

Danske erfaringer med VaporSafe

ATV Jord og Grundvand
Vintermøde 2023

Bjarke Hoffmark, COWI A/S



Danske erfaringer med VaporSafe

Tak til
Region Midtjylland,
Group Van Vooren,
Hartman Environmental Geoscience og
Groundswell Earth Monitoring Software



Hvad kan udstyret på papiret bruges til?

Dokumentere og give hurtig afklaring af:

- Ses der overskridelser af afdampningskriterier i indeluften?
- Skyldes overskridelsen en intern kilde eller en generel påvirkning af indeluften?
- Hvis der er en intern kilde til stede, hvad og hvor er den?
- Hvis der optræde forureningspåvirkning af indeluften, hvilke spredningsveje er så aktive?
- Hvornår sker påvirkningen, f.eks. specifikke perioder, og i hvor lang tid – er der mønstre i det?
- Hvilken effekt har det at etablere afværgetiltag?
- Og virker de etablerede afværgetiltag så tilstrækkeligt?

Afprøvet i Testhus Roslev

Formål:

- At opnå erfaringer med udstyret ...uden at være begrænset af hensyn til evt. beboere
- Mulighed for at sammenligne data og koncentrationsmålinger på tværs af udstyrstyper og målemetode

Ikke formål:

- At gennemføre undersøgelser til klarlægning af den konceptuelle forståelse for den konkrete testlokalitet



Alternative udstyrstyper

- Screeningsmatrix
- Dansk, Amerikansk og Australsk producent
- Detektionsgrænser
- Leje-mulighed?

Emne	Advanced Energy, Lumasense Technologies	Score	Groundswell Technologies/Hartman Environmental Geoscience, VaporSafe	Score	Syft Technologies, SIFT-MS	Score
Analysemetode baseret på	Infrarød absorption og fotoakustisk detektion (PAS)	++	Gaskromatografi-massespektrometri (GC-MS)	++	Ion flow massespektrometri (Selected ion flow tube mass spectrometry, SIFT-MS)	++
Kontinuerte målinger, antal tilgængelige målepunkter	6, 12 eller 24 målepunkter via manifold	+	16 målepunkter via manifold	-	Uendeligt antal via manifold	++
Online adgang til resultater	Ja	+	Ja	+	Ja	+
Analyseparametre	VOC'er	+	VOC'er	+	VOC'er	+
Detektionsgrænser	TCE: 70 µg/m ³ PCE: 140 µg/m ³ VC: 255 µg/m ³	-	TCE: 0,1-1,0 µg/m ³ PCE: 0,6-6,0 µg/m ³ VC: Ca. 1 µg/m ³	++	TCE: Ca. 5 µg/m ³ PCE: Ca. 10 µg/m ³ VC: Ca. 1 µg/m ³	+
Prøvetagningsfrekvens, analysehastighed	16 min.	-	10 min.	+	8 min.	++
Online visning af øvrige driftsdata	Nej	-	Ja	++	Nej	-
Støjgener	Hørbart, lavt niveau	+	Hørbart, lavt niveau	+	Ukendt	+
Udstyrets størrelse	PC, detektor og manifold, ca. 35 kg.	+	PC, detektor og manifold, ca. 30 kg.	+	Samlet enhed, fryseskabsstørrelse, ca. 100 kg.	-
Robusthed i felt	Robust, dog ikke vejrbestandig ved udvendig opstilling i dansk vintervej	+	Mindre robust, kræver tempereret opstilling (f.eks. indvendigt eller i følgebil)	-	Robust, dog ikke vejrbestandig ved udvendig opstilling i dansk vintervej	+
Tilgængelighed af udstyr	Dansk producent	++	Amerikansk producent, udstyr er tilgængeligt via Belgien, alternativt USA	+	Australsk producent	-
Leveringstid af udstyr til Danmark	Ca. 1 måned	+	Ca. 1 måned	+	Ukendt	-
Økonomi, udstyrsleje / udstyrskøb	Kun køb, ca. 650.000 kr.	+	Mulighed for leje, ca. 200.000 kr.	++	Kun køb, ca. 1.000.000 kr.	-

Hvad er det?

- Hovedkomponenten: Transportabel gaschromatograf (GC) med en DELCD og PID-detektor (SRI 8610C)
 1. Automatiserede målinger ved anvendelse af prøvetagningsmanifold (op til 16 punkter)
 - Data i "skyen" og tilgængelige via et online dashboard
 2. Manuelle enkelt-målinger, luftprøve injektion direkte i GC'en
- Standard felt-pc med net-opkobling
- Levering og opsætning af udstyret er sket via VaporSafes samarbejdspartner i Belgien, Group Van Vooren

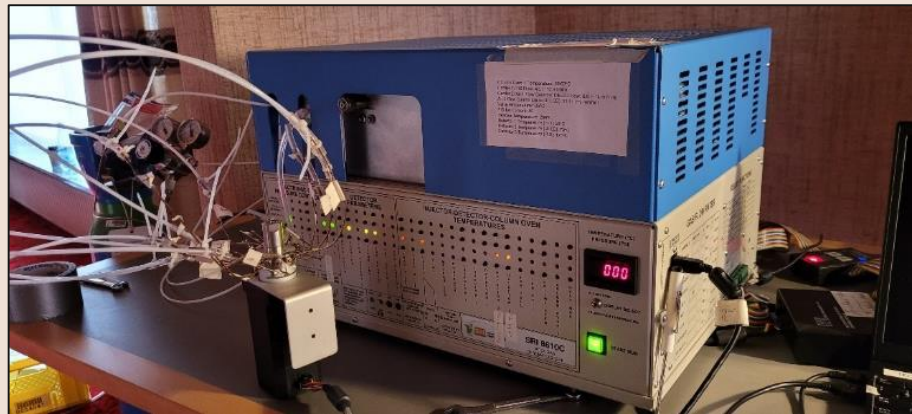
Hvad er det?

- I nedpakket tilstand vejer udstyret 58 kg og det kan pakkes ned i to transportkasser på en halvpalle hvor det udgør 0,41 m³
- Hertil skal der anvendes en trykflaske med bæregas, som skal tilsluttes GC'en



Hvad er det?

