

Samlerapport utredning av deponi- gass

Stubberud avfallsfylling, Oslo



Rekvirent: Eiendoms- og byfornyelsesetaten, EBY

Dato: 6. november 2020, rev 21/12 2020

DMR-saksnr.: 19-0197



DMR Miljø og Geoteknikk AS *Din rådgiver gjør en forskjell ...*

Maridalsveien 163, 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03

E-mail: oslo@dmr.as

www.dmr.as

Samlerapport utredning av deponigass Stubberud avfallsfylling, Oslo.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	2
1.1 Bakgrunn og formål	2
2. Deponigass	2
2.1 Beskrivelse av Stubberud avfallsfylling	3
2.2 Tidligere utførte gassmålinger.....	5
3. Feltarbeid og prøvetaking.....	7
3.1 Feltarbeid	7
4. Resultater fra utførte målinger.....	8
4.1 Målinger av deponigass i terreng nær poreluft.....	8
4.2 Måling av gass i poreluftstasjoner etablert i brønner.....	11
4.3 Kontinuerlige gassmålinger	12
4.4 Målinger av deponigass i kummer.....	19
4.5 Mulige påvirkninger på gassmålingen	20
5. Sammenfattende vurdering	24
6. Mulig tiltak i forhold til gass	25
7. Referanser	27

Vedlegg

Vedlegg 1.1 -1.3	Situasjonsplan med gamle målinger
Vedlegg 2.1	Situasjonsplan med bakgrunn for plassering av de enkelte målepunktene
Vedlegg 3.1 – 3.2	Tabell med måleresultater fra gassmålinger
Vedlegg 4.1 – 4.4	Oversiktskart med resultater fra gassmålinger, CH ₄ , CO ₂ , O ₂ og H ₂ S.
Vedlegg 5	Mulige tiltak i forhold til gass
Vedlegg 6	Gassmålinger i nye brønner

Saksbehandler



Mikael E. Nielsen

Ingeniør

Kvalitetskontroll



Claus Larsen

Sivilingeniør

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Oslo kommune Eiendom- og Byfornyelsesetaten (EBY) har engasjert DMR Miljø og Geoteknikk AS til å foreta en undersøkelse av deponigass med fokus på å tilpasse byplanleggingen i området.

Formålet med undersøkelsen er å utføre en screening for forekomsten av deponigass (med særlig fokus på metan) i porelufta i grunnen og i avløp innenfor prosjektområdet. Det skal også foretas en vurdering av behovet for tiltak og muligheten for gassoppsamling.

2. Deponigass

Innenfor deponigrensen til gamle deponier, som f.eks. Stubberud, vil det typisk være anaerobe forhold som følge av naturlig nedbrytning av organisk materiale. Under nedbrytningsprosessen dannes deponigass, hvilket kan foregå i lang tid etter at deponeringen er opphørt.

Deponigass kan utgjøre en risiko for bebyggelse og installasjoner, på grunn av gassens innhold av metan (CH_4) og andre brennbare gasser, som under visse forhold kan medføre eksplosjonsfare. Under normale trykkforhold er metan brennbar i konsentrasjoner mellom 5,3 vol% og 14 vol% /5/. Disse brennbare konsentrasjonene økes noe, til 5-15 %, hvis det dreier seg om lukkede rom. Den nedre eksplosjonsgrensen (LEL – lower explosive limit) er 5 vol%, mens den øvre eksplosjonsgrense (UEL – upper explosive limit) er 15 vol%. Dessuten kreves det et oksygeninnhold på minst 13 vol% før gassen antennes. Man skal være oppmerksom på at oksygeninnholdet raskt kan endre seg ved blanding med atmosfærisk luft. Det bemerkes imidlertid at gassblandinger med mindre enn ca. 14 vol% metan normalt ikke kan danne brennbare gassblandinger ved utsig og blanding med atmosfærisk luft /5/.

Deponigass kan i tillegg inneholde karbondioksid (CO_2), hydrogensulfid (H_2S) og forskjellige miljøfarlige, flyktige stoffer, som kan utgjøre et helsemessig problem. CO_2 er en kvelende gass, som ved høye konsentrasjoner kan være livstruende og ved lavere konsentrasjoner kan gi ubehag og bl.a. synsforstyrrelser. Deponigass har typisk et CO_2 -innhold mellom 5 vol% og 40 vol%.

I Tabell 2.1 ses typiske påvirkninger ved forskjellige konsentrasjoner av CO_2 /5/.

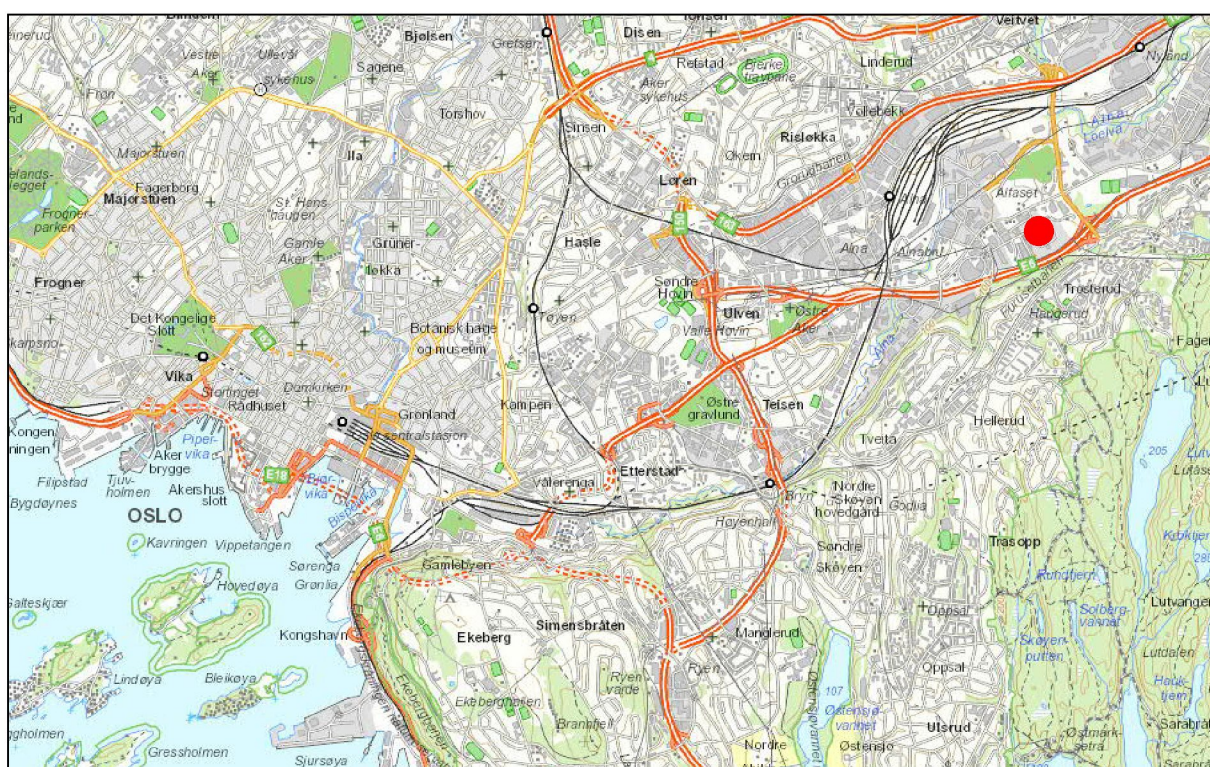
Tabell 2.1: Typiske påvirkninger ved ulike CO_2 -konsentrasjoner.

Konsentrasjon	Virkning
9,0 vol% (90 000 ppm)	Laveste dødelige konsentrasjon for mennesker ved 5 minutters eksponering, $\text{LC}_{\text{low}, 5\text{M}}$
1,5 vol% (15 000 ppm)	Forslag til øvre grense for langvarig eksponering /National Commission's Documentation of the Exposure Standards [NOHSC:10003(1995)]/
1,0 vol% (10 000 ppm)	Bevisstløshet kan inntreffe
0,5 vol% (5 000 ppm)	Arbeidstilsynets grenseverdi

2.1 Beskrivelse av Stubberud avfallsfylling

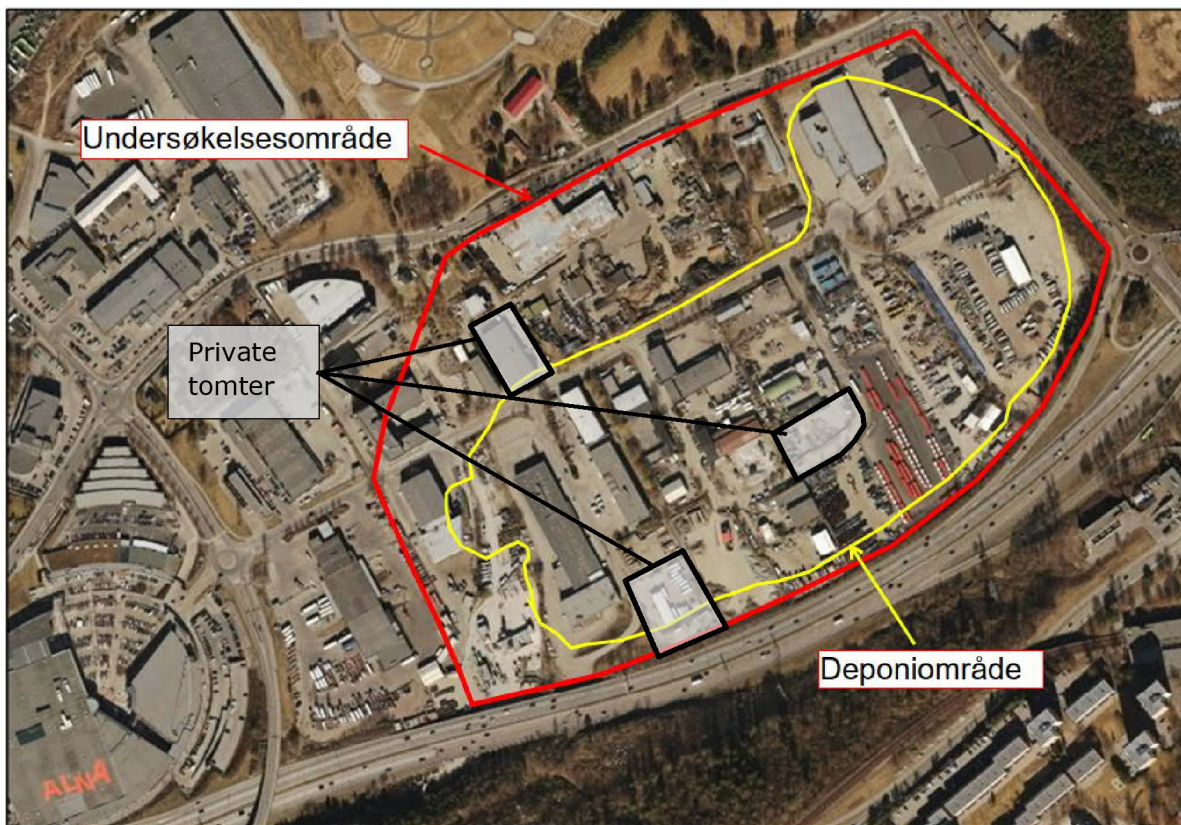
Stubberudfeltet ligger på Alfaset i Groruddalen. Området er avgrenset av E6 i sydøst, Tvetenveien i nordøst, Strømsveien i nordvest og Ytre Ringvei/Alnasenteret i sørvest. Stubberudfeltet er det største gjenværende næringsregulerte området i kommunalt eie. Området er ca. 320 dekar stort, hvorav ca. 200 dekar eies av Oslo kommune. Kommunens eiendommer er stort sett sammenhengende, og konsentrert øst på området. Ca. 2/3 deler av tomten består av Stubberud kommunale avfallsfylling som var i drift fra 1947 til 1963 /28/. I fyllingen er det husholdningsavfall (ca. 50 %) og næringsavfall inkl. kloakkslam og jord /3/. Utover dette er det lite kunnskap om hva som kan være deponert på fyllingen. Det var adgangskontroll på fyllingen mens den var i drift for å hindre at det ble mottatt uønsket avfall og masser. Erfaringsmessig har det likevel tidligere i tid blitt deponert uønskete fraksjoner pga. manglende restriksjoner og kunnskap. Avfallet ble fylt ut iht. Bradford system, dvs. avfallet ble fylt ut i celler som ble skilt fra hverandre med løsmasser /28/.

Et kartutsnitt med plassering av deponiet ses nedenfor i Figur 2.1.



Figur 2.1: Kart med omtrentlig plassering av Stubberudfyllinga markert i rødt.

Et zoomet kartutsnitt som viser undersøkelsesområdet og private tomter kan ses i Figur 2.2. Antatt plassering av deponiet er basert på tidligere undersøkelser.



Figur 2.2: Kart som viser undersøkelsesområde, deponiområde og relevante private områder /28/.

Som det kommer frem av Figur 2.2 er området dominert av tung industri. Kommunens tomt er tidligere beskrevet som: «det mest uryddige og miljøbelastende området på Stubberud og har størst behov for estetisk og miljømessig oppgradering i området» /28/. Gassundersøkelsen er utvidet til også å omfatte randsoner utenfor selve deponiområdet.

Deponiet ble tildekket med rene løsmasser i 1963, og er senere tildekket ytterligere. Toppdekket varierer i mektighet og tidligere undersøkelser har vist at det stedvis kan oppstå lukt og deponilekkasjer ved skiftende værforhold. Dette gjelder spesielt fra høytrykk til lavtrykk. Bygninger og faste dekker har vært utsatt for setningsskader.

I henhold til NGUs løsmassekart er den største delen av planområdet bestående av hav- og fjordavsetninger. I beltet langs dagens E6 er det bart fjell, mens det ytterst vest og øst i planområdet er løsmasser bestående av hhv. morenematerialer og marin strandavsetning.

En gjennomgang av gamle kart og flyfoto viser at fyllingsområdet opprinnelig dannet en traufet dalsenkning med leirgrunn mot sydvestsiden av Alfasetmorenen som krysser Groruddalen her. Området var oppdyrket før deponiet ble anlagt /5/. Etter avslutning av fyllingen i 1963, ble området tildekket og planert med til dels grove masser i mektighet fra 3-12 m tykkelse /3/. Grunnforholdene i fyllingsområdet består i hovedsak av et topplag av oppfylte masser, et lag søppel og avfall iblandet leire og deretter naturlig grunn, som består av leire ned til berg.

De øverste 2-4 m av leirlaget antas å være en lett overkonsolidert tørrskorpeleire med overgang til normalkonsolidert leire ned mot fjelloverflaten. Leirlaget består av et lag med fastere tørrskorpeleire over dypere liggende bløtere leire. Mektigheten av leirlaget varierer over området og kan på det dypeste komme opp mot ca. 15 m. Grunnvannsnivået står i store deler av området over de oppfylte avfallsmassene /3/.

En eventuell oppfylling vil gi setninger i leirelager under avfallsfyllinger, men det behøver imidlertid ikke å være et problem dersom disse er jevne, det vil si at alt setter seg likt. Differensialsetninger vil imidlertid kunne være skadelig for eventuelle bygningskonstruksjoner. For fremtidig arealbruk vil ulik mektighet av avfall og topp/bunndekket gi muligheter for differenssetninger, selv om setningene i avfallet synes å ville bli relativt små /9/.

2.2 Tidligere utførte gassmålinger

Det er tidligere foretatt målinger av metan både i selve fyllinga, i løsmasser over dekklaget av leire, i kummer og i bygninger /3/, /9/, /5/, /11/ og /7/. Situasjonsplaner som viser en sammenstilling av resultater fra hhv. gassmålinger utført av NGI i 1999 /3/, Noteby i 2001 /5/ og Sweco Grøner i 2007 /9/ er vist i Vedlegg 1.1-1.3.

2.2.1 Tidligere målinger i overvannskummer

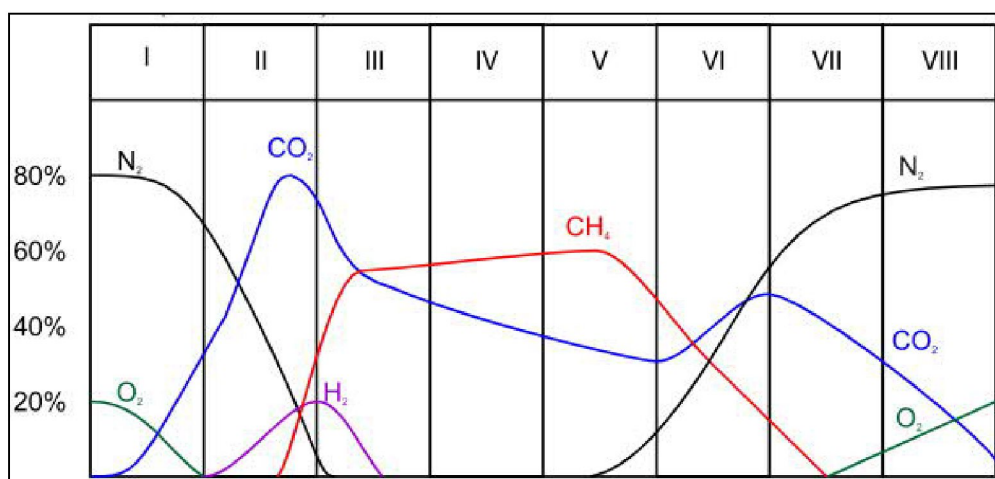
I undersøkelsen utført av NGI i 1999, ble det utført gassmålinger i overvannskummer hvor det i en måling ble detektert innhold opp til 1,44 vol % /3/. I 2001 ble det av Noteby utført nye målinger i de samme kummene, men som viste et vesentlig lavere innhold av metan /5/. Situasjonsplan med oversikt over tidligere måleresultater i kummer er vist i Vedlegg 1.1.

2.2.2 Tidligere målinger i brønner

NGI målte i 1999 innhold av metan opp til 65 vol % med beskrivelse «kraftig overtrykk» i borerer som var filtersatt i selve deponiet /3/. I undersøkelsen utført av Noteby er det høyeste detekterte innholdet av metan 51 vol%. I undersøkelsen fra 2007 ble det detektert innhold av metan opp til 80 vol% i filtersatte miljøbrønner /9/. Det er imidlertid store variasjoner i innholdet av gasser i flere av brønnene, for eksempel i brønn nr. 11 varierer innholdet av metan fra 8,2 – 48 vol%. Det kan også sees at det ved det laveste målte innholdet av metan (8,2) er detektert det høyeste innholdet av O_2 (16,1), og motsatt ved det høyeste innholdet av metan (0,3 vol% O_2). Situasjonsplan med oversikt over tidligere måleresultater fra brønner og poreluft er vist i Vedlegg 1.2.

Ved borerer utført av DMR i 2015/2016 ble det observert bobler i sigevannet i grunnvannet noe som indikerer kraftig metangassutvikling.

Den ideelle livssyklusen for en avfallsplass vurdert ut fra den relative konsentrasjon av gasser på avfallsplasser er visualisert i Figur 2.3 /32/.



Figur 2.3. Ideell fremstilling av utviklingen av gass-sammensetningen i en avfallscelle /32/.

I undersøkelsen utført av NGI i 1999, ble det påvist en sammensetning av gassen fra grunnen på avfallsplassen som fremgår av Tabell 2.2 /3/.

Tabell 2.2: Sammensetning av deponigass fra referanse /3/.

Brønn nr.	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	H ₂ S (ppm)	CO (ppm)	Kommentarer
2	53	>25	0,6	0	10	Ikke overtrykk
4	55	>25	0,6	3	24	Ikke overtrykk
7	55	>25	0,4	4-5	37	Middels overtrykk
8	65	17,7	0,4	3	21	Kraftig overtrykk
9	60	22,2	0,4	3	22	Lite overtrykk
11	23,6	1,6	12,5	0	0	Ikke overtrykk
12	60	21,4	0,5	1-2	20	Lite overtrykk
16	0	0,5	19,8	0	3-4	Ikke overtrykk
17	-	-	-	-	-	Måling ikke foretatt
18	0	0,07	20,9	0	0	Ikke overtrykk
Normal-verdier i luft	0	0,03	21,1	0	0	

Sammenlignes Tabell 2.2 med Figur 2.3 kommer det frem at det på daværende tidspunkt var snakk om relativt varierende faser rundt på avfallsplassen. I brønn nr. 11, 16 og 18 ble det påvist relativt mye oksygen og lavt CO₂-nivå, noe som peker mot terminalfasen, mens i flere av de andre brønnene ble det påvist en relativt kraftig gassproduksjon, tilsvarende fase 3-5. Det er ikke uvanlig at man oppdager stor heterogenitet i avfallsplassens gassproduksjon, pga. bl.a. avfallssammensetningen på avfallsplassen. Vanninnhold i avfallsfraksjonene og nedbrytningsforhold påvirker også gassproduksjonen. DMR registrerte bobler i boringene i 2016, noe som viser at det fortsatt er gassproduksjon på avfallsplassen.

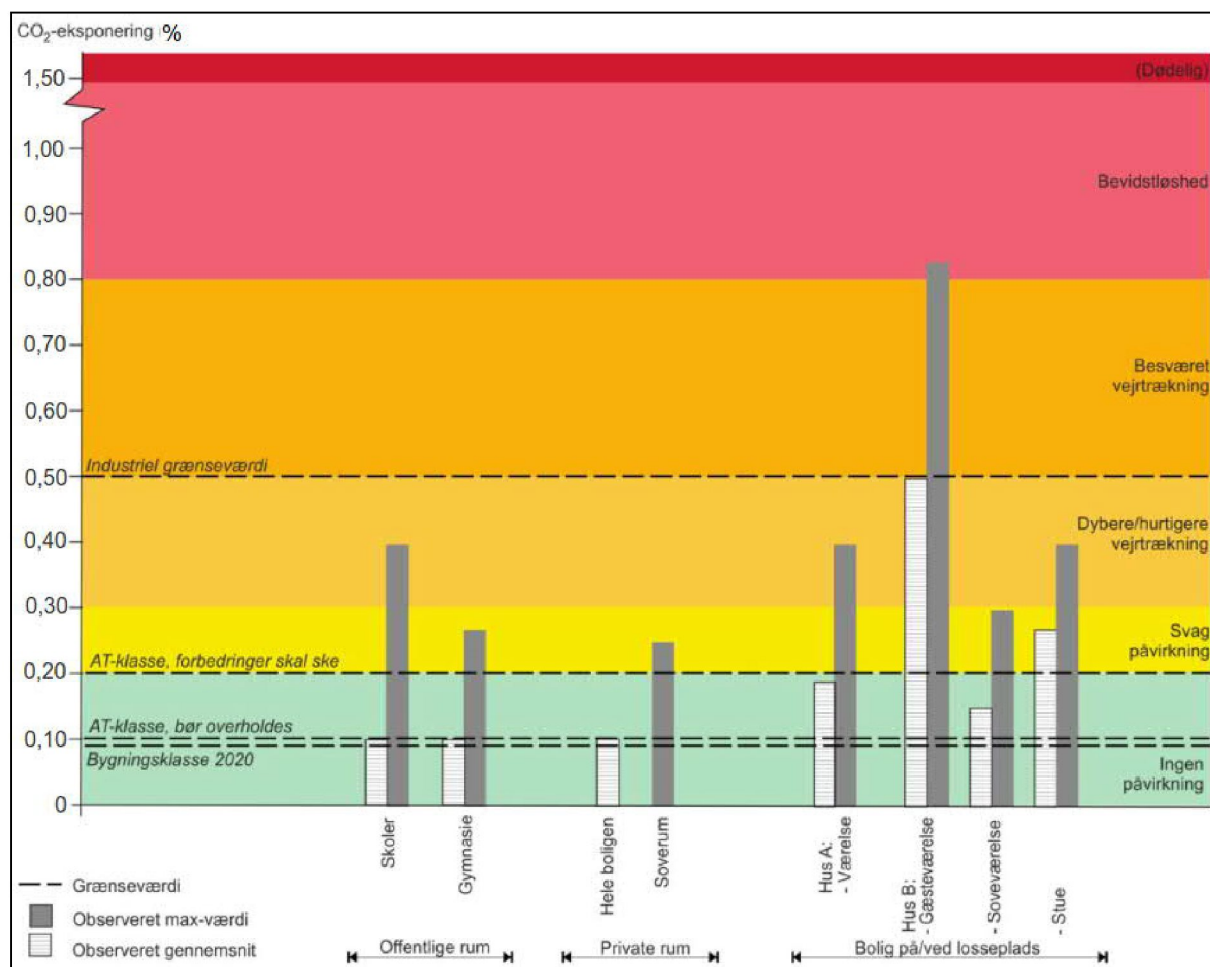
2.2.3 Tidligere målinger i bygninger

Generelt har det gjennom tiden primært vært fokus på metan i forbindelse med undersøkelse av deponier, mens de nyeste undersøkelsene viser at det også bør være fokus på avgassing av CO₂, da det kan påvirke inn klimaet i bygninger på deponier. Figur 2.4 viser grenseverdier for CO₂ og målinger av CO₂ på og omkring avfallsplasser. Som det kommer frem av Tabell 2.2 ligger nivåene for CO₂ det finns i deponiet (i Tabell 2.2) betydelig høyere enn de nivåer som er normalt i bygninger (Figur 2.4.).

