

Pia Lindgren

Fra: TMFKP Sekretariat
Emne: Svar til Mikkel Skovgaard (Ø) om reference i § 8-tilladelse vedr. Fælledby. eDoc-sag: 2024-0321978.

Fra: TMFKP BPM Rådhuspost
Sendt: 25. september 2024 09:34
Til: Mikkel Skovgaard (Borgerrepræsentationen)
Emne: Svar til Mikkel Skovgaard (Ø) om reference i § 8-tilladelse vedr. Fælledby. eDoc-sag: 2024-0321978.

Kære Mikkel Skovgaard, MB

På vegne af Lena Kongsbach, vicedirektør i Bygge-, Parkerings- og Miljømyndighed, fremsender jeg svar på dit spørgsmål af 13. september 2024 om reference i § 8-tilladelse vedr. Fælledby.

Med venlig hilsen

Anders Hadberg
Politisk koordinator
BPM Sekretariat

KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen
Bygge-, Parkerings- og Miljømyndighed



Besvarelse vedrørende reference i § 8-tilladelse vedr. Fælledby

Medlem af Borgerrepræsentationen Mikkel Skovgaard (Ø) har den 13. september 2024 stillet følgende spørgsmål til Teknik- og Miljøforvaltningen.

Spørgsmål

Jeg vil høre, om forvaltningen er i besiddelse af en rapport, som refereres til på s. 43 i COWIs ansøgning om § 8-tilladelse på vegne af Fælledby.

Referencen ser ud som følger i ansøgningsmaterialet:

"/6/ PensionDanmark. Vejlands Kvarter. Forsøg med afværge af lossepladsgas. COWI rapport af 27. oktober 2020."

Hvis forvaltningen er i besiddelse af rapporten, vil jeg gerne bede om at få rapporten tilsendt.

Svar

Ja, forvaltningen har den omtalte rapport, som fremsendes sammen med dette svar.

Svaret er offentligt tilgængeligt på <https://www.kk.dk/politik/politiske-udvalg/teknik-og-miljoeudvalget/politikerspørgsmaal-til-teknik-og-miljoeforvaltningen>

Lena Kongsbach
Vicedirektør

25-09-2024

Sagsnummer i F2
2024 - 18284

Dokumentnummer i F2
157980

Sagsnummer i eDoc
2024-0321978

EAN-nummer
5798009809452

VEJLANDS KVARTER

FORSØG MED AFVÆRGE AF LOSSEPLADSGAS

INDHOLD

1	Baggrund	2
2	Placering af testfelter	3
3	Opbygning af testfelter	5
4	Måleprogram og -resultater	6
4.1	Målerunder	7
4.2	Pumpeforsøg	12
5	Opsamling/Konklusion	14
6	Referencer	15

BILAG

Bilag A Billeder – Etablering af testfelter

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A129623-008	A129623.6				
VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	27. oktober 2020	Notat	CRB	TRW/TVB	CRB

1 Baggrund

PensionDanmark og By & Havn er bygherre på udviklingen af Vejlands Kvarter, hvor der skal bygges en ny bydel med boliger, detailhandel, plejehjem, skole mv. Projektet kaldes Vejlands Kvarter P/S.

Vejlands Kvarter er beliggende på Vestamager, på et område der tidligere har været anvendt som losseplads, men som i dag er afdækket med gennemsnitlig ca. 0,8 m ren jord og anvendes til rekreativt område samt vandrehjem. Placeringen af projektarealet for Vejlands Kvarter fremgår af Figur 1.1.



Figur 1.1 Placering af projektarealet.

Der er ved undersøgelser på projektarealet bl.a. konstateret indhold af flygtige miljøfremmede stoffer og metan i lossepladsfyldet under det udlagte rene jordlag.

Ved etableringen af Vejlands Kvarter vil det derfor være nødvendigt at sikre mod, at flygtige stoffer og metan der dannes i lossepladsfyldet, udgør en risiko for den fremtidige anvendelse af bygninger og friarealer.

Det skal således sikres, at forurening ikke kan sive ind i bygninger og dermed udgøre en risiko for indeluften, og at metanen ikke kan ophobes under eksempelvis gulve og dermed udgøre en brand-/eksplosionsrisiko.

På baggrund af tidligere undersøgelsesresultater vurderede COWI i /1/, at der er stor sandsynlighed for, at afværgeforanstaltninger over for flygtige miljøfremmede stoffer og metan kan baseres på passiv ventilation af et drænlag under bygninger og veje/pladser.

Vurderingen vedrørende passive foranstaltninger i /1/ er baseret på en erfaringsbaseret forventning om en lav produktion af metan i lossepladsen, en antagelse som var forventet bekræftet af resultaterne af en supplerende undersøgelse af metanproduktionen i lossepladsen /2/, som Sweco udførte for PensionDanmark på tidspunktet for udarbejdelsen af /1/.

Den supplerende undersøgelse /2/ var dog ikke tilstrækkelig i forhold til at kunne bestemme produktionen af metan i lossepladsfyldet, og PensionDanmark har derfor anmodet COWI om at udføre supplerende tests med det formål at

etablere et optimeret grundlag for en vurdering af, om det under de fremtidige bygninger og veje/pladser vil være nødvendigt at etablere passive eller aktive ventilationsløsninger.

Dette notat beskriver de udførte tests og resultater af de supplerende tests. Oplægget til undersøgelsen er beskrevet i /3/.

Ved de udførte tests er der på trods af oplægget i /3/ udelukkende fokuseret på metan, og tests i forhold til flygtige miljøfremmede stoffer er undladt. Dette skyldes primært en vurdering af, at målinger af flygtige stoffer i de to testfelter ikke ville give viden om den generelle forureningsbelastning i den inhomogene forureningsudbredelse, der må forventes at være på projektarealet.

