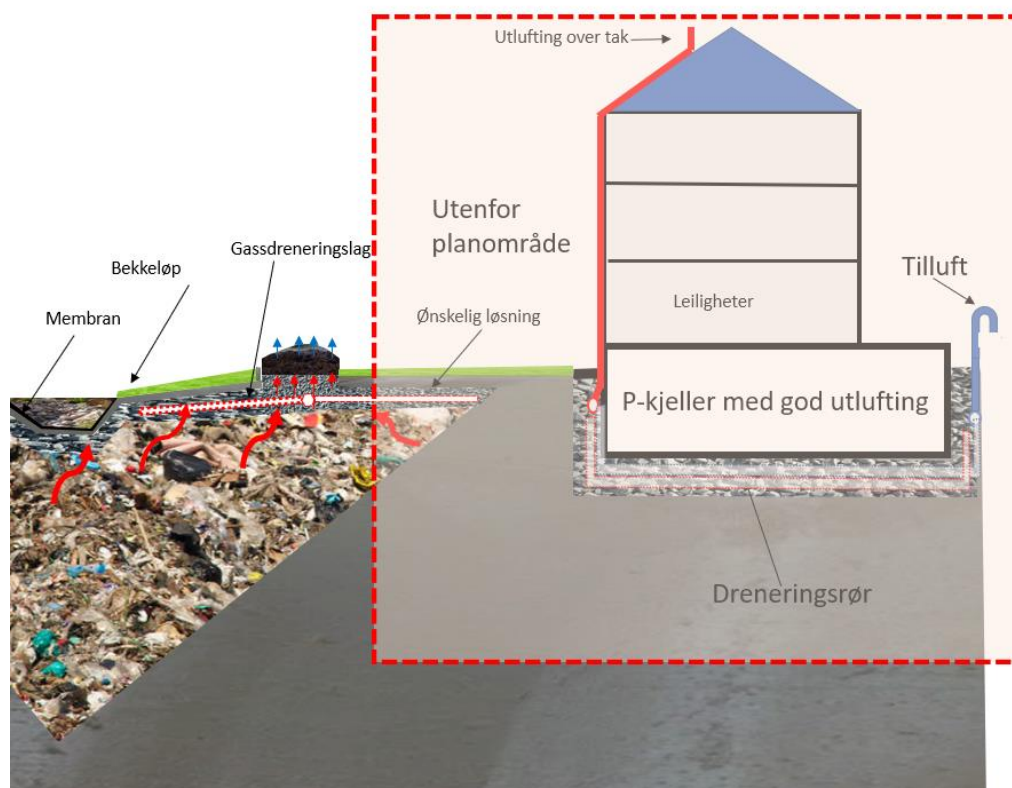
Planavgrensningen ligger stedvis et stykke nord for deponigrensen mot sør. Det vil altså være områder hvor det dagens utforming av deponioverflaten vil være urørt fram til tiltak på sørsiden reguleringsplanen iverksettes. Avstanden mellom disse grensene er vist i Figur 6.9



Figur 6.9: Planavgrensning sammen deponigrens og filter (utlufting).

Det er områder hvor plangrense slutter innenfor deponigrense. Foreslått løsning for planområdet skal ikke føre til økt belastning for deponiområdet utenfor planområdet. Gassen fra hoveddelen av deponiet skal dreneres til filtrene. Løsningen er ikke optimal, da toppdekket

på deponiet ikke blir kontinuerlig før det eventuelt gjøres tiltak ved utbyggingen sør for plangrensen. Ved denne utbyggingen er det viktig at gassdreneringsløsningen på resten av deponiet tas hensyn til i planleggingen. Det mest naturlige er at det da legges gassdreneringslag og gassdrenering inn til filterløsningen også fra dette området. Se Figur 6.10