Vedlegg 1.3 viser en situasjonsplan med resultater fra tidligere utførte gassmålinger i bygg. I målingene utført av NGI ble det ikke utført CO₂-målinger innendørs. Det ble i brønnene påvist innhold av CO₂ på opptil >25 %, noe som er betydelig over grensen for dødelig dose /3/. Det ble i tillegg målt i en rekke avløps- og overløpskummer hvor det ble påvist innhold av CO₂ på opptil 2,46 %.

I målinger utført innendørs av Noteby ble det generelt målt lavt innhold av CO₂ i inneluft, med unntak av i Verkseier Furulunds vei 9 hvor det ble detektert innhold av CO₂ på 5,2 vol% i juni/juli 2001. Målingen ble utført på nytt 9.8.2001 hvor innholdet var 4,8 % /5/.

Basert på innholdet i deponiet og enkelte målinger i inneluft tyder det på at det er grunnlag for å ha fokus på CO₂ i forbindelse med utredningen.



Figur 2.4: Inneklimakonsentrasjoner av CO₂ i referansehus (private og offentlige) og i rom som ligger i bygninger på avfallsplasser /31/.

I forbindelse med tidligere undersøkelser er det påvist opptil 5 ppm hydrogensulfid målt i brønner på deponiet, hvilket tilsvarer ca. 7.000 mg/m³. Den dødelige dosen er innhold over 700 mg/m³. Det ble rapportert om søppellukt i bygninger, noe som kan ha vært hydrogensulfid, som har en distinkt lukt av råttent egg /2/.

3. Feltarbeid og prøvetaking

3.1 Feltarbeid

Feltarbeidet med gassmålinger ble utført den 31.1–5.3 2020. Det ble utført gassmålinger fra 195 punkter utvendig og målinger fra 52 punkter under gulv i bygg. Dessuten ble det utført 6 gassmålinger i avløps- eller overvannskummer. Noen av gassmålingene er utført i to omganger for å redusere usikkerhetene i resultatet.

Målepunktene er i utgangspunktet fordelt over hele området, men det er lagt vekt på å foreta målingene ved f.eks. bygninger, tekniske installasjoner, avløpsrør mm., hvor det vurderes å være en økt risiko som følge av muligheten for akkumulering av gass.

Det er tatt hensyn til at det er tatt flere prøver der hvor det vurderes å være et tynt eller manglende dekklag.

Det har også vært nødvendig å ta praktiske hensyn ved plasseringen og utvelgelsen av de enkelte målepunkter, da store deler av arealene og de tidligere deponiene var i bruk som P-plasser. Det skjer også en del aktiviteter på en stor del av prosjektområdet.

Målingene utenfor bygninger er utført ved at det er boret ned til ca. 0,5-1 meter under bakken, og etablert et hult jordspyd som er tettet ved terreng. Spydet ble lukket med gasstett plugging umiddelbart etter etablering, og det ble utført rensepumping av røret.

For målinger i bygg er det boret igjennom betongdekket/gulvet. Det er her kun etablert et kort prøvetakningsrør ned i gulvet som ble tettet med fugemasse slik at det var lufttett mellomrom gulv og rør. På den måten sikres det at man får målt på eventuell gass som står rett under gulvet. Etter målingen ble røret fjernet og det ble utført en gasstetting av hullet. Det skal nevnes at noe steder har gulvoppbyggingen vært opp til én meter tykk.

Gassmålingene i kummene ble utført ved å senke en plastslange ned til ca. 0,5 m over vannspeilet.

Videre er det i perioden mai til juli 2020 tatt en rekke supplerende gassmålinger. Målinger er utført på steder hvor det var uklart om det kunne være en risiko, eller for å verifisere overraskende resultater fra de første målinger.

Fra juli er det videre oppsatt 16 kontinuerlige målestasjoner til måling av metan og eller CO₂. Noen er plassert under gulv i bygg, andre under asfaltdekke, og noen er plassert i inneklimate, i områder hvor det kunne være risiko for gassinntrengning.

I oktober 2020 er det også utført gassmålinger fra brønn B102, B104, B106, B107, B116, B117, som gav mulighet for gassmålinger i større dybde.

Plasseringen av de enkelte målepunktene ses på situasjonsplanene i vedlegg 1, hvor også bakgrunnen for plasseringen av punktene er angitt.

Gassmålingen fra målestasjonene ble utført med en håndholdt gassmåler, som registrerte innhold av CH₄, CO₂, O₂ og H₂S. Det ble målt inntil det ble konstatert stabile konsentrasjoner i hvert målepunkt.

4. Resultater fra utførte målinger

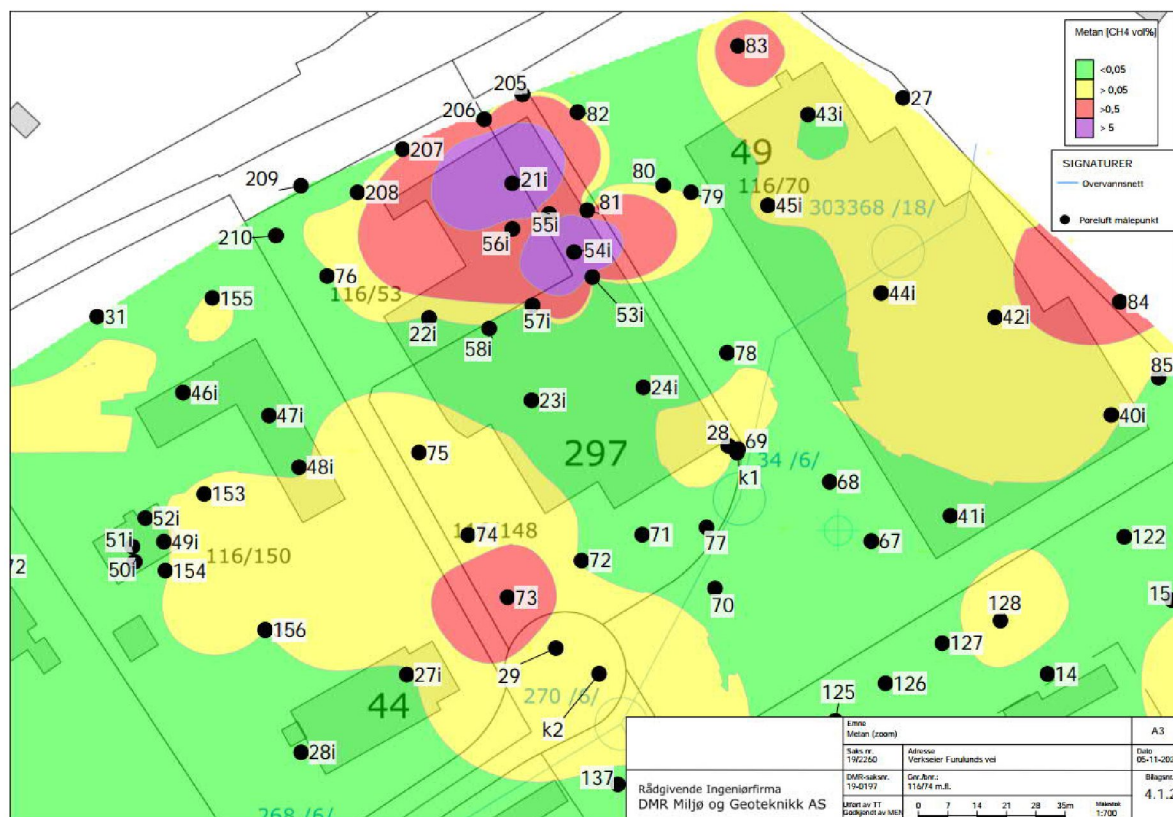
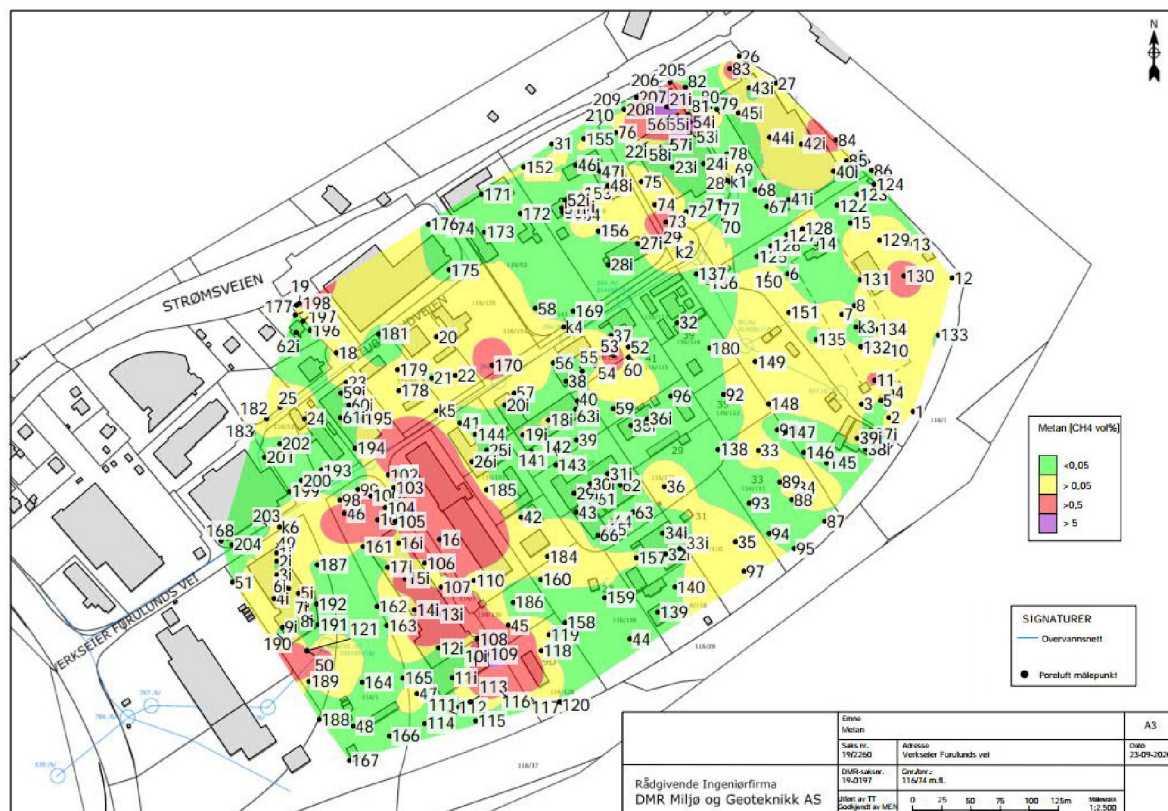
Resultater av gassmålinger er vist i regneark i vedlegg 3.1 og 3.2. I vedlegg 4.1-4.4 er plasseringen av de enkelte målepunktene og de målte gasskonsentrasjonene angitt.

4.1 Målinger av deponigass i terreng nær poreluft

Resultater fra metangassmålingene er vist i Figur 4.1. og i Vedlegg 4.1. *Figuren må anvendes med forsiktighet*, da det til tross for at det er foretatt forholdsvis mange målinger, har vist seg at det flere steder er forholdsvis store variasjoner i gassinholdet også innenfor korte avstander (få meter). Det kan derfor ikke avvises at det kan være lokale hotspots som ikke kommer frem av kartet.

Metanmålingene er inndelt i intervaller, lavt (< 0,05 %), svakt forhøyet (0,05 % – 0,5 %), forhøyet (0,5 % – 5 %) og sterkt forhøyet (> 5 %).

Det er påvist innhold av metan i de fleste målepunkter. I tre punkter er det påvist innhold som kan medføre eksplosjonsfare (hvis det er oksygen til stede). Det høyeste innholdet er målt i punkt 21, i kanten av deponiet mod nord.



Figur 4.1: Metangassmålinger ved overflaten (utsnitt nordlige del nederst).

Det er målt et innhold av metangass på 28,1 Vol % i punkt 21.

Det er flere steder også målt deponigass et godt stykke ut i randsonen rundt deponiet. Det er blant annet målt forholdvis høye gasskonsentrasjoner i punkt 19 forholdvis tett på Strømsveien 281. Måleresultatet ble bekreftet da målingen ble gjentatt etter noen dager, men noenlunde samme resultat.

Figur 4.2 viser et kart over antatt mektighet av dekklaget av leire som ligger over fyllingen. På den nordlige delen av eiendommen, hvor de høyeste konsentrasjonene av gass er målt i kanten av fyllingen, ser det ut til at gassen kan ha spredt seg under dekklaget og ut i randsonen hvor det ikke er noe reelt dekklag. Det er imidlertid ikke tilsvarende sammenheng mellom gasskonsentrasjoner og tykkelse av dekklaget på den sørlige delen av deponiet, hvilket kan skyldes at dekklaget ikke er så tett som det som var forventet ut ifra mektigheten av dekklaget. Det er også andre indikasjoner på at dekklaget ikke er så tett som tidligere forventet jfr. rapportene om sigevannsproblematikk /44/ og vurdering av toppdekket /40/.



Figur 4.2: Forventet mektighet av leirelag over avfallsfyllingen.

I vedlegg 4.2 vises et kart over konsentrasjonen av CO₂. Det er målt tydelig påvirkning av CO₂-innhold i poreluften i jorden flere steder. Generell er det avdekket en sammenheng mellom de stedene hvor det er målt høyt CO₂-innhold og høyt innhold av metan. Enkelte steder er det imidlertid målt høyt CO₂-innhold, noe som indikerer påvirkning fra omsetningen av organisk stoff, uten at det er påvist tilsvarende høyt innhold av metan. Det er også i enkelte områder påvist innhold av metan, men ikke et vesentlig forhøyet innhold av CO₂.

Vedlegg 4.3 viser målt oksygeninnhold. Det er generelt god korrelasjon mellom de punktene hvor det er påvist mest metan, og de punktene hvor det er minst oksygen. I 174 av punktene

er det målt et oksygeninnhold > 20 vol%, mens det i fem punkter er målt < 13 vol% O₂, hvorav to målepunkter (46 og 78) er nesten O₂-frie, med hhv. 0,3 og 0,36 %. Disse punktene sammenfaller med punkter hvor det er målt sterkt forhøyet CH₄-innhold og forhøyet innhold av CO₂.

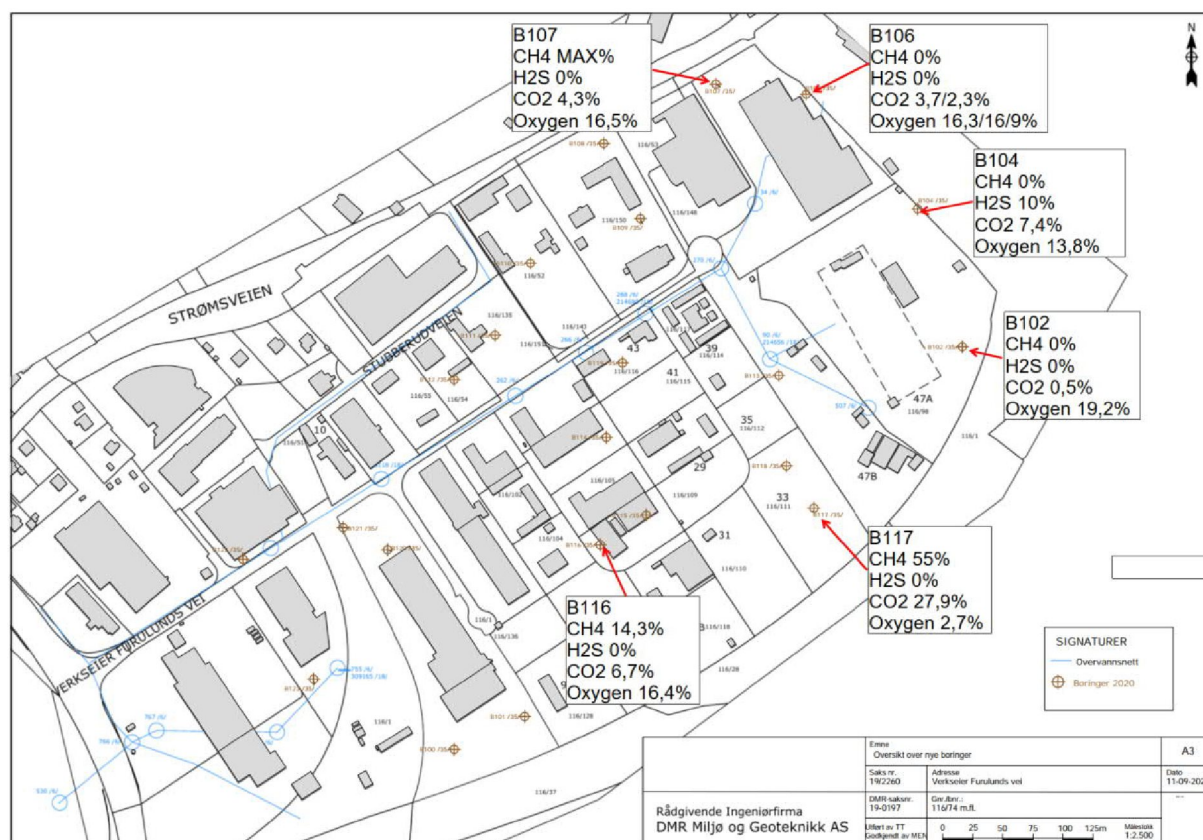
Det er kun påvist forholdsvis lave konsentrasjoner av hydrogensulfid. I en enkelt prøve er det påvist opp til 6 ppm. Som det kommer frem av Vedlegg 4.4 er det ikke påvist en helt entydig sammenheng mellom der hvor det er målt hydrogensulfid og der hvor det er målt metangass.

4.2 Måling av gass i poreluftstasjoner etablert i brønner

Gassmålinger i brønner montert med mulighet for uttak av poreluftprøver er vist i *Tabell 4.1*. Plassering av målepunkter er vist på *Figur 4.3*.

Tabell 4.1: Gassmålinger i brønner med poreluftstasjoner (%).

Boring	X	Y	Dybde, m	CH ₄	H ₂ S	CO ₂	O ₂
B102	604124.88737	6645031.34312	0,5-1,5	0	0	0,5	19,4
B104	604087.86524	6645145.99372	2-3	0	10	7,4	13,8
B106	603995.36663	6645241.41125	2	0	0	3,7	16,3
B106	603995.36663	6645241.41125	4	0	0	2,3	16,9
B107	603920,32738	6645249,81808	2-3	MAX>NED	0	4,3	16,5
B116	603824,39656	6644866,61887	2-3	14,3	0	6,7	16,4
B117	604001.78611	6644897.12013	4-5	55,2	0	27,9	2,7



Figur 4.3: Plassering av brønner med poreluftstasjoner.

Det ble målt høye konsentrasjoner av metan i boring B107, B117 og B116. Konsentrasjonen i B107 var høyere en øvre måleverdi for måleren. Den høye konsentrasjonen passer godt med at det også er målt høye konsentrasjoner under bygg og tette dekker i området. Målingene er utført ca. 4-5 meter under bakken og viser at gass kan spres ut i randsonen nord for fyllingen. Målingene er tatt ca. 2 måneder etter at poreluftstasjonen ble etablert og gasskonsentrasjonen falt hurtig etter at målingene ble satt i gang. Dette tyder på at det er snakk om gass som har blitt oppkonsentrert i poreluftstasjonen, og at gasstransporten til brønnen skjer svært sakte. Det er altså snakk om høye konsentrasjoner med en beskjedne gasstransport til målepunkt B107.

Målepunkt B117 ligger på den sydlige delen av fyllinga, i et område hvor det ikke ser ut til å være noe dekklag. Dette passer godt med at det måles svært høye konsentrasjoner av gass 2-3 meter ned i deponiet. Årsaken til at det ikke er målt høye konsentrasjoner av gass i de øvre lag i dette området (Figur 4.1), skyldes sannsynligvis at gassen har blitt delvis nedbrutt på vei opp gjennom jordlagene i området, eller at gassen slipper ut i atmosfæren da det verken er tette dekker eller bygg her.

I boring B116 er gasskonsentrasjonen målt ved 2-3 meters dybde, over dekklaget av leire i et lag av stein og grus. Dekklaget burde være forholdsvis tykt her, men siden det er målt høye konsentrasjoner over dekklaget, kan det tyde på at dekklaget ikke er tett nok til å kunne forhindre gasstransport. Gassen kan muligvis ha spredt seg gjennom utettheter i dekklaget ved gamle boringer/sonderingsboringer, eller gjennom selve dekklaget hvis kvaliteten av dekklaget ikke er god eller det inneholder permeable soner med sprekker og revner. Det er ikke målt et vesentlig innhold av gass i de øvre lag under eller rundt bygget ved boringen (Figur 4.1), hvilket kan tyde på at det skjer en nedbrytning av gassen i jorden, som følge av god tilførsel av oksygen i de steinrike jordlagene. Det kan imidlertid være en bekymring for om det kan være store variasjoner over tid, og det kan ikke avvises at konsentrasjonen under bygget på verkseier furulunds vei 25 og generelt i området kan bli vesentlig høyere i tilfeller av for eksempel frost i jorden over en lengre periode.

I boring 104 er det målt et innhold av hydrogensulfid på 10 ppm, 2-3 meter under bakken. Det er imidlertid ikke påvist metan her.

4.3 Kontinuerlige gassmålinger

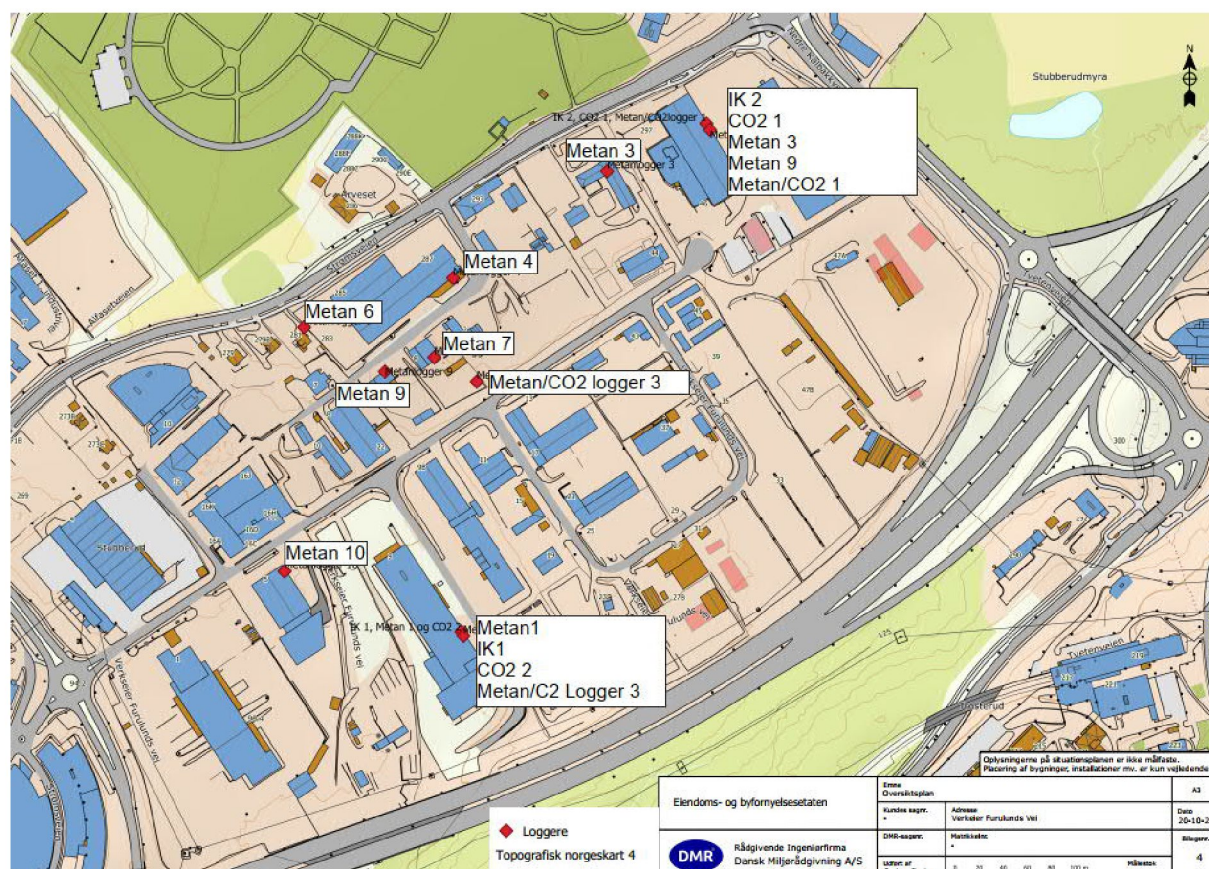
På bakgrunn av de innledende gassmålinger er det plassert en rekke kontinuerlige målestasjoner i randsonen nord for deponiet og en enkelt stasjon vest for deponiområdet (nedstrøms). Målestasjonene er plassert under gulv og inne i de eksisterende bygninger hvor det er vurdert at det er størst fare for gass. Oversikt og plassering av kontinuerlige målestasjonene er vist i Tabell 4.2 og i Figur 4.4.