I stedet udføres der samtidig med udarbejdelsen af det foreliggende notat, en omfattende screening for flygtige stoffer med en poreluftmåling pr. ca. 100 m², i fodaftrykene for de fremtidige bygninger.

I afsnittene nedenfor gives en detaljeret beskrivelse af de udførte tests og tilhørende resultater, hvor opsivning af lossepladsgas er undersøgt i to testfelter, hvor ventilationsprincippet der forventes anvendt ved det kommende byggeri, er simuleret i to ventilerede drænlag med arealer på ca. 60 m².

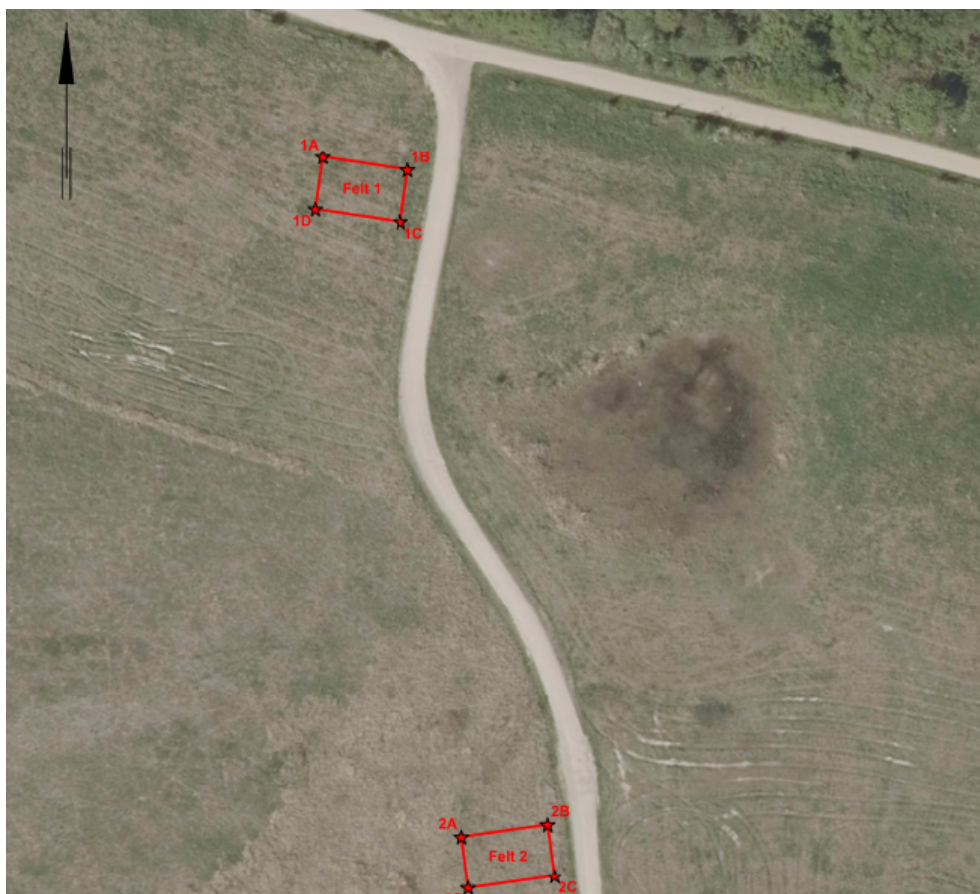
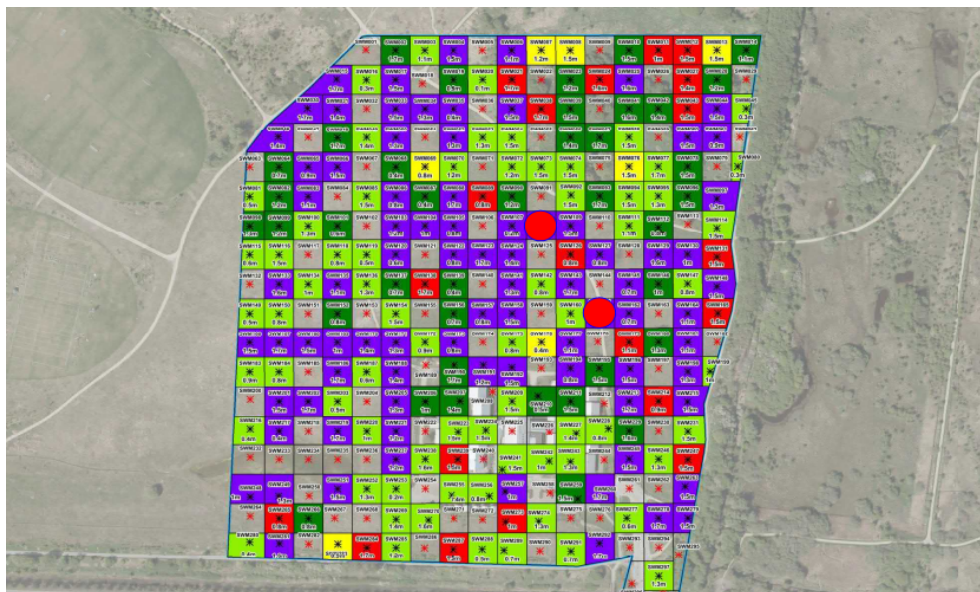
2 Placering af testfelter

Ved placeringen af felterne er der fokuseret på at testfelterne er placeret der, hvor tidligere undersøgelser har vist de højeste indhold af metan i det terrænære jordlag. Som foreslået i /3/ blev der etableret et testfelt i hvert af felterne SWE108 og SWE161, hvor indholdet af metan tidligere er målt til henholdsvis 57 vol.% og vol.62 %.