- To detektorer: DELCD-detektor og en PID-detektor
- DK-kontekst forventning om en ECD-detektor, idet denne type detektor har en bedre respons i forhold til de klorerede kulbrinter => opnå lavere detektionsgrænser
- ECD-detektor har en radioaktiv kilde. Transportreglerne vedr. radioaktive kilder er restriktive i store dele af Europa, hvormed anvendelse af en ECD-detektor i praksis er vanskelig at anvende i transportabelt udstyr
- Skal opstilles i tempererede og tørre omgivelser og forsynes af en konstant strømkilde med enten 230 eller 110 volt. Elforsyningen kan principielt leveres af en generator



Hvad er det?

- Bæregas: Syntetisk oxygen i laboratorie-kvalitet 5.0 (renhed >99,9999%)
- Transport af trykflasker betegnes som farligt gods. Trykflasken blev derfor leveret til lokaliteten af en dansk leverandør (Air Liquide)
- Alphagaz 2, trykflaske-beholderstørrelse på 10 liter (indhold på 2.000 liter)
- Mere end rigeligt til 10 dages brug
- Til trykflasken er der monteret en regulator/manometer med et afgangstryk på ca. 4 bar (50-60 psi) via en 1/8-udgang, hvortil fødeslange til GC'en kan tilsluttes



Hvordan?

- Manuel prøvetagning med 200 ml glassprøjte



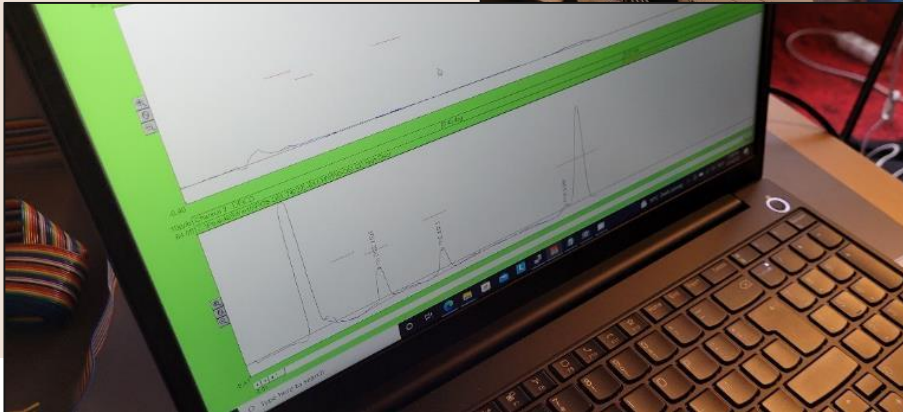
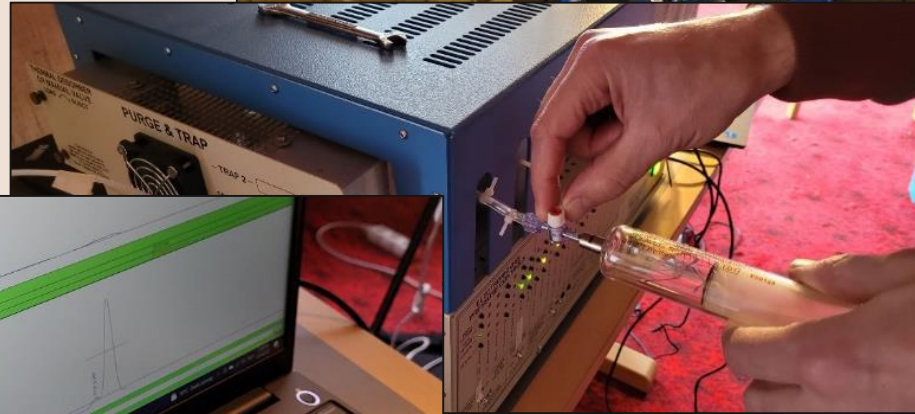
Hvordan?

- Manuel prøvetagning med 200 ml glassprøjte
- Injektion af 25 ml luftprøve



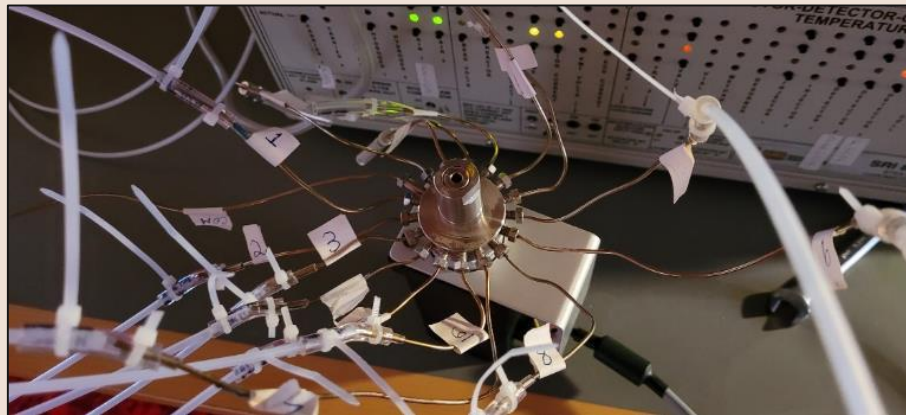
Hvordan?

- Manuel prøvetagning med 200 ml glassprøjte
- Injektion af 25 ml luftprøve
- Analyse og udlæsning af data
- "Omgangstid" ca. 10 minutter



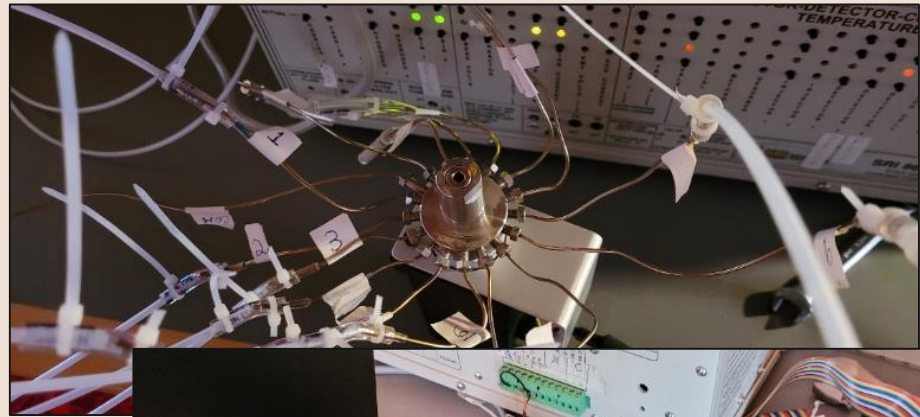
Hvordan?