Enkelte av målestasjonene ble flyttet etter at de hadde utført tilstrekkelig målinger der de opprinnelig ble plassert, slik at de kunne benyttes andre steder. F.eks. har målingene under gulv i bygget på Verkseier Furulunds vei 46 vist et meget høyt og varierende innhold av gass. Det er derfor flyttet flere kontinuerlige målestasjoner dit for å kunne kontrollere om det er en akutt risiko for inneklimate der. Det er også satt opp ekstra målere i Verkseier Furulunds vei 9, hvor det også ble målt høye konsentrasjoner under gulv.

Tabell 4.2: Oversikt over kontinuerlige gassmålere.

Navn	Adresse	Plassering	Resultat
Metan/CO2 logger 1	Verkseier Furulunds vei 46	Inne under betongdekke	Store variasjoner 0- > 50 VOL%
Metan/CO2 logger 2 (1/10-)	Verkseier Furulunds vei 9	Inne under betongdekke	20-30 % forholdsvis stabil
Metan/CO2 logger 3	Stubberudveien 4	Ute under asfaltdekke	Mindre utslag < 1 VOL %, CO2 > 3 VOL%
Metan 1	Verkseier Furulunds vei 9	Inneklima	Kun mindre utslag metan opp til 2 LEL
Metan 3 (25/7-1/10)	Verkseier Furulunds vei 44	Inne under dekke	Ingen utslag flyttet 1/10
Metan 3 (1/10 -)	Verkseier Furulunds vei 46	inneklima	Ingen utslag
Metan 4	Strømsveien 287	Inne under betongdekke	Ingen utslag
Metan 6	Strømsveien 281	Ute under grusdekke	Kraftig utslag etter 10/10 opp til 236 %LEL
Metan 7	Stubberudveien 4	Inneklimaet	Utslag opp til 4 %LEL
Metan 9 (25/7-1/10)	Stubberudveien 2	Inne under dekke	Ingen utslag
Metan 9 (1/10 -)	Verkseier Furulundsvei 46	Inneklima	Ingen utslag
Metan 10	Verkseier Furulunds vei 5	Inne under betong dekke	Kun mindre utslag opp til 1% LEL
CO2 logger 1	Verkseier Furulunds vei 46	Inne i inneklima	Innenfor normalt område
CO2 logger2	Verkseier Furulunds vei 9	Inne i inneklima	Innenfor normalt område
Metan IK1	Verkseier Furulunds vei 9	Inne i inneklima	Mindre utslag opp til 2 % LEL
Metan IK2	Verkseier Furulunds vei 46	Inne i inneklima	Ingen utslag

Måleren har etter innkjøring vært i drift fra den 25. juli 2020 og er fortsatt i drift pr. 20. oktober 2020. Det forventes at en del av dem skal tas inn i slutten av oktober



Figur 4.4: Plassering av kontinuerlige gassmålere.

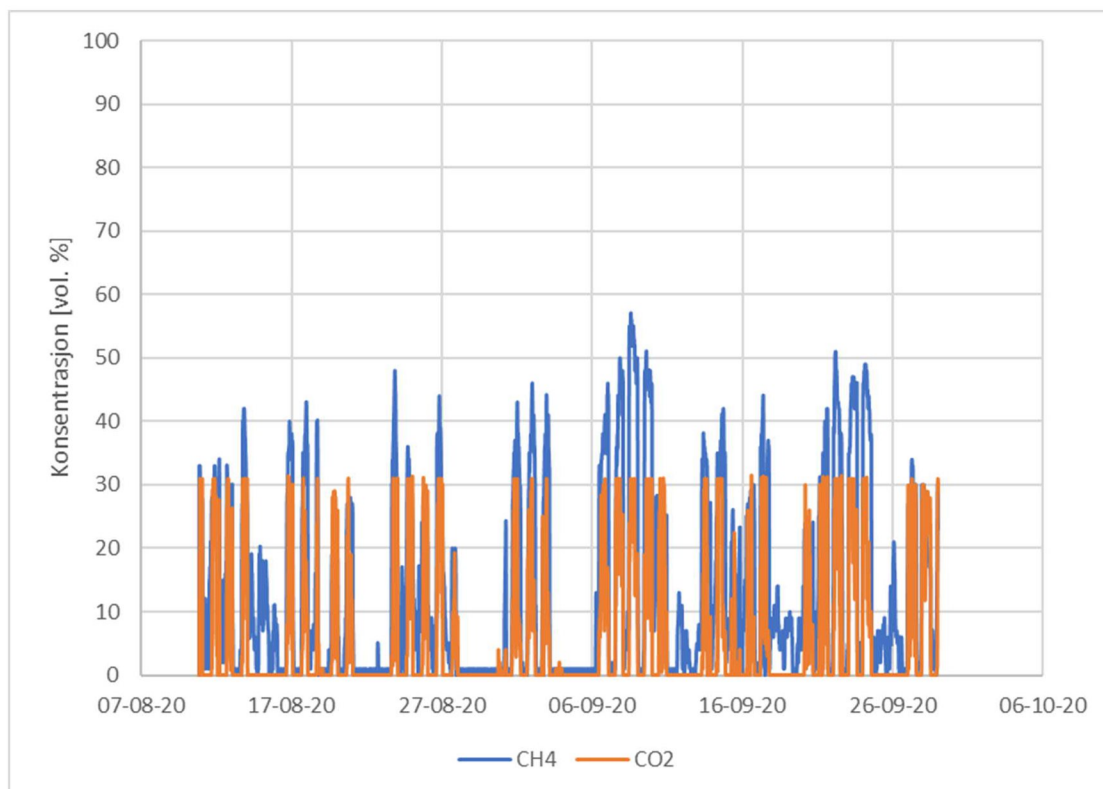
Verkseier Furulunds vei 46

Det er plassert en kontinuerlig målestasjon under gulv tett på der hvor det ble målt høye gasskonsentrasjoner i punktmålingene. Det ble først etablert en målestasjon inne i bygget for måling av metan, samt en til CO₂-måling. Deretter ble det satt opp ytterligere to målestasjoner opp i inneklimate, da det ble målt meget høye og varierende konsentrasjoner av gass under gulvet.

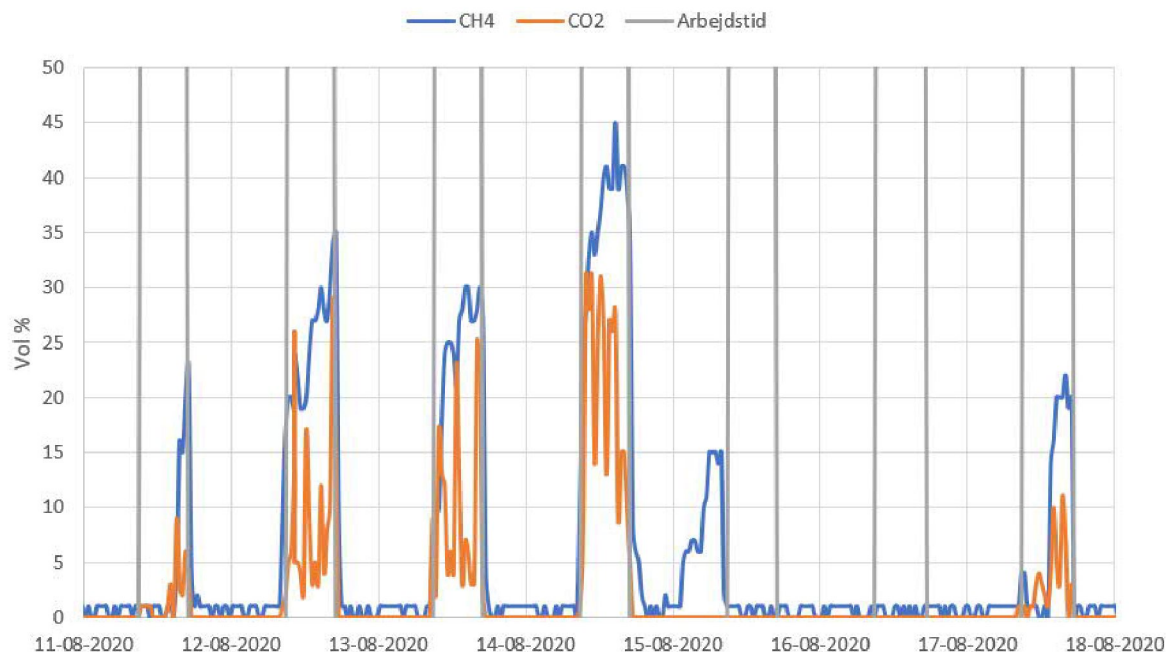
Resultatene av de kontinuerlige målinger under gulv kan ses i Figur 4.5, og et utsnitt av målingen innenfor en tidsperiode på en uke ses i Figur 4.6. Det er målt konsentrasjoner av metangass under gulvet som varierer fra over 40-50 % metan ned til nesten 0% innenfor et døgn.

De store utsving som er målt under gulvet ser ut til å henge sammen med normal arbeidstid, og skyldes trolig at eiendommens ventilasjonssystem skaper et vakuum i bygningen slik at gass trekkes opp under gulvet når ventilasjonsanlegget er i drift. At konsentrasjonen faller til nesten 0% kan skyldes at det trenger ren luft fra bygningen ned under gulvet når ventilasjonsanlegget slås av. Det er ikke målt høye konsentrasjoner av gass gjennom helgene når ventilasjonsanlegget trolig er slått av.

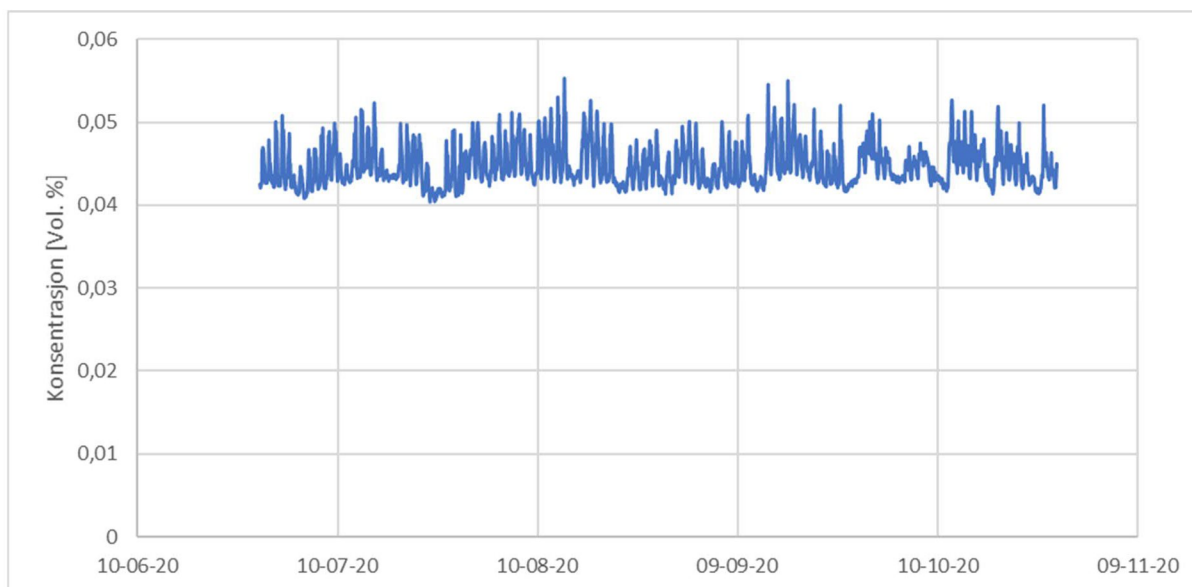
Det er ikke målt konsentrasjoner av metan i inneklimate i hverken Metan IK2, Metan 9 eller Metan 3, som har vært plassert ved og ulike steder i rommet. Bygget er en stor hall og det antas at inntrengingen av gass må være forholdsvis beskjeden i forhold til rommet størrelse. Det er med mobil gassmåler undersøkt om det kunne detekteres gass ved synlige revner i kjellervegger, men dette ble ikke påvist.



Figur 4.5: Kontinuerlige gassmålinger under gulv i Verkseier Furulunds vei 46.



Figur 4.6: Kontinuerlige gassmålinger under gulv i Verkseier Furulunds vei 46 (utsnitt) Figur 4.7 viser at det kun er målt små variasjoner i CO₂-konsentrasjonene i inneklimaet i Verkseier Furulunds vei 46. Både målte konsentrasjoner og variasjonene vurderes å ligge innenfor det som kan forventes ut ifra byggets bruk og ventilasjonssystem.



Figur 4.7: CO₂-målinger i inneklima i Verkseier Furulunds vei 46.

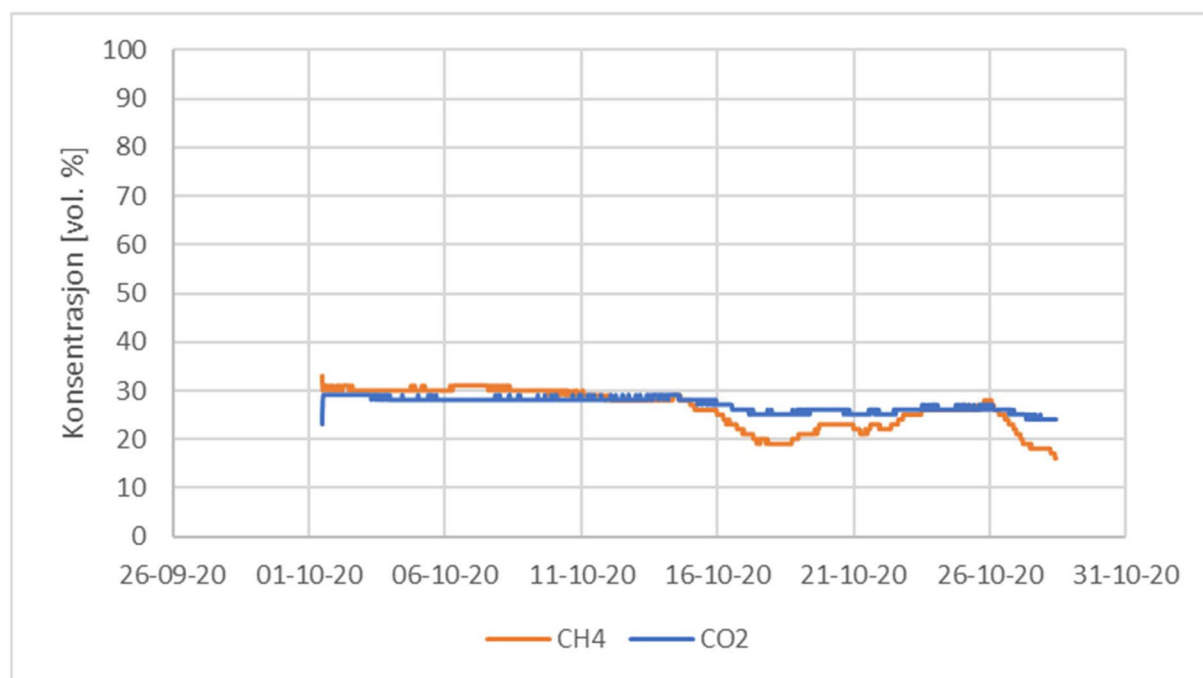
Verkseier Furulunds vei 9

I Verkseier Furulunds vei 9 ble det først satt opp to kontinuerlige målestasjoner for måling av metan i inneklima samt en CO₂-logger for å kontrollere om de høye konsentrasjonene som er

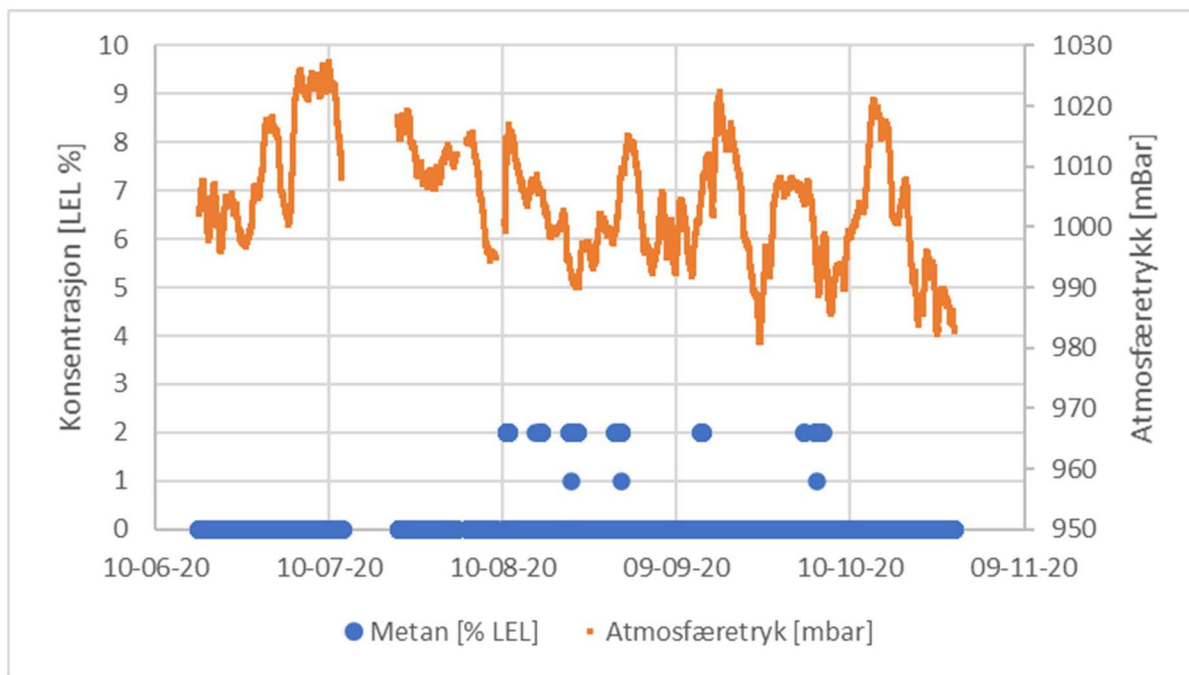
målt under gulv kan medføre inneklimateproblemer. I den siste del av måleperioden ble det også satt opp en måler under gulv for å kunne se på variasjoner i gasskonsentrasjonen under gulv. Figur 4.8 viser gasskonsentrasjonen under gulv målt i en periode på knapt en måned. Figur 4.9 viser metankonsentrasjonen i målinger fra Metan1. Det bemerkes at aksene for inneklimatemålinger viser % av LEL, og målingen under gulv viser VOL% gass. Det betyr at det er en faktor på 20 mellom skalaene. 2 % LEL tilsvarer dermed 0,1 VOL % metangass. Målestasjonen Metan IK1 viste også opp til 2 % LEL i inneklimate, men dette var på andre tidspunkter enn hva som ble målt i Metan1.

Det ble målt gass under gulv i konsentrasjoner på opp til ca. 32 VOL % metangass, men i motsetning til ved Verkseier Furulunds vei 46, ser det ut til at konsentrasjonen under gulv er forholdsvis konstant. Det er periodevis påvist mindre konsentrasjoner av gass innendørs (opp til 0,2 VOL %) gass, noe som tyder på at det skjer inntrengning av gass noe steder.

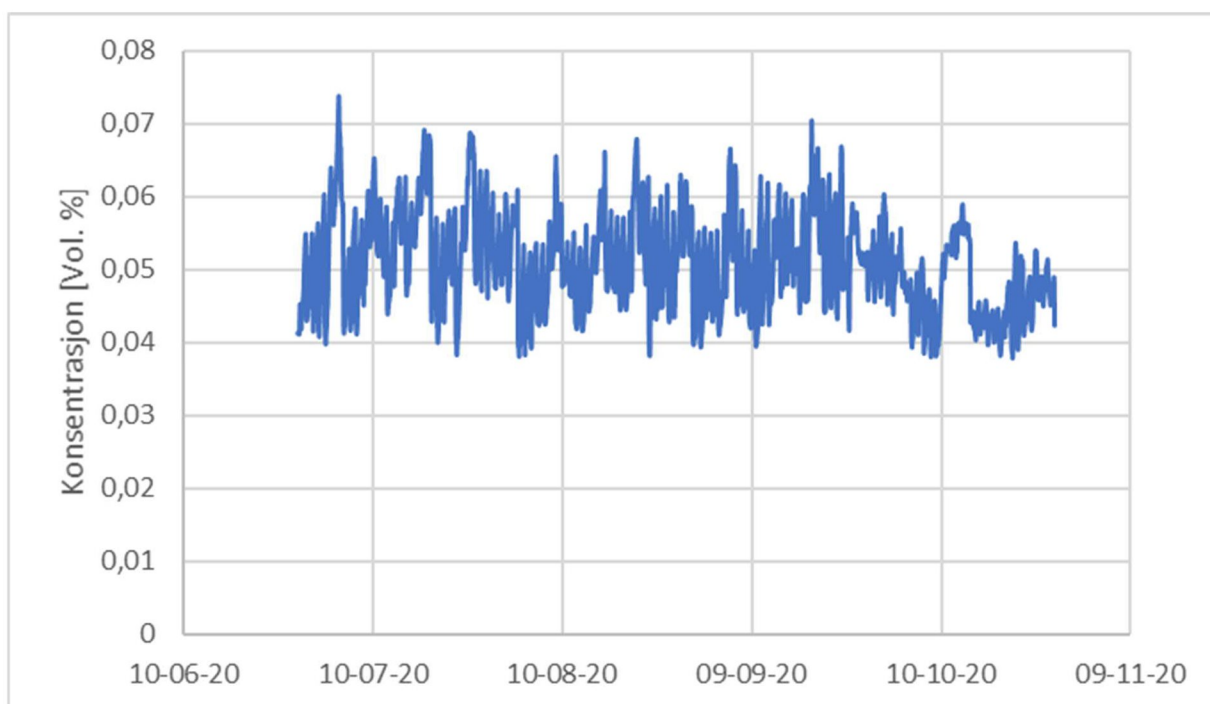
Figur 4.10 viser variasjonen av CO₂-innholdet i inneklimate. Variasjonene er litt større enn i Verkseier Furulunds vei 9, men det kan ikke sies med sikkerhet om det er snakk om variasjoner som kun har med byggets bruk å gjøre, eller om det kan være snakk om en delvis påvirkning fra gass fra grunnen. Det er målt forholdsvis høye konsentrasjoner av CO₂ under gulv. Det kan umiddelbart se ut til at det er en viss sammenheng mellom høyt lufttrykk og høyt CO₂-innhold.



Figur 4.8: Metangass målt under gulv i Verkseier Furulunds vei 9.



Figur 4.9: Metankonsentrasjoner (Metan1) og lufttrykk i Verkseier Furulunds vei 9.



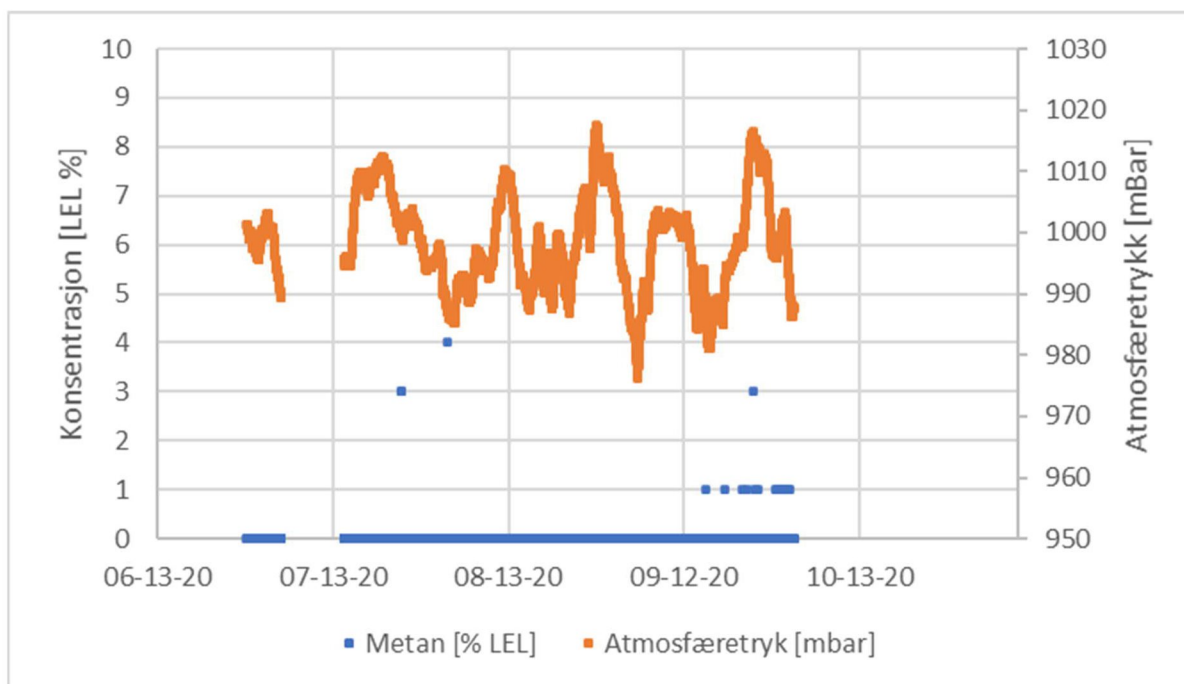
Figur 4.10: CO₂-målinger i inneklime i Verkseier Furulunds vei 9.