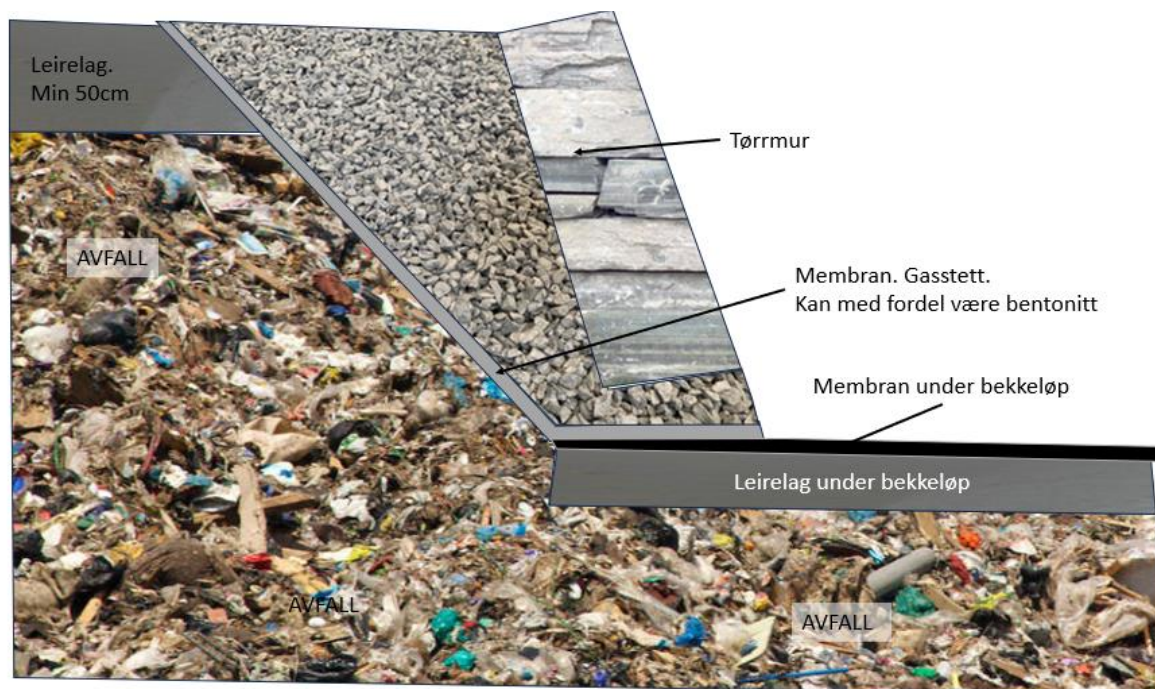


Figur 6.10: Løsning for områder med avstand mellom plangrense og deponigrense mot sør sammen med ønskelig løsning hvis området sør for planavgrensningen bygges ut.

6.5 Tetting i bakkant av tørrmur øst i bekkeåpning

Helt øst i område «Bekkeåpning» planlegges en tørrmur der hvor bekken kommer ut fra rør under Bratsbergvegen. Dette er akkurat i området hvor det har blitt påvist mest gass i hele deponiet.

Da det er nødvendig med drenerende masser i bakkant og under tørrmuren risikerer man at store mengder deponigass trenger opp langs, og ut av tørrmuren. For å unngå ukontrollert gassutslipp i området skal det tettes med syntetisk membran, bentonittmembran eller leirmasser mellom avfall og drenerende masser. Hvis det benyttes leirmasser til tetting, skal disse ha en tykkelse på minimum 50 cm.



Figur 6.11: Illustrasjon tetting i bakkant av tørrmur «Bekkeåpning». Merk at bunnstein mur står under bekkebunn. Tegning skal kun illustrere vise hvordan tetting må overlappe

6.6 Setninger

Nedbryting av avfall vil føre til setninger i deponiet. Dette temaet er fylldig omtalt i rapporten «Vurdering av setningspotensial, Fredlydalen» /20/. Rapporten er ved ferdigstilling av dette notatet ikke offentlig tilgjengelig, men forventes offentliggjort kort tid etter.

Det observeres setninger innenfor reguleringsområdet på opp mot 0,9 cm/år, og dette forventes å fortsette lenge framover. Det ligger ingen større bygg innenfor deponigrensen i reguleringsområdet, kun mindre garasje/bodliknende bygg.

På de større bygningene nærmest deponiet på sørsiden, dvs Bratsbergvegen 17 og Sluppenvegen 1, er det observert skader på byggene som kan være relatert til setninger i deponiet. Det kan altså ikke utelukkes at setninger i deponiet også påvirker bygninger som ligger like utenfor deponigrensen, men omdanning av avfall i deponiet skal normalt ikke gi setninger på bygg utenfor deponiet. Planlagt gravearbeid i deponiet skal heller ikke gi setninger på områder rundt. Eneste mulighet til det er eventuelt dersom det medfører senkning av grunnvannstand. Det er lite aktuelt her, da grunnvannsstand allerede står 6-8 m under terreng, altså dypere enn planlagt utgraving.

Dersom det er setningsskader på bygg utenfor deponiet er det mer sannsynlig at det skyldes;

- Dårlige fyllmasser. Fyllmasser med organisk innhold kan omdannes og gi setninger over tid.
- Dårlig grunnarbeid. For lite komprimering, for tykke lag ved utfylling, nedfylt is/snø, dårlig frostisolering osv. Her er det mange muligheter.
- Store laster fra bygg som naturlig gir setninger i original grunn (dette er mindre sannsynlig for de lette byggene som Bratsbergvegen 17 og Sluppenvegen 1).

Foreslått utforming av overdekkingen av deponiet skal i seg selv ikke føre til økt nedbrytingshastighet i deponiet, da dette forutsettes godt tildekket med leire, men i

anleggsperioden kan det ikke utelukkes at det vil komme noe luft inn i avfallsmassene, og dette kan for en kort periode føre til noe høyere nedbrytingshastighet og raskere setninger. Dette vil da være setninger som uansett ville kommet, men nå på et litt tidligere tidspunkt

6.7 Forslag til bestemmelser vedrørende overdekking av deponiet

Det er konstatert mye gass i området. Hvis arealbruken endres fra dagens situasjon skal det stilles krav til at det utvikles en håndteringsløsning for deponigass. Håndteringsløsningen oppfylle følgende egenskaper:

- Utslipp av deponigass opp igjennom overflaten av deponiet til publikumsområdet skal minimeres
- Risiko for horisontal migrasjon av deponigass til omkringliggende områder minimeres
- Graving i deponimassene skal minimeres
- Sivevannsproduksjonen skal minimeres for å redusere deponiets påvirkning på Nidelva som resipient
- Løsningen kan ikke være at deponiet tettes helt uten en vei ut for deponigassen.