- Automatiseret prøvetagning
- Montering af manifold, enkel manøvre



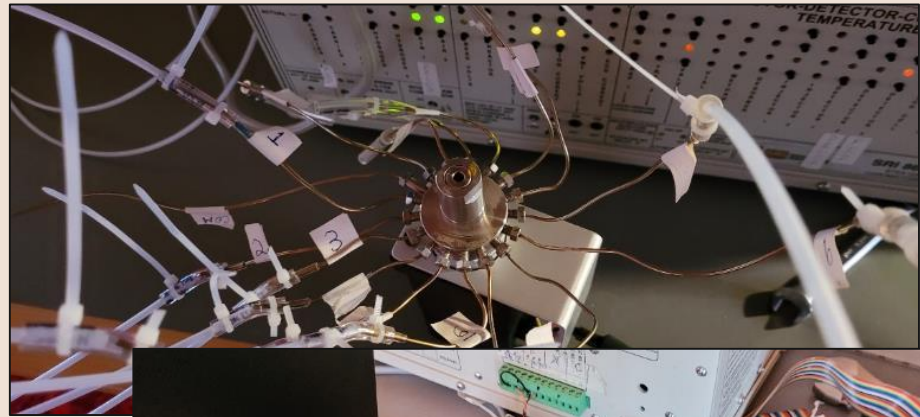
Hvordan?

- Automatiseret prøvetagning
- Montering af manifold, enkel manøvre
- Step-filer til opsætning af prøvetagningssekvens, assistance fra VaporSafe



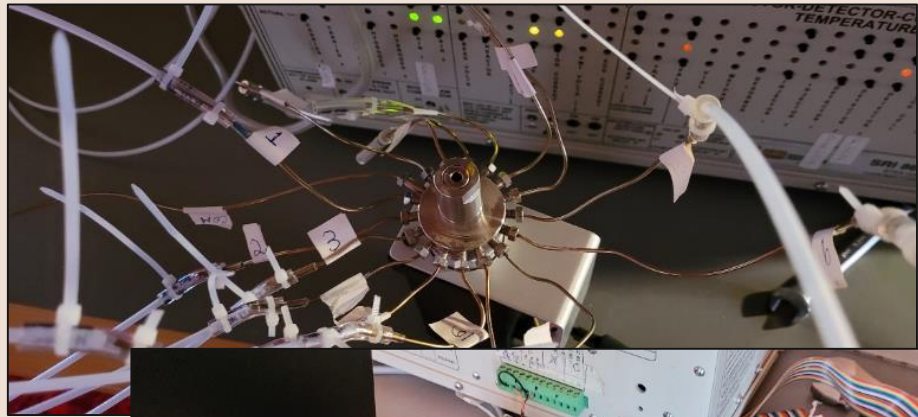
Hvordan?

- Automatiseret prøvetagning
- Montering af manifold, enkel manøvre
- Step-filer til opsætning af prøvetagningssekvens, assistance fra VaporSafe
- Ekstern pumpe til forpumpning og prøveopsamling



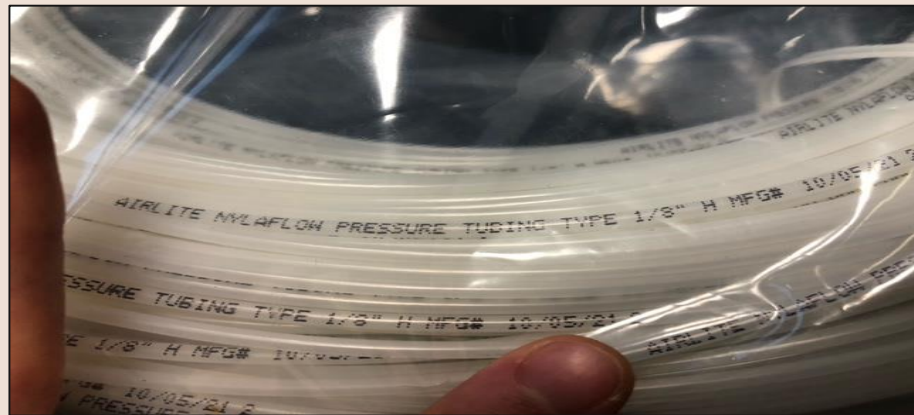
Hvordan?

- Automatiseret prøvetagning
- Montering af manifold, enkel manøvre
- Step-filer til opsætning af prøvetagningssekvens, assistance fra VaporSafe
- Ekstern pumpe til forpumpning og prøveopsamling
- Afkastluft og "blank" prøvetagning



Hvordan?

- Prøvetagningssslanger
- Mellem prøvepunkt og manifold: 1/8" Airlite Nylaflow tryksslange med en indvendig diameter 2,5 mm
- Slangen er forholdsvis stiv og "selvbærende" men kan ikke håndtere skarpe knæk (mindre end 90 grader), idet den ikke er "selvudrettende" efter et "knæk"



Hvordan?

- Føringsveje?



Hvordan?

- Føringsveje?



Øvrigt måleudstyr

- Trykdifferens målere (inkl. temp. måler)
- Dataopkobling via kommunikationsmodul



Øvrigt måleudstyr

- Regional vejrdata (data stream)
- Lokal vejrstation
- Direkte visning i online dashboard



Prøvetagningssekvens

- Opsætning via step-filer til de 16 tilgængelige GC-kanaler via manifolden (der skal man holde tungen lige i munden)
- Renpumpning af prøvetagningssslange kan fastsættes til den konkrete anvendte slange længde
- Opmærksom på et evt. skift mellem analyse af høje koncentrationer og lave koncentrationer, f.eks. mellem poreluft og indeluft
- Risiko for "overeksponering" af udstyret og "medslæb" ved den efterfølgende analyse
- Afklaring ved indledende manuel prøvetagning og analyse af ønskede prøvetagningspunkter, hvorved "høje" og "lave" kan adskilles
- Imellem kørslen af en "høj-" og "lav-" koncentration, kan der køres en "blank" prøve bestående af f.eks. udeluft. Reducere risiko for krydskontaminering af prøven med det lave indhold