Kontinuerlige målinger i randsonen av deponiet

Det er kun målt antydninger av metan i målestasjon Metan/CO2 logger 3, i Stubberudveien 4, som ligger forholdsvis tett på Verkseier Furulunds vei. Konsentrasjonene ligger på et nivå rundt måleutstyret deteksjonsgrense, som på den aktuelle måleren er på 1 VOL %. Denne måleren har imidlertid forholdsvis høy deteksjonsgrense, men på grunn av at det var risiko for høyere konsentrasjoner her, ble det ikke benyttet kontinuerlige loggere med lavere deteksjonsgrense, da disse ikke kunne målt eventuelle høye konsentrasjoner av gass.

Ved de innledende målinger ble det konstatert forholdsvis høye konsentrasjoner av gass i et målepunkt et godt stykke fra deponiet (punkt 19 vedlegg 4). Kontinuerlige gassmålinger tyder imidlertid på at det ikke er noen umiddelbar risiko for et nærliggende bolighus ved Strømsveien 281. De kontinuerlige gassmålingene har vært utført i en periode på over to måneder.

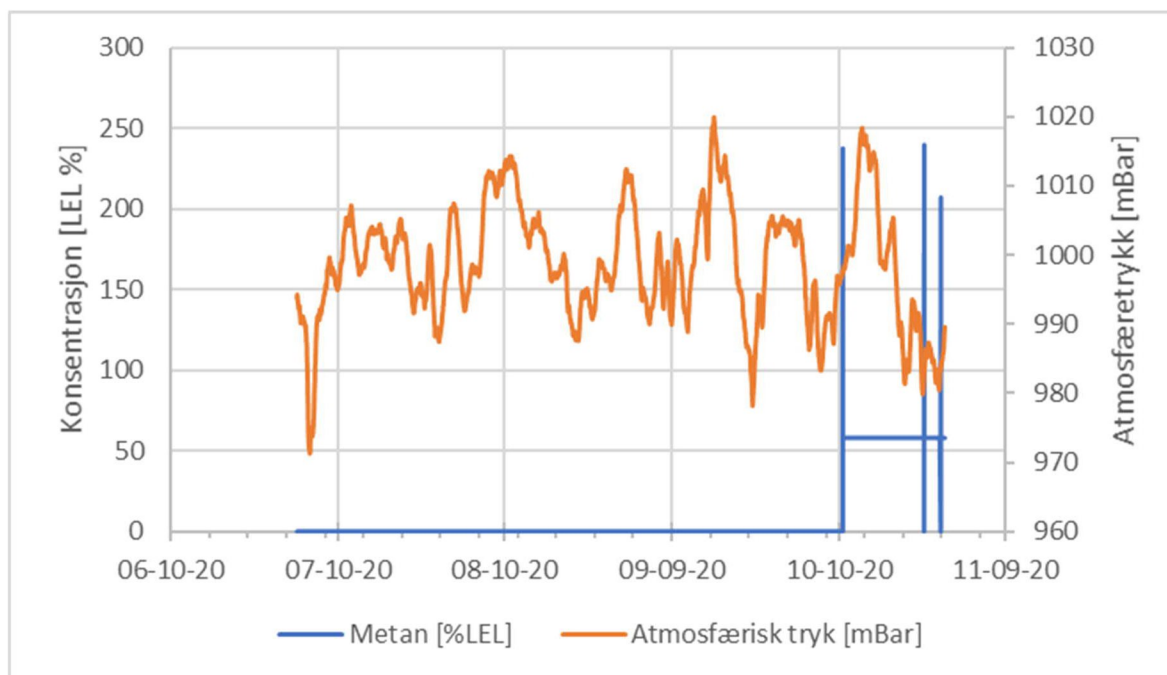
Basert på resultater fra målinger utført inne på verkstedet som ligger i Stubberudveien 4, tyder det også her på at det skjer en gasspåvirkning av inneklimate. I Figur 4.11 kan det ses målte konsentrasjoner av metangass opp til 4% av LEL, altså ca. 0,25 VOL % gass (Langt under eksplosjonsgrensen). Det kan dog ikke avises at påvirkning av gass på inneklimate, kan skyldes bruk av gass inne på verkstedet. De høyeste konsentrasjonene målt i juni (3 og 4 % LEL) ser ut til å henge sammen med et fallende atmosfærisk trykk, men det er likevel ikke snakk om noe entydig sammenheng da det også er målt lave konsentrasjoner i perioder med fallende trykk.



Figur 4.11: Metankonsentrasjoner (Metan7) og lufttrykk i inneklimate i Stubberudveien 4.

Ved de innledende målinger ble det konstatert forholdsvis høye konsentrasjoner av gass i et målepunkt et godt stykke fra deponiet (punkt 19 vedlegg 4). Og det utført Kontinuerlige gassmålinger ved et bolighus på Strømsveien 287 (metan 6) i en periode på over 3 måneder. Det ble plutselig målt høye konsentrasjoner av gass i målestasjonen (Metan 6) den 19. oktober. 2020. Kontrollmålinger i området viste imidlertid ingen høye konsentrasjoner. Det ble vurdert

at gass-sensoren må ha ligget under vann som følge av et meget høyt vannspeil ved målestasjonen, og følgelig at detektoren var blitt defekt. Figur 4.12 viser konsentrasjoner målt ved stasjonen. Målinger utført etter 10. oktober vurderes å være feilmålinger. Og det er ikke påvist tegn på noen umiddelbar risiko for det nærliggende bolighus ved Strømsveien 281.

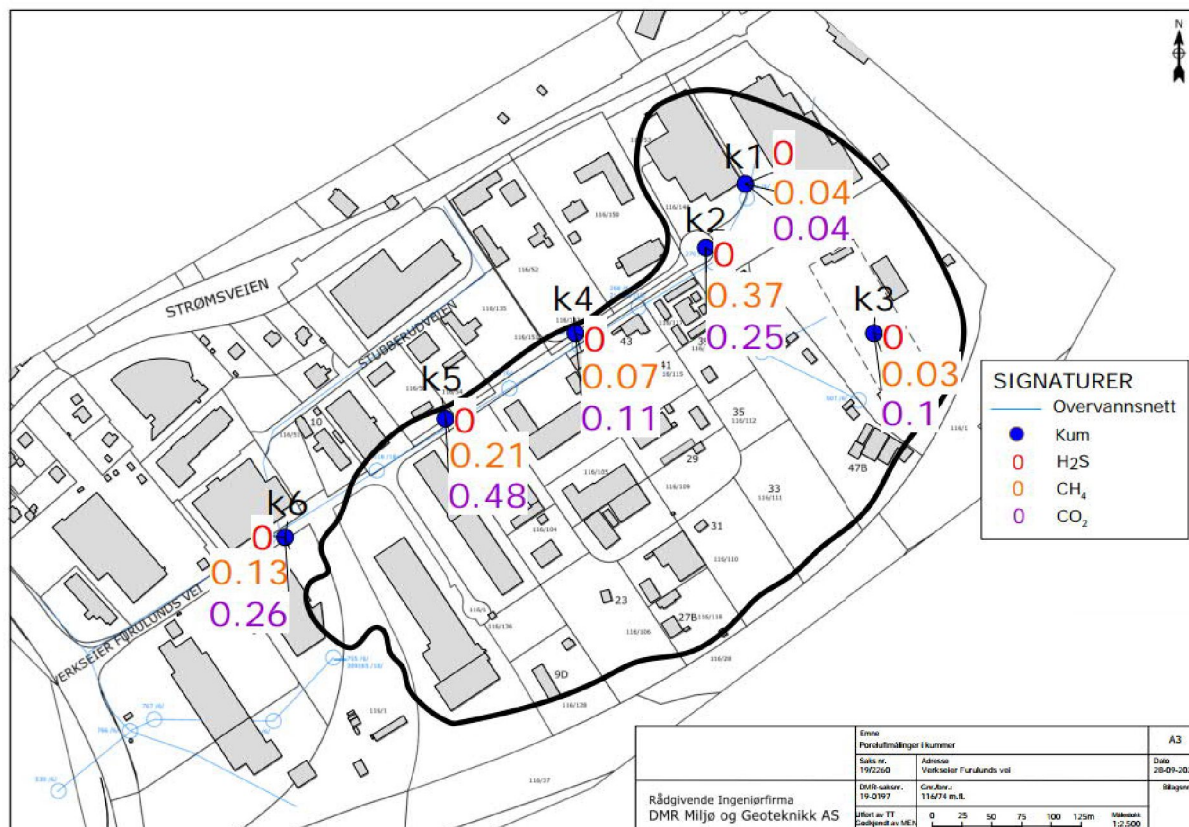


Figur 4.12: Metankonsentrasjoner (Metan6) og lufttrykk ved Strømsveien 287.

4.4 Målinger av deponigass i kummer

Det er målt konsentrasjoner av gass i alle undersøkte kummer, men konsentrasjonene er generelt lave, med et maksimumsinnhold av metan på 0,37 vol%.

Det er generelt målt et oksygeninnhold > 20 vol% i kummene. Dette kan indikere at det er relativt god utlufting i avløpssystemet, og dermed gode betingelser for oksidasjon av CH_4 . Dette stemmer overens med det forholdsvis lave CH_4 -innholdet som er målt i kummene, se figur 4.13. Det er ikke målt innhold av hydrogensulfid i kummene.



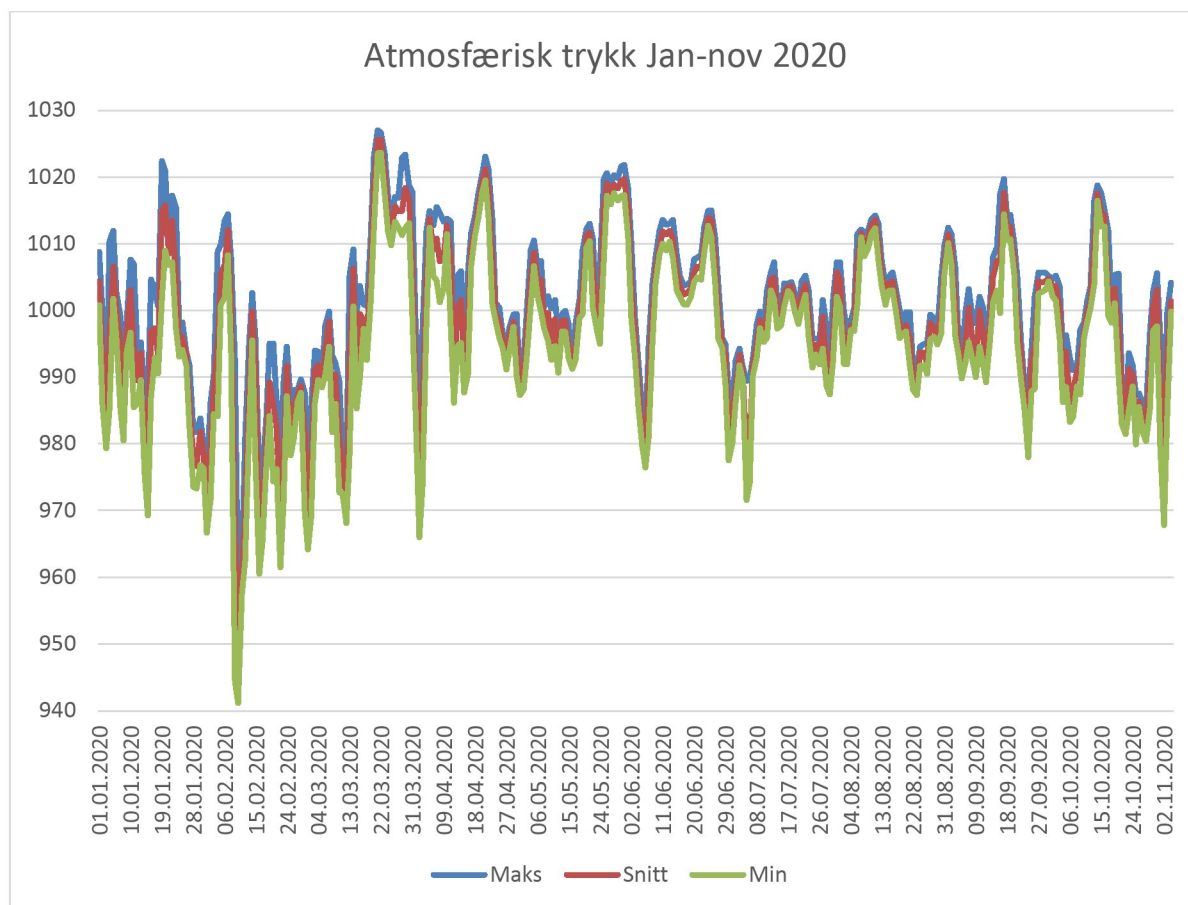
Figur 4.13: Gassmålinger i kummer av CO_2 , H_2S og CH_4 vist i vol%.

4.5 Mulige påvirkninger på gassmålingen

Gasstransport fra deponiet avhenger av flere faktorer, bl.a. deponiets oppbygning og avfallets sammensetning. En oppbygning, tilsvarende som på Stubberud, hvor avfallet sannsynligvis er lagt i lag, vil fremme en horisontal gass-strømning og kan mulig øke utbredelsen av området som er påvirket av deponigass.

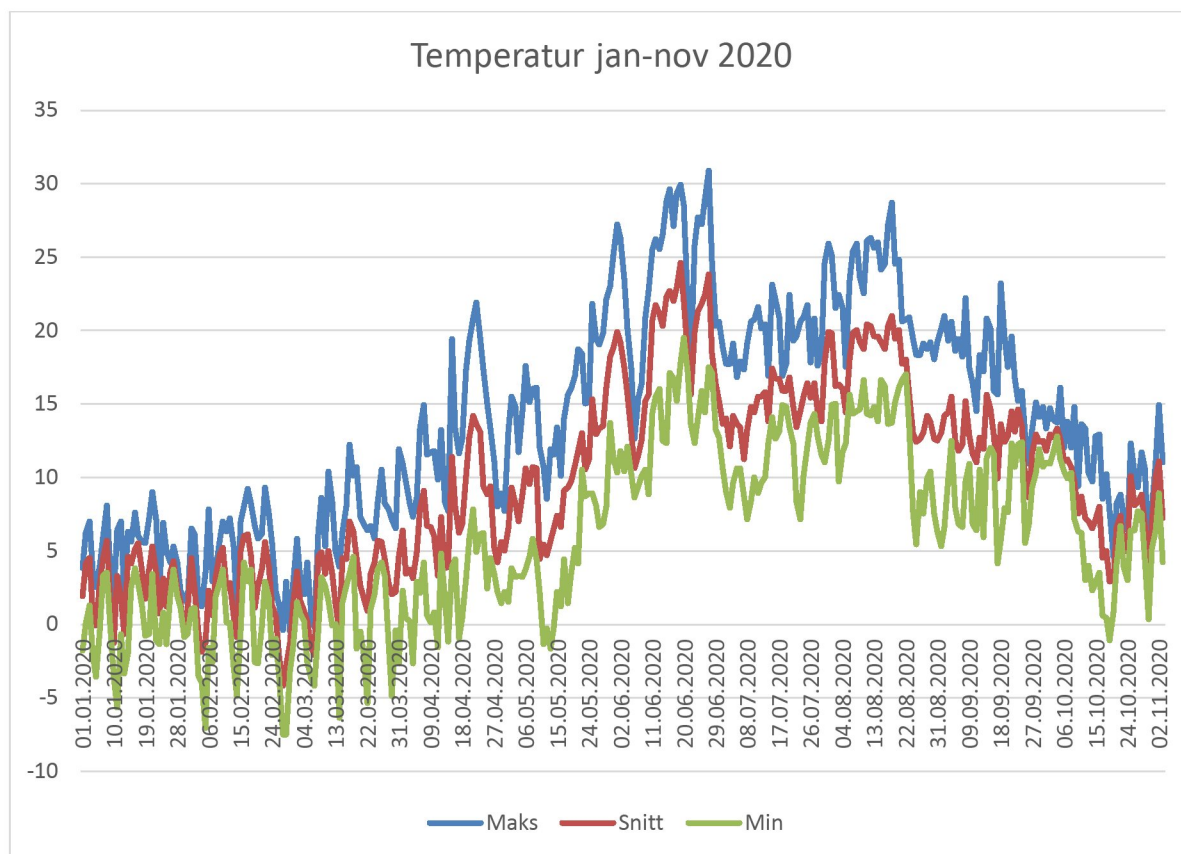
Atmosfæretrykket spiller også en rolle i spredningen av deponigass, da et trykkfall vil kunne øke gassutsiget fra grunnen. En stigning i atmosfæretrykk vil kunne minske gassutsiget, alt etter hvordan deponiet vil kunne presse atmosfærisk luft ned til dypereliggende jordlag /5/.

Ved overgangen fra lavtrykk til høytrykk vil det kunne trenge luft ned i jorden, noe som medfører at gasskonsentrasjonen kan undervurderes. Ved overgang fra høytrykk til lavtrykk vil det primært trenge dypereliggende poreluft opp gjennom jorden, hvorav det normalt kan oppnås et mer rettviseende bilde av den maksimale gasskonsentrasjonen. I regnearket i vedlegg 3.1 og 3.2 er det fortsatt en overordnet vurdering av hvordan resultatene av de enkelte målinger kan være påvirket av det atmosfæriske trykket. Data som viser atmosfæretrykket i måleperioden hentet fra nærliggende målestasjon (Blindern, Oslo) er vist på Figur 4.14 /34/.



Figur 4.14 Atmosfærisk trykk (mPa) i måleperioden, vist ved gjennomsnitts-, maks- og minimumsverdier pr. døgn, målt ved målestasjon Blindern, Oslo, i perioden 01.01.2020 – 04.11.2020. (Kilde: seklima.met.no).

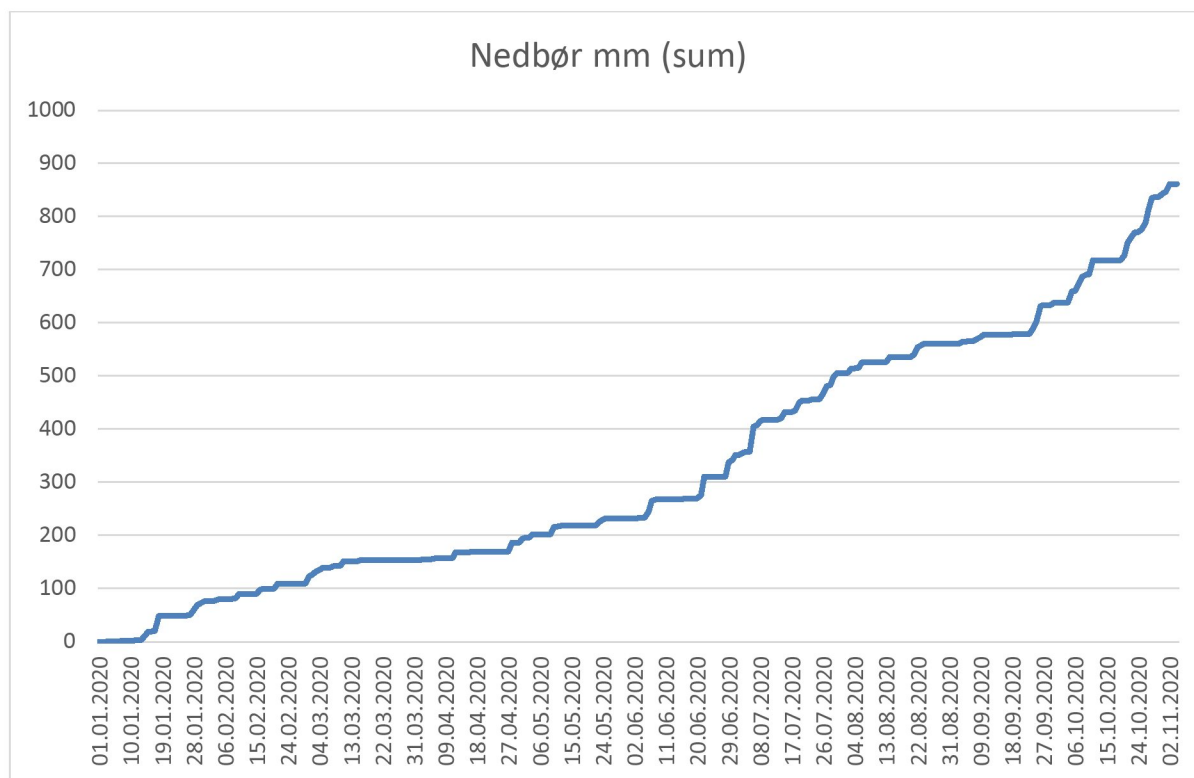
Det skal nevnes at det er mange ting som kan påvirke gassmålingene, blant annet nedbør, om det er frost i jorden, samt de aktuelle spredningsveier. Det kan også oppstå forsinkede effekter. Det kan være avgjørende hvor store trykkfall eller stigninger det har vært snakk om og hvor lang periode med trykkfall eller stigninger det har vært. Vurderingen i arket kan derfor ikke stå alene, men må sees i sammenheng med resultatene fra de kontinuerlige målingene. Temperatursvingningene i måleperioden kommer frem av Figur 4.15.



Figur 4.15: Døgntemperaturer (C°) i måleperioden, vist som gjennomsnittlig, maksimum og minimum døgntemperatur målt ved målestasjon Blindern, Oslo, i perioden 01.01.2020 – 04.11.2020. (Kilde: seklima.met.no)

Middeltemperaturen har i hele perioden ligget et stykke over frysepunktet og det forventes ikke at det har satt seg ordentlig frost i jorden i prøveperioden. Frost i jorden kan medvirke til å holde på gassen.

Målt nedbør pr. døgn i perioden kommer frem av Figur 4.16.



Figur 4.16: Døgnnedbør (mm/døgn) i perioden målt ved nærliggende målestasjon Blindern, Oslo i perioden 01.01.2020 – 04.11.2020 (Kilde: seklima.met.no).

Den kan, særlig på områder uten tett dekke (asfalt), være målinger som teoretisk kan ha vært påvirket av nedbøren, som følge av vannmetning i de øverste lag. De fleste målinger er imidlertid utført under tett dekke, og de som ikke er målt under tett dekke er primært utført i fyllmasser av sand og grus, hvor det forventes at vannet hurtig dreneres vekk. Nedbøren vurderes derfor umiddelbart ikke å ha hatt så stor betydning for målingene i dette tilfellet.

Det er ikke påvist noen entydig sammenheng mellom nedbør og utsvingene i gassmålingene i de kontinuerlige målestasjonene.

5. Sammenfattende vurdering

På bakgrunn av de utførte gassundersøkelsene gjøres følgende oppsummering:

- Det er påvist gass på det meste av prosjektområdet og det spres gass ut til randsonen og utenfor deponiet. De høyeste konsentrasjonene av gass i de øvre lag er målt under bygg, noe som tyder på at det skjer en oppkonsentrering av gass under bygg. Ved etablering av nytt bygg eller områder med tette dekker innenfor både randsonen og på selve deponiet, bør det etableres tiltak som hindrer at det skjer en spredning og oppkonsentrering av gass.
- Ved de innledende målinger ble det konstatert forholdsvis høye konsentrasjoner av gass i et målepunkt et godt stykke fra deponiet (19). Kontinuerlige gassmålinger tyder imidlertid på at det ikke er noen umiddelbar risiko for et nærliggende bolighus ved Strømsveien 281. De kontinuerlige gassmålingene har vært utført i en periode på over to måneder.
- De kontinuerlige målingene utført i randsonen av deponiet har i kortere perioder vist tegn på gasspåvirkning av innneklimaet i Stubberudveien 4. Det er snakk om forholdsvis lave konsentrasjoner, og siden det er snakk om et verkstedbygg kan det ikke avvises at det kan ha blitt benyttet gass til sveising eller lignende som kan ha gitt utslag. Det kan imidlertid også være snakk om gass fra deponiet, da det ved punktmålinger er målt forholdsvis høye gasskonsentrasjoner lengre vekk fra deponiet.
- Det vurderes at en stor del av gasstransporten fra deponiet ut til randsonen skjer via eksisterende og tidligere ledningstraseer for kabler, vann- og avløpsledninger mv. De kontinuerlige gassmålingene som er utført i utvalgte områder av randsonen, over en periode på ca. to måneder, har kun vist forholdsvis beskjedne utsving i metangasskonsentrasjoner over tid. Det kan imidlertid ikke avvises at situasjonen kan endre seg over tid, for eksempel kan lengre frostperioder ha stor betydning for gass-spredningen ut til randsonen.
- De høyeste konsentrasjonene av gass er målt ved Verkseier Furulunds vei 46, både forholdsvis tett på terreng og under bygget. Målinger under bygget har avdekket at det er store forskjeller i konsentrasjonene, både innenfor korte avstander, og over tid, hvor det i en av de kontinuerlige målestasjonene som er etablert under gulv ble målt metangasskonsentrasjoner som har variert fra 0 til over 50% metangass innenfor et døgn. Det er vurdert at gassutsvingene i dette tilfellet henger sammen med bruken av ventilasjon i bygget. På grunn av at det ble målt høye gasskonsentrasjoner her, ble det satt opp tre kontinuerlige målestasjoner inne i selve bygget. Disse viste imidlertid ikke tegn til en akutt eksplosjonsfare i selve bygget. Det bør likevel, på grunn av de betydelige konsentrasjoner av metangass under bygget, utføres tiltak som sikrer at det ikke oppstår noen risiko over tid, for eksempel hvis det skulle oppstå sprekker i gulvet som følge av setninger. Det er tegn til setningsskader på bygget.
- I Verkseier Furulunds vei 9 er det også målt forholdsvis høye, men rimelige stabile gasskonsentrasjoner under bygget. Det er tegn til en mindre påvirkning av gass på innneklimaet, men konsentrasjonene som er målt er forholdsvis beskjedne. Det bør imidlertid sikres at det ikke er spredningsveier inn i bygget, og at eventuelle spredningsveier tettes. Det bør også vurderes om det skal etableres tiltak som kan medvirke til en reduksjon av gassinholdet under bygget. Dersom det for eksempel etableres utluftning eller ventilasjon under bygget risikerer man imidlertid at eventuelle setninger økes/fremskyndes.
- Ved andre undersøkelser utført på området /35/, /44/, er det påvist forholdsvis høye konsentrasjoner av klorerte løsningsmidler, inkludert Vinylklorid som er en svært giftig forbindelse. De klorerte løsningsmidlene i deponiet er i tillegg svært flyktige og kan spres lett til atmosfæren i gassform. Det bør derfor gjøres en nærmere undersøkelse

for å undersøke omfanget av denne type forurensning før det prosjekteres endelige tiltak i forhold til gassproblematikken på området.

