

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Detaljregulering for Bratsbergvegen 18 - Klæbuveien 198 - Nidarvoll, Trondheim</b>	DOKUMENTKODE	10200379-RIGm-NOT-001
EMNE	Tilleggsredegjørelse - deponigass	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Trondheim kommune, Trondheim eiendom - utbygging</b>	OPPDRAAGSLEDER	Kristin A. Thomessen
KONTAKTPERSON	Randi Lile	SAKSBEHANDLER	Øystein R. Berge
KOPI	Eggen Arkitekter AS v/ Kjersti Tannvik	ANSVARLIG ENHET	10234012 Miljøgeologi Midt

## SAMMENDRAG

Trondheim kommune har igangsatt reguleringsarbeid for Bratsbergvegen 18 og Klæbuvegen 198. Hensikten er å regulere planområdet til offentlig tjenesteyting med barne- og ungdomsskole, flerbrukshall og helsehus, med tilhørende uteareal og grønstruktur.

Foreliggende dokument er en redegjørelse for situasjon og en utdyping av løsning for håndtering av potensiell deponigass. Dette er utløst av innsigelse fra Fylkesmannen i Trøndelag til reguleringsplanen.

## 1 Innledning

Trondheim kommune har igangsatt reguleringsarbeid for Bratsbergvegen 18 og Klæbuvegen 198. Hensikten er å regulere planområdet til offentlig tjenesteyting med barne- og ungdomsskole, flerbrukshall og helsehus, med tilhørende uteareal og grønstruktur.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Trondheim kommune som miljøgeologisk rådgiver i prosjektet. Miljøgeologisk rapport som tidligere er utarbeidet av Multiconsult i saken, er gitt i rapport 10200379-RIGm-RAP-001 datert 27. februar 2018.

Foreliggende dokument er en sammenfatning relevante undersøkelser knyttet til deponigass i dette området, samt kommentarer til innsigelse nr. 1 i Fylkesmannens brev med referanse 2018/678, datert 18.06.2019:

*«Fylkesmannen har med bakgrunn i folkehelseloven § 4 og rundskriv T-2/16, innsigelse til planen inntil kommunen har avklart om metangassnivåene utgjør en brann og eksplosjonsfare, samt inntil det er gjort en vurdering av risiko for helsekonsekvenser knyttet til etablering av følsom bebyggelse inntil avfallsdeponi. Det må synliggjøres hvordan kommunen vurderer planen om å bygge inntil deponiet opp mot FHI's vurderinger, herunder en nærmere redegjørelse for effekten av de avbøtende tiltak mot gassmigrasjon.»*

Foreliggende notat omhandler ikke vurdering av helserisiko mhp. deponigass. Samtidig kan det nevnes at også FHI i sine oppsummeringer om bygging på gamle avfallsdeponier selv har konkludert: «Risikoen for helseskader er mest sannsynlig liten, selv ved lengre tids eksponering».

00	03.10.2019				
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Evt. risiko vil i hovedsak skyldes usikkerhet rundt det å bo/benytt et bygg nær et deponi, og ikke reell helsepåvirkning som følge av gassinntrengning.

## 2 Områdebeskrivelse og utforming

Planområdet avgrenses av Bratsbergvegen i vest, inkluderer deler av Baard Iversens veg i nord og Klæbuvegen i øst og sør. Hoveddelen av planområdet er tilknyttet Nidarvoll skole (gnr./bnr. 73/1, 73/2 og 73/42) med et areal på ca. 44 daa og Nidarvoll sykehjem (gnr./bnr. 73/144) med et areal på ca. 11,5 daa. Også de private boligeiendommene Bratsbergvegen 16 og 16a (gnr./bnr. 73/67 og 73/75), med et samlet areal på ca. 1 daa, er innenfor planområdet. Beliggenhet av området fremgår av Figur 1. Flyfoto fra området i henholdsvis 2016 og 1964 er vist i Figur 2 og Figur 3.



Figur 1 Planområdets beliggenhet i Trondheim.



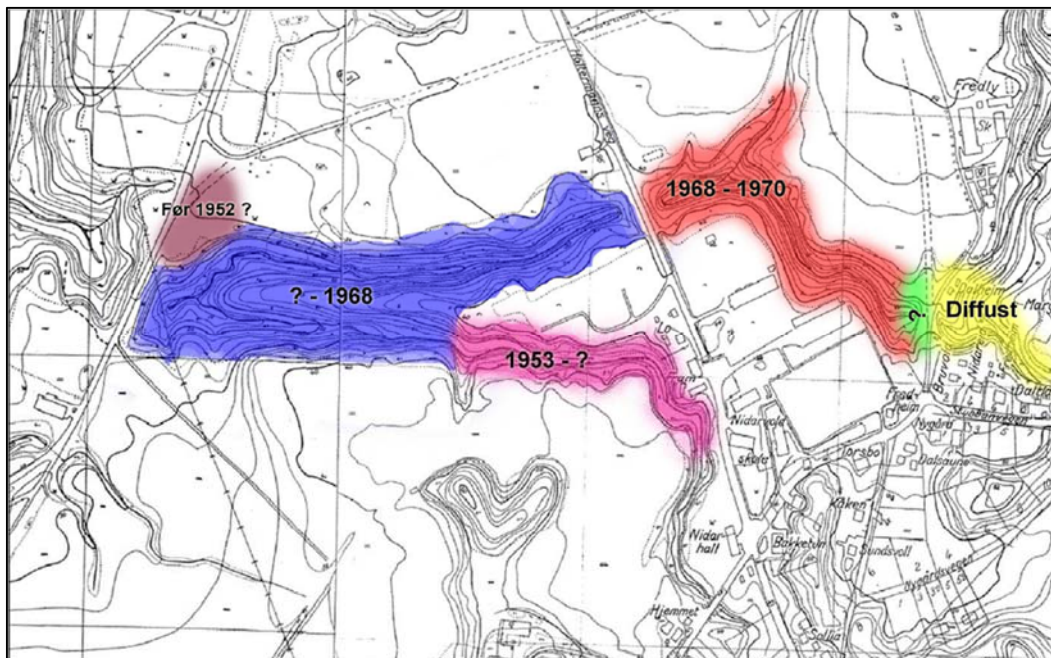
Figur 2 Flyfoto over planområde fra 2016. Kilde: Trondheim kommunes karttjeneste.



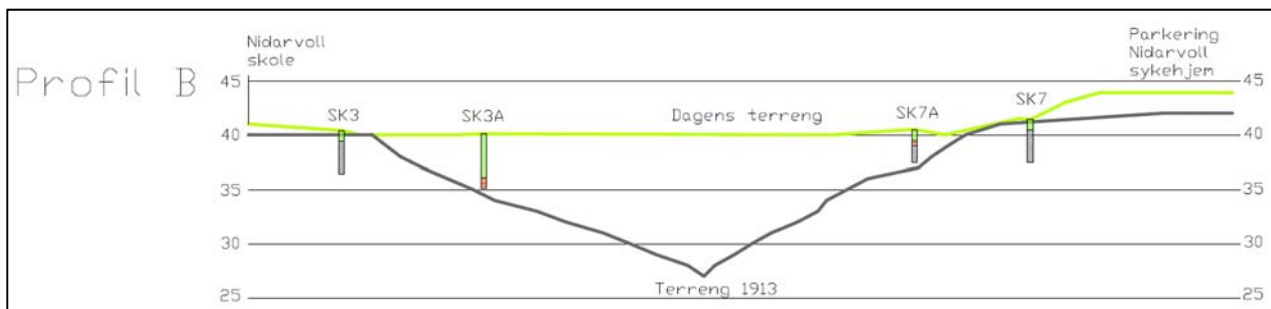
Figur 3 Flyfoto over planområde fra 1964. Kilde: Trondheim kommunes karttjeneste.

Området bestod opprinnelig av et typisk leirterreng, med Fredlydalen som en gjennomgående struktur, samt flere mindre sidedaler som forgrenet seg ut fra hoveddalen. Bekkedalene er i dag gjenfylt. I dag framstår landskapet rundt Nidarvoll skole og østover som relativt flatt. På planområdet er det laveste punktet på banen i nord på kote +36 (ref. NN2000), mens terrenget i sør og øst ligger høyere.

Dalsystemet som omfattet Fredlydalen gikk fra Nidelva i vest til Klæbuveien i øst og ble brukt som kommunalt avfallsdeponi fra 1950-tallet til 1970. I følge NGU-rapport 2007.014 ble søppel i deponiet lagt ut lagvis og dekket med finkornet sand. Avfallet ble deponert usystematisk, og skal inneholde husholdningsavfall og industriavfall. Det skal ikke være journalført hva som er deponert hvor. Skisse som viser de forskjellige utfyllingstrinnene av Fredlydalen er vist i Figur 4. Profiler som viser opprinnelig og eksisterende terrengnivå er tidligere vist i tverrprofiler på området, gitt i Multiconsult-rapport 413910 nr. 1 (tegning 413910-100). Utsnitt av en av disse profilene er vist i Figur 5.