Løsningen kan enten være slik som skissert i dette notatet, eller en løsning som oppfyller hensikten vist her på i samme grad eller bedre.

Løsningen skal godkjennes av miljømyndigheten.

6.8 Forslag til bestemmelser vedrørende peling og boring til fjell

- Peling eller boring som går gjennom leirlaget under deponiet skal ikke foretas uten at det sikres at det ikke oppstår spredningsvei for sivevann.

7. Referanser

- /1/ Marius Johansen, Per Christian Ekre, Rickard Åkesson, Mikael E. Nielsen, 2023. Miljønotat forprosjekt. Rapportnr.: 22-0247 Miljønotat Forprosjekt.
- /2/ Poul Larsen, 2023. Notat om 3D-modell av deponiet i Fredlydalen og vurdering av utbredelse og volum av avfall. Arbeid ikke frigjort p.t. DMR Miljø og Geoteknikk AS,.
- /3/ Multiconsult, 2021. Fredlybekken ved Nidarvoll skole, Trondheim. Rapportnr.: 10219227-RIGm-RAP-002.
- /4/ AFRY, 2021. Miljøteknisk grunnundersøkelse og tiltaksplan. E6 Sluppen Ramper og kulvert. Rev.01. Rapportnr.: 22176-GEO-M-001.
- /5/ Multiconsult, 2017. VA Sluppenvegen, Trondheim. Rapportnr.: 418452-1-RIGm-RAP-001.
- /6/ DMR Miljø og Geoteknikk AS, 2023. Miljøteknisk grunnundersøkelse. Fredlybekken. Rapportnr.: 22-0247.
- /7/ 2021. Fredlybekken - Godkjenning av tiltaksplan for forurenset grunn. Trondheim kommune miljøenheten,.
- /8/ SFT, 2009. TA-2553 | 2009 - Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn.
- /9/ Poul Larsen, 2023. Sivevannsproblematikk, Fredlydalen deponi. DMR Miljø og Geoteknikk AS,. Rapportnr.: 21-0119 Sivevannsproblematikk, Fredlydalen deponi.

- /10/ Marius Johansen, Mikael E. Nielsen, 2023. Vurdering av deponigassituasjon, Fredlydalen. DMR Miljø og Geoteknikk AS,. Rapportnr.: 21-0119 Vurdering av deponigassituasjon revv3.
- /11/ SHA-Plan Fredlybekken rev.02. 08.06.2023. Trondheim kommune,.
- /12/ Øystein R. Berge, 2021. Fredlybekken ved Nidarvoll skole, Deponigass. Rapportnr.: 10219227-RIGm-RAP-003.
- /13/ Marius Johansen, Mikael E. Nielsen, 2023. Oppsummering - helhetlig vurdering av Ladedalen- og Fredlydalen deponier. DMR Miljø og Geoteknikk AS,. Rapportnr.: 21-0119 Oppsummeringsrapport Rev1.1.
- /14/ Charlotte Schetutz, Rasmus Broe Pedersen, Jørgen Henrik Bjerre Jørgensen, Inmaculada Maria Buendia Ucendo, Jacob G. Mønster, Jerker Samuelsen, mfl., 20. april 2014; Mitigation of methane emission from an old unlined landfill in Klintholm, Denmark using a passive biocover system. Waste Manag. 37/27/:1179–90.
- /15/ Scheutz C, Bogner J, Chanton JP, Blake D, Morcet M, Aran C, mfl., 2008; Atmospheric emissions and attenuation of non-methane organic compounds in cover soils at a French landfill. Waste Manag. 28/10/:1892–908.
- /16/ Wu X, Lin Y, Wang Y, Wu S, Yang C, september 2023; Volatile organic compound removal via biofiltration: Influences, challenges, and strategies. Chem Eng J. 471:144420.
- /17/ Cho E, Galera MM, Lorenzana A, Chung WJ, januar 2009; Ethylbenzene, o - Xylene, and BTEX Removal by *Sphingomonas sp* . D3K1 in Rock Wool-Compost Biofilters. Environ Eng Sci. 26/1/:45–52.
- /18/ Han Y, Wang Y, Chai F, Ma J, Li L, desember 2020; Biofilters for the co-treatment of volatile organic compounds and odors in a domestic waste landfill site. J Clean Prod. 277:124012.
- /19/ Lakhout A, Schirmer WN, Johnson TR, Cabana H, Cabral AR, februar 2014; Evaluation of the efficiency of an experimental biocover to reduce BTEX emissions from landfill biogas. Chemosphere. 97:98–101.
- /20/ Marius Johansen, Mikael E. Nielsen, 2023. Vurdering av setningspotensial, Fredlydalen. DMR Miljø og Geoteknikk AS,. Rapportnr.: 21-0119 Vurderinger av setningspotensial Fredlydalen.

Vedlegg 1