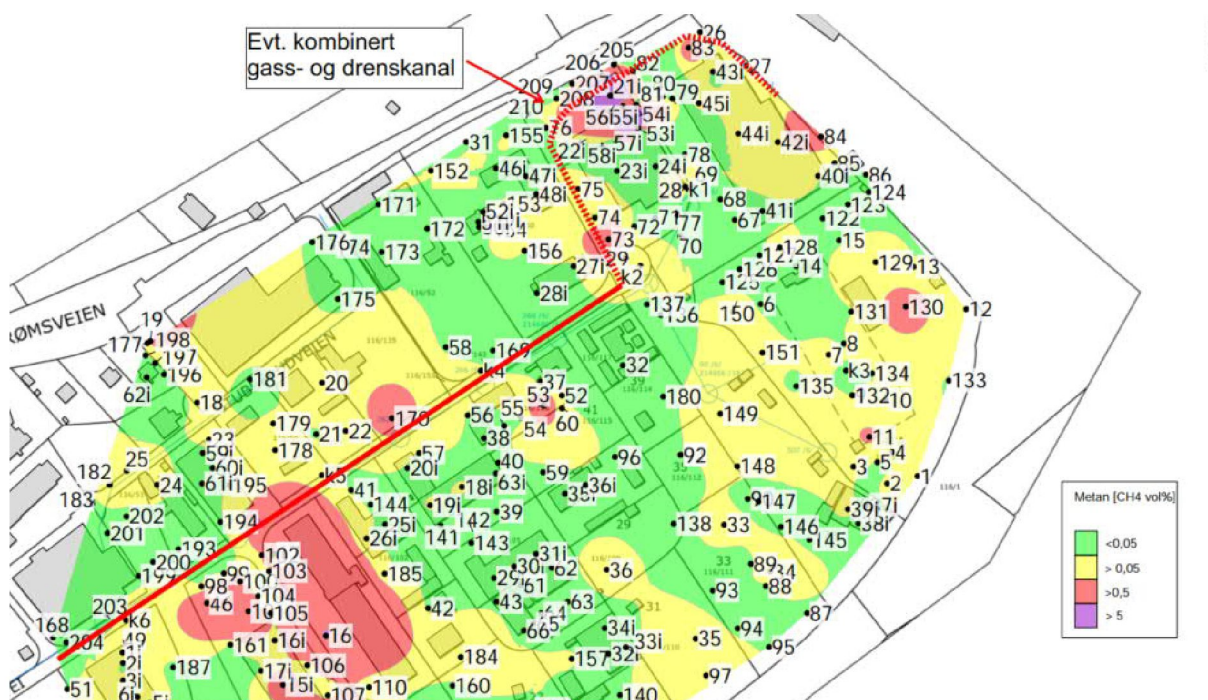
6. Mulig tiltak i forhold til gass

Vedlegg 5 er et notat som beskriver forskjellige tiltak i forhold til gass. Tiltakene er målrettet i forhold til randsonen, men prinsippene knyttet til ventilasjon under bygg gjelder også ved bygging på selve deponiet. Det kan imidlertid være behov for ytterligere tiltak her i form av tette dekklag mellom deponiet og bygget, ikke kun av hensyn til gass, men også for å redusere dannelsen av sigevann.

Ved fremtidig planlegging bør det som nevnt sikres tilstrekkelig at utluftning av avløpssystemet, eller dersom det ikke skal være muligheter for utlufting og håndtering av gass, at gassen ikke kan trenge inn i avløpssystemet og videre inn i bygg via avløp. I tillegg må det sikres at det ikke oppstår spredningsveier for gass via ledningstraseer eller at det skjer en oppkonsentrering av gass under bygg eller faste dekker.

Hvis det likevel skal skje en omlegging av avløpssystemet i Verkseier Furulunds vei for å forhindre sammenblanding av overvann/avløpsvann, vil det være opplagt å samtidig etablere tiltak som vil hindre at gass spres ut til randsonen av deponiet.

Det bør også vurderes om det bør etableres et kombinert gassutluftningslag og drenskanael ved 2-4 meter under terreng på den nordlige delen av tomten. Funksjonen til en slik kanal vil delvis være å forhindre spredning av gass ut i randsonen her, og delvis å forhindre/samle opp vann/overvann fra å renne inn i fyllingen oppstrøms fra. En mulig plassering av en slik kanal er vist på kartet i Figur 6.1. Der bør foretas en nærmere dimensjonering og vurdering av plasseringen av en evt. kanal.



Figur 6.1: Mulig plassering av kombinert utluftnings- og dremskanal.

Det bemerkes at løsningen på Figur 6.1 må ses på i forhold til sigevannshåndteringen hvor det må sikres at det ikke er direkte forbindelse mellom ledningstraseen i Verkseier Furulunds vei og grunnvannet/sigevannet i deponiet (se også /44/). Det vil være en stor fordel hvis eventuelt avfall under Verkseier Furulunds vei fjernes (slik at det ikke oppstår setninger på veien og ved avløpsledninger her) og at det etableres en barriere av leire, eller annen barriere mot fyllingen under grunnvannsspeilet.

I forhold til selve deponiet bør det foretas en helhetsløsning som tar høyde for både gass-, overvanns-, og sigevannsproblematikken. Overvannshåndtering på deponier utgjør en særlig utfordring.

Generelt sett er det ønskelig at alt overvann håndteres slik at det ikke oppstår mer sigevann enn nødvendig, da dette enten kan medføre negativ påvirkning på miljøet, eller kreve at sigevannet må oppsamles og renses. Jo større mengder sigevann det blir snakk om, jo dyrere og mer plasskrevende vil det dessuten bli å lage effektive rensetiltak. En oppsamling og drenering av overvann fra deponiområdet vil dessuten vanskeliggjøres ved at det ofte oppstår vesentlige setninger over tid som kan gi utfordringer med tanke på oppsamling og avledning av overvannet. Samtidig er det generelt et ønske om at overvannet kan infiltreres i grunnen, eller at utledning til overvannssystemet kan utjevnes slik at kraftige regnhendelser ikke vil medføre en overbelastning av overvannssystemet.

På Stubberudfyllingen kan en løsning som tar høyde for både gass og overvann, for eksempel være etableringen av et tett fleksibelt dekklag i en viss dybde, som etableres med fall som tar høyde for fremtidige setninger. Overvann vil kunne infiltreres lokalt i et lag av sand, grus og stein over dekklaget som samtidig vil fungere som et utluftingslag under bygg og eventuelle faste dekker.

Oppsamling av overvann over dekklaget kan skje via fleksible dren som får forbindelse til overvannssystemet. På den måten kan det sikres at de øverste jordlagene virker som et fordrøyningsbasseng som vil utjevne belastningen av overvannssystemet.

For å forhindre at det skjer en ukontrollert spredning av gass, etableres det enten utluftnings- eller ventilasjonsbrønner gjennom dekklaget (hvis grunnvannet står under oversiden av dekklaget), eller det etableres mindre områder uten dekklag hvor gassen kan slippe ut eller bli nedbrutt (f.eks. ved bruk av biocovers). Ønskes sigevannsmengden redusert mest mulig kan hullet i dekklaget med fordel etableres halvveis under tak, for eksempel under åpne sykkelkur eller carporter, slik at infiltrering av overvann til selve avfallsfyllingen kan forhindres eller reduseres nettopp her. Det er naturligvis viktig at eventuelle huller i dekklaget etableres der hvor oversiden av dekklaget ligger høyest. Undersiden av dekklaget må da også ligge høyest her, slik at gassen som dannes både under og over grunnvannsspeilet vil ledes til utluftingshullene. I rapporten om vurdering av toppdekket /40/ er det beskrevet en samlet løsning for hele prosjektområdet, som legger opp til etablering av et tett dekklag og et ventilasjonslag over dette, samtidig med at det fjernes minst mulig masser fra området (herunder forurensede masser) og at gjenbruk av masser optimeres. Hvis det ikke er mulig med en slik samlet løsning for hele prosjektområdet, kan løsningen benyttes på delområder. Om det blir aktuelt vil det kunne bli aktuelt at det fra noen delområder fjernes en del masser (herunder forurensede masser for å sikre at jordbalansen går opp).

Det er mulig å utføre en beregning for en slik løsning for hvert delområde for seg. Denne vil kunne inneholde en oversikt over hva som forventes å kunne gjenbrukes av masser innenfor for det enkelte delområdet, samt hvilke delområder det eventuelt kan lønne seg å håndtere samtidig og i hvilken rekkefølge.

Det kan også vurderes i hvilket delområde det blir for dyrt og i hvilket område det er nødvendig å lage den «beste løsningen» som gir en stor sikkerhet for at det ikke oppstår gassproblemer og samtidig at sigevannsmengden reduseres mest mulig. Her kan det for eksempel vurderes områdevis om det er nødvendig å etablere dekklag under bygninger og faste dekker, hvis man på en annen måte kan sikre at overvann ikke siger ned i fyllingen her, og dermed om det er tilstrekkelig å kun etablere ventilasjon under bygg.

7. Referanser

- /1/ Luftanalyser fra Furulundsvei 11. Forvaltningsplan A/S, Oslo. Utarbeidet av Skandinavisk Biomedisinsk Institutt og Techno Consult A/S, Rapport nr. 2578, august 1994.
- /2/ Stubberud avfallsfylling 1947-1963. Deponeringshistorie og utbredelse. Oslo Kommune Etat for miljørettet helsevern og næringsmiddeltilsyn. Saksnr: 96/3492-8. Juli 1997.
- /3/ Stubberud avfallsfylling, Furuset, Oslo. Miljø teknisk undersøkelse – Trinn 1. Oslo kommune Bolig- og Eiendomsetaten. Utarbeidet av NGI 2000.

- /4/ Stubberud avfallsfylling. Miljøtekniske grunnundersøkelser – trinn 2. Spredning av gass og sigevann. Vurderingsrapport Oslo kommune. Bolig og eiendomsetaten. Utarbeidet av Multiconsult/ Noteby AS 2002 (101912 - 1).
- /5/ Stubberud avfallsfylling. Miljøtekniske grunnundersøkelser – trinn 2. Spredning av gass og sigevann. Datarapport Oslo kommune. Bolig og eiendomsetaten. Utarbeidet av Multiconsult/ Noteby AS 2002 (101912 - 2).
- /6/ Stubberud avfallsfylling. Supplerende miljøtekniske undersøkelser: Kontroll av sigevann. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av Multiconsult. Mai 2003.
- /7/ Nedlagt kommunal avfallsfylling på Stubberud. Oppsummering vedr. utførte undersøkelser. Multiconsult. 2005.
- /8/ Stubberud avfallsfylling. Overvåking fase 1. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av Multiconsult. Januar 2007.
- /9/ Stubberud feltet. Forurensning, trafikksituasjon og arealbruk. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av Sweco Grøner 2007.
- /10/ Resultater av grunnundersøkelse. Verkseier Furulunds Vei 9, gnr./bnr. 116/74. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. 2009.
- /11/ Orienterende grunnundersøkelse. Stubberud feltet. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. 2009.
- /11-1/ Resultater av grunnundersøkelse Stubberudveien 4, gnr./bnr. 116/54. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-2/ Resultater av grunnundersøkelse Stubberudveien 6, gnr./bnr. 116/55. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-3/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 5, gnr./bnr. 116/84. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-4/ Resultater av grunnundersøkelse Stubberudveien 10, gnr./bnr. 116/96. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-5/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 47A, gnr./bnr. 116/98. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-6/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 11, gnr./bnr. 116/100. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-7/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 13, gnr./bnr. 116/101. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-8/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 17, gnr./bnr. 116/103. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-9/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 19, gnr./bnr. 116/104. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009

- /11-10/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 21, gnr./bnr. 116/105. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-11/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 23, gnr./bnr. 116/106. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-12/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 25, gnr./bnr. 116/107. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-13/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 33, gnr./bnr. 116/110 og 116/111. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-14/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 35, gnr./bnr. 116/112. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-15/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 39, gnr./bnr. 116/114. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-16/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 43, gnr./bnr. 116/116. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-17/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 45, gnr./bnr. 116/117. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-18/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 27B, gnr./bnr. 116/118. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-19/ Resultater av grunnundersøkelse Stubberudveien 2, gnr./bnr. 116/135 og 116/52. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-20/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 9C, gnr./bnr. 116/136. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /11-21/ Resultater av grunnundersøkelse Verkseier Furulunds vei 47B, gnr./bnr. 116/114. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten, 2009
- /12/ Miljøteknisk grunnundersøkelse. Ved Verkseier Furulunds Vei, del av gnr./bnr. 116/1, 116/37, 119/1 og 250/21. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. 2015.
- /13/ Supplerende grunnundersøkelse. Verkseier Furulunds Vei. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. 2015.
- /14/ Innledende avgrensning av avfall. Verkseier Furulunds Vei, Oslo. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av DMR Miljø og Geoteknikk AS Marts 2016. B9.1-B15
- /15/ Forurensningsundersøkelse, avgrensning av avfall og tiltaksplan. Verkseier Furulunds Vei, Oslo. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av DMR Miljø og Geoteknikk AS september 2016.
- /16/ Sluttrapport, miljø. Verkseier Furulunds Vei, Oslo. Oslo kommune Eiendoms og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av DMR Miljø og Geoteknikk AS august 2018.

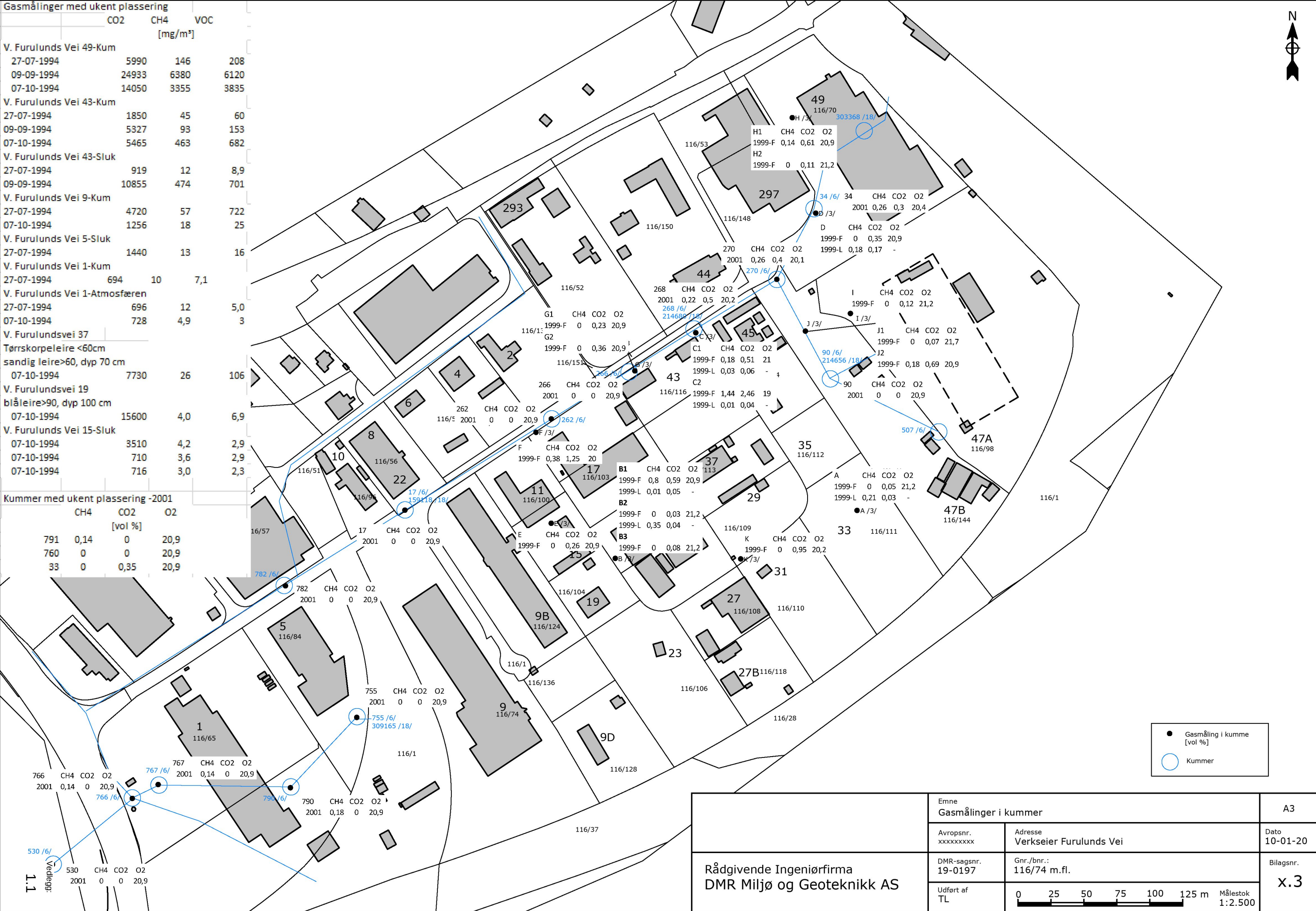
- /17/ Stubberud avfallsfylling. Overvåking fase 1. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelses-etaten. Utarbeidet av Multiconsult. Mai 2006.
- /18/ Utvidet overvåking Stubberud. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av Multiconsult juli 2017.
- /19/ Fjellboringsarkivet til VAV.
- /20/ Undergrunns arkivet
- /21/ Rapport over ledningsgrøft i Verkseier Furulunds Vei. Oslo Kommune, Geoteknisk Kontor, juni 1976. (6581)
- /22/ Motorveien, Furuset – Ulvenkrysset, 21. del: Motorveien ved Stubberud fyllinga, Oslo Kommune, Geoteknisk Kontor, november 1967 (6329).
- /23/ Rapport over Strømsveien, strekningen Arvesetveien – Tvetenveien, Oslo Kommune, Vann- og avløpsetaten, juni 2004 (6607).
- /24/ Haukelid, HAFA-bygget, Byggetrinn 4, Verkseier Furulundsvei 9. juni 1985 (6585).
- /25/ Haukelid, HAFA Industriprosjekt, Strømsvn. Stubberud. Verkseier Furulunds. Juli 1971 (6585).
- /26/ Rapport over: Geotekniske undersøkelser for prosjektert ny Strømsveien over Stubberud myra og Oslo renholdsverks fyllplass. Oslo Kommune. Den geotekniske konsulent. Mai 1961 (6729).
- /27/ Sonderinger fra NGI.
- /28/ Mulighetsstudie for Stubberud. Oslo kommune Eiendoms- og byfornyelsesetaten. Utarbeidet av Asplan Viak, mai 2019.
- /29/ Stubberud avfallsfylling, Oslo, Vurdering av oppsamling av sigevann til kommunalt spillvannsnett. Notat av Sweco, 2007.
- /30/ Notat – Stubberud fyllinga – metanoxiderende grøfter. Utarbeidet av Sweco, desember 2007.
- /31/ Kuldioxid, en hidtil overset parameter? Opplegg ved ATV Vintermøde av Monica Sonne, Marts 2017.
- /32/ Metode til risikovurdering af gasproducerende lossepladser. Miljøprosjekt nr. 648, 2001.
- /33/ Etablering og monitering av biocoversystemer på affaldsdeponeringsanlæg. Miljøprosjekt nr. 1817, 2016.
- /34/ se klima.met.no.
- /35/ Utredning av deponiet utstrekning, Stubberud avfallsfylling, Oslo DMR 2020
- /36/ NGU Insar – <https://insar.ngu.no/> (2020)

- /37/ Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA 2553/2009
- /38/ Statistisk basert 3D-modell, Stubberud avfallsfylling, Oslo, DMR 2020
- /39/ <https://www.geovariances.com/en/software/kartotrak-software-contamination-characterization/>
- /40/ Vurdering av toppdekke, Stubberud avfallsfylling, Oslo, DMR 2020.
- /41/ Kostnaden og konsekvenser forbundet med fjerning v Stubberud fyllingen, DMR 2020.
- /42/ Vurdering av setningsproblematikk og muligheter for bebyggelse, DMR 2020.
- /43/ Samlerapport utredning av gassproblematikken på Stubberud fyllingen, DMR 2020.
- /44/ Sigevannsproblematikk på Stubberud fyllingen, DMR 2020.
- /45/ Liste over kvalitetskriterier i relasjon til forurenset jord, Oppdatert 2018 Miljøstyrelsen, Danmark.
- /46/ Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota, Veileder, Miljødirektoratet M608/2016.