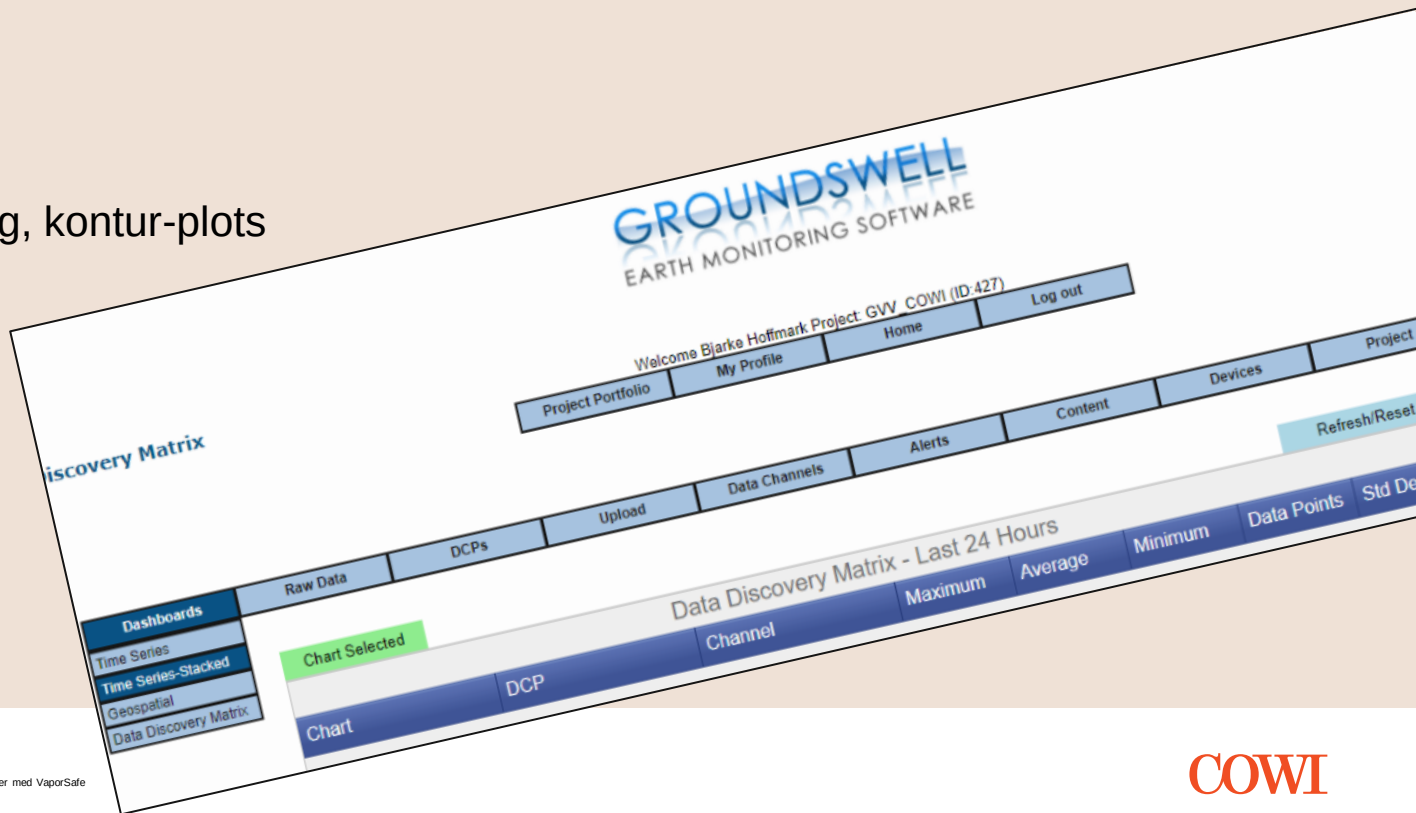
Prøvetagningssekvens

- Opsætning via step-filer til de tungen lige i munden)
- Renpumpning af prøvetagning
- Opmærksom på et evt. skift m f.eks. mellem poreluft og indel
- Risiko for "overeksponering" a
- Afklaring ved indledende man hvorved "høje" og "lave" kan a
- Imellem kørslen af en "høj-" og "lav-" koncentration, kan der køres en "blank" prøve bestående af f.eks. udeluft. Reducere risiko for krydskontaminering af prøven med det lave indhold



Dashboard

- Tidsserier
- "Stablede" tidsserie
- Geo-refereret visning, kontur-plots



Dashboard

- Datavælger
- Tilgængelige datakanaler
- Viste datakanaler
- Presets for tidsperioder
- Egne favoritvisninger

Project Portfolio > Time Series - Stacked Panes

Welcome Bjarke Hoffmark Project: GVV_COWI (ID:427)

Project Portfolio My Profile Home Log out

Dashboards Raw Data DCPs Upload Data Channels Alerts Content

Available DCPs - [Integration Name]-[Channel (UOM)]:

- ☐ On-site WX-[Dew Point (Degrees F)]
- ☒ On-site WX-[Wind Direction (Degrees)]
- ☐ On-site WX-[Wind Gust (miles/hr)]
- ☐ On-site WX-[Wind Speed (miles/hr)]
- ☒ MP1013-[TCE-DEL (ug/m3)]
- ☒ On-site WX-[Barometric Pressure (Abs) (inches Hg)]
- ☒ MP1013-[trans DCE-DEL (ug/m3)]
- ☒ MP1013-[PCE-DEL (ug/m3)]
- ☒ MP1013-[cis DCE-DEL (ug/m3)]

☐ Include Diagnostic Data Channels

Add >

Add All >>

< Remove

<< Remove All

Chosen DCP(s) - [Integration Name]-[Channel (UOM)]:

- ☐ On-site WX-[Temperature (Degrees F)]
- ☐ On-site WX-[Barometric Pressure (Rel) (inches Hg)]
- ☐ MP1013-[trans DCE-PID (ug/m3)]
- ☐ MP1013-[TCE-PID (ug/m3)]
- ☐ MP1013-[PCE-PID (ug/m3)]
- ☐ MP1013-[cis DCE-PID (ug/m3)]

Show Min/Max/Average Plot Lines Calculate over Chart Date Range Show Threshold Lines

Create Chart Using...