Tegningerne i Figur 2.1 viser placeringen af felterne. Øverste tegning viser placeringen i forhold til de tidligere udførte målinger, og nederste tegning viser den præcise placering af testfelterne i forhold til det eksisterende terræn. Testfelterne er afsat med GPS. Tabel 2.1 viser koordinaterne for hjørnerne af felterne, der er angivet i Figur 2.1.

Tabel 2.1 Koordinater for hjørnerne af testfelterne

ID	X_utm32e89	Y_utm32e89
Felt 1		
1A	724965,433	6172271,852
1B	724975,328	6172270,392
1C	724974,462	6172264,453
1D	724964,567	6172265,913
Felt 2		
2A	724981,488	6172193,648
2B	724991,391	6172195,038
2C	724992,191	6172189,099
2D	724982,287	6172187,709



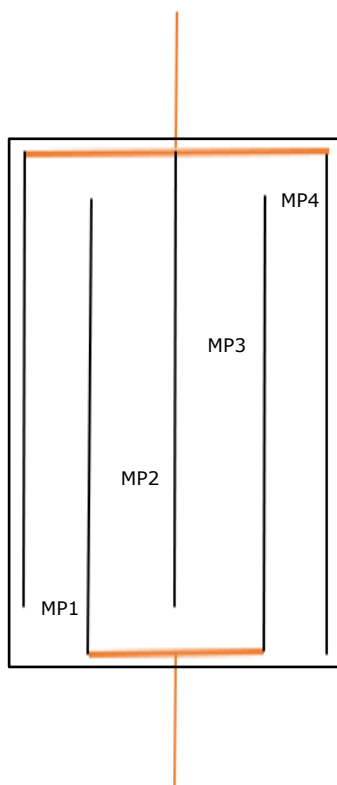
Figur 2.1 Placering af testfelter. Øverst (de røde cirkler) i forhold til resultater af tidligere målinger af metan og nederst den præcis placering af Testfelt 1 og Testfelt 2 i terrænet.

3 Opbygning af testfelter

Testfelterne er opbygget så de svarer til principper for opbygningen af afværgen foranstaltningerne under de kommende bygninger, baseret på principperne for opbygning af ventilerede drænlag i Region Hovedstadens vejledning til sikring af indeklime /4/.

Testfelterne er etableret efter følgende beskrivelse:

- > Der er etableret et stenlag, der i alt er 6 m bredt x 10 m langt x 0,2 m tykt. Stenlaget er lagt ud af to omgange. Først er der udlagt ca. 0,06 m sten, hvorefter drænsystemet er udlagt på stenlaget som vist på i Figur 3.1 Figur 3.2. Til stenlaget er anvendt 18-36 mm vaskede nøddesten.
- > Der er udlagt et drænsystem som vist i Figur 3.1 og Figur 3.2. Faste orange rør er $\varnothing 110$ mm kloakrør, mens dræn er almindelige $\varnothing 92$ mm drænrør. De yderste faste rør og dræn er lagt ca. 0,05 m fra yderkanterne af stenlaget.
- > Sammen med drænene er der udlagt 4 målepunkter MP1-MP4. Placeringen af målepunkterne fremgår af Figur 3.1. Målepunkterne er de åbne ender af 4 stk. PEX-slanger 12 mm. PEX-Slangerne er samlet i en målebrønd.



Figur 3.1 Princip for udlægning af drænsystem. MP1-Mp4 markerer placeringen af målepunkter. De sorte streger illustrerer drænledninger, mens de orange er tætte rørforbindelser, der forbinder drænene med henholdsvis luftindtag og luftafkast. MP1-MP4 er målepunkter udlagt i drænlaget

- > Efter montering af drænsystemet/målepunkter og overdækningen med yderligere 0,14 m sten er der udlagt en geotekstil, og oven på denne en 1 mm plastikmembran af fabrikatet Blackline 1000 fra Aug. Olsens Eftf.
- > Rundt om systemet er gravet en rende 0,3 bred x 0,5 m dyb. Geotekstil og membran er lagt ned i renden, hvorefter jorden er fyldt tilbage i reden. Jorden er pakket godt i renden for at gøre systemet så tæt som muligt. Dette for at imødegå risiko for "falsk luft" i systemet.
- > For at sikre en god tæthed af systemet er membranen fastgjort/tætnet omkring de indsug og afkast, der stikker ud i hver ende af stenpuden.
- > Endeligt er der oven på membranen udlagt en mindre mængde sten, der sikrer at membranen forbliver tvunget ned på stenlaget.

Etableringen af testfelterne er foregået under teknisk tilsyn fra COWI.

Figur 3.2 viser fra Testfelt 2, dræn og slanger til målepunkter på et udlagt lag af nøddesten, inden tildækning med det øverste stenlag og geotekstil/membran. I bilag A er vedlagt yderligere billeder fra etableringen af testfelterne.



Figur 3.2 Testfelt 2 under etablering. Som i Figur 3.1 er drænledningerne sorte, forbindelsesrørene orange, mens de hvide slanger er slanger til målepunkterne.

4 Måleprogram og -resultater

Testprogrammet beskrevet i oplægget /3/ er ikke fulgt slavisk ved undersøgelserne, men er ændret løbende i forhold til de løbende måleresultater og observationer. Dette for at optimere måledata.

Overordnet er der udført en række målerunder på åbne og lukkede testfelter i både en våd og tør periode. Et åbent testfelt betyder, at luftindsug og -afkast på testfelterne har været åbne før og under de udførte målinger, mens et lukket testfelt betyder, at luftindsug og -afkast har været lukkede med propper før og under målingerne.