Vedlegg 1

Gasmålinger med ukent plassering			
	CO2	CH4	VOC
	[mg/m³]		
V. Furulunds Vei 49-Kum			
27-07-1994	5990	146	
09-09-1994	24933	6380	
07-10-1994	14050	3355	
V. Furulunds Vei 43-Kum			
27-07-1994	1850	45	
09-09-1994	5327	93	
07-10-1994	5465	463	
V. Furulunds Vei 43-Sluk			
27-07-1994	919	12	
09-09-1994	10855	474	
V. Furulunds Vei 9-Kum			
27-07-1994	4720	57	
07-10-1994	1256	18	
V. Furulunds Vei 5-Sluk			
27-07-1994	1440	13	
V. Furulunds Vei 1-Kum			
27-07-1994	694	10	7,1
V. Furulunds Vei 1-Atmosfæren			
27-07-1994	696	12	
07-10-1994	728	4,9	
V. Furulundsvei 37			
Tørsskorpeleire <60cm			
sandig leire>60, dyp 70 cm			
07-10-1994	7730	26	
V. Furulundsvei 19			
blåleire>90, dyp 100 cm			
07-10-1994	15600	4,0	
V. Furulunds Vei 15-Sluk			
07-10-1994	3510	4,2	
07-10-1994	710	3,6	
07-10-1994	716	3,0	

Kummer med ukent plassering -2001			
	CH4	CO2	O2
	[vol %]		
791	0,14	0	20,9
760	0	0	20,9
33	0	0,35	20,9



Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	Emne Gasmålinger i kummer		A3
	Avropsnr. xxxxxxxx	Adresse Verkseier Furulunds Vei	Dato 10-01-20
	DMR-sagsnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. x.3
	Utført af TL	0 25 50 75 100 125 m Målestok 1:2.500	

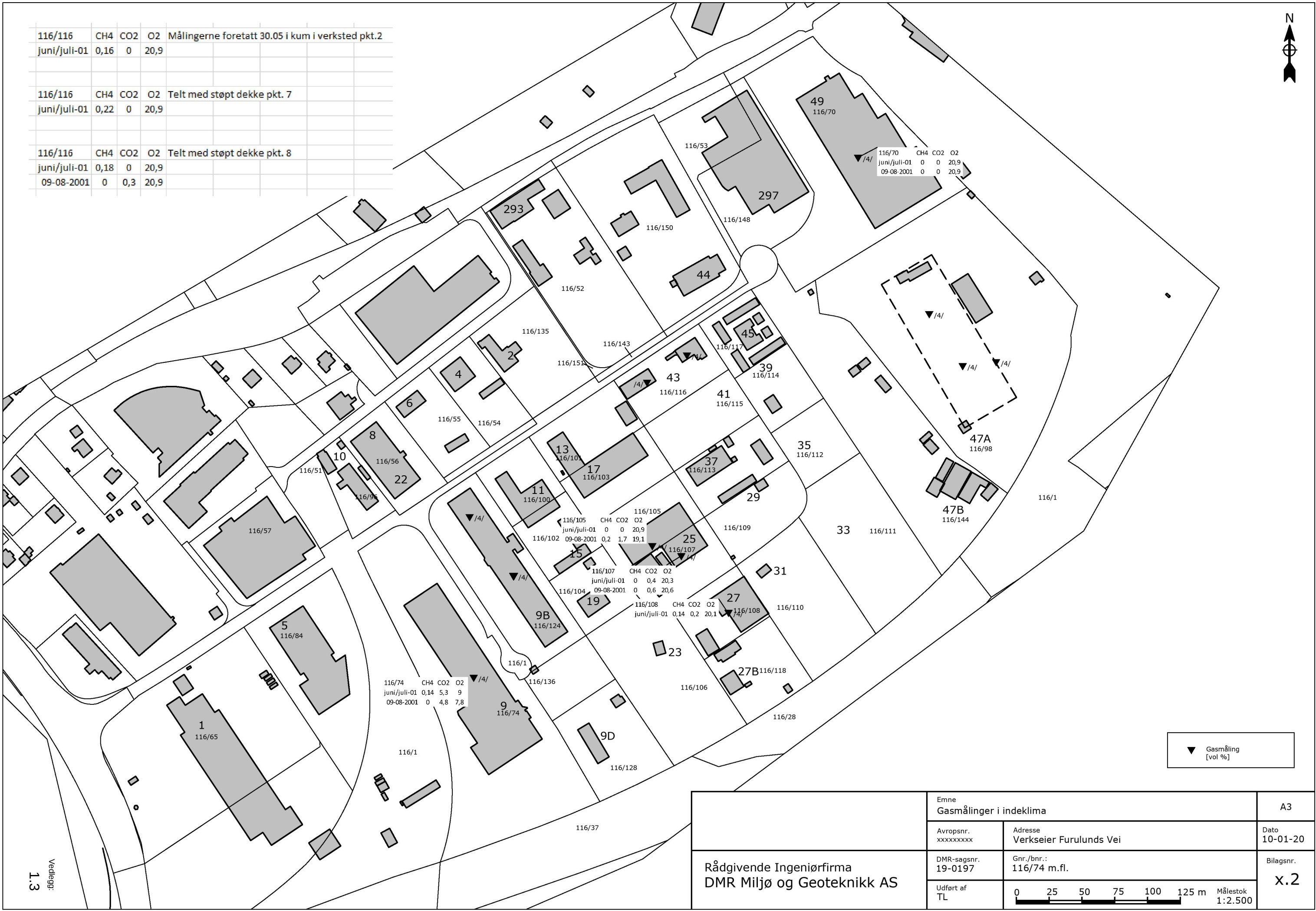
116/124	CH4	CO2	O2	Utluft fra luftsøylfe i dekke	
juni/juli-01	0,2	0	20,5		
09-08-2001	0,14	0,4	20,5		

Poreluftanalyser fra Verkseier Furulundsvei 11, 1994				
	1	2	3	4
	Lager	Rum ved bad	Rum ved bad	Møbelværksted
TVOC mg/m ³	3,5	1,4	217	0,7



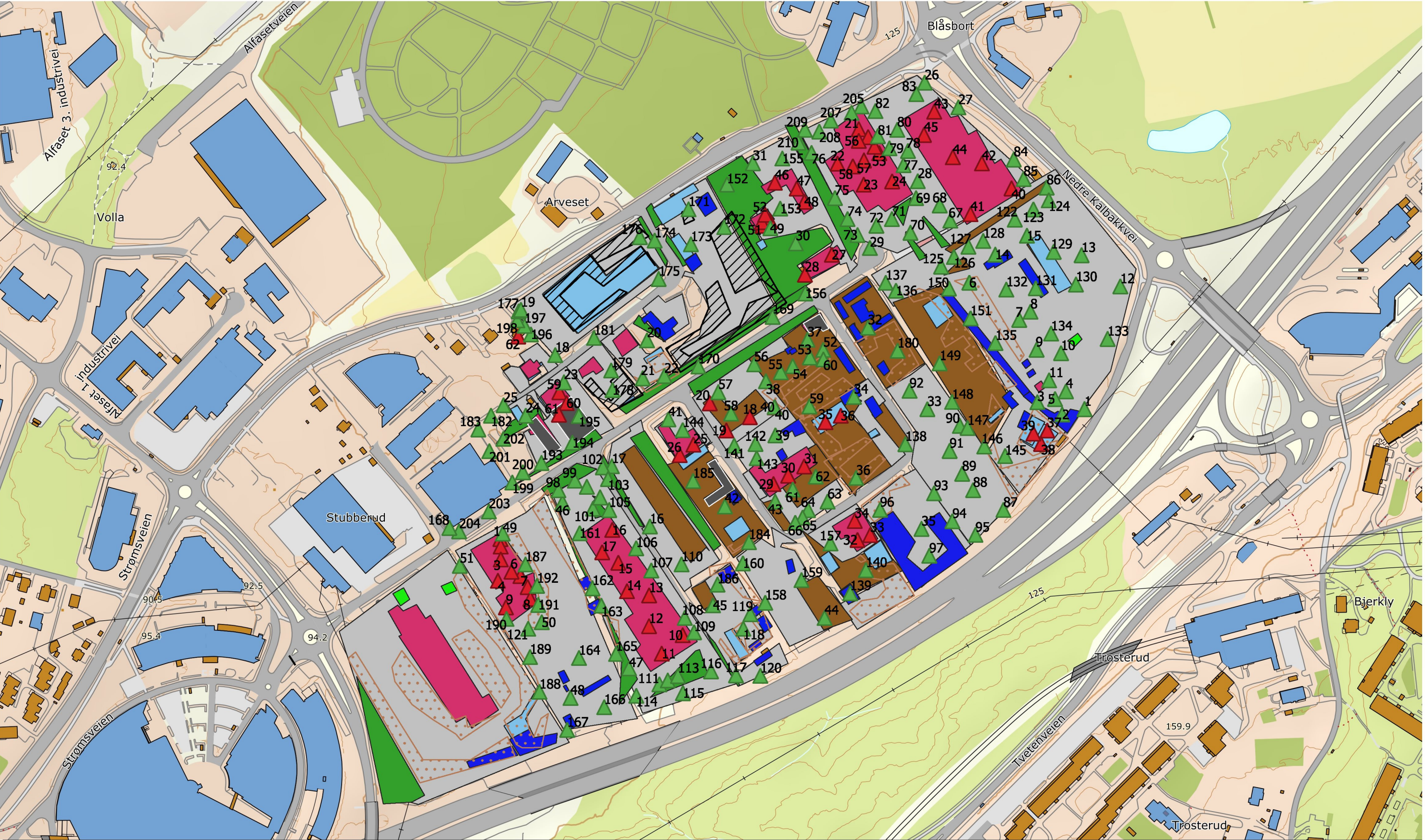
	Emne Stubberud - gasmålinger i brønner og poreluft		A3
	Avropsnr. xxxxxxx	Adresse Verkseier Furulunds Vei	Dato 10-01-20
Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-sagsnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. x.1
	Udført af TL		

116/116	CH4	CO2	O2	Målingerne foretatt 30.05 i kum i verksted pkt.2
juni/juli-01	0,16	0	20,9	
116/116	CH4	CO2	O2	Telt med støpt dekke pkt. 7
juni/juli-01	0,22	0	20,9	
116/116	CH4	CO2	O2	Telt med støpt dekke pkt. 8
juni/juli-01	0,18	0	20,9	
09-08-2001	0	0,3	20,9	



Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	Emne Gasmålinger i indeklime		A3
	Avropsnr. xxxxxxx	Adresse Verkseier Furulunds Vei	Dato 10-01-20
	DMR-sagsnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. x.2
	Udført af TL	0 25 50 75 100 125 m Målestok 1:2.500	

Vedlegg 2



 poreluftmaalinger stubberud	 fundamenterte Lagringshaller og garasje	 Dekke - Gress	EBY	Emne Poreluftmålinger	Kundesaksnr. XXX	Dato 20-10-20
 Innvendige gassmålinger	 Tomme bygg	 Dekke - Grus		 DMR Miljø og Geoteknikk AS	Adresse Stubberud	DMR-saksnr. 19-0197
 Lagret material og utstyr	 Fundamenterte lukket bygg	 Dekke - asfalt	Gnr/bnr XX/XXX		Utført av ck	X
 Lagret avfall	 Kontainerbygg		0 10 20 30 40 50 m 		Målestokk 1:2000	
 kontainere	 Påfyllingsstasjons				Kontrollert av XXX	

Vedlegg 3

Utvendig

id	x	y	Dybde m	CH4	H2S	CO2	O2	Dekke	Dato	Kommentar	
1	604108,99	6644964,505	1	0,2	1	0,18	20,3	Gress	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
2	604088,167	6644959,372	0,7	0,08	0	0,1	20,7	ødelagt asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
3	604084,976	6644970,927	0,6	0,09	0	0,07	20,7	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
4	604091,681	6644981,062	0,55	0,14	0	0,04	20,8	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
5	604081,515	6644973,965	0,55	0	0	0,04	20,3	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
6	604001,48	6645082,63	0,7	0,04	0	0,06	21	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
7	604048,046	6645047,85	0,6	0,1	0	0,05	20,8	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
8	604058,54	6645055,53	0,65	0,04	0	0,02	21	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
9	604064,287	6645019,978	0,7	0,04	0	0,02	21	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
10	604087,116	6645016,743	0,6	0,04	0	0,01	20,3	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
11	604075,981	6644991,354	0,7	0,66	0	0,06	20,9	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
12	604142,451	6645079,16	0,8	0,02	0	0,03	21	Gress	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
13	604106,271	6645108,258	1	0,07	0	0,03	20,3	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
14	604025,674	6645108,803	0,7	0,02	0	0,04	20,9	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
15	604055,249	6645126,431	0,5	0,04	0	0,02	21	Asfalt	31-01-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
16	603703,332	6644854,858	0,7	5,5	1	10,6	15,6	Asfalt	06-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
17	603667,829	6644911,091	0,8	3,2	1	2,2	18,4	Asfalt	06-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
18	603614,988	6645014,95	0,5	0,06	0	0,03	21,7	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
19	603582,996	6645057,226	0,55	0,9	0	0,11	21,6	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
20	603700,656	6645028,656	0,8	0,18	0	2,35	13,9	Grus	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
21	603696,629	6644993,272	0,9	0,04	0	0,16	20,7	ødelagt asfalt/grus	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
22	603716,839	6644995,482	0,85	0,1	0	0,07	20,3	ødelagt asfalt/grus	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
23	603623,112	6644989,528	0,5	0,12	0	0,16	20,7	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
24	603587,53	6644958,424	0,6	0,12	0	0,21	20,7	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
25	603566,717	6644968,126	0,5	0,1	1	0,12	20,8	Grus	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
26	603959,893	6645269,445	0,5	0,06	0	0,05	21	Gress	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
27	603991,297	6645246,31	0,7	0,07	0	0,04	20,9	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
28	603949,701	6645163,244	0,4	0,2	0	0,08	21	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
29	603908,655	6645114,965	0,7	0	0	1,54	20,9	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
30	603839,488	6645119,276	0,7	0	0	0,05	21	Gress	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
31	603799,452	6645194,102	0,5	0,02	0	0,15	20,8	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
32	603906,944	6645040,636	0,7	0,02	1	0,13	21	Grus	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
33	603976,407	6644931,044	0,4	0,13	1	0,07	21	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
34	604008,025	6644898,971	0,7	0,42	1	0,07	20,3	Asfalt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
35	603956,857	6644852,698	0,4	0,18	0	0,17	20,9	Grus/asfalt ødelagt	10-02-2020	målt ved lavtrykk etter en episode med fallende trykk	ok
36	603895,851	6644900,162	0,8	0,1	1	0,28	20,9	Gress	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
37	603850,429	6645029,377	0,6	0,01	1	0,1	21,5	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
38	603811,661	6644990,474	0,8	0,01	0	0,2	21,5	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
39	603820,47	6644940,029	0,85	0,02	0	0,36	21,6	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
40	603821,463	6644973,675	0,6	0,02	0	0,43	20,3	Betongdekke	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
41	603720,605	6644954,817	0,7	0,01	1	0,22	20,8	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
42	603773,332	6644873,688	0,6	0,01	1	0,48	19,7	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
43	603820,279	6644878,151	0,6	0,03	1	0,12	20,7	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
44	603866,368	6644769,412	0,3	0,02	1	0,15	20,6	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
45	603762,172	6644781,18	0,45	0,2	0	0,2	21,6	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
46	603621,78	6644877,145	1	1,56	0	2,34	0,3	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
47	603683,838	6644722,415	0,6	0,12	0	0,6	20,9	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
48	603629,209	6644694,675	0,8	0,05	1	0,08	20,1	Grus	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
49	603565,987	6644848,234	0,7	0,02	0	0,14	20,4	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
50	603589,707	6644759,199	1	3,42	0	3,2	15,4	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
51	603525,932	6644818,101	0,4	0,04	0	0,01	20,7	Asfalt	11-02-2020	målt ved lavtrykk, men under stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
52	603865,092	6645019,823	0,6	0,09	0	0,02	21	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
53	603852,588	6645012,789	0,5	1,28	0	0,7	20,8	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
54	603836,632	6645004,58	0,7	0	0	0,2	21,5	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
55	603825,485	6644998,995	0,9	0,05	0	0,04	20,8	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
56	603800,598	6645006,224	0,5	0,04	0	0,04	21,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
57	603767,174	6644980,341	0,3	0,02	0	0,06	20,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
58	603785,532	6645053,084	0,6	0,02	0	0,05	20,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
59	603852,223	6644967,124	0,4	0	0	0,02	20,9	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
60	603865,211	6645010,952	0,08	0,16	0	0,7	20,8	Grus/gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
61	603836,697	6644889,448	1	0,01	0	0,06	20,9	Asfalt/betong	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
62	603858,167	6644901,539	0,9	0,03	0	0,08	20,9	Gruss/pukk	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
63	603869,191	6644878,145	0,7	0	0	0,3	20	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
64	603850,925	6644870,225	0,5	0	0	0,06	20,6	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
65	603845,814	6644863,159	0,8	0,06	0	0,5	20	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
66	603839,022	6644858,407	1	0	0	0,17	21	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
67	603983,74	6645140,495	0,6	0	0	0,08	20,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
68	603973,806	6645154,645	0,4	0,01	0	0,07	20,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
69	603951,757	6645161,618	0,5	0	0	0,17	20,2	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
70	603946,531	6645129,216	0,7	0	0	0,34	20,2	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
71	603929,185	6645142,032	0,7	0	0	0,33	20,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
72	603914,769	6645135,842	0,6	0	0	0,17	20,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
73	603897,164	6645127,111	0,6	1,6	0	6,14	12,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
74	603887,799	6645141,979	0,5	0,04	0	4,1	11,5	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
75	603876,099	6645161,677	0,6	0,5	0	0,3	20,2	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
76	603854,215	6645203,79	0,7	0,01	0	0,3	20,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
77	603944,522	6645143,775	0,5	0,02	0	0,07	20,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
78	603949,412	6645185,445	0,5	0,02	0	19,8	0,36	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
79	603940,812	6645223,769	0,5	0,04	0	2,84	15,7	Asfalt	21-02-2020	Målt i periode med fallende trykk	ok
80	603934,238	6645225,399	0,4	0,01	0	0,1	20,1	Asfalt	02-03-2020	målt ved lavtrykk men etter svagt stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
81	603916,097	6645219,487	0,4	0,02	0	0,06	20,2	Asfalt	02-03-2020	målt ved lavtrykk men etter svagt stigende trykk	evt undervurdert, dog forsinkelseffekt
82	603913,823	6645242,876	0,5	0,02	0	0,05	20,3	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
83	603952,003	6645258,708	0,5	1	0	0,5	19,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
84	604042,909	6645197,633	0,4	0,9	0	0,4	20,2	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
85	604052,132	6645179,492	0,7	0	0	0,26	20,4	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
86	604073,635	6645171,477	0,7	0,02	0	0,02	20,4	Gress	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
87	604033,308	6644870,326	0,6	0,01	0	0,06	20,9	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
88	604005,027	6644888,869	0,7	0,01	0	0,2	20,6	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
89	603994,762	6644904,143	0,5	0	0	0,05	20,8	Asfalt	12-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
90	603992,614	6644948,75	0,4	0	0	0,04	20,7	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
91	603946,529	6644979,045	0,5	0	0	0,04	20,6	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
92	603946,571	6644979,079	0,7	0,05	0	0,03	20,4	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
93	603968,611	6644885,818									

107	603704,615	6644813,825	0,7	0	0	0,06	21	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
108	603735,854	6644769,521	0,6		0,37	0	0,18	20,9	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert
109	603744,551	6644756,072	0,5	9,4	0	3,2	20,7	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
110	603732,899	6644819,484	0,4	0,05	0	0,1	21,5	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
111	603712,167	6644707,495	0,3	0	0	0,5	21	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
112	603719,994	6644711,049	0,5	0	1	0,05	20,5	Asfalt	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
113	603729,499	6644715,316	0,6	0,02	0	0,52	20,1	Gress	13-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
114	603690,562	6644696,743	0,2	0	0	0,13	19,9	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
115	603734,174	6644698,208	0,3	0	0	0,07	19,8	Gress	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
116	603760,352	6644719,629	0,8	0,1	0	0,05	20,9	Gress	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
117	603783,716	6644715,868	0,5	0,14	0	1,97	20,7	Grus	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
118	603790,47	6644759,342	0,3	0,08	0	0,18	20,8	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
119	603797,093	6644772,922	0,3	0,12	0	0,06	20,9	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
120	603808,399	6644715,372	0,6	0,02	0	0,38	20,9	Grus	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
121	603589,742	6644759,317	0,2	0	0	0,38	21,4	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
122	604043,919	6645141,506	0,4	0,02	0	0,03	20,9	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
123	604061,27	6645151,046	0,3	0	0	0,03	20,9	Asfalt	14-02-2020	målt under høytrykk, i overgang mellom stigende og fall	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
124	604075,581	6645159,502	0,7	0	0	0,05	20,9	Grus	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
125	603975,182	6645097,601	0,5	0,02	0	0,05	20,9	Grus	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
126	603987,1	6645106,573	0,3	0,03	0	0,06	20,8	Grus	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
127	604000,625	6645116,146	0,5	0,02	0	0,07	20,7	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
128	604014,467	6645121,538	0,4	0,11	0	0,08	20,6	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
129	604080,221	6645111,415	0,3	0,19	0	0,07	20,6	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
130	604100,982	6645080,921	0,3	0,91	0	0,08	20,6	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
131	604063,526	6645077,453	0,5	0,04	0	0,06	21	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
132	604064,327	6645019,966	0,6	0,1	0	0,05	20,8	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
133	604130,54	6645030,062	0,6	0,03	0	0,06	21	Gress/grus	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
134	604077,796	6645034,993	0,5	0,05	0	0,08	21	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
135	604025,87	6645026,251	0,4	0,04	0	0,01	20,3	Grus/asfalt ødelagt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
136	603933,025	6645075,104	0,4	0	0	0,41	20,5	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
137	603923,44	6645082,435	0,3	0	0	0,06	21,6	Asfalt	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
138	603941,794	6644931,753	0,8	0	0	0,13	22,1	Grus	17-02-2020	Målt under lavtrykk, men i priode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
139	603890,252	6644792,406	0,5	0	0	0,05	22,1	Grus	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
140	603904,959	6644814,036	0,5	0	0	0,05	22,1	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
141	603782,035	6644930,396	0,5	0	0	0,04	21,8	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
142	603801,879	6644932,012	0,6	0	0	0,05	21,7	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
143	603803,046	6644918,607	0,4	0,04	1	0,07	21,2	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
144	603733,972	6644944,91	0,4	0,02	0	0,05	21,2	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
145	604034,873	6644920,75	0,4	0	0	1,21	22,5	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
146	604015,38	6644929,575	0,5	0	0	0,14	22,8	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
147	603999,885	6644946,924	0,6	0,04	0	0,09	20,9	Grus	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
148	603985,404	6644971,167	0,5	0,08	1	0,09	21	Grus	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
149	603973,785	6645007,303	0,5	0,08	1	0,09	21	Grus	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
150	603982,454	6645077,141	0,7	0,1	1	0,07	21	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
151	604002,633	6645049,288	0,5	0,07	0	0,07	21	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
152	603775,285	6645174,292	0,8	0,08	1	0,15	21	Gress	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
153	603824,964	6645151,736	0,7	0,07	1	0,76	20,4	Gress	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
154	603815,712	6645133,455	0,4	0,04	0	0,4	21	Grus	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
155	603826,905	6645198,529	0,6	0,07	0	0,17	20,5	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
156	603839,488	6645119,294	0,8	0,5	0	0,2	21	Gress	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
157	603871,852	6644838,955	0,6	0,06	0	0,09	21	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
158	603810,95	6644783,644	0,8	0,04	0	0,08	21	Asfalt	18-02-2020	målt i periode med stigende trykk	sannsynligvis undervurdert	
159	603844,805	6644804,8	0,6	0,04	0	0,08	21	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
160	603790,132	6644820,471	0,5	0	0	0,04	20,9	Asfalt/betong	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
161	603637,746	6644848,83	0,3	0,02	0	0,2	21	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
162	603649,765	6644797,231	0,5	0	0	0,1	20,9	Grus/gress	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
163	603658,064	6644780,912	0,3	0	0	0,05	20,9	Grus/gress	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
164	603637,171	6644732,019	0,6	0,01	0	0,2	20,9	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
165	603671,794	6644735,735	0,5	0,02	0	0,36	20,9	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
166	603680,692	6644686,148	0,7	0,02	0	0,3	20,8	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
167	603626,116	6644664,936	0,3	0	0	0,04	21	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
168	603516,157	6644853,573	0,4	0,01	0	0,07	20,9	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
169	603817,835	6645050,768	0,6	0	0	0,11	20,9	Gress	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
170	603748,568	6645004,215	0,8	0,9	0	0,42	20,6	Gress	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
171	603739,389	6645151,133	0,5	0	0	0,14	20,5	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
172	603772,739	6645134,471	0,6	0	0	0,09	20,6	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
173	603741,581	6645118,417	0,6	0,05	0	1,67	11,6	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
174	603707,774	6645121,991	0,4	0	0	0,35	20,5	Gress	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
175	603711,515	6645086,111	0,5	0	0	0,11	20,5	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
176	603693,922	6645125,177	0,3	0,02	0	0,86	17,9	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
177	603580,827	6645055,794	0,3	0,09	1	0,05	20,8	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
178	603688,453	6644982,296	0,5	0,08	0	0,03	20,9	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
179	603867,203	6645000,601	0,3	0,07	0	0,04	21	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
180	603934,621	6645019,055	0,7	0,04	0	0,1	21	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
181	603651,172	6645030,972	0,5	0	0	0,11	20,5	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
182	603554,988	6644958,399	0,6	0,22	0	0,21	20,6	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
183	603543,184	6644945,542	0,5	0,01	1	0,12	20,4	Asfalt	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
184	603795,827	6644840,178	0,4	0,42	0	0,17	20,5	Grus	20-02-2020	Målt like etter høytrykk, under fallende trykk	muligvis undervurdert, forsinkelseseffekt	
185	603743,639	6644897,406	0,6	0,2	0	0,1	21,2	Grus	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
186	603766,452	6644800,658	0,4	0,01	1	0,05	21,2	Grus	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
187	603598,623	6644833,099	0,8	0	0	0,05	21,2	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
188	603600,297	6644700,41	0,4	0	1	0,09	20,6	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
189	603591,435	6644733,033	0,6	0,03	0	0,09	20,9	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
190	603569,526	6644768,541	0,7	0,02	0	0,11	20,9	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
191	603599,148	6644781,718	0,3	0	0	0,03	21	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
192	603597,964	6644799,444	0,5	0	1	0,05	20,9	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
193	603602,138	6644914,224	0,7	0	0	0,16	19,9	Grus	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
194	603631,019	6644932,966	0,6	0	0	0,1	20,3	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
195	603636,922	6644958,08	0,4	0,04	1	0,05	20,4	Asfalt	21-02-2020	Målt under fallende trykk	ok	
196	603592,292	6645034,257	0,7	0	0	0	21,1	Grus/gress	12-06-2020	Stabill Trykk	muligvis undervurdert	
197	603586,346	6645042,185	0,7	0	0	0,3	21,1	Grus/gress</				