Preset Date Ranges

Chart Most Recent

Chart Today

Chart Yesterday

Chart Last 7 Days

Chart Last 30 Days

Chart Last 60 Days

Chart Last 90 Days

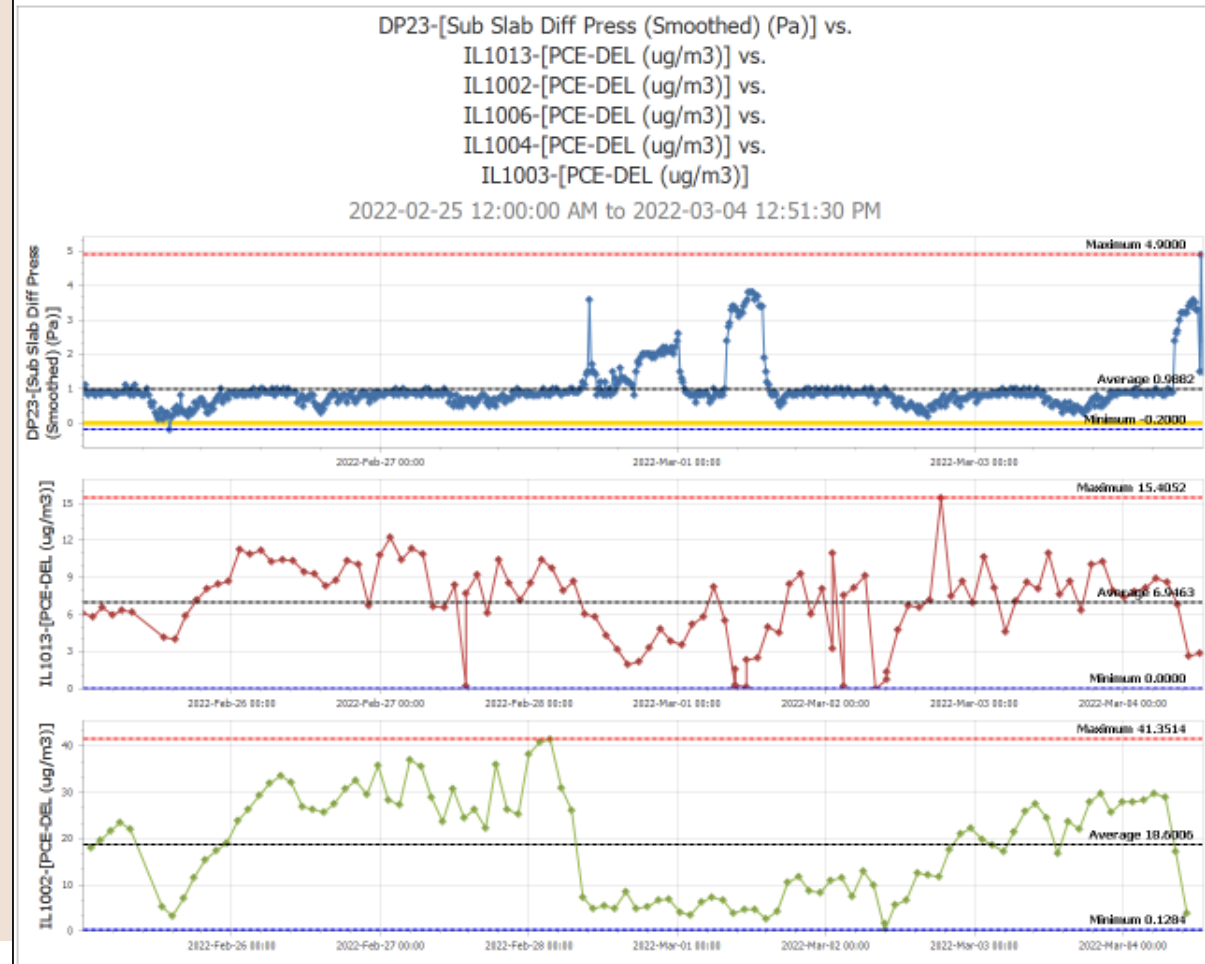
Custom Date Range From: 2022-02-28 12:00:00 AM To: 2022-03-07 06:20:00 PM Chart w/Custom Date Range