Målingerne på de åbne testfelter har været udført for at undersøge effektiviteten af den passive ventilering af testfelterne, mens målingerne på de lukkede testfelter blev udført for at indsamle måledata om de ophobede gaskoncentrationer i ikke ventilerede testfelter.

Endvidere er der udført ventilationstest på de to testfelter for at undersøge, hvordan koncentrationsudviklingen er ved et kendt ventilationsflow efter opnåelse af ligevægt i testfelterne, efter de i en længere periode havde stået lukket. Herunder, hvorvidt koncentrationerne af lossepladsgas, der afhænger af produktionen i lossepladsfyldet, kan holdes under det kritiske niveau ved ventilering af testfelterne med et flow svarende til det flow, der erfaringsmæssigt kan oprettholdes ved passiv ventilering. Som udgangspunkt defineres et acceptabelt niveau for metan at være maksimalt 0,5 vol.%, svarende til en 1/10 af den nedre eksplosionsgrænse på ca. 5 vol.%, svarende til 10% LEL.

Ved etableringen af testfelterne februar 2020 var jorden meget vandmættet. I Testfelt 2 stod der blankt vand på jordoverfladen. Dette var ikke tilfældet i Testfelt 1, men jorden var her også meget blød og våd.

Testfelterne blev givet tid til at "sætte sig" inden målingerne på testfelterne blev indledt, og den første målerunde blev derfor først udført den 17. april 2020.

Der blev foretaget i alt 7 målerunder på åbne og lukkede testfelter, og den sidste målerunde blev udført den 16. september 2020.

Ved målerunderne den 1. september og den 16. september blev der også udført pumpeforsøg på Testfelt 1 og Testfelt 2

4.1 Målerunder

Resultaterne af de 7 udførte målerunder fremgår af Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Resultater af målerunder. Alle målinger er angivet i vol.%. Felter med gråtoning repræsenterer målinger, hvor testfelterne har været åbne før og under målingerne, mens felter uden gråning repræsenterer målinger, hvor testfelterne har været lukkede før og under målingerne.

TESTFELT 1					KULDIOXID				METAN			
Dato	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4
170420	16,4	17,4	16,6	16,7	3,3	1,9	1,8	1,0	3,4	1,8	1,4	0,4
240420	0,1	0,8	0,1	0,1	14,1	12,5	10,8	10,9	21,5	18,1	13,2	11,6
300420	0,5	0,2	0,3	6,7	16,0	16,2	15,4	10,7	12,5	12,4	9,8	3,6
150520	0,1	0,2	0	2,8	17,8	17,5	17,2	15,0	5,7	4,2	0,6	0,1
250820	19,5	20,0	20,3	20,5	0,3	0,1	0	0,1	0	0	0	0
010920	4,0	4,2	4,6	4,2	8,4	8,2	7,9	8,0	0	0	0	0
160920	5,0	6,2	8,0	8,0	12,7	11,9	11,4	11,0	0	0	0	0

TESTFELT 2					KULDIOXID				METAN			
Dato	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4	MP1	MP2	MP3	MP4
170420	17,8	17,9	18,8	19,0	1,0	1,2	0,9	1,0	0	0	0	0
240420	9,0	9,0	8,9	9,0	5,8	5,7	5,8	5,8	0	0	0	0
300420	2,1	2,3	3,5	3,2	11,5	11,4	11,0	11,1	0	0	0	0
150520	6,8	6,6	7,4	8,8	12,4	12,3	11,8	9,1	0	0	0	0
250820	20,3	20,1	20,2	20,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0	0	0	0
010920	5,2	5,1	4,9	5,4	8,1	8,0	8,2	7,9	0	0	0	0
160920	2,6	3,9	5,3	6,0	12,9	12,9	12,7	12,2	0	0	0	0

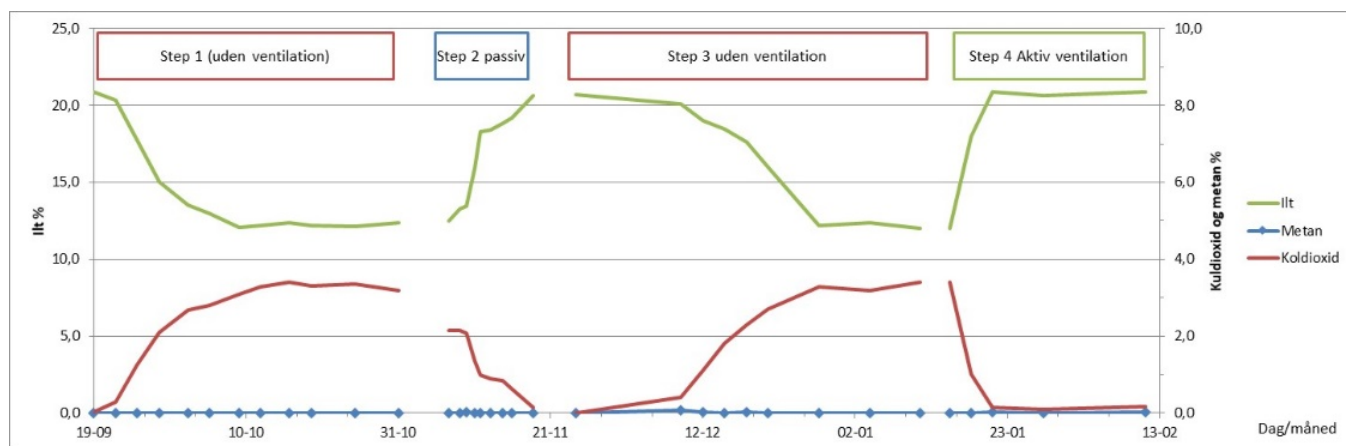
17. april

Første målerunde blev foretaget den 17. april, ca. to måneder efter etableringen af testfelterne. Testfelterne havde stået åbne inden målingerne, så målingerne den 17. april blev udført på passivt udluftede testfelter.