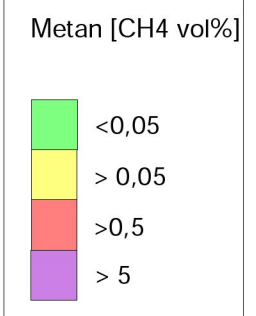
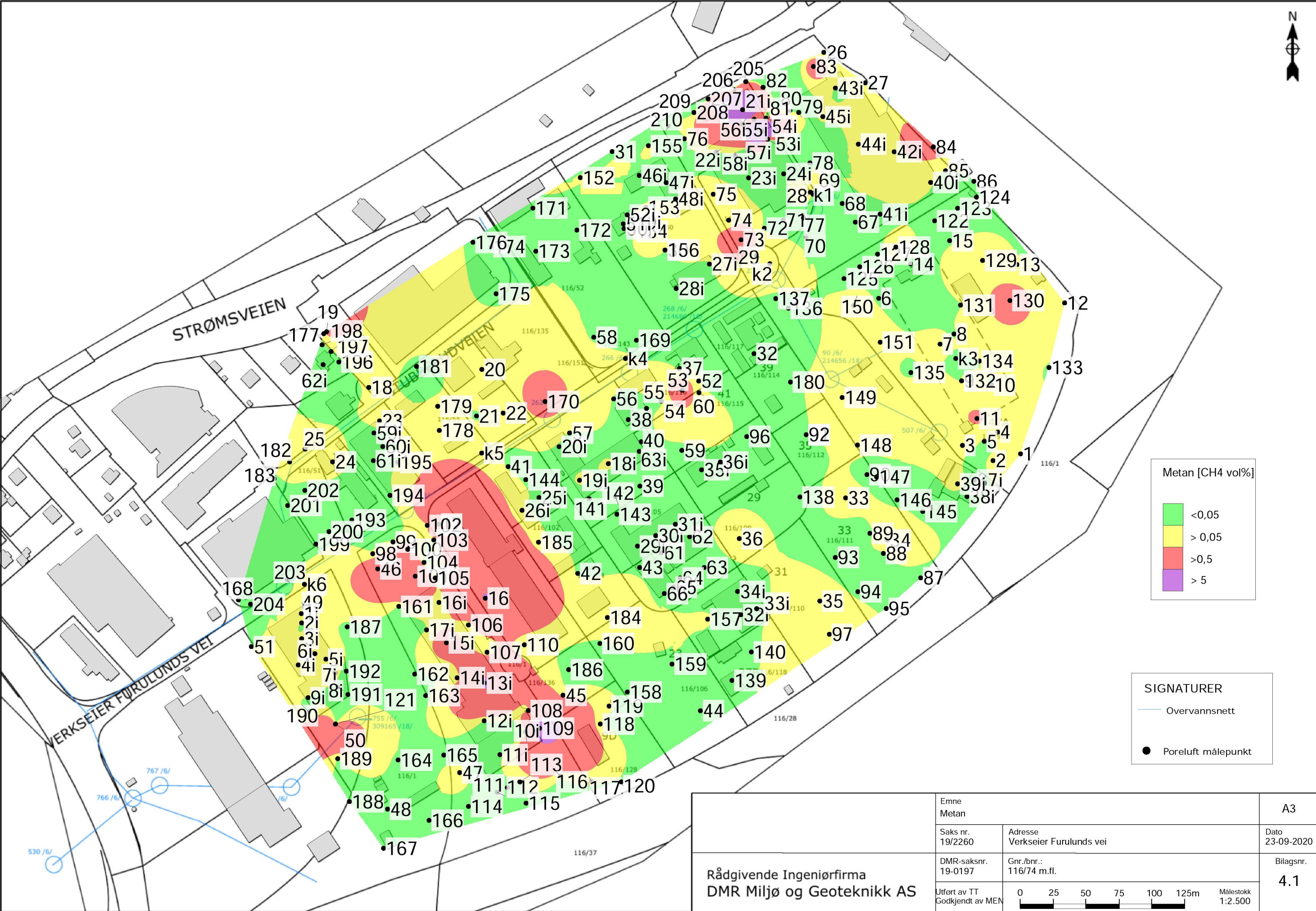
k5	603700,534	6644965,081	k5	0,21	0	0,48	20,3	kum	05-03-2020	svakt fallende, men etter periode med stigning	muligvis undervurdert, forsinkelseeffekt
k6	603566,216	6644865,409	k6	0,13	0	0,26	20,7	kum	05-03-2020	svakt fallende, men etter periode med stigning	muligvis undervurdert, forsinkelseeffekt

Innvendig

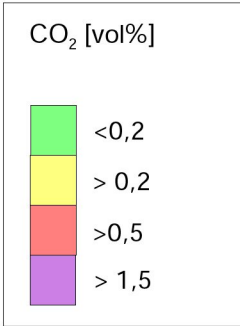
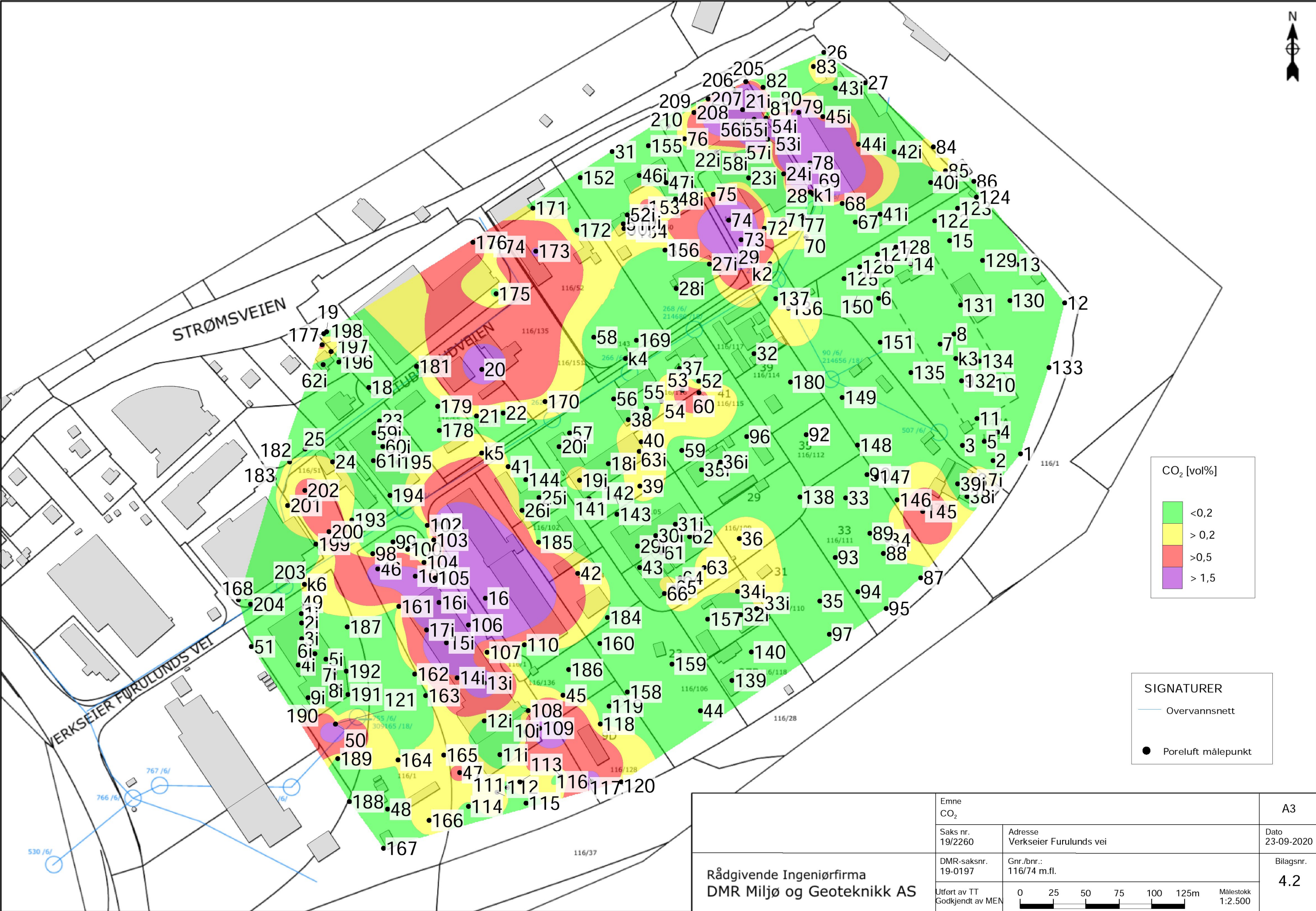
	X	Y	Dybde meter	CH4	H2S	CO2	O2	Kommentar	Dato
1i	603563,8	6644843,189	0,45	0,26	0	0,02	20,9		26-02-2020
2i	603564,06	6644836,057	0,45	0,04	0	0,07	20,8		26-02-2020
3i	603564,11	6644824,091	0,45	0,06	0	0,2	20,5		26-02-2020
4i	603561,48	6644804,151	0,45	0,26	0	0,08	20,9		26-02-2020
5i	603582,5	6644808,571	0,45	0,3	0	0,15	20,7		26-02-2020
6i	603574,1	6644812,721	0,45	0,3	0	0,09	20,9		26-02-2020
7i	603589,26	6644798,337	gjennom dekket	0,09	0	0,05	20,9		26-02-2020
8i	603591,75	6644787,349	gjennom dekket	0,04	1	0	20,3		26-02-2020
9i	603568,96	6644779,331	gjennom dekket	0,05	0	0,07	20,5		26-02-2020
10i	603733,93	6644753,326	0,8	0,07	0	0,05	20,9		26-02-2020
11i	603714,36	6644736,026	0,7	0,01	1	0,01	20,8		26-02-2020
12i	603702,51	6644761,747	0,8	0,01	1	0,1	20,5		26-02-2020
13i	603702,61	6644790,512	0,8	6,1	2	2,69	18,6	Permanent stasjon	26-02-2020
14i	603681,93	6644794,424	0,8	0,11	0	1,38	19,1		26-02-2020
15i	603673,85	6644821,036	0,9	1,23	1	4,83	3,7		26-02-2020
16i	603668,19	6644851,616	0,7	0,07	1	7,06	10,7		26-02-2020
17i	603658,8	6644830,772	0,6	0,05	0	1,44	18,6		26-02-2020
63i	603819,99	6644966,354	0,6	0,02	0	0,43	20,3		11-02-2020
18i	603796,58	6644957,064		0,06	0	0,02	20,9		28-02-2020
19i	603774,72	6644944,445		0,07	0	0,36	2,02		28-02-2020
20i	603759,2	6644969,996		0,03	0	0,02	20,8		28-02-2020
21i	603898,27	6645225,91	0,3	28,8	0	24,1	0,5		28-02-2020
22i	603878,48	6645193,776	0,4	0,01	0	0,06	20,1		28-02-2020
23i	603902,87	6645174,114	0,5	0	0	0,03	20,5	Lukt av olje	28-02-2020
24i	603929,47	6645177,198	0,5	0,01	0	0,05	20,2	Lukt av olje	28-02-2020
28i	603848,01	6645090,076	0,5	0	0	0	20,5	Asfalt utenfor	28-02-2020
27i	603873,18	6645108,654	0,3	0	1	0,02	20,9		28-02-2020
25i	603743,97	6644931,292		0,05	0	0,13	20,3		28-02-2020
26i	603731,16	6644921,596		0,08	0	0,1	20,1		28-02-2020
29i	603818,63	6644894,427	0,3	0	1	0,07	20,6		02-03-2020
30i	603832,44	6644902,397	0,4	0	0	0,03	21		02-03-2020
31i	603847,39	6644911,031	0,5	0	0	0	21,1		02-03-2020
32i	603897,04	6644842,301	0,4	0,01	1	0,06	20		02-03-2020
33i	603908,97	6644846,885	0,3	0	0	0,21	20,1		02-03-2020
34i	603894,49	6644860,001	0,3	0,01	0	0,21	20,7		02-03-2020
35i	603867,23	6644952,392	0,3	0,02	0	0,07	21,1		02-03-2020
36i	603881,45	6644958,304	0,3	0,02	1	0,11	21,4		02-03-2020
37i	604074,2	6644944,581	0,3	0,02	0	0,37	20,7		02-03-2020
38i	604068,41	6644932,034	0,3	0,01	0	0,03	21,7		02-03-2020
39i	604061,28	6644941,723	0,5	0,08	0	0,04	21		02-03-2020
40i	604040,85	6645170,623	1	0,08	1	0	19,3		04-03-2020
41i	604002,56	6645146,549		0	0	0,02	20,8		04-03-2020
42i	604013,19	6645193,958		0,42	1	0,12	20,5		04-03-2020
43i	603968,68	6645242,296		0,02	0	0,17	18,9		04-03-2020
44i	603986,07	6645199,702		0,09	0	0,17	20,8		04-03-2020
45i	603959,14	6645220,625		0,1	0	0,1	20,7		04-03-2020
46i	603819,93	6645175,964	0,5	0,02	0	0,07	20,7		04-03-2020
47i	603840,4	6645170,481	0,4	0,01	1	0,04	20,9		04-03-2020
48i	603847,53	6645158,128	0,4	0,02	0	0,03	20,9		04-03-2020
49i	603815,36	6645140,379		0,04	0	0,04	20,9		04-03-2020
50i	603808,42	6645135,574		0,01	1	0,22	20,7		04-03-2020
51i	603807,86	6645139,184		0,02	0	0,24	20,7		04-03-2020
52i	603810,93	6645145,977		0,04	0	0,01	20,9		04-03-2020

53i	603917,353	6645203,526	Måling inne	0	0	0	20,1	Betongdekke	28-05-2020
54i	603912,992	6645209,472	Måling inne	37	0	28	0,6	Betongdekke	28-05-2020
55i	603907,046	6645218,59	Måling inne	0	0	0,3	19,9	Betongdekke	28-05-2020
56i	603898,325	6645215,022	Måling inne	0	0	0	20,6	Betongdekke	28-05-2020
57i	603903,082	6645196,787	Måling inne	0	0	0,3	20,7	Betongdekke	28-05-2020
58i	603892,775	6645191,237	Måling inne	0	0	0,1	20,9	Betongdekke	28-05-2020
59i	603618,852	6644980,344	Måling inne	0	0	0	20,6	Betongdekke	10-06-2020
60i	603625,591	6644970,038	Måling inne	0	0	0	20,6	Betongdekke	10-06-2020
61i	603618,455	6644959,334	Måling inne	0	0	0	20,6	Betongdekke	10-06-2020
62i	603580,4	6645032,275	Måling inne	0	0	0,1	21,2	Betongdekke	10-06-2020

Vedlegg 4



Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	Emne Metan		A3
	Saks nr. 19/2260	Adresse Verkseier Furulunds vei	Dato 23-09-2020
	DMR-saksnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. 4.1
	Utført av TT Godkjendt av MEN	 Målestokk 1:2.500	

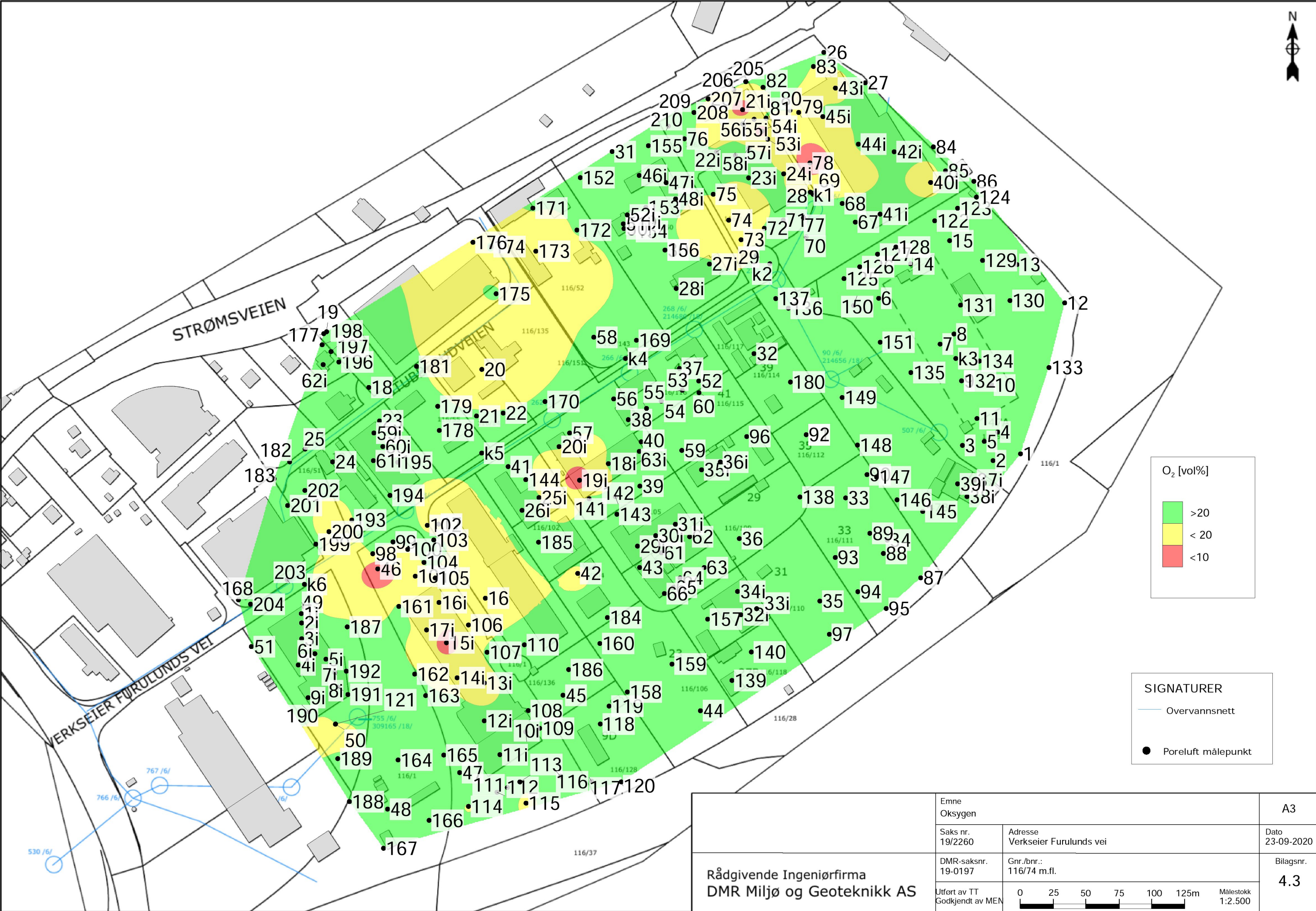


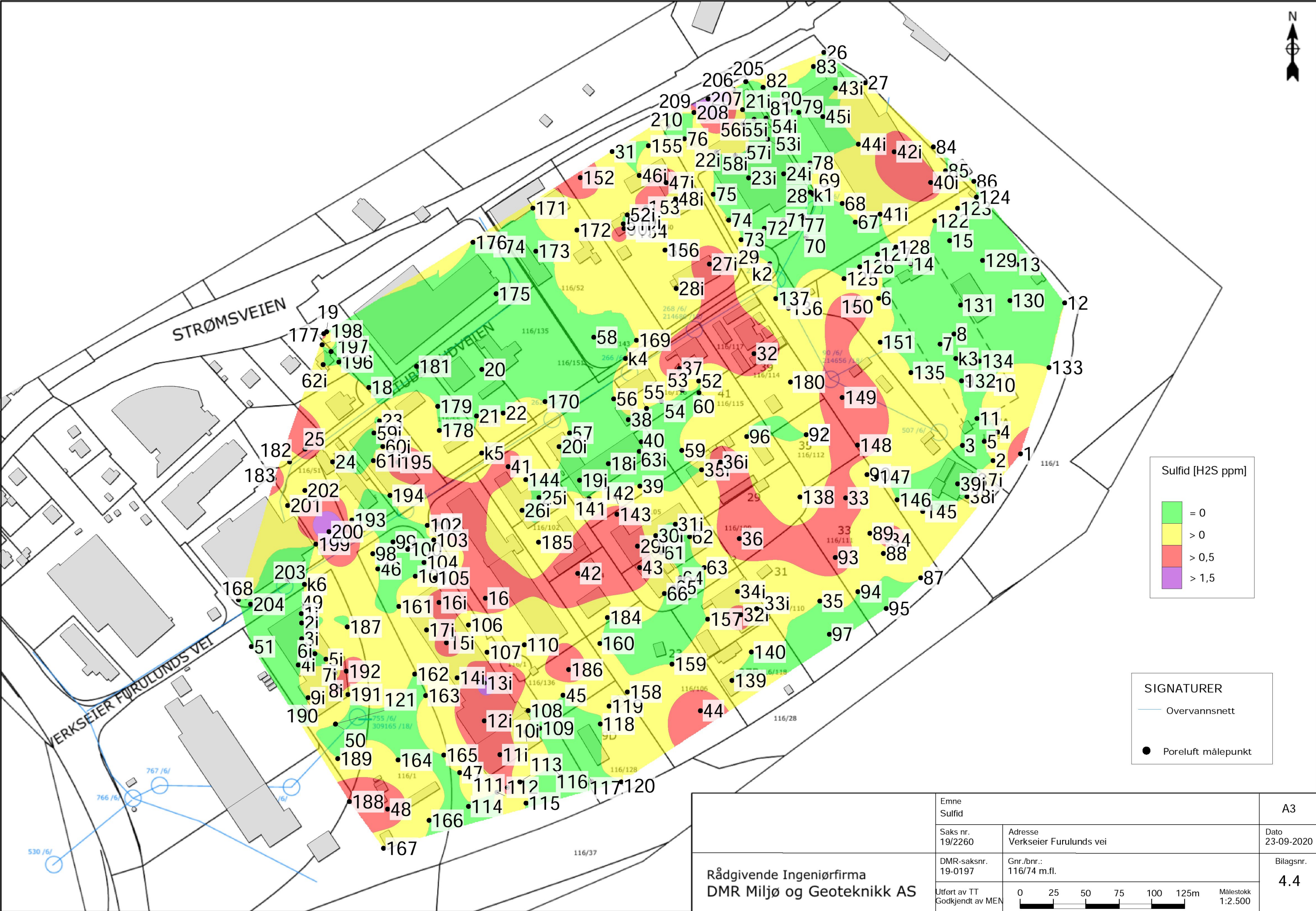
SIGNATURER

— Overvannsnett

● Poreluft målepunkt

Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	Emne CO ₂		A3
	Saks nr. 19/2260	Adresse Verkseier Furulunds vei	Dato 23-09-2020
	DMR-saksnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. 4.2
	Utført av TT Godkjendt av MEN	0 25 50 75 100 125m Målestokk 1:2.500	





Sulfid [H₂S ppm]

Green	= 0
Yellow	> 0
Red	> 0,5
Purple	> 1,5

SIGNATURER

— Overvannsnett

● Poreluft målepunkt

Rådgivende Ingeniørfirma DMR Miljø og Geoteknikk AS	Emne Sulfid		A3
	Saks nr. 19/2260	Adresse Verkseier Furulunds vei	Dato 23-09-2020
	DMR-saksnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	Bilagsnr. 4.4
	Utført av TT Godkjendt av MEN	0 25 50 75 100 125m Målestokk 1:2.500	

Vedlegg 5

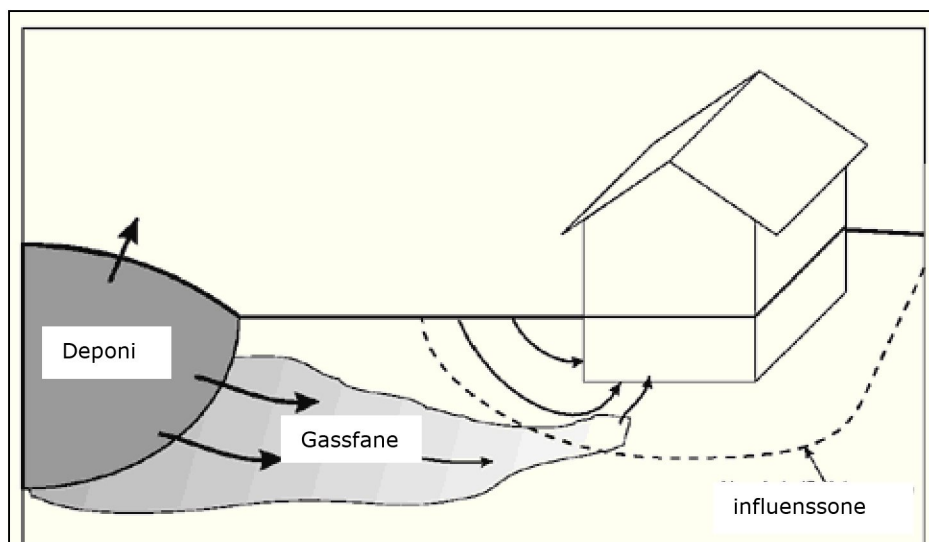
1. Innledning

Deponigass består hovedsakelig av metan og karbondioksid, med mindre innhold av f.eks. sulfid og flyktige miljøfremmede stoffer. Metan er en fargeløs og luktfri gass, som ved tilstedeværelse av oksygen kan antennes og brenne ved konsentrasjoner større enn 5 vol.%. Ved konsentrasjoner av metan på mellom 5 og 15 vol.%, vil forbrenningen skje så raskt at det kan eksplodere /1/. Metan er lettere enn luft, og vil derfor stige.

Karbondioksid er en fargeløs og luktfri gass, som i høye konsentrasjoner kan være livstruende og i lavere konsentrasjoner kan gi ubehag. Ved karbondioksidnivåer over 1 vol.% kan det oppstå bevisstløshet, og konsentrasjoner over 9 vol.% kan være dødelige /1/. Karbondioksid er tyngre enn luft, men kan migrere til bygninger i perioder med undertrykk i og under bygningene.

Randsoner til gamle avfallsdeponier defineres som sonen rundt selve deponiet som kan være påvirket av deponigass fra deponiet. I randsonen vil det derfor ikke være avfall i jorden.

I randsonen til gamle deponier med produksjon av deponigass, bør nye bygninger oppføres med fokus på å unngå inntrenging og akkumulasjon av deponigass. Det samme gjelder installasjoner og avløp, hvor deponigass også kan akkumulere til høye konsentrasjoner. I tillegg kan installasjoner som f.eks. avløp, dren og ledningstraseer styre hvordan deponigassen spres i umettet jord, og dermed om gassen sprer seg til bygninger.