Dashboard



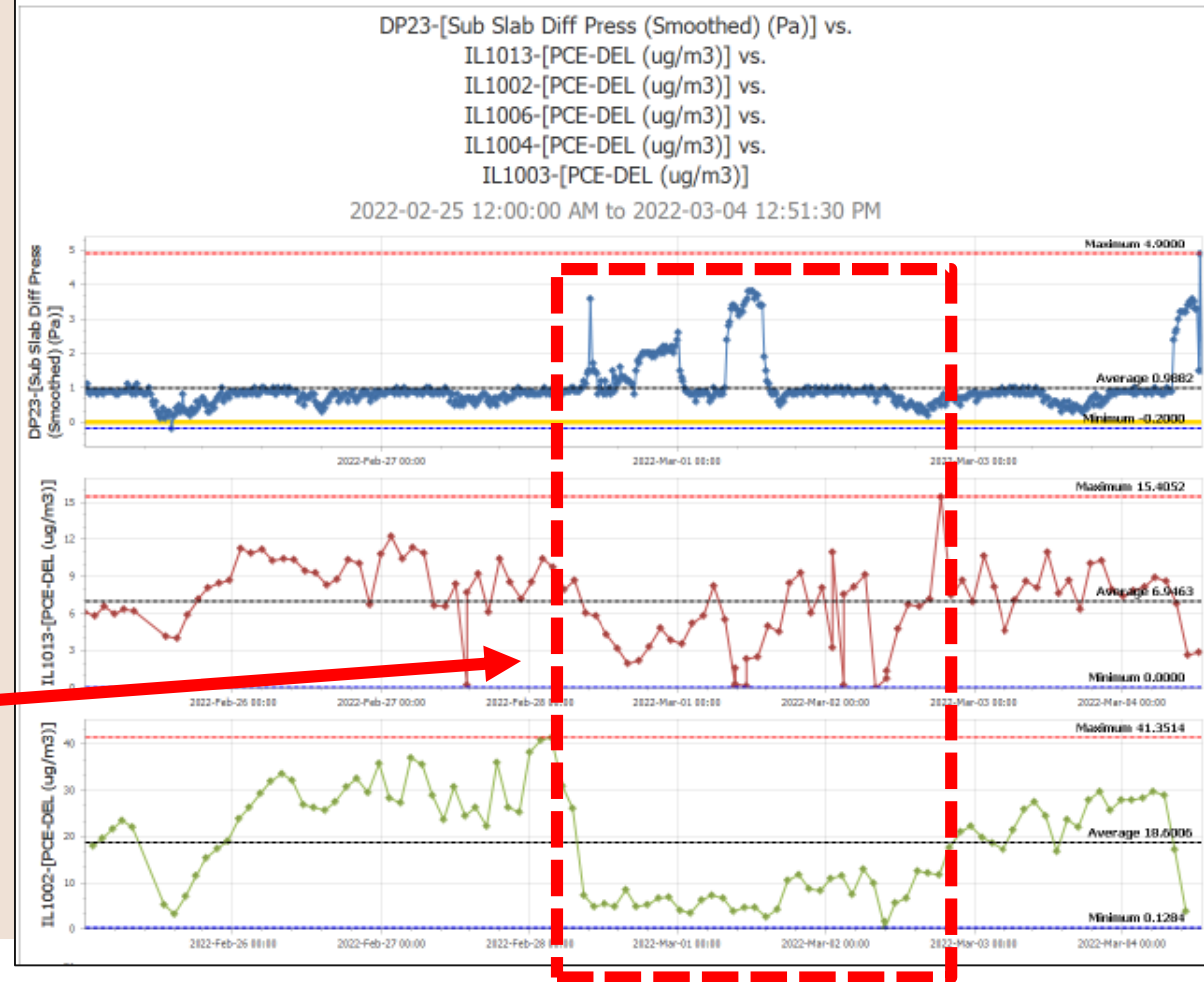
Dashboard

- Øverst: Differenstryk over gulv
- Øvrige: Indeluftmålinger
- 7 dages periode
- Cyklus med IL-måling ca. hver 1,5 time i samme punkt



Dashboard

- Øverst: Differenstryk over gulv
- Øvrige: Indeluftmålinger
- 7 dages periode
- Cyklus med IL-måling ca. hver 1,5 time i samme punkt
- Her leger vi med en blowerdoor



Detektionsgrænser

- Fokus på klorerede opløsningsmidler
- Forudgående dialog vedr. VC
- Udgangspunktet for ønskede detektionsgrænser var 1/10 ADK
- DL er bl.a. afhængig af det opsamlede volumen af luftprøven og tiden for selve analysens gennemførelse afledt af den anvendte kolonne opsætning
- Antallet af ønskede datapunkter spiller derfor direkte ind i den afledte mulige DL
- Opvejning af, hvor mange prøvetagningspunkter og med hvilken tidsfrekvens de skal analyseres for fortsat at give en (forventet) tilstrækkelig tidslig opløsning
- Det blev valgt ikke at gå efter VC, da forventet DL ville være ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{ADK} = 0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Detektionsgrænser

- Konkrete målinger på lokaliteten

Stof	PCE	TCE	cis-DCE	trans-DCE
Angivet detektionsgrænse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,0	0,1	0,1	0,1
Laveste målte indhold ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,12	0,07	0,02	0,08

Forsøgsplan

Manuelle målinger

- Spredningsveje (revner, teknikskab, rørgennemføringer)
- Målinger bag vandlås
- Målinger bag vandlås efter toilskyl

	torsdag 24.02.22	fredag 25.02.22	lørdag 26.02.22	søndag 27.02.22	mandag 28.02.22	tirsdag 01.03.22	onsdag 02.03.22	torsdag 03.03.22	fredag 04.03.22
Klokken	Døgn 1	Døgn 2	Døgn 3	Døgn 4	Døgn 5	Døgn 6	Døgn 7	Døgn 8	Døgn 9
0-1						Åben afløb i badevær.			
1-2						Lukket afløb i køkken			
2-3									
3-4									
4-5									
5-6									
6-7									
7-8									
8-9									
9-10	Opsætning af udstyr	Forsøg 1B målinger bag vandlås			Forsøg 2A Blowerdoor (svagt Δp) + bidrag fra: afløb i badevær. terrændæk	Forsøg 2C Blowerdoor (høj Δp) +bidrag fra afløb i badevær. terrændæk			
10-11									
11-12		Forsøg 1C mål. bag wc efter skyld							
12-13	Forsøg 1A								
13-14									
14-15	kilde-opsporing	Baseline 2							Nedtagning af udstyr +oprydning
15-16					Forsøg 2B Blowerdoor (mellem Δp) + bidrag fra afløb i badevær. terrændæk	Baseline 1 Alle afløb lukket			
16-17									
17-18		Åben afløb i badevær.							
18-19	Baseline 1								
19-20									
20-21	Alle afløb lukket	Lukket afløb i køkken							
21-22									
22-23					Baseline 2				
23-24									

Forsøgsplan

Automatiserede målinger

- **Baseline**
 - normale forhold
 - simuleret spredning fra kloak
- Baseline – aktiv indgriben ved tryk og ventilation (blowerdoor) ←

	torsdag 24.02.22	fredag 25.02.22	lørdag 26.02.22	søndag 27.02.22	mandag 28.02.22	tirsdag 01.03.22	onsdag 02.03.22	torsdag 03.03.22	fredag 04.03.22
Klokken	Døgn 1	Døgn 2	Døgn 3	Døgn 4	Døgn 5	Døgn 6	Døgn 7	Døgn 8	Døgn 9
0-1						Åben afløb i badevær.			
1-2						Lukket afløb i køkken			
2-3									
3-4									
4-5									
5-6									
6-7									
7-8									
8-9	Opsætning af udstyr	Forsøg 1B målinger bag vandlås			Forsøg 2A Blowerdoor (svagt Δp) + bidrag fra: afløb i badevær. terrændæk	Forsøg 2C Blowerdoor (høj Δp) +bidrag fra afløb i badevær. terrændæk			
9-10									
10-11									
11-12	Forsøg 1A mål. bag wc	Forsøg 1C mål. bag wc efter skyld							
12-13									
13-14									
14-15	kilde-opsporing								Nedtagning af udstyr +oprydning
15-16		Baseline 2			Forsøg 2B Blowerdoor (mellem Δp) + bidrag fra afløb i badevær. terrændæk	Baseline 1 Alle afløb lukket			
16-17									
17-18		Åben afløb i badevær.							
18-19	Baseline 1								
19-20									
20-21	Alle afløb lukket	Lukket afløb i køkken							
21-22									
22-23									
23-24					Baseline 2				

Udvalgte resultater

Manuelle målinger

- Tidligere udbedret revne i gulv (mørke områder v. målebånd)
- Flere steder optræder revnen med vidder mellem 1,0-1,5 mm



Udvalgte resultater

Manuelle målinger

- Tidligere udbedret revne i gulv (mørke områder v. målebånd)
- Flere steder optræder revnen med vidder mellem 1,0-1,5 mm



Udvalgte resultater

Manuelle målinger

- Prøvetagning hver 30 cm
- Nål ca. 20 mm ned i revnen
- Stor varians
- Faktor 10-forskel inden for små 3 meter
- Stigende koncentration jo længere mod central del af rummet

Afstand fra væg mod badeværelse / ID	Tid	DELCD-detektor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		trans-1,2 DCE	cis-1,2 DCE	TCE	PCE
10 cm, overflade	13:47	-	-	-	2,8
10 cm, nål	13:54	-	4,48	1,59	12,54
40 cm, nål	14:01	-	9,72	6,34	41,58
70 cm, nål	14:10	-	1,6	1,17	10,43
100 cm, nål	14:16	-	6,24	3,59	29,9
130 cm, nål	14:23	0,148	0,108	0,036	9,31
160 cm, nål	14:30	0,12	0,24	0,30	8,28
190 cm, nål	14:36	-	3,68	2,29	64,16
220 cm, nål	14:43	-	3,80	1,73	81,28
	15:05	-	1,56	0,98	44,87
250 cm, nål	14:50	-	4,92	2,39	85,35
280 cm, nål	14:57	-	5,32	3,66	111,06
	15:12	-	5,20	2,50	93,91
Baggrunds niveau, stue*	-	0,098	2,24	0,73	19,50

*Gennemsnit af 33 på hinanden følgende gennemførte målerunder af 14-dages varighed med ORSA-rør for målepunkt IL1002 og IL1008 i perioden marts 2020 til juli 2021 (som udtryk for et gennemsnitligt baggrunds niveau i stuen).

Udvalgte resultater

Manuelle målinger

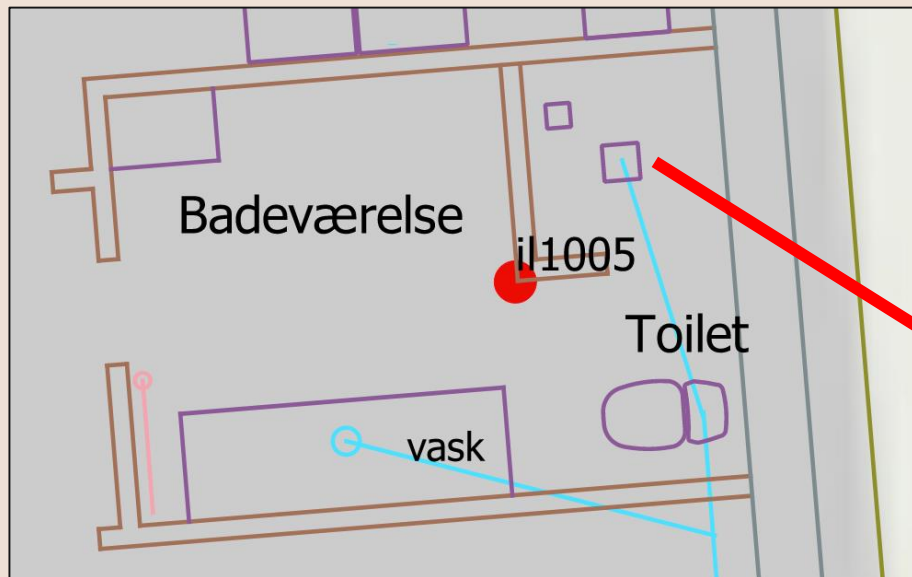
- Prøvetagning hver 30 cm
- Nå ca. 20 mm ned i revnen
- Stor varians
- Faktor 10-forskel inden for små 3 meter
- Stigende koncentration jo længere mod central del af rummet
- Dobbelt-bestemmelser? 
- Optil faktor 2 i forskel...

Afstand fra væg mod badeværelse / ID	Tid	DELCD-detektor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		trans-1,2 DCE	cis-1,2 DCE	TCE	PCE
10 cm, overflade	13:47	-	-	-	2,8
10 cm, nål	13:54	-	4,48	1,59	12,54
40 cm, nål	14:01	-	9,72	6,34	41,58
70 cm, nål	14:10	-	1,6	1,17	10,43
100 cm, nål	14:16	-	6,24	3,59	29,9
130 cm, nål	14:23	0,148	0,108	0,036	9,31
160 cm, nål	14:30	0,12	0,24	0,30	8,28
190 cm, nål	14:36	-	3,68	2,29	64,16
220 cm, nål	14:43	-	3,80	1,73	81,28
	15:05	-	1,56	0,98	44,87
250 cm, nål	14:50	-	4,92	2,39	85,35
280 cm, nål	14:57	-	5,32	3,66	111,06
	15:12	-	5,20	2,50	93,91
Baggrunds niveau, stue*	-	0,098	2,24	0,73	19,50

*Gennemsnit af 33 på hinanden følgende gennemførte målerunder af 14-dages varighed med ORSA-rør for målepunkt IL1002 og IL1008 i perioden marts 2020 til juli 2021 (som udtryk for et gennemsnitligt baggrunds niveau i stuen).

Udvalgte resultater

Koncentrationsudvikling efter toiletskyl?



Udvalgte resultater

Koncentrationsudvikling efter toiletskyl?

t = -10 min. (før toiletskyl)

t = 1 min.

t = 3 min.

t = 5 min.

t = 10 min.

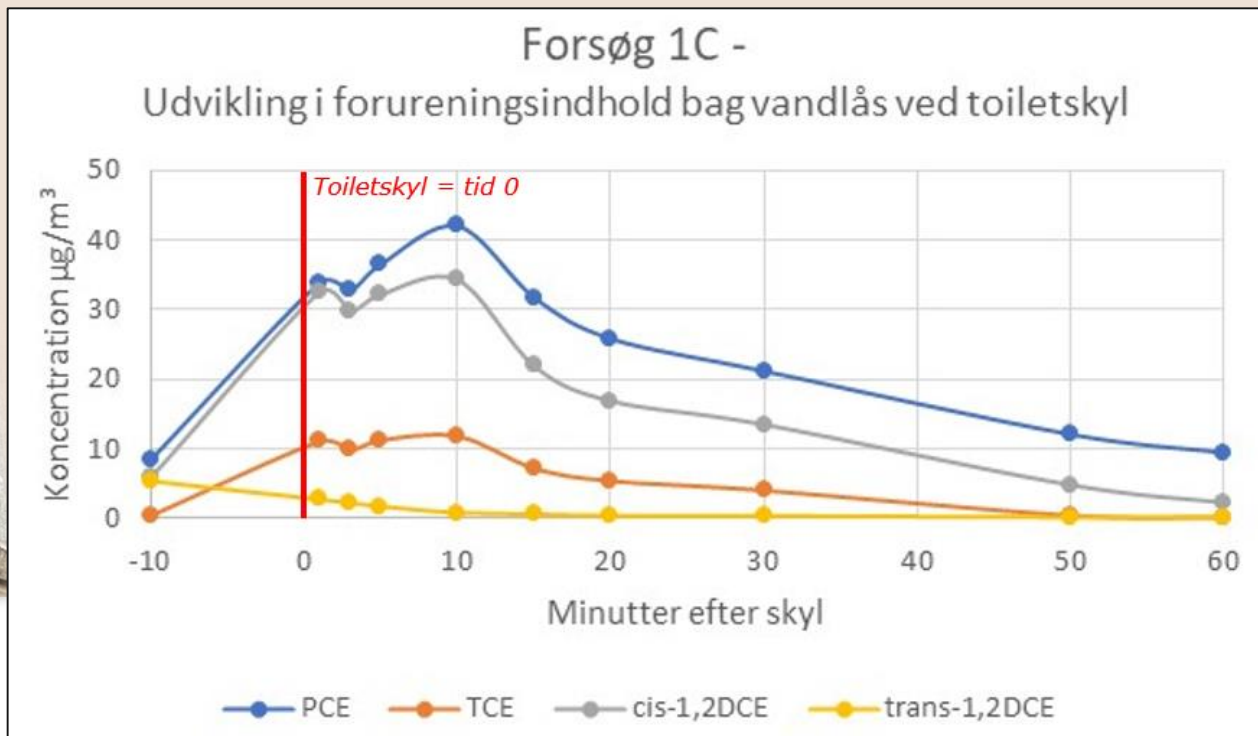
t = 15 min.

t = 20 min.

t = 30 min.

t = 50 min.

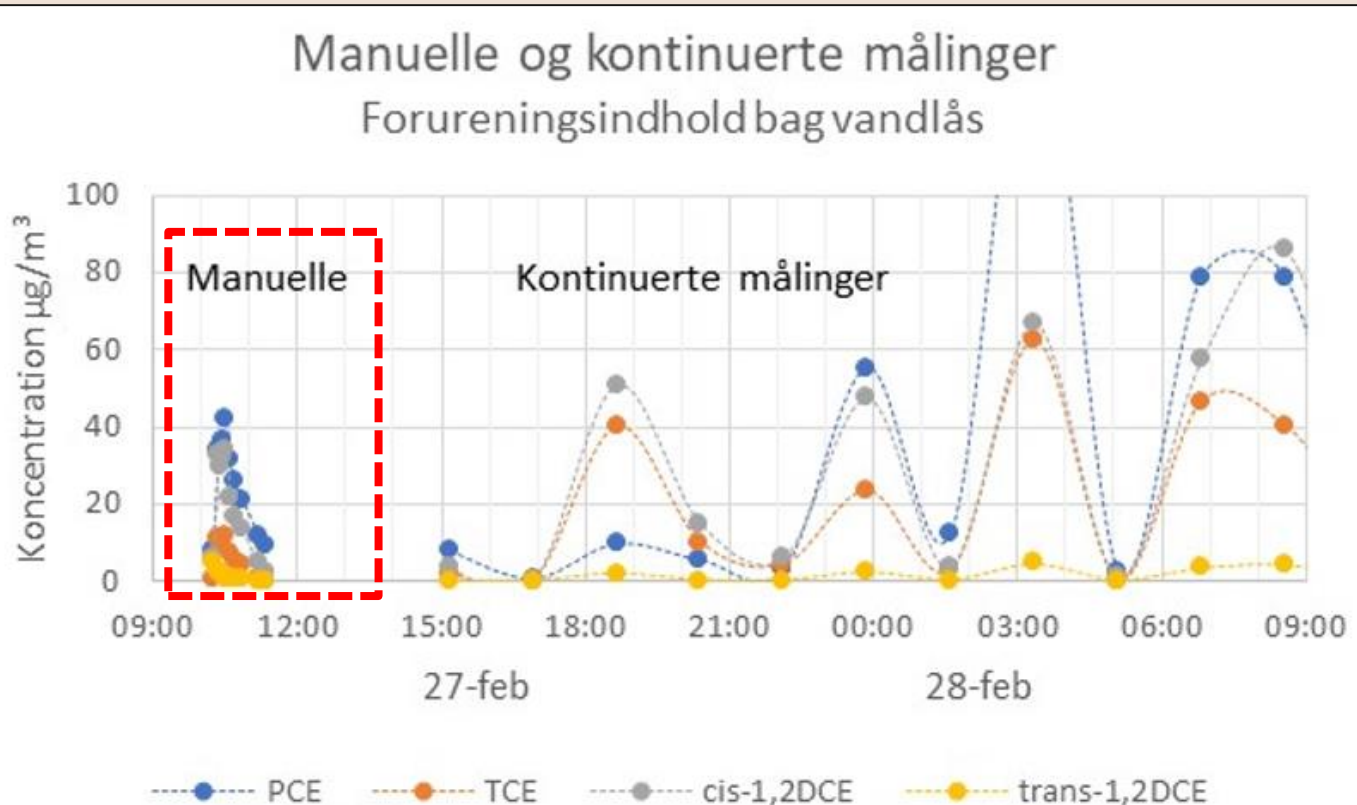
t = 60 min.



Udvalgte resultater

Koncentrationsudvikling

- Automatiserede målinger
- Efterfølgende døgn
- Måling ca. hver 1,5 time



Udvalgte resultater

- Baseline – aktiv indgriben ved tryk og ventilation (blowerdoor)
- ΔP 3 Pa
- ΔP 5 Pa
- ΔP 10 Pa



Udvalgte resultater