Målingerne på Testfelt 1 viste den 17. april et reduceret indhold af ilt på mellem 16,4 vol.% og 17,4 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.% samt indhold af CO₂ og metan på mellem 0,4 og 3,4 vol.%.

Målingerne på Testfelt 2 viste den 17. april et reduceret indhold af ilt på mellem 17,8 vol.% og 19,0 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 0,9 vol.% og 1,2 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne viser, at den passive udluftning af Testfelt 2 er tilstrækkelig til, at koncentrationen af lossepladsgas reduceres til et acceptabelt niveau. Resultaterne bekræfter forventningerne til Step 2 for forsøgene beskrevet i /3/ og illustreret i Figur 4.1, hvor der i det passivt ventilerede drænlag vil være et højt indhold af ilt og koncentrationer af lossepladsgas omkring 0.



Figur 4.1 Udviklingen i gaskoncentrationerne under forsøgene med testfelterne.

I Testfelt 1 er der derimod målt indhold af metan, der på trods af den passive udluftning ligger højere end acceptabelt, men dog under eksplosionsgrænsen på 5 % metan. Dette betyder, at der under Testfelt 1 blev produceret mere lossepladsgas, end det var muligt for den passive ventilerings at fjerne.

Den passive ventilerings har dog antageligt været på et lavt niveau i forhold til det niveau, som COWI vurderer kan opnås, når afkastet i det fremtidige byggeri er ført over tag, hvor skorstenseffekten, trykforskel over facader/vindpåvirkningen af systemet vil bevirke at flowet og dermed luftudskiftningen, vil være markant større og sandsynligvis tilstrækkelig til at sænke koncentrationen af metan til et acceptabelt niveau.

COWI anbefaler at dette bekræftes, hvilket ventilationstestene udført den 1. og 16. september ikke gør, idet de er udført i en tør periode, hvor der ikke var op-sivning af metan til drænlaget i Testfelt 1. **COWI anbefaler derfor, at ventilationstestene gentages i april 2021 for at understøtte, at passiv ventilation også er tilstrækkelig i våde perioder.**

24. april

Efter målerunden den 17. april blev der sat propper i indsug og afkast den 21. april. Målinger den 24. april er dermed udført på testfelter, der har stået uden ventilation i ca. 3 døgn.

Målingerne på Testfelt 1 viser den 24. april reduceret indhold af ilt på mellem 0,1 vol.% og 0,8 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, indhold af CO₂ på mellem 10,8 vol.% og 14,1 vol.% og indhold af metan på mellem 11,6 vol.% og 21,5 vol.%.

Målingerne på Testfelt 2 viser den 24. april et reduceret indhold af ilt på mellem 8,9% vol.% og 9,0 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 5,7 og 5,8 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne viser at der uden ventilerings af testfelterne sker en ophobning af lossepladsgas til uacceptable niveauer i begge testfelter. I Testfelt 2 er det udelukkende indhold af CO₂ der kan konstateres. Dette stemmer overens med COWIs forventninger til test Step 1, som er beskrevet i oplægget til undersøgelsen /3/ og illustreret i Figur 4.1. Her beskrives det, at selvom der kan måles høje koncentrationer af metan i boringer og jordspyd, så vil metanen hovedsageligt være omsat til kuldioxid inden metanen når jordoverfladen.

Resultaterne af målingerne i Testfelt 1 viser både indhold af CO₂ og metan og går dermed mod forventningerne, idet metanen ikke bliver nedbrudt i det øverste jordlag. Dette vurderes primært at skyldes en uventet vandmætning af jorden helt op til bunden af testfeltet og dermed anaerobe forhold, der bevirker at en fuld omsætning af metan ikke sker som forventet.

Det gør den til gengæld ved målingerne i august/september, hvorved teorien for Sted 1 også bekræftes for Testfelt 1. Ved målingerne i august/september ses ikke indhold af metan, hvilket skyldes, at de øverste jordlag på grund af

udtørring gennem sommeren har et lavere vandindhold, hvorved mere aerobe forhold resulterer i nedbrydning af metanen til CO₂ i det øverste jordlag.

Nedbrydningen af metanen burde resultere i en stigende koncentration af CO₂, men dette er ikke konstateret. Dette skyldes sandsynligvis, at der på grund af tørringen af jorden og skiftende atmosfærisk tryk, sker en større udskiftning af luften i det terrænnære jordlag i månederne august/september.

Idet terrænet hæves med 0,5–1,5 meter ved etableringen af det kommende byggeri, forventes der ikke i fremtiden at være områder med vandmætning helt op til terræn/bunden af de kommende ventilerede drænlag, og det er på ovenstående baggrund dermed COWIs vurdering, at indholdet i den lossepladsgas, der vil sive op under fremtidige anlæg, primært vil være domineret af CO₂. En vis opsving af metan kan dog ikke udelukkes og afhænger af den biologiske aktivitet i den jord der anvendes til terrænhævningerne.

30. april

Testfelterne stod lukket mellem målingerne den 24. april og den 30. april. Målingerne den 30. april er dermed udført på testfelter, der har stået uden ventilation i ca. 6 døgn.

Målingerne på Testfelt 1 viser den 30. april reduceret indhold af ilt på mellem 0,2 vol.% og 6,7 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, indhold af CO₂ på mellem 10,7 vol.% og 16,2 vol.% og metan på mellem 3,6 vol.% og 12,5 vol.%.