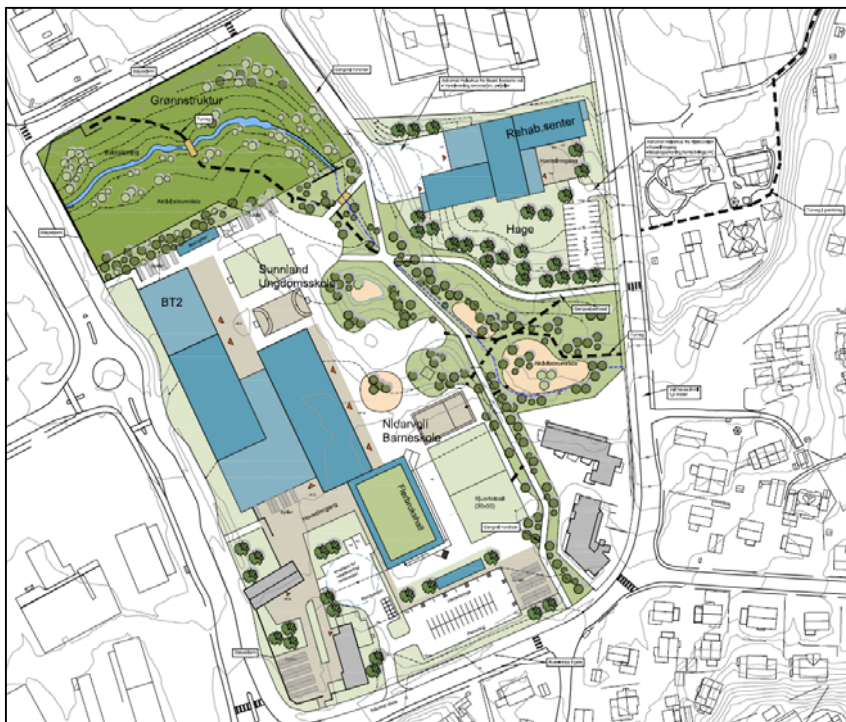


Figur 4 Skisse som viser antatt utfyllingstidpunkt for de forskjellige delene av Fredlydalen. Kilde: Figur i NGU-rapport 2007.014.

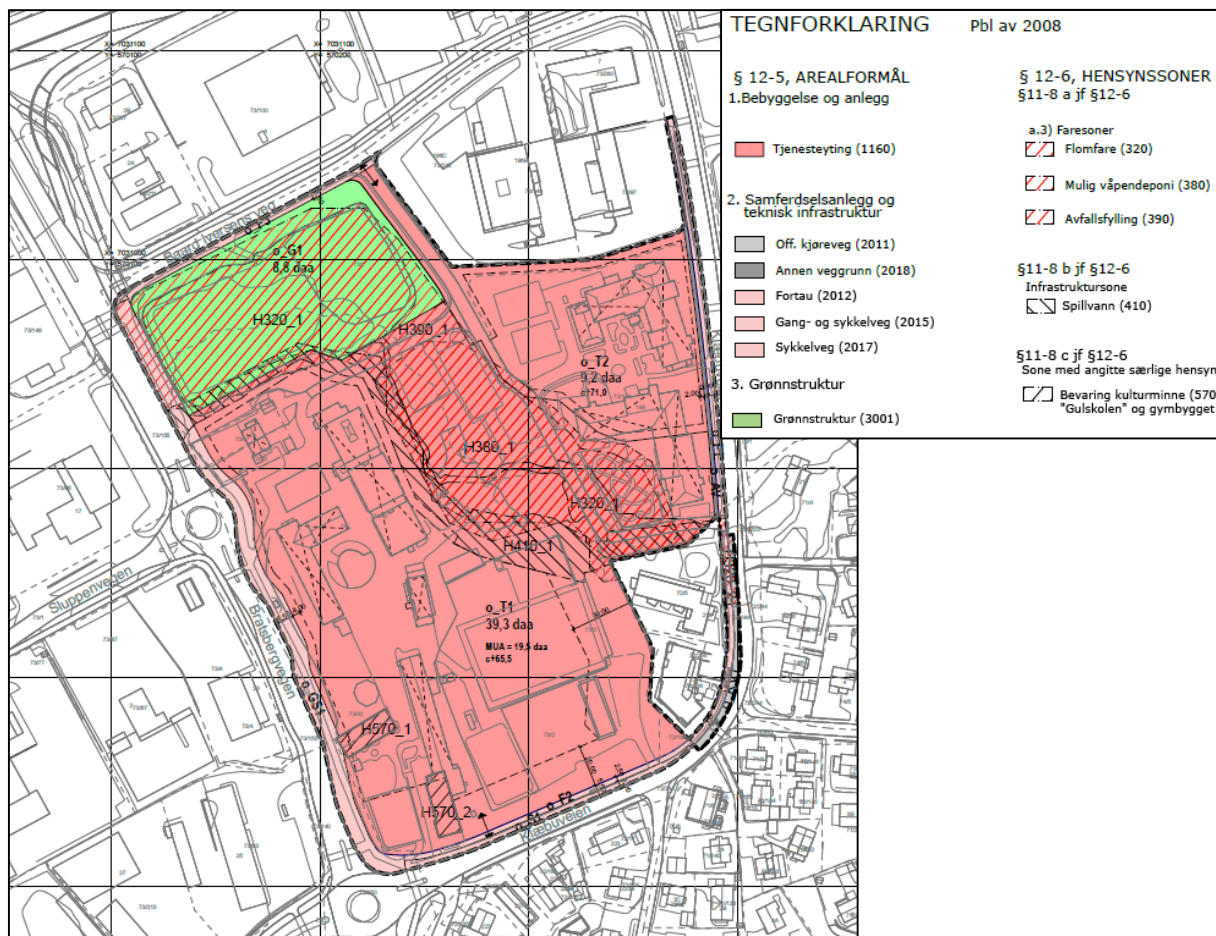


Figur 5 Eksempel på tverrsnitt som viser opprinnelig terreng (basert på kart fra 1913) og dagens terreng. Eksempelet viser et område mellom Nidarvoll skole og Nidarvoll sykehjem. Kilde: Utsnitt fra tegning 413910-10.

En skisse med ett av forslagene til utbygging av området er i Figur 6, mens reguleringsplankart er gitt i Figur 7.



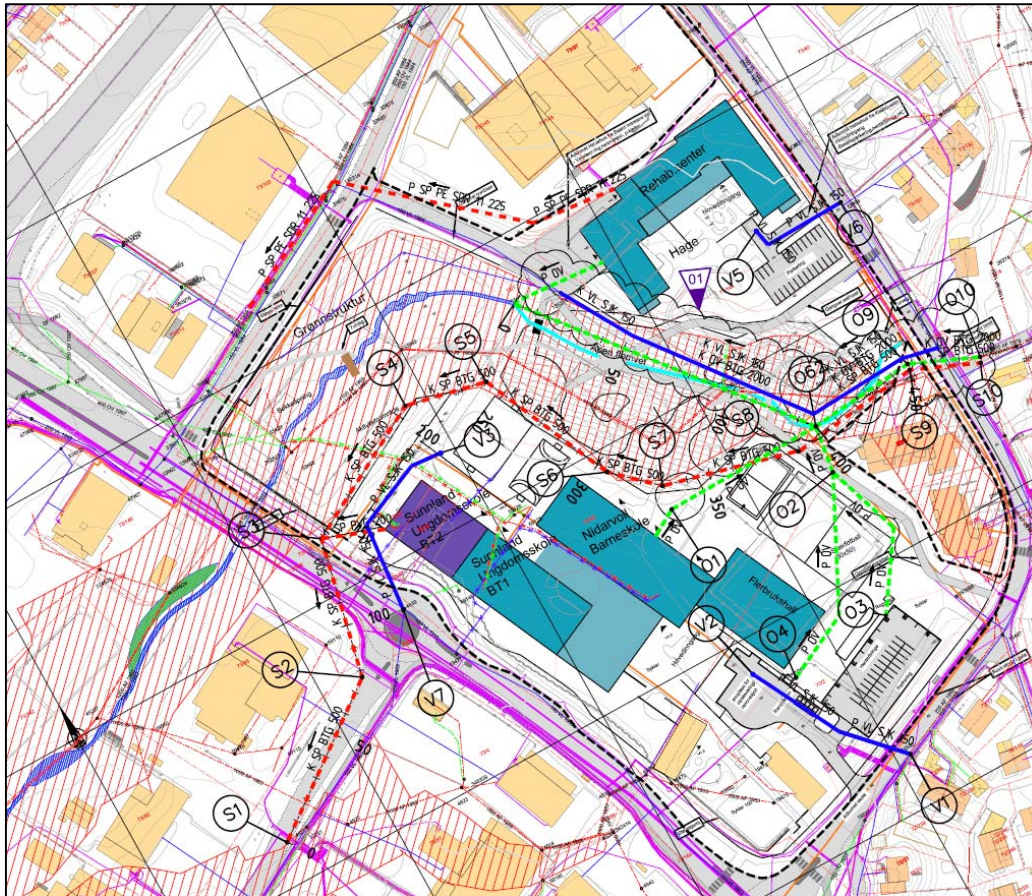
Figur 6 Illustrasjonsplan til reguleringsplan. Kilde: Løvetann Landskap AS, eksempel B4 datert 06.12.2018.