Figur 1: Konseptuell modell for spredning av deponigass til boligområder /2/.

Tiltak i forhold til deponigass vil typisk være basert på fortynning og/eller avskjæring. Ved nybygg i områder med risiko for deponigass kan det være hensiktsmessig å innarbeide ventilasjon under bygningen samt evt. utlufting av avløpssystemet. Nedenfor er det gitt en kort beskrivelse av utvalgte tiltak, samt i hvilken situasjon de kan være anvendelige.

Prosjektering av tiltaksløsninger bør alltid baseres på en konkret vurdering av de faktiske forhold, herunder forventede konsentrasjoner av deponigass, samt geologiske og fundamenteringsmessige forhold.

For en detaljert beskrivelse av tiltak, og dimensjoneringen av disse, henvises til /1/, som er utarbeidet av Region Hovedstaden i Danmark til bruk ved nybygg på grunn forurensset med flyktige stoffer, inkludert deponigass.

2. Ventilasjon under bygninger

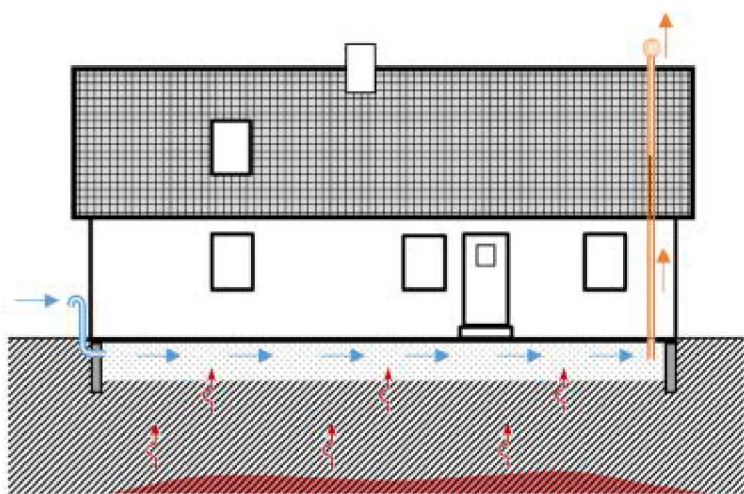
Ved nybygg vil det mest opplagte tiltaket ofte være å etablere passiv ventilasjon under bygningene. Ved å innarbeide løsningen i prosjekteringsfasen, vil etableringsomkostningene være relativt lave. Metoden omfatter et permeabelt lag eller hulrom under bygningen – typisk i drenganger eller drengsrør plassert med 2-3 m mellomrom (se figur 3). I en variant av metoden er bygningen fundamentert på peler, som løfter bygningen over omkringliggende terreng.

Ventilasjonen er basert på naturlige trykkvariasjoner rundt bygningen som skaper en luftstrømning under bygningen og fortynner/ventilerer eventuell deponigass /1/. Strømningen vil variere med bl.a. vind- og trykkforhold rundt bygningen.

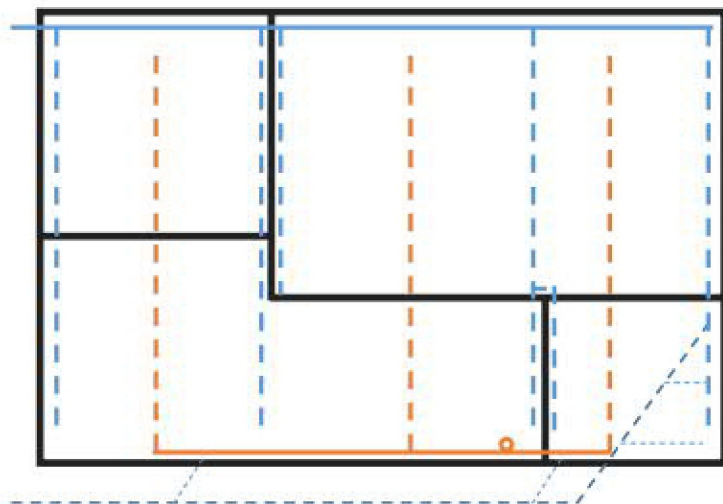
Det etableres både luftinntak og avkast, og systemet vil slik sett være trykknøytralt. Luftavkastet kan være plassert over taket og evt. med en vindhette (se figur 2), men kan også plasseres ved terrengnivå, med en rist eller svane Hals. Trykknøytralitet er viktig i forbindelse med tiltak av deponigass, hvor man ikke ønsker gassakkumulering under bygningen.

Utfordringene ved metoden er å sikre en fullt dekkende ventilasjon under bygningen uten "døde soner" (se figur 4). Dessuten skal trykktap i ledninger m.m. minimeres ved f.eks. å benytte runde bøyninger og glatte rør. Etter etablering av et ventilasjonssystem bør det utføres målinger til dokumentasjon for at det virker etter hensikt. Dokumentasjonsmetoder er beskrevet i /1/.

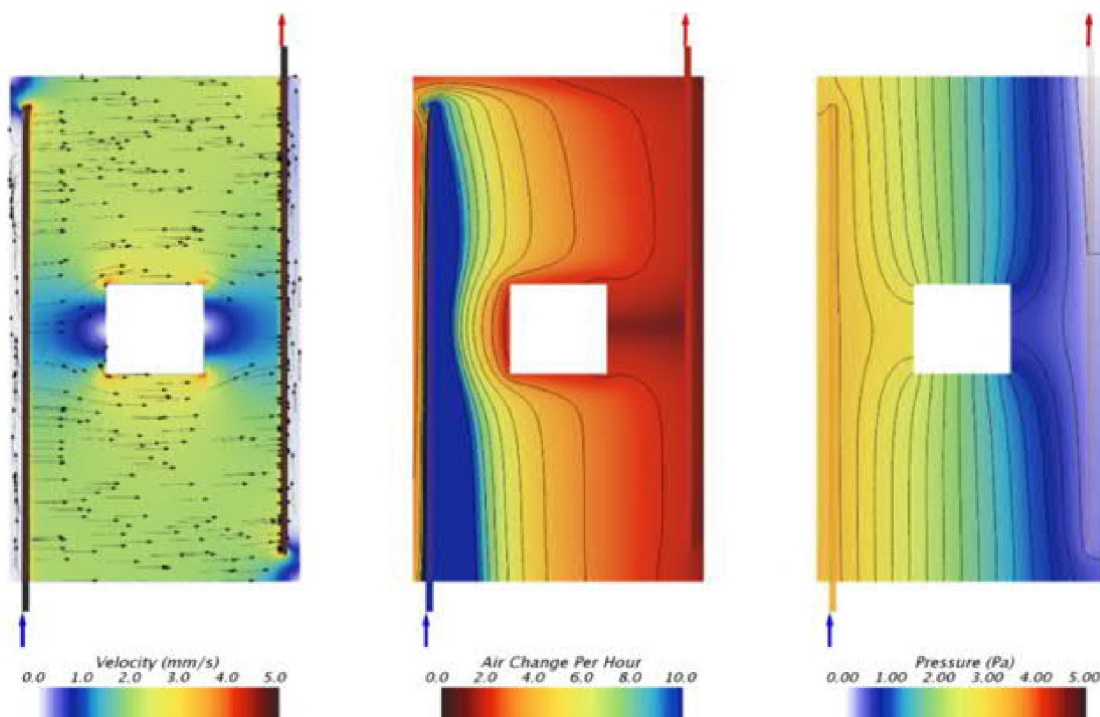
Så lenge passiv ventilasjon ikke er tilstrekkelig, kan det i stedet etableres aktiv ventilasjon, som er drevet av en pumpe. Oppsettet på systemet ligner på det for passiv ventilasjon, men antall luftinntak kan ofte reduseres. Metoden krever at det monteres en pumpe, som løpende vedlikeholdes. Luftstrømmen må tilrettelegges slik at det etableres et tilstrekkelig vakuum for å forhindre akkumulering av deponigass under gulv.



Figur 2: Konseptuell modell for passiv (balansert) ventilasjon under bygninger /1/.



Figur 3: Eksempel på plassering av drenslanger. Blå slanger er forbundet med luftinntak og røde slanger er forbundet med luftavkast i form av en skorstein /1/.



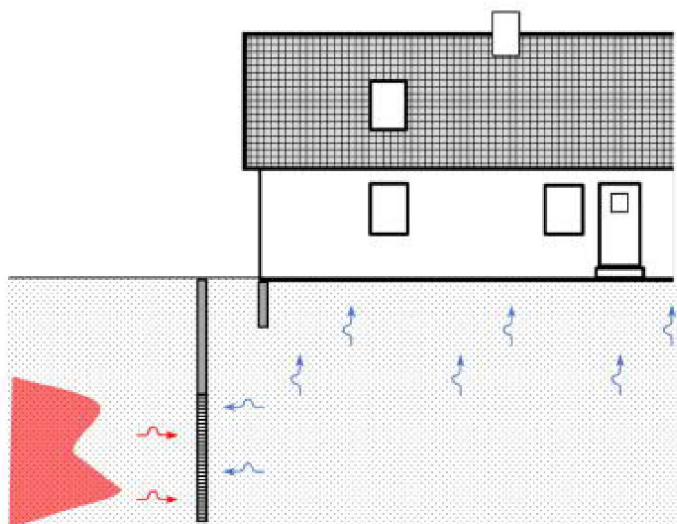
Figur 4: Eksempel på CFD-modellering av strømningsforhold i et ventilert hulrom, som er brutt av et punktfundament. Modellresultatene viser hvordan fundamentet resulterer i en død sone med lavt luftskifte.

3. Avskjærende ventilasjon

En alternativ strategi kan være å avskjære spredningen av deponigass ved å etablere utlufting i vertikale boringer som plasseres mellom deponiet og boligen – eller evt. langs eiendomsgrensen. Boringene filtersettes, slik at de så langt som mulig avskjærer transport i umettet sone /1/. Ved korrekt plassering av boringene, og etablering av et tilstrekkelig undertrykk, vil boringene fange deponigassen innen den når bygningene. Det skal imidlertid være fokus på at

gassen ikke spres forbi boringene i f.eks. avløpsrør. Dessuten forutsetter metoden høy permeabilitet i løsmassene, som f.eks. i sand. I områder med mye leire vil denne metoden ikke være hensiktsmessig.

Passive ventilasjonsløsninger kan evt. også benyttes som avskjæring – f.eks. ved etablering av dren som kan samle og fortynne gassen. Det er imidlertid viktig at drenene plasseres i en relevant dybde.



Figur 5: Avskjæring av deponigass med utlufting i vertikale boringer /1/.

4. Tetting av gulvkonstruksjoner

Veldig ofte forsøkes det å etablere en tett gulvkonstruksjon for å forebygge inntrengning av deponigass og flyktige miljøfremmede stoffer. Dette er f.eks. gjort ved å øke tykkelsen av betonggulvet, og ved bruk av en sterk betong som ikke revnes lett.

Noen ganger blir forskjellige typer membraner også innlemmet i gulvstrukturen for å øke tettheten. Det kan være sprøytemembraner (f.eks. Liquid Boot) eller foliemembraner (f.eks. En R.A.C.-membran) /1/.

Rørgjennomføringer, sprekker, avstøpninger, membranfuger og andre mulige spredningsveier kan tettes med forskjellige smøremembraner, tetningsbånd etc. Metodene er sammenlignbare med de som brukes for tetting i forhold til penetrering av radon eller grunnvann / overflatevann. Metodene kan forhindre trykkstyrt penetrering (adeksjon), mens det er usikkert om materialene som brukes er diffusjonstette.

Imidlertid er tetting av gulvkonstruksjoner og etablering av membraner ikke nødvendigvis de beste tiltakene mot deponigass, idet gassen vil akkumuleres under bygningen og søke til andre steder. Derfor bør tetting generelt ikke være det eneste tiltaket, men i stedet være en del av en overordnet tiltaksstrategi, som f.eks. inkluderer passiv eller aktiv ventilasjon under bygningen. I tillegg stiller tetting høye krav til entreprenørene og bør følges opp av tilsyn og kontrollmålinger, jf. /1/.

Ved valg av membraner og fugemasse må det også bemerkes at materialene som brukes ikke inneholder flyktige stoffer som kan forårsake luktplager eller utgjøre en risiko for innneklimaet.

5. Tetting av avløpssystemet

Som nevnt tidligere kan avløpssystemet utgjøre en betydelig spredningsvei for deponigass i randsoner og inn i bygninger. Utette avløpsledninger bør generelt sett skiftes ut eller tettes med for eksempel strømpeforing. Man bør også sikre at bygningens vannlås ikke tørker ut da det øker inntrengningen av gasser fra kloakken.

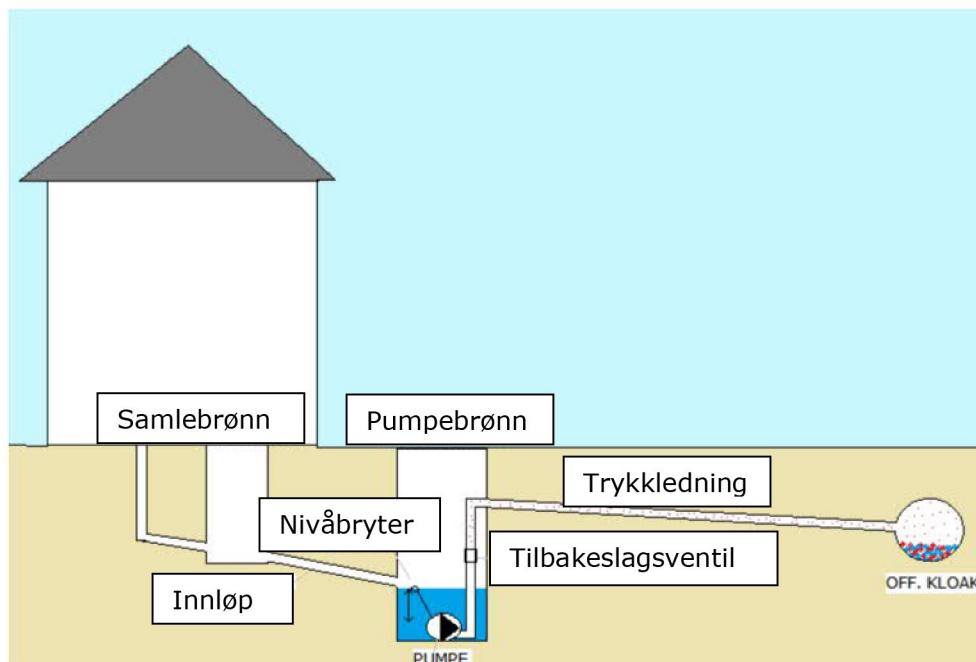
Innen strømpeforingen bør det undersøkes om materialene som brukes er korrosjonsbestandige. Dette anses spesielt for å være et problem i tilstedeværelse av H₂S i kloakken - enten som en komponent i avløpsvannet eller i deponigassen.

6. Avskjæring av spredning i avløpssystemet

I tilfeller hvor det er dokumentert spredning av deponigass via kloakken kan det med fordel etableres avskjærende tiltak i kloakkledningen. Det kan være foran eksisterende bygninger med dokumentert inntrengning av deponigass gjennom kloakken, eller foran nyoppførte bygninger hvor man vil unngå inntrengning. Avskjæringen kan etableres på utvalgte kloakstrekninger som man vet medvirker til spredning.

Avskjæringen kan f.eks. utføres som utluftning av kloakken ved bruk av ventilasjonskummer eller svanehalser, hvor det ved passiv ventilasjon skjer en utluftning av avløpssystemet og dermed av en eventuell deponigass. Denne løsningen kan dog medføre lokal luktsjenanse.

En annen avskjærende løsning er å etablere en vannlås i kloakksystemet, som illustrert i figur 5. Prinsippet er at spillvannet utledes til en brønn hvor en pumpe under vannspeilet sørger for å pumpe spillvannet videre. Herved vil spredningen av gasser videre i kloakken eller til bygningen bli kraftig redusert. Det er prinsipielt snakk om en vannlås som avskjærer spredningen i kloakkens gassfase. Hvis vannlåsen skal ha effekt er det viktig at pumpen stilles inn slik at den slår seg av før brønnen er tørr.



Figur 6: Avskjæring av deponigass i avløpet ved etablering av en pumpebrønn med innbygd vannlås.

7. Propp i ledningstrase

I ledningstraseer vil det ofte kunne foregå spredning av gass i permeable lag som er lagt omkring ledninger, fiberkabler mv. Ledningstraseer anses dermed for å være en betydelig spredningsvei fra områder med deponigass til områder som ellers ikke ville være påvirket. Med tanke på å redusere denne spredning kan det med fordel etableres leirpropper med for eksempel bentonitt rundt ledningene. Leirproppen etableres på utvalgte steder i ledningsnettets eller ved bygninger. Metoden vil være mest effektiv i områder med leiravsetninger hvor ledningstraseen kan være avgjørende for om det skjer spredning eller ikke. Ved proppen bør det unngås å lage "luftlommer" hvor deponigass kan akkumuleres.

8. Grønne områder

Omfattende belegninger, f.eks. asfaltdekke, vurderes generelt å kunne redusere transport av deponigass til atmosfæren /1/. Dermed økes risikoen for at deponigass sprer seg til bygninger.

I randsoner til gamle deponier kan det derfor være hensiktsmessig å innarbeide grønne områder og permeable dekker for å øke gassutvekslingen mellom grunnen og atmosfæren i ubebygde arealer. Det er dog ikke dokumentasjon for denne metode. Dessuten vurderes effekten å være begrenset i perioder med snø og frost, som danner en impermeabel overflate.

9. Sammenligning av tiltak

Vedlegg 1 oppsummerer bruksmuligheter for de forskjellige tiltakene. Valg av metode bør alltid baseres på en vurdering av de faktiske forhold og problemstillinger. For eksempel må det avklares om formålet er å unngå spredning av deponigass til et område eller til et bestemt bygg.

Dessuten bør det undersøkes hvordan deponigassen primært spres i det berørte området. I tillegg vil det generelt være nødvendig å bruke mer enn en av strategiene.

10. Referanser

/1/ Region Hovedstaden, 2016. Indeklimasikring i nybyggeri. Vejledning i forbindelse med sagsbehandling af § 8-sager. Version 2.1.3.

/2/ Miljøstyrelsen, 2001. Metode til risikovurdering af gasproducerende lossepladser. Miljøprojekt nr. 648, 2001.

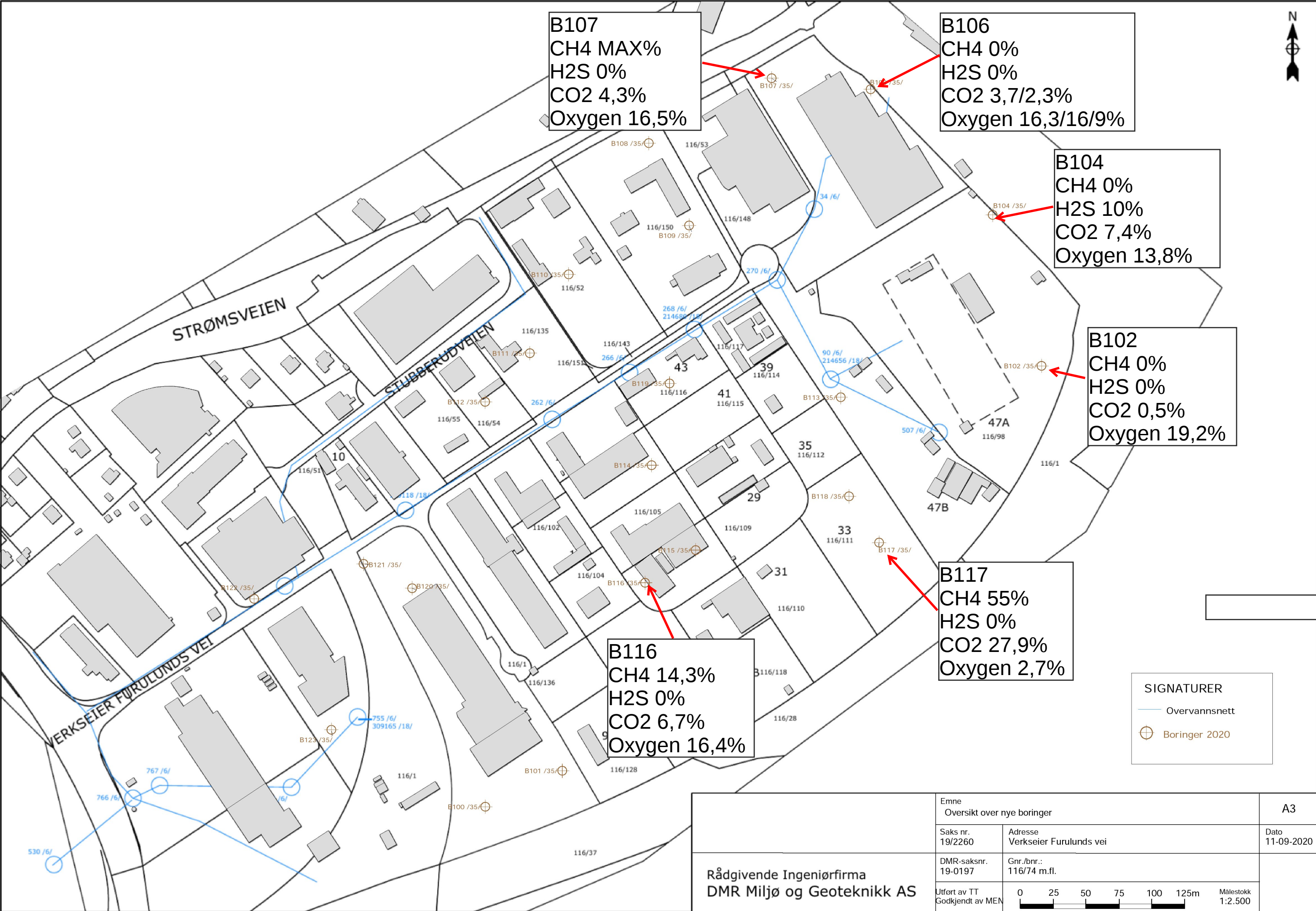
Vedlegg Oversikt over mulige tiltak.

Vedlegg

Tiltak	Reduksjon av spredning fra deponi	Reduksjon av spredning til bygninger	Egnet i sand/grus	Egnet i leire/silt	Egnet ved snø/frost	Holdbarhet	Kommentarer
Passiv ventilasjon under bygninger		X	X	X	X	God	• Effekt bør dokumenteres med målinger. • Ventilasjonssystemet skal etableres slik at man unngår døde soner. • Ventilasjonsinntak og avkast må ikke blokkere.
Aktiv ventilasjon under bygninger		X	X	X	X	God	• Krever drift av pumpe. • Effekt bør dokumenteres med målinger. • Ventilasjonssystemet skal etableres slik at man unngår døde soner. • Ventilasjonsinntak og avkast må ikke blokkere.
Tetting av gulvkonstruksjon		X	X	X	X	Usikker	• Kan ikke stå alene. • Stiller store krav til utførende entreprenør. • Tetthet bør dokumenteres. • Ikke alltid diffusjonstett.
Avskjærende ventilasjon i boringer/dren	X		X		X	Usikker	• Krever drift av pumpe. • Krever permeabel og ensartet geologi.
Grønne områder	(X)					Meget usikker	• Ikke dokumentert effekt. • Kan ikke stå alene.
Utskiftning/tetting av avløp	X				X	Usikker	• Kan være omkostningstung. • Kan ikke stå alene.
<u>Ventilasjonsbrønner utenfor bygningen</u>	X	X	X	X	(X)	God	• Kan medføre lokal luktsjenanse. • Ventilasjon skal etableres slik at det ikke blokkere av snø. • Kan ikke stå alene.
Vannlås utenfor bygningen	X	X	X	X	X	God	• Krever drift av pumpe. • Anses som effektivt for å stoppe gassinfiltrasjon til bygning via avløp. • Kan ikke stå alene.
Propping av ledningstraseer	X	X	(X)	X	X	Usikker	• Relativt billig løsning. • Bør etableres utvalgte steder. • Forutsetter at transporten ikke skjer i selve avløpsrøret. • Kan ikke stå alene.

Tabell 1: Oversikt over mulige tiltak.

Vedlegg 6



B107
CH4 MAX%
H2S 0%
CO2 4,3%
Oxygen 16,5%

B106
CH4 0%
H2S 0%
CO2 3,7/2,3%
Oxygen 16,3/16/9%

B104
CH4 0%
H2S 10%
CO2 7,4%
Oxygen 13,8%

B102
CH4 0%
H2S 0%
CO2 0,5%
Oxygen 19,2%

B117
CH4 55%
H2S 0%
CO2 27,9%
Oxygen 2,7%

B116
CH4 14,3%
H2S 0%
CO2 6,7%
Oxygen 16,4%

SIGNATURER

Overvannsnett

Boringer 2020

Emne Oversikt over nye boringer		A3
Saks nr. 19/2260	Adresse Verkseier Furulunds vei	Dato 11-09-2020
DMR-saksnr. 19-0197	Gnr./bnr.: 116/74 m.fl.	
Utført av TT Godkjendt av MEN	0 25 50 75 100 125m Målestokk 1:2.500	

Rådgivende Ingeniørfirma
DMR Miljø og Geoteknikk AS