Målingerne på Testfelt 2 viser den 30. april et reduceret indhold af ilt på mellem 2,1 vol.% og 3,5 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 11,0 vol.% og 11,5 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne af målingerne den 30. april viser samme tendenser som målingerne fra den 24. april. Koncentrationen af metan er dog faldende fra måling til måling, hvilket indikerer en stigende udtørring af det øverste jordlag med større iltindhold og nedbrydning af metan til følge.

15. maj

Testfelterne havde været lukket siden seneste måling den 30. april og målingerne den 15. maj er dermed udført på testfelter, der har været lukket og uden ventilation i ca. 15 døgn.

Målingerne på Testfelt 1 viser den 15. maj reduceret indhold af ilt på mellem 0,0 vol.% og 2,8 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, indhold af CO₂ på mellem 15,0 vol.% og 17,8 vol.% og metan på mellem 0,1 vol.% og 5,7 vol.%.

Resultaterne af målingerne på Testfelt 2 viser den 15. maj et reduceret indhold af ilt på mellem 6,6 vol.% og 8,8 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 9,1 vol.% og 12,4 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne af målingerne den 15. maj viser samme tendenser som målingerne fra den 24. og 30. april. Koncentrationen af metan er faldende fra måling til måling, hvilket indikerer en stigende udtørring af det øverste jordlag med større iltindhold og nedbrydning af metan til følge.

25. august

Ved ankomst til testfelterne den 25. august var propperne fjernet fra indsug og afkast, og målingerne den 25. august er dermed udført på testfelter, der gennem en ukendt periode har været åbne og passivt ventileret.

Målingerne på Testfelt 1 og Testfelt 2 viser den 25. august samme niveauer af de målte parametre. Et reduceret indhold af ilt på mellem 19,5 og 20,5 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 0,1 vol.% og 0,3 vol.% og intet indhold af metan.

Til forskel fra resultaterne af målingerne den 17. april viser resultaterne fra den 25. august, at den passive udluftning af det åbne ventilationssystem til tider vil kunne sikre tilstrækkelig udluftning af ventilationslaget. Resultaterne lever som forklaret ovenfor op til forventningerne til Step 1 i forsøgsoplægget /3/ illustreret i Figur 4.1.

1. september

Testfelterne havde været lukket siden seneste måling den 25. august, og målingerne den 1. september er dermed udført på testfelter, der har været lukket og uden ventilation i ca. 7 døgn.

Målingerne på Testfelt 1 og Testfelt 2 viser den 1. september samme niveauer af de målte parametre. Et reduceret indhold af ilt på mellem 2,4 vol.% og 5,2 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 7,9 vol.% og 8,4 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne fra den 1. september bekræfter teorien om, at udtørringen af det terrænnære jordlag sikrer en nedbrydning af metanen, således at det hovedsagelig er CO₂ der siver op i ventilationslagene i testfelterne. Resultaterne lever op til forventningerne i Step 2 i forsøgsoplægget /3/ illustreret i Figur 4.1, hvor indholdet af CO₂ stiger, mens iltindholdet falder i et ikke ventileret system.

16. september

Testfelterne havde været lukket siden seneste måling den 1. september og målingerne den 16. september er dermed udført på testfelter, der har været lukket og uden ventilation i 15 døgn.

Målingerne på Testfelt 1 og Testfelt 2 viser den 1. september samme niveauer af de målte parametre. Et reduceret indhold af ilt på mellem 2,6 vol.% og 8,0 vol.% i forhold til det atmosfæriske iltindhold på 20,8 vol.%, et forhøjet indhold af CO₂ på mellem 11,4 vol.% og 12,9 vol.% og intet indhold af metan.

Resultaterne fra den 16. september bekræfter ligeledes teorien om, at udtørringen af det terrænnære jordlag sikrer en nedbrydning af metanen, således at det hovedsagelig er CO₂ der siver op i ventilationslagene i testfelterne. Resultaterne lever ligeledes op til forventningerne i Step 2 i forsøgsoplægget /3/ vist i Figur

4.1, hvor indholdet af CO₂ stiger, mens iltindholdet falder i et ikke ventileret system.

4.2 Pumpeforsøg

Der er ikke som planlagt udført forsøg med koncentrationsforløbet ved passiv udluftning umiddelbart efter åbning af testfelterne, svarende til Step 3 i forsøgsoplægget /3/ og illustreret i Figur 4.1.

Det blev vurderet ikke at være nødvendigt at udføre Step 3, da det ikke var værdiskabende at finde ud af, hvor hurtigt koncentrationerne lossepladsgas reduceres i forhold til, at det ved målingerne den 1. og 16. september var dokumenteret, at den passive ventilering af felterne **er** tilstrækkelig til at bringe koncentrationerne af lossepladsgas ned på et acceptabelt niveau i den tørre del af året.

I princippet var det i august/september heller ikke nødvendigt at udføre ventilationsforsøg på testfelterne i henhold til forventningerne i Step 4 i Figur 4.1, da det var dokumenteret, at en passiv ventilering som beskrevet ovenfor, forventes at være mindre end den passive ventilering, der vil blive opnået når afkastene føres over tag, var tilstrækkelig til at sikre acceptable koncentrationer af lossepladsgas i drænlagene.