Figur 7 Reguleringsplankart. Kilde: Eggen Arkitekter AS, R20180026 datert 04.01.2019.

I en forberedende fase til planlagt utvikling av området, skal eksisterende avløpssystem legges om. Foreløpig overordnet VA-plan er vist i Figur 8. Her kan det spesielt legges merke til at nye, større ledninger blir plassert mellom avfallsfyllinga og byggene, ettersom ledningene må fundamenteres på original grunn (ikke på avfallsfylling). Disse ledningstraséene vil danne effektive barrierer for å forebygge gassinnsig mot nåværende og framtidig bebyggelse. Dette oppnås gjennom bevisst oppbygging av omfyllingsmasser omkring ledningene, for å styre potensiell gassbevegelse til kontrollert utventilering i friluft.

Alle stikkledninger og kabelføringer inn mot bygg kan være en potensiell spredningsvei for deponigass, og sikringstiltak må derfor utføres også på disse.



Figur 8 VA-rammeplan med eksempel B4. Kilde: Multiconsult-tegning 10200379-GH102 rev.01 datert 28.01.2019.

### 3 Fakta om deponigass

Gass fra nedbryting av organisk materiale dannes ved bakteriell nedbrytning. Gassen består primært av metan (CH<sub>4</sub>) og karbondioksid (CO<sub>2</sub>). I tillegg inneholder gassen blant annet nitrogen, svovelforbindelser og andre organiske forbindelser. De andre organiske forbindelsene utgjør normalt 0,01-0,6 %. Hydrogensulfid, ammoniakk og forskjellige organiske forbindelser kan føre til luktproblemer, og kan ha helseskadelige effekter, men luktterskelen er langt lavere enn nivåene som kan gi helseskade.

Metangass er lettere enn luft og vil stige oppover dersom den får mulighet. Tette lag vil kunne medføre at gassen migrerer sideveis eller oppkonsentreres i lommer. Gass vil dermed kunne spre seg over større områder via drenerende lag i veier, via grøfter og under bygninger, samt inn i utette kummer og ledningsskjøter. Sprekker i gulv og utette gjennomføringer kan videre medføre at

Tilleggsredegjørelse - deponigass

gassen trenger inn i bygninger. Dette gjelder spesielt i innføringspunkter for vann og avløp, og trekkerør for el-kabler og annen teknisk infrastruktur.

Metangass har ingen kjente helseskadelige effekter, men kan fortrenge luft ved høye konsentrasjoner og er en indikator for tilstedeværelse av deponigass. Metangass er også eksplosjonsfarlig i konsentrasjoner mellom 5 og 15 % i blanding med luft. 5 % metan tilsvarer 50 000 ppm, og refereres til som «LEL» (Lower Explosion Limit, nedre eksplosjonsgrense).

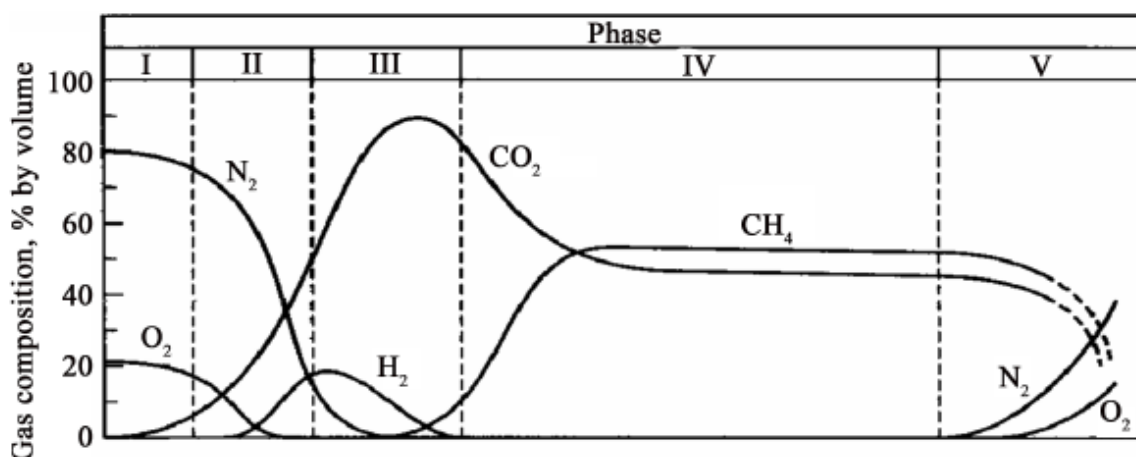
Sporstoffer i deponigassen kan under gitte forhold medføre en helserisiko. Administrativ norm for f.eks. hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) er 10 ppm og for karbondioksid 5000 ppm, jfr. Arbeidstilsynets Veiledning nr. 361.

Folkehelseinstituttet (FHI) deler bakteriell nedbryting av avfall i deponi inn i fire faser. Sammensetningen av gassen som produseres, endres i hver av fasene. Under følger informasjon om de fire fasene, som beskrevet av FHI:

- **I fase 1** bruker oksygenavhengige (aerobe) bakterier opp oksygen til nedbrytning av karbohydrater, proteiner og lipider som finnes i organisk avfall. Det primære biproduktet av denne prosessen er karbondioksid. Denne fasen fortsetter til tilgjengelig oksygen er brukt opp, noe som kan vare i dager eller måneder, avhengig av hvor mye oksygen som er til stede.
- **Fase 2** starter etter at oksygenet er brukt opp. Ved en oksygenuavhengig (anaerob) prosess omgjør bakterier kjemiske forbindelser (som ble dannet i fase 1 av aerobe bakterier) til eddiksyre, melkesyre og maursyre samt alkoholer som metanol og etanol. Dette gir et svært surt miljø i deponimassene. Etter hvert som syrene blander seg med fuktigheten som er i deponiet, vil næringsstoffer oppløses. Dette gjør at nitrogen og fosfor blir tilgjengelig for de stadig mer varierte bakterieartene i deponi. De gassene som dannes ved disse prosessene er karbondioksid og hydrogen.
- **Fase 3** starter når anaerobe bakterier forbruker organiske syrer produsert i fase 2 og danner acetat. Denne prosessen fører til at deponiet får et mer nøytralt miljø der metanproduserende bakterier begynner å etablere seg.
- **Fase 4** inntreffer når sammensetning og produksjonshastigheten av deponigass er relativt konstant. Gass i fase IV inneholder vanligvis rundt 45% til 60% metan i volum, 40% til 60% karbondioksid og 2% til 9% andre gasser. Varigheten til fase IV i typisk i ca. 20 år. Gassen vil imidlertid fortsatt bli produsert i 50 eller flere år etter at avfallet er deponert. Gassproduksjon kan vare lenger, for eksempel hvis større mengder organiske stoffer er til stede i avfallet, eller ytre faktorer fører til lavere gassproduksjon, slik at nedbrytningshastigheten reduseres fra hva som er optimalt. Dette kan f.eks. være tilfellet ved høy vannstand i deponiet.

I tillegg til FHI sine 4 faser kan «fase 5» nevnes. **Fase 5** vil inntre når alt nedbrytbart materiale har blitt omdannet. I denne fasen vil produksjonen av deponigass avta.

Figur 9 viser en illustrasjon av de forskjellige fasene. Høyeste produksjon av deponigass vil være i starten og midtre del av fase 4. I slutfasen av nedbrytingen, fase 5, vil det kunne veksle mellom om nivå av metan eller karbondioksid er høyest, men nivåene vil i alle tilfeller være lave.



Figur 9 De ulike fasene i bakteriell nedbrytning av organisk materiale. Kilde NGU-rapport 2007-014 figur 1/Heie 2006.

## 4 Utførte undersøkelser

### 4.1 NTNU / Norges geologiske undersøkelse (NGU)

I forbindelse med studentoppgave ved NTNU, med veileder fra NGU, ble det i 2006 utført måling av deponigass ved avfallsfyllinga i Fredlydalen. Dette omfattet måling i til sammen 113 punkter (åpne kummer, lukkede kummer og tette/åpne rør som takrenner). Undersøkelsen ble utført på seks forskjellige dager, i perioden 25. september til 3. oktober 2006.

### 4.2 Multiconsult

I 2010 utførte Multiconsult en grunnundersøkelse i området ved Nidarvoll skole, med skovlboring (augerboring) med geoteknisk borerigg i 17 punkter. I tillegg til uttak av jordprøver, ble det utført gassmålinger i alle borehullene. Dette ble utført ved hjelp av en gassmåler av type «Dräger X-am 7000», med måling av O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og H<sub>2</sub>S. Nærmere beskrivelse av denne undersøkelsen er gitt i Multiconsult-rapport 413910 nr.1.

Multiconsult utførte også tilsvarende måling av gass i borpunkt ved undersøkelser utført i perioden 27.-29. september 2017. Grunnundersøkelsen omfattet 32 borpunkt som ble boret 2-7 meter under terreng. Måling av metangass ble utført samtidig med uttak av jordprøver fra borehullene, ved hjelp av et instrument av type «Sensit® HXG-3». Instrumentet viser nivå for hydrokarboner, som på deponier i all hovedsak er metan, i ppm (parts per million) og % LEL (lower explosion limit).

### 4.3 DMR

DMR Miljø og Geoteknikk AS (DMR) har sommeren 2019 vært engasjert av Trondheim kommune for å foreta en undersøkelse for deponigass i randsonen omkring Fredlydalen deponi, knyttet til arbeid med kommunedelplan for Sluppen. På bakgrunn av undersøkelsen er det utarbeidet et sonkart, som viser områder der det vurderes å kunne være en risiko relatert til deponigass. Dette sonkartet bygger både på tidligere undersøkelser, blant annet utført av NTNU/NGU og Multiconsult, samt undersøkelser utført av DMR. Jfr. DMR Miljø og Geoteknikk AS rapport 19-0089 datert 13. september 2019.

Undersøkelsen til DMR har omfattet 15 målområder omkring deponiets randsoner, hvorav 5 er innenfor eller i nærheten av reguleringsområdet som omtales i foreliggende notat (MO08, MO09, MO13, MO14 og MO15). Gassmålingene er utført under terreng (poreluft) og i kummer.



Tilleggsredegjørelse - deponigass

Gassmålingene ble utført med en håndholdt gassmåler, som registrerte innhold av CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S. Feltarbeidet ble utført i mai 2019.

Etter deponigassmålingene ble det valgt ut 15 punkter, ett fra hvert målområde, hvor det ble tatt ut en poreluftprøve til kjemisk analyse av utvalgte miljøfremmede stoffer (analyse av kullrør).

I syv målepunkter ble det installert metanloggere for å kunne vurdere variasjoner over tid og sammenhengen mellom trykkforhold og metankonsentrasjoner. Måleperioden var 9-15 dager. CH<sub>4</sub>-loggerne registrerer innholdet av metan som %LEL, samt atmosfæretrykket.

Utsnitt av figur som viser plassering av utførte undersøkelser utført av DMR i reguleringsområdet er vist i Figur 10 (firkant og trekant). I figuren fremgår også resultat utført av NGU (sirkler) og Multiconsult (sirkler med kryss).

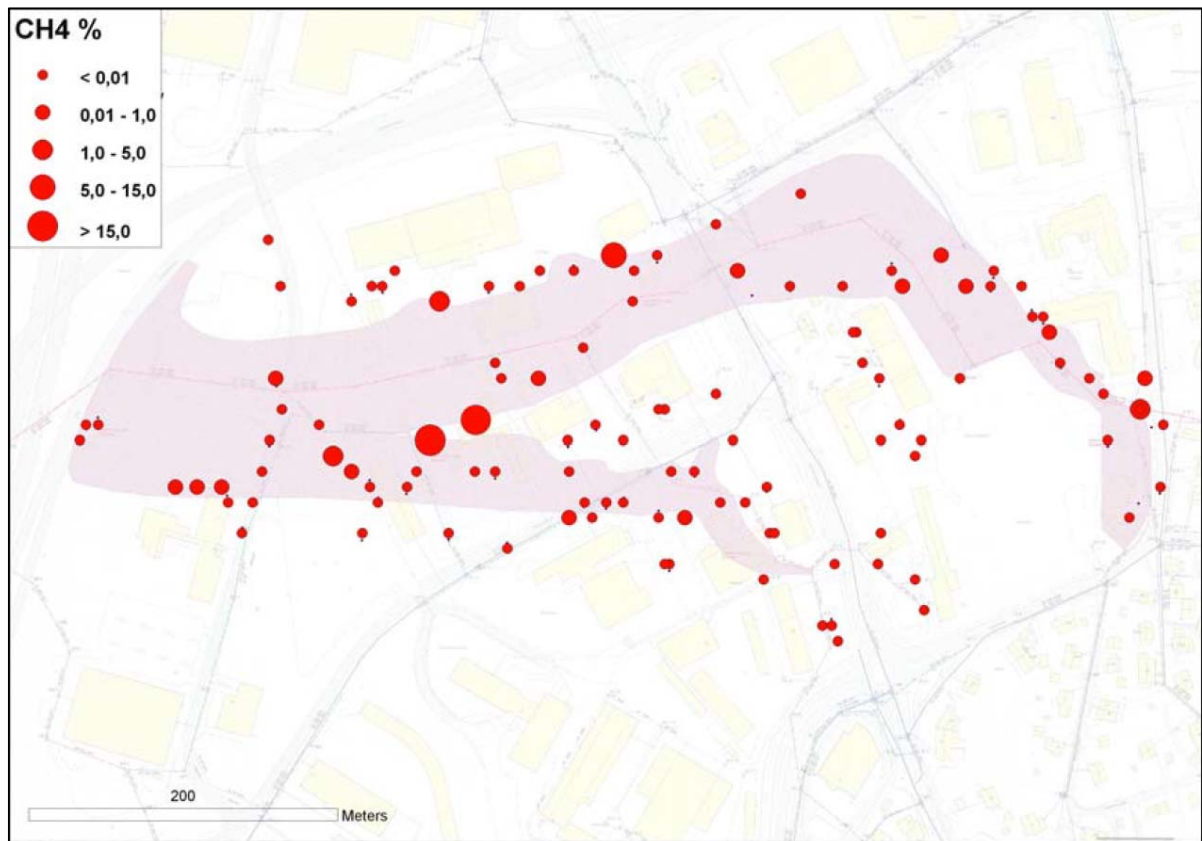


Figur 10 Gassmålinger med angivelse av metankonsentrasjoner. Kilde: Utsnitt fra DMR-rapport 19-00089 vedlegg 1a.

## 5 Resultat

### 5.1 NTNU / Norges geologiske undersøkelse (NGU)

Kartskisse med målte konsentrasjoner den ene av undersøkelsesdagene, er vist i Figur 11.



Figur 11 Metaninnhold målt i kummer den 25.09.2006. Kilde: NGU-rapport 2007-014 figur 15.

Som det fremgår av Figur 11, og som det er beskrevet i rapporten, er det i området ved Nidarvoll skole og Nidarvoll sykehjem påvist ingen eller lave nivå av metan. Samtidig viste målingen at det i enkelte av målepunktene påvises tegn på deponigass. Ut over dette er det i rapporten vist at det i enkelte målepunkt er påvist høyere nivå av karbondioksid enn av metan.

## 5.2 Multiconsult

Resultater fra utførte gassmålinger i borehull på området, utført av Multiconsult, er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Resultater fra måling av metangass i borehull. Målingene SK1-8 ble utført i 2010, mens SK9A-29 ble utført i 2017.

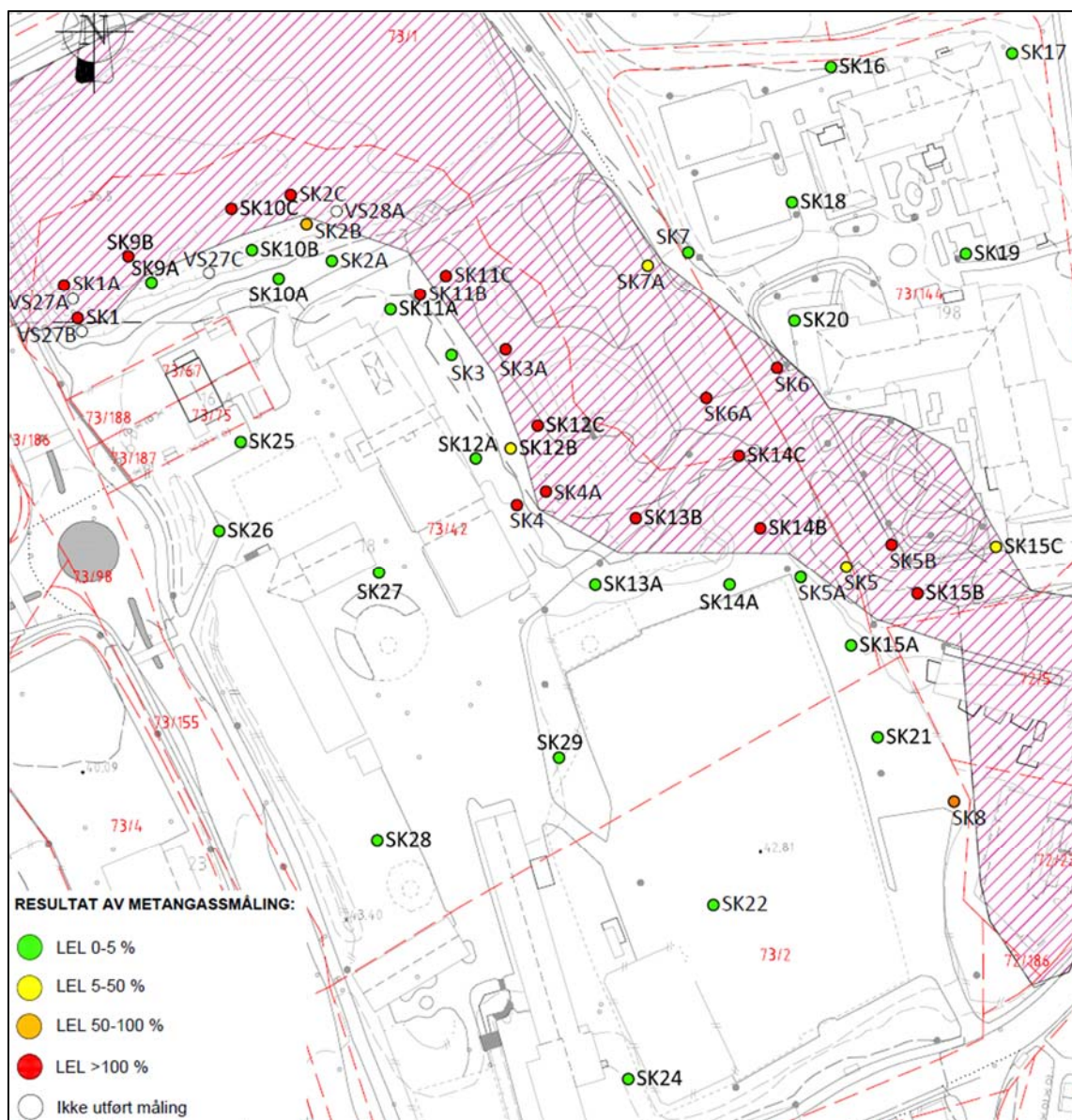
Prøvepunkt	LEL (%)	Prøvepunkt	LEL (%)	Prøvepunkt	LEL (%)
SK1	>100	SK9A	0	SK16	0
SK1A	>100	SK9B	>100	SK17	1,5
SK2A	0	SK10A	0,3	SK18	0,3
SK2B	97	SK10B	0,2	SK19	0,7
SK2C	>100	SK10C	>100	SK20	0,2
SK3	0	SK11A	0,7	SK21	0,2
SK3A	>100	SK11B	>100	SK22	0,11
SK4	>100	SK11C	>100	SK24	0,2
SK4A	>100	SK12A	0	SK25	0,2
SK5	11,5	SK12B	9	SK26	0
SK5A	0	SK12C	>100	SK27	1,9
SK5B	>100	SK13A	0	SK28	0,2
SK6	>100	SK13B	>100	SK29	0,3
SK6A	>100	SK14A	0		
SK7	0	SK14B	>100		
SK7A	43	SK14C	>100		
SK8	50,5	SK15A	0		
		SK15B	>100		
		SK15C	8		

LEL (%)			
0-5	5-50	50-100	>100

Målingene viser at det pågår gassdannelse i deponiet. I samtlige punkter der det er observert avfall, unntatt i SK5 og SK15C, er det også registrert konsentrasjon av metangass (CH<sub>4</sub>) over laveste eksplosjonsgrense (>100 % LEL).

Gassmålingene viser også at deponigassen til en viss grad migrerer horisontalt, ettersom det også i prøvepunkt uten registrert avfall (SK2B, SK4, SK8, SK11B og SK12B), påvises metangass.

En skisse som viser målte verdier av metangass i hvert av borpunktene er vist i Figur 12.



Figur 12 Plassering av prøvepunktene på området, fargelagt iht. påvist nivå av metangass i punktene. Utsnitt fra vedlagte tegning 10200379-RIGm-TEG-004.

I brevet fra Fylkesmannen er det, i andre avsnitt på side 2, angitt at Multiconsult pr. telefon har «bekreftet at det på enkelte punkter er registrert høye forekomster av metangass både i rør i bakken og i lufta – rett over deponiet hvor skolens uteareal er planlagt plassert.» Dette beror nok på en misforståelse, Multiconsult har ikke påvist metangass på overflaten / i friluft på området, og at dette skal kunne påvises er også svært lite sannsynlig. Det vi har påvist er metangass i borehull, og her er metangassnivåene som forventet når man borer ned i et nedlagt deponi.

Multiconsult kan ikke finne dokumentasjon på at det er utført inneluftsmåling ved Nidarvoll skole, som beskrevet i brevet fra Fylkesmannen.

### 5.3 DMR

DMR sine målinger i reguleringsområdet viser lave nivå, med <0,5 vol% metan i alle punktene. Dette gjelder både i poreluft og i kummer. Samtidig viser måleresultatene at hele randsonen omkring det tidligere deponiet i større eller mindre grad er påvirket av deponigass. I følge DMR

Tilleggsredegjørelse - deponigass

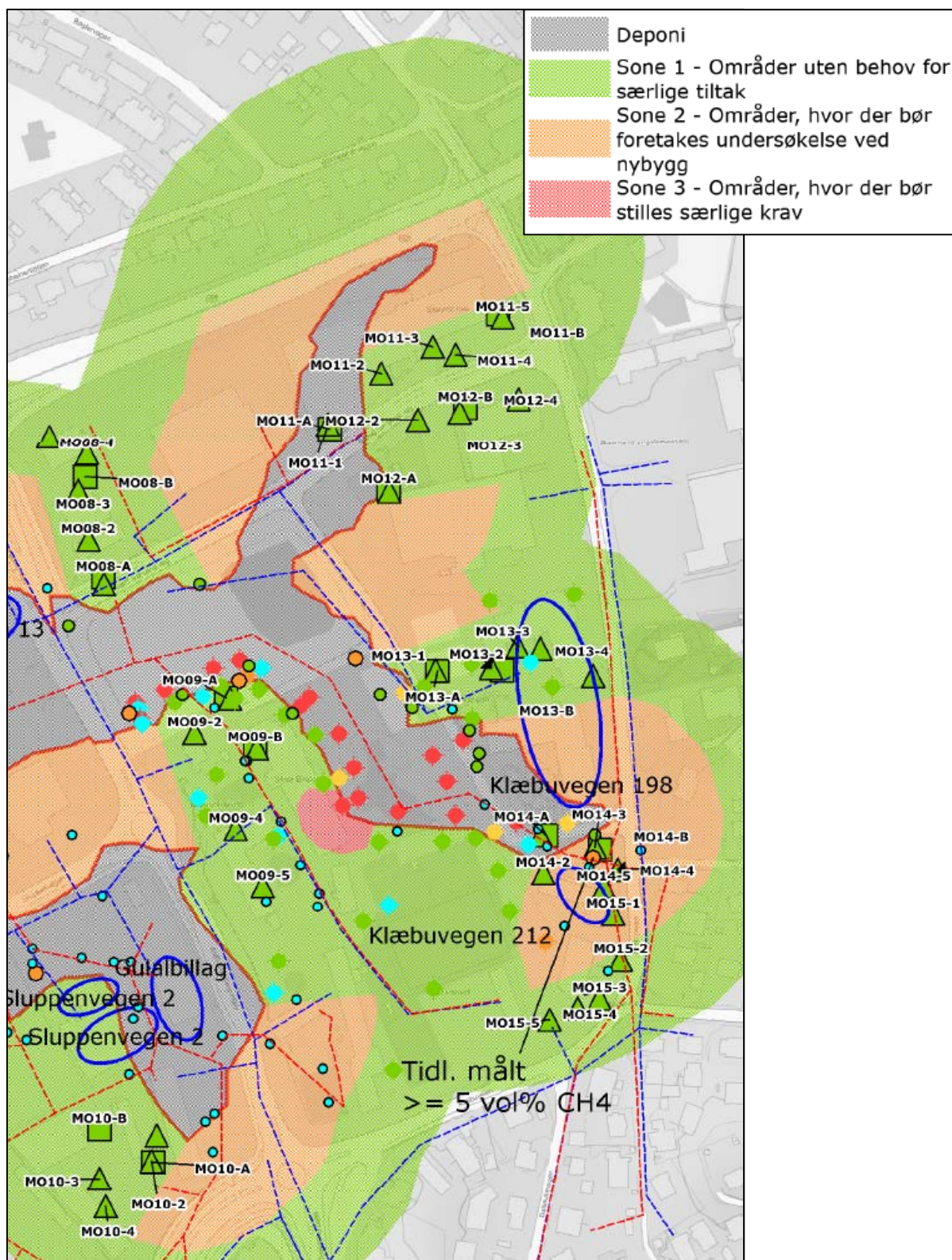
indikerer også måleresultatene for kummer at avløp generelt ikke medvirker som en vesentlig spredningsvei for deponigass.

DMR har utarbeidet et sonekart, hvor randsonen på bakgrunn av måleresultatene og tidligere undersøkelser, er inndelt i risikoområder. Randsonen er inndelt i tre risikozoner; grønn, oransje og rød, samt grå sone som er selve deponiet:

- **Grå sone**, deponi  
Innenfor deponigrensen bør det alltid utføres undersøkelser for spredning av deponigass før endringer av arealbruk.
- **Sone 3**, område hvor det bør stilles særlige krav ved nybygg:  
Benyttes dersom det er målt markant forhøyet CH<sub>4</sub>-innhold (>5 vol%) og det dermed er konkret kunnskap om innhold som kan utgjøre en risiko. Om det foretas supplerende undersøkelser som viser at det ikke er risiko i et konkret område, kan området/eiendommen uttas av sone 3 og nedklassifiseres til f.eks. sone 1.
- **Sone 2**, område hvor bør foretas undersøkelse ved nybygg:  
Gjelder der undersøkelsene har påvist innhold av CH<sub>4</sub> på 0,5 – 5 vol%. Dessuten kan det være påvist markante tegn på påvirkning med deponigass eller andre forurensningskomponenter. Det vurderes ikke å være risiko for dannelse av brann- og eksplosjonsfarlige gassblandinger i nåværende bygninger. Denne sonen er også benyttet dersom det ikke foreligger nok undersøkelser/analyser i et område. Ved nybygg bør det stilles krav om tiltak for å forhindre risikoen for at opphopning og gassinntrengning oppstår i bygninger og avløp.
- **Sone 1**, område uten behov for særlige tiltak:  
Det er ikke tegn på vesentlig forhøyede innhold av metan. I områdene ses det heller ikke markante stigninger i CO<sub>2</sub>, eller markante fall i O<sub>2</sub>-innholdet. Det vurderes ikke å være risiko for markant inntrengning av metangass eller eksplosjonsfare ved nåværende arealbruk. Det vurderes at det ikke bør stilles krav om særlige foranstaltninger ved nybygg som følge av deponigass i disse områdene.

Fra DMR bemerkes det at sonekartet er utarbeidet på bakgrunn av nåværende arealbruk. Dersom det på et senere tidspunkt foretas større anleggsarbeider i eller omkring deponigrensen, kan dette ha betydning for spredningen av deponigass. Som eksempel kan etablering eller endring av ledninger virke som direkte spredningsvei av deponigass. Dessuten kan etablering av større sammenhengende areal som får faste eller gasstette dekke påvirke gassmigrasjonen. Videre bemerker DMR at soneinndelingen er foretatt på bakgrunn av et begrenset antall målepunkter i utvalgte områder, og at sonekartet derfor skal ses som et veiledende kart.

Utsnitt av sonekartet utarbeidet av DMR er vist i Figur 13.



Figur 13 Sonekart for deler av Fredlydalen. Kilde: Utsnitt av DMR-rapport 19-00089 vedlegg 6.

## 6 Vurderinger av gassforekomst og transport

### 6.1 Deponifase

Som det fremgår av Figur 4 ble deponering i dette området utført fram til ca. 1970. Basert på dette forventes avfallet å være relativt langt kommet i nedbrytingen. I det minste forventes det at det er stabil produksjonsfase (fase IV) eller at produksjonen er avtagende.

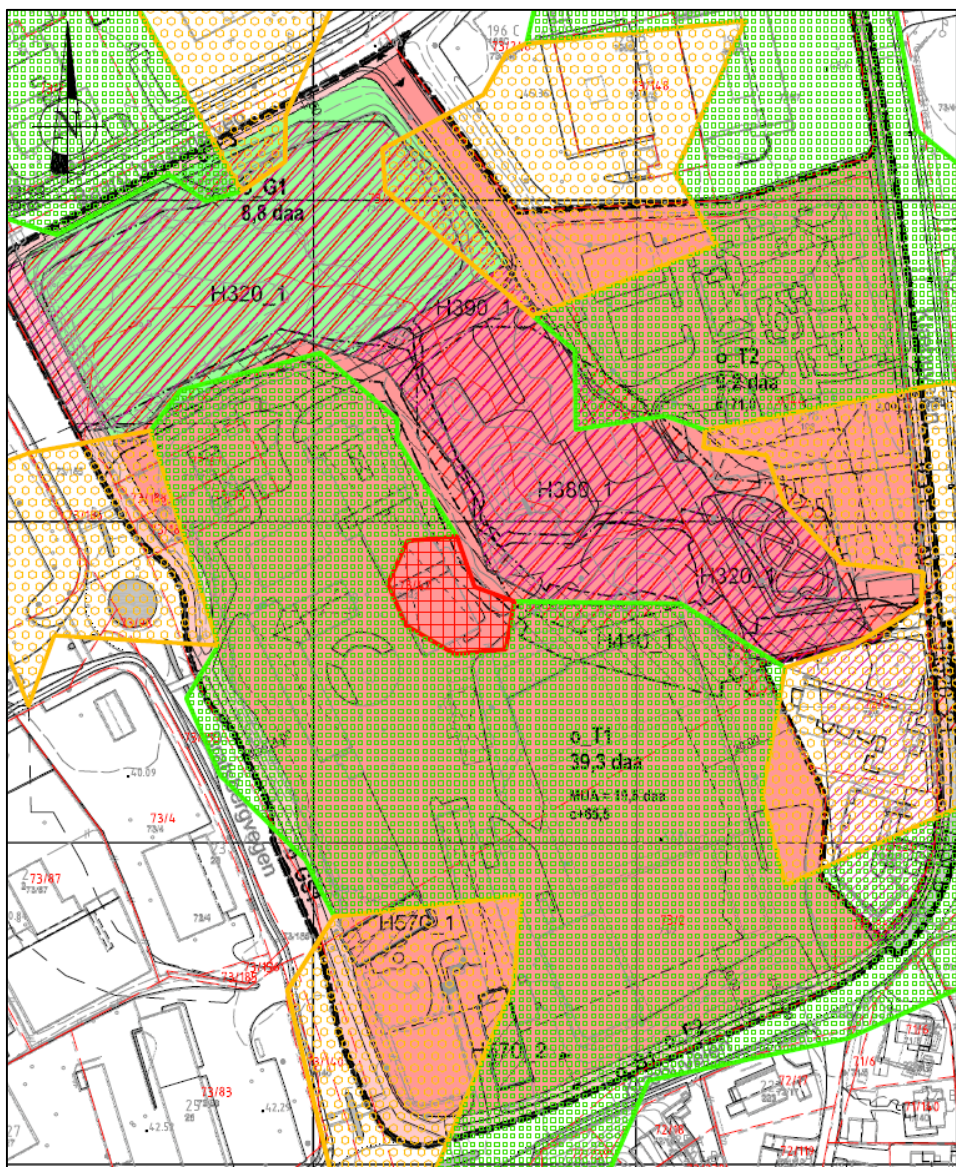
Som i undersøkelsen utført av NGU i 2006, påviser også DMR stedvis høyere nivå av karbondioksid enn metan. Dette antas å ha sammenheng med at deponiet er sent i nedbrytingsfasen og at det dermed vil være en noe mer «uryddig» forhold mellom metan og karbondioksid. Også dette at det jevnt over påvises lave nivå, jfr. målinger utført i f.eks. eksisterende VA-nett, indikerer at deponiet er i en sen fase av nedbryting.

Risikoen for at metangassproduksjonen skal øke i framtiden, vurderes på bakgrunn av foreliggende data som svært liten.

### 6.2 Soner

Skisse som viser sonekart utarbeidet av DMR sammen med reguleringsplankartet, er vist i Figur 14. Denne viser at hoveddelen av utbyggingsområde o\_T1 og o\_T2 ligger innenfor sone 1. I denne sonen har DMR, basert på alle tilgjengelige data, vurdert at det ikke er behov for særlige tiltak. I vestre, sørvestre og øst del av o\_T1 er det mindre områder som ligger innenfor sone 2, dvs. innenfor området der det er vurdert å være behov for tiltak. For o\_T2 er det områder mot nordvest og sørøst som ligger innenfor sone 2.

I nordøst på del av o\_T1 er det et område som faller inn under sone 3, der det vil være særskilte krav. Dette punktet er basert på én måling utført av Multiconsult. Basert på vår kjennskap til grunnforholdene på området, med lite permeabel leire utenfor selve deponiet, vurderes utbredelsen av denne sonen være svært begrenset, men dette må selvfølgelig kartlegges ytterligere som grunnlag for byggeprosjektet. At man i et målepunkt innenfor o\_T1 har truffet på forhøyet nivå av metan, er håndterbart og ikke avgjørende for risiko knyttet til reguleringen. Som vi tidligere har konkludert med, tilsier «føre var-prinsippet» at det uansett må utføres gassforebyggende tiltak på alle bygg innenfor o\_T1 og o\_T2, dvs. at man agerer som om disse i sin helhet ligger innenfor potensielt gasspåvirket areal.



Figur 14 Sonekart til DMR lagt over plankart for regulering. Grønn skravur = sone 1, oransje skravur = sone 2 og rød skravur = sone 3. Avgrensning av deponiet gjort av DMR er ikke tatt med i figuren.

### 6.3 Oppsummering

Undersøkelsene på området har vist at det påvises metan i kummer og sluk (avgrensede rom under bakkenivå) på området, samt i masser over og tett inntil deponiet. I randsonen til deponiet påvises det også deponigass, men mer sporadisk og i lavere nivå. Nøyaktig påvirkningszone for deponigass vil etter vårt skjønn vanskelig kunne fastslås, men spredningsveier som grøfter for infrastruktur (kabler og ledninger) bestående av relativt åpne masser, vil påvirke gassbevegelsen (retning og avstand).

Foreslått utbygging innebærer ikke bygging rett over deponiet. Dette innebærer at gassforebyggende tiltak fokuseres på horisontal spredning. Grunnen utenfor selve deponiet består her av tett leire, slik at gassmigrasjonen vil foregå nær overflaten, eller langs føringer for teknisk infrastruktur.

Gassutvikling og –migrasjon fra de avfallsholdige massene er ikke vurdert å innebære noen risiko på åpne plasser som ballplass / lekearealer / friareal, da konsentrasjonen av evt. deponigass vil bli hurtig fortynnet. I slike tilfeller vil krav gitt i Miljødirektoratets veileder om «Helsebaserte



Tilleggsredegjørelse - deponigass

tilstandsklasser for forurenset grunn» (TA-2553/2009), som legges til grunn for en tiltaksplan for håndtering av forurenset grunn etter forurensningsforskriftens kapittel 2, sikre mot eventuell helserisiko.

Selv om også de nye undersøkelsene utført av DMS viser lave nivå av metan og karbondioksid i kummer, må det legges til grunn at det er en reell risiko ved nedstigning i kummer på dette området. Det samme vil gjelde for eventuelle andre små rom som er plassert under eller direkte mot grunnen. Hovedproblemet vil da være at deponigassene (karbondioksid og metan) fortrenger oksygen, og at personer som oppholder seg i disse kummene eller rommene vil kunne miste bevisstheten og i verste fall omkomme, grunnet oksygenmangel. Metangass vil dessuten kunne medføre eksplosjonsfare, dersom den forekommer innenfor eksplosjonsgrensene (5 – 15 volum %).

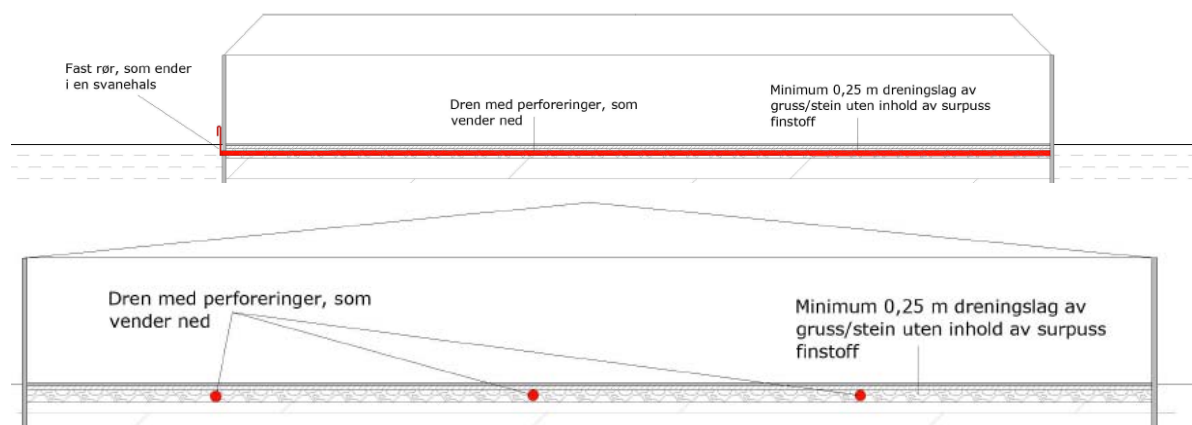
I sum viser undersøkelsene, samt sonekartet, at det ikke påvises nivå av metan som er så høye at det er fare for brann og eksplosjon på områder som skal bebygges. Rapporten fra DMR angir også at det tillates noe metangass på områder, uten at det kreves tiltak. Likevel vurderer Multiconsult at oppføring av nye bygninger inntil deponiarealet må gjøres med gassforebyggende tiltak. Dette også med utgangspunkt i at tiltak før bygging vil være rimeligere og sikrere enn tiltak i etterkant. Behovet for tiltak gjelder for hele planområdet, siden deponigassene kan migrere sideveis ut fra deponiet og tiltak på området kan endre på spredningsretningen. Tiltakene må omfatte både tetting mot grunnen (plastmembraner) og grunnventilering (lufting av undergrunnen), samt tiltak på infrastruktur. Dette er mer detaljert omtalt i kapittel 7.

## 7 Tiltak ved utbygging

### 7.1 Bygningsmessige tiltak

For å hindre innsig av deponigass som vil kunne påvirke inneluften, benyttes i prinsippet tilsvarende tiltak som for å sikre bygninger mot innsig av radon. Dette omfatter en membran i tilknytning til nederste dekke, samt tetting av alle gjennomføringer (vann, avløp, trekkerør, etc.). Videre må det tilrettelegges for at grunnen under bygg kan ventileres. Dette må detaljprosjekteres, men kan i prinsippet gjøres ved at det legges ut en permeabel fylling av pukk/singel under nederste dekke. På toppen av denne, rett oppunder dekket, legges det ut sløyfer av drenerør. Rørene legges med slissene nedover (dvs. motsatt av vanlig drenerør), slik at gass enkelt kan samles opp fra grunnen, samtidig som det ikke samles vann i rørene. Rørsløyfene kobles sammen i et antall punkter, slik at eventuell blokkering på ett eller flere steder ikke vil gi vesentlig forringet funksjon. Det må også etableres et antall oppstikkpunkter for gassdreneringen. Oppstikkene utføres som tette rør, som føres til friluft over taknivå. Grunnventileringen utformes fortrinnsvis for å fungere passivt, men det må legges til rette for at avsugsvifter skal kunne kobles på i alle utslippspunkter. Detaljert løsning med gassdrenering må i prosjekteringsfasen detaljeres av VVS- og miljørådgiver, og tas inn på byggetegninger. Skisse som viser eksempel er vist i Figur 15.

Tilleggsredegjørelse - deponigass



Figur 15 Prinsipp som viser oppbygging av gassdrenering på bygg. I dekket mot grunn må det også etableres radonsperre. Kilde: DMR Miljø og Geoteknikk AS, 18-0018 vedlegg 3.1 og 3.2.

Det er svært viktig at radonsperren er tett og etablering av grunnventileringen utføres samvittighetsfullt og nøyaktig, for å oppnå et godt resultat. Det er derfor helt avgjørende at fokuset på denne problemstillingen, risikoen for innsig av deponigass, opprettholdes i alle prosjektets faser, fra planlegging og prosjektering til oppføring og drift av byggene.

Når det gjelder å hindre transport av deponigass inn mot bygg på området, vil forebyggende tiltak kunne utføres i forbindelse med omlegging og etablering av nytt vann- og avløpssystem. Et eksempel på tiltak er skissert i Figur 16. Også disse løsningene må detaljprosjekteres, av VA- og miljørådgiver.

Selv om det legges ressurser i å hindre gassinnsig, bør det også gjøres forebyggende tiltak ved utforming av byggene. Eksempel på dette vil være eventuelle avgrensende, små rom i nederste etasje (tekniske rom o.l.) må være godt ventilert.

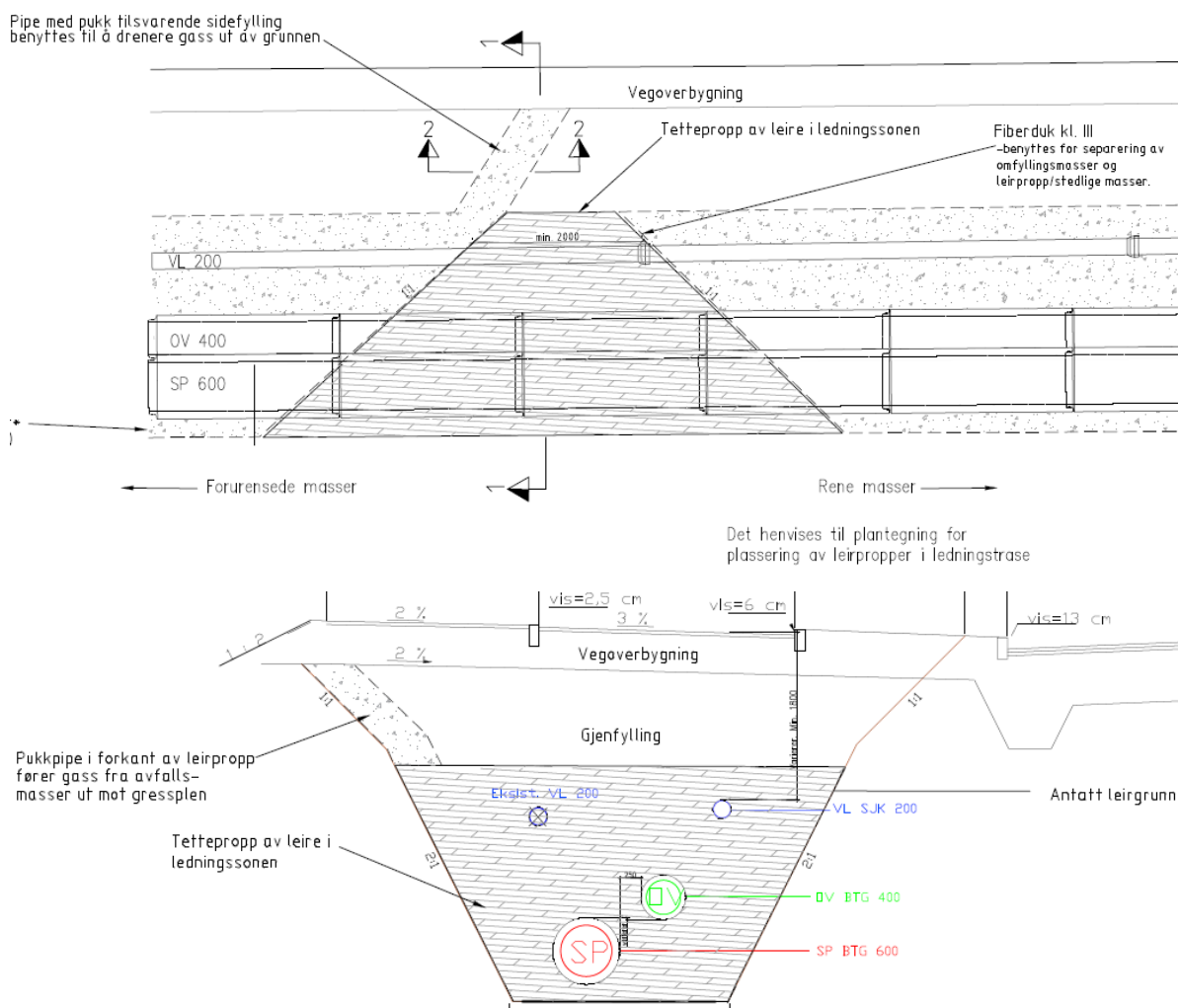
## 7.2 Utendørs tiltak

Grøfter for teknisk infrastruktur, eksempelvis vann, avløp, fjernvarme og elektrisitet, må utføres med en eller flere leirpropper/strømningsavskjæring, eller annen tetting som reduserer gassmigrasjon i de permeable massene i grøftene. I tillegg må det vurderes og identifiseres punkter for kontrollert føring av deponigass til overflaten.

Videre må det brukes ledninger og rør som er tette, og kumringer og pakninger må også utføres i materialer som er bestandig mot deponigass.

Prinsippskisser for etablering av strømningsavskjæring for gass i ledningsgrøfter er vist Figur 16.

Tilleggsredegjørelse - deponigass



Figur 16 Prinsippsskisser for gjenfylling omkring rør i grøfter. Som omfylling brukes det plastisk leire. Videre kan det etableres en pukk-pipe for som ventilering av evt. deponigass på avfallssiden. Kilde: Utsnitt av Multiconsult-tegning 417977-H205 rev. B datert 27.08.2019.

I tillegg vil det kunne være aktuelt å etablere lufting for å sikre god sirkulasjon i vann- og avløpskummer som er plassert i eller inntil deponiarealene. Dette kan gjøres ved at kummene kobles sammen med tette rør, som ligger tørt (tett oppunder terreng) og kan transportere luft. På et gitt antall kummer etableres oppstikk (svanehals).

### 7.3 Fokus fra planlegging til utførelse og drift

Som også nevnt tidligere vil det være viktig at utbyggingen planlegges, prosjekteres og utføres av foretak og personell med riktig fagkompetanse for å ivareta de nødvendige sikringstiltakene mot å hindre gassinntrenging. Videre må det etableres rutiner for ettersyn av anlegg som etableres.

Både prosjektering og utførelse av gass-sikringstiltak må ansvarsbelegges i byggesakene, og det må stilles krav om uavhengig kontroll av både prosjektering og utførelse.

Det er også svært viktig at utførende entreprenører, inklusive alle tekniske underentreprenører, forstår problemstillingen og konsekvensene av unøyaktig utførelse.

De foreslåtte tiltakene med gasstetting av grøfter og tiltak på bygg vurderes å være funksjonelle i overskuelig fremtid. Samtidig er det en kjensgjerning at nivået av deponigass vil avta med tiden.

## 8 Sluttkommentar

Det må tas i betraktning at områdene også i dag brukes til de samme formålene som de er planlagt regulert til, og vi har ingen informasjon som tilsier at dagens bruk er negativt påvirket av deponigass. Utbyggingen av området vil i så måte virke udelt positivt, ved at man er klar over situasjonen og gjennomfører omfattende forebyggende tiltak som med svært stor grad av sikkerhet vil hindre gassinnsig i bygg.

Det kan ikke utelukkes at det på deponiområdet, dersom man mot alle råd etablerer tette, uventilerte rom ned mot grunnen, kan oppstå nivå av metan som utgjør brann- og eksplosjonsfare. Samtidig vurderes dette kun å gjelde i området over fyllinga, og dersom det ikke gjøres tiltak for å hindre at en slik situasjon kan oppstå. I områdene utenfor fyllinga vil det med enkle tiltak med sikkerhet kunne sikres mot slike hendelser.

## 9 Referanser

DMR Miljø og Geoteknikk AS 19-0089, Fredlydalen avfallsfylling, Trondheim- Undersøkelse av deponigass

Folkehelseinstituttet, Bygging på gamle avfallsdeponier: <https://www.fhi.no/ml/avfall-og-soppel/info-kommune-og-naring/bygging-pa-gamle-avfallsdeponier/> (28.06.2018)

Multiconsult-rapport 413910 nr. 1, Nidarvoll og Sunnland skoler, Miljøgeologisk undersøkelse – Utstrekning og sammensetning av avfallsdeponi

Multiconsult-rapport 418452-1-RIGm-RAP-001, VA Sluppenvegen, Trondheim – Miljøgeologisk undersøkelse-datarapport

NGI-rapport 20120465-01-R, Ladedalen deponi – Utarbeidelse av mulighetsstudie

NGU-rapport 2007.014, Måling og vurdering av gassutlekking fra den nedlagte avfallsfyllinga i Fredlydalen, Trondheim