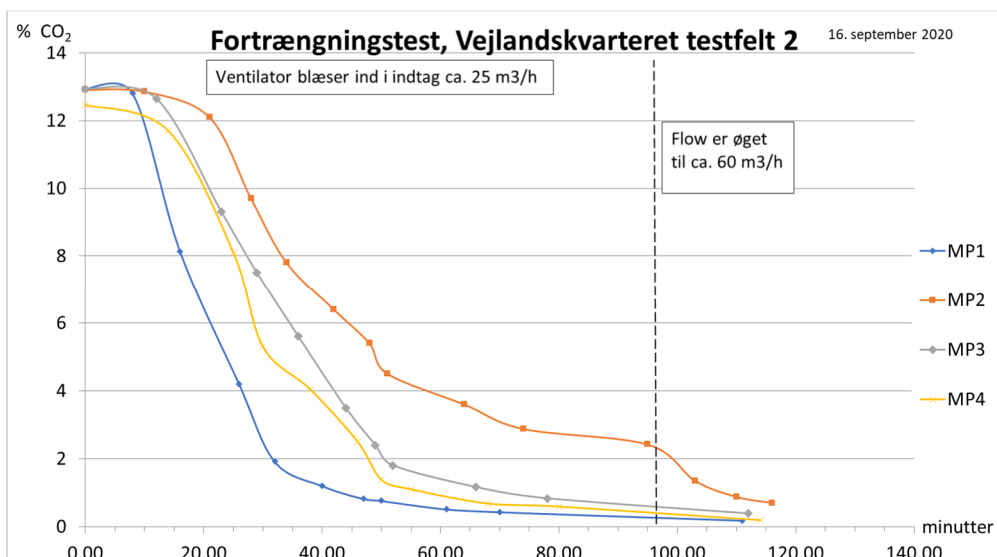
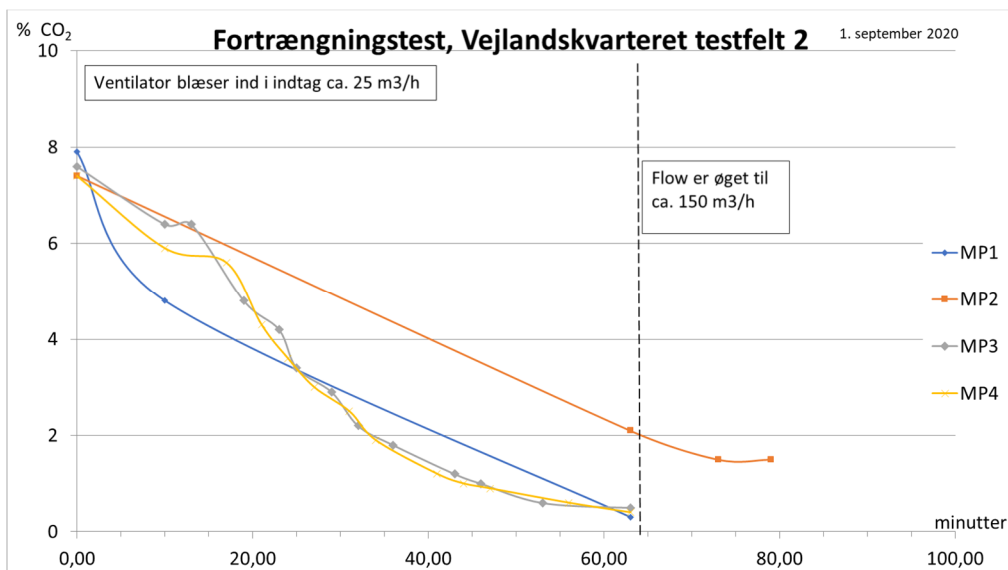
Tests i henhold til Step 4 blev dog udført den 1. og den 16. september ved pumpeforsøg på ventilationssystemerne under de to testfelter for at vise, hvor hurtigt koncentrationerne af lossepladsgas kan reduceres ved et lavt flow svarende til en passiv ventilering med afkast over tag.

Pumpeforsøgene blev udført efter indledende målinger af lossepladsgas, der blev foretaget på testfelterne, der havde stået lukket siden foregående målinger.

Pumpeforsøgene blev foretaget ved at tilslutte en ventilator til ventilationssystemet – røret over jorden tættest på stien. Det påtvungne flow blev målt i både indsug og afkast for at kontrollere, at luftflowet var lige stort både ind og ud af systemet.

Under ventilationen blev der den 1. september med jævne mellemrum målt koncentrationer af CO₂ i målepunkterne MP3 og MP4, mens koncentrationerne i MP1 og MP2 kun blev målt ved start og slut. Ved gentagelse af pumpeforsøget den 16. september, blev der med jævne mellemrum målt CO₂ koncentrationer i alle målepunkterne MP1-MP4.

Resultaterne af pumpeforsøg udført den 1. september og den 16. september fremgår af Figur 4.2.



Figur 4.2 Resultaterne af pumpeforsøg udført på Testfelt 1. Øverst 1. september og nederst 16. september.

Den 1. september ses udgangskoncentrationer af CO₂ på ca. 8 vol.% i de 4 målepunkter MP1-MP4. Der blev ventileret på systemet med ca. 25 m³/t, og efter ca. 65 min er indholdet af CO₂ næsten reduceret til 0. Dog ses der stadig en koncentration af CO₂ i MP4 på ca. 2 vol.%. Ventilationsflowet øges til 150 m³ i timen, men efter 80 min er det stadig ikke lykkedes at bringe koncentrationen af CO₂ i MP4 yderligere ned.

Pumpeforsøget gentages den 16. september. Her ses samme forløb som ved forsøget den 1. september. En udgangskoncentration af CO₂ på ca. 13 vol.% og et startflow på 25 m³/t og en stagnerende CO₂ koncentration i MP4 i forhold til de andre punkter, men ved en forøgelse af pumpeflowet til 60 m³/t og af pumpetiden til ca. 120 min ses også et fald mod 0 i målepunktet MP4.

Som ved den passive ventilation viser resultaterne, at der med et lavt flow med god sandsynlighed kan opnås acceptable koncentrationer af lossepladsgas i de

planlagte afværgeforanstaltninger. Det er erfaringsmæssigt normalt, at der ved passiv ventilation af lignende systemer, hvor afkastet er ført over tag, kan opnås ventilationsflow på ca. 25 m³/t og højere. Positivt er det også at bemærke, at der kun skal ventileres i et kort tidsrum for at koncentrationerne af lossepladsgas bringes ned på et acceptabelt niveau, hvilket igen bekræfter en lav produktion af gas i lossepladsfyldet under testfelterne.

Det er dog COWIs anbefaling, at de passive afværgeforanstaltninger i alle bygninger forberedes for aktiv ventilering, således at foranstaltningerne kan gøres aktive, såfremt efterfølgende kontrolmålinger viser, at den passive ventilering ikke er tilstrækkelig.

5 Opsamling/Konklusion

Der er udført forsøg på to testfelter opbygget i lighed med den ventilerede gulvopbygning der forventes anvendt ved etableringen af det kommende byggeri på Vejlands Kvarter.

Hovedformålet har været at afklare, hvorvidt en passiv ventilering af den forventede gulvopbygning er tilstrækkelig til at sikre indeklimaet i de kommende bygninger i forhold til opsivning af lossepladsgas fra lossepladsfyldet, der er deponeret på grunden.

Med erfaring fra andre lignende projekter er det COWIs vurdering, at data giver en god baseline for forholdene, og at følgende overordnede konklusioner kan udledes:

- > Forsøgene på testfelterne viser, at der uden udluftning under gulvene på et fremtidigt byggeri, i nogle områder vil ophobes uacceptabelt forhøjede koncentrationer af lossepladsgas, herunder metan.
- > Ophobningen af metan kræver, at der skal være grundvand/vandmættede jordlag uden ilt helt op til bunden af gulvopbygningen, hvilket der med den planlagte terrænhævning er minimal sandsynlighed for vil ske i den fremtidige situation. Er jorden ikke vandmættet og med indhold af ilt, viser forsøgene, at der ikke dannes mere metan, end at hovedparten af metanen omdannes til CO₂ inden gassen når at sive op under gulvet. Dette kræver dog, at der i nogen grad er en biologisk aktivitet i jorden under gulvene. En vis metan-opsivning kan i de våde perioder på året dermed ikke udelukkes.
- > Under alle omstændigheder fordrer koncentrationerne af lossepladsgas og risikoen for ophobningen af metan, at der som planlagt etableres indeluftforanstaltninger under de kommende byggerier.
- > Forsøgene viser, at der er en høj sandsynlighed for, at en passiv ventilation under gulvkonstruktionen er tilstrækkelig til at holde koncentrationerne af lossepladsgas nede på et acceptabelt niveau, når der etableres passivt ventilerede ventilationssystemer med afkast over tag. Dog anbefales det, at de udførte pumpetests gentages i en våd periode, for at verificere, om den øgede ventilation, der vil være på grund af skorstenseffekten ved etablering af afkastene over tag, er tilstrækkelig til at bortventilere de uacceptable

koncentrationer af metan, der blev målt på det passivt ventilerede Testfelt 1 den 17. april.

- > Målinger og pumpetests er udført på testfelter, der er placeret to steder på grunden, hvor der tidligere er konstateret nogle af de højeste koncentrationer af lossepladsgas i de terrænnære jordlag. På denne baggrund og på baggrund af resultaterne af de udførte tests og erfaringer med lignende projekter, er det COWIs vurdering, at der er høj sandsynlighed for, at de observerede forhold vil være generelt gældende for grunden i områder, hvor der er den største dannelse af lossepladsgaser herunder metan. Det vurderes, at en passivt ventileret gulvkonstruktion generelt vil være en tilstrækkelig foranstaltning i forhold til sikring af indeluften i de kommende bygninger. Det er dog COWIs anbefaling, at de passive afværgeforanstaltninger i alle bygninger forberedes for aktiv ventilering, således at foranstaltningerne kan gøre aktive, såfremt efterfølgende kontrolmålinger viser, at den passive ventilering ikke er tilstrækkelig.

6 Referencer

- /1/ PensionDanmark. Vejlands Kvarteret. Principper for afværge af forurening og metan. COWI notat af 30. oktober 2019.
- /2/ PensionDanmark. Deponigasundersøgelse Vejlands Kvarteret. Dansk oversættelse. SWECO rapport af 28. oktober 2019.
- /3/ PensionDanmark. Vejlands Kvarter – Metanundersøgelse. COWI notat af 9. december 2019.
- /4/ Region Hovedstaden. Indeklimasikring i nybyggeri – Vejledning i forbindelse med sagsbehandling af § 8 sager. December 2016, version 2.1.1.

Bilag A Billeder – Etablering af testfelter

Bilag A

Fotodokumentation for etablering af testfelter

	<p>Testfelt 1 - Markeret med pinde ved opstart af etableringen.</p>
	<p>Testfelt 2 – Grundvandet stod højt ved etableringen af testfelterne i foråret. I Testfelt 2 var der blankt vand på jordoverfladen.</p>
	<p>Testfelt 2 – Ventilationsdrænene og slanger til målepunkter udlagt på det underste stenlag.</p>
	<p>Testfelt 2 – Overdækning af ventilationslag med øverste stenlag.</p>

	<p>Testfelt 2 – Nedgravning af membran på siderne af det overdækkede ventilationslag/-system.</p>
	<p>Testfelt 2 – Indsug, afkast og brønd med slanger til målepunkter etableret.</p>
	<p>Testfelt 2 – Brønd med slanger til målepunkterne.</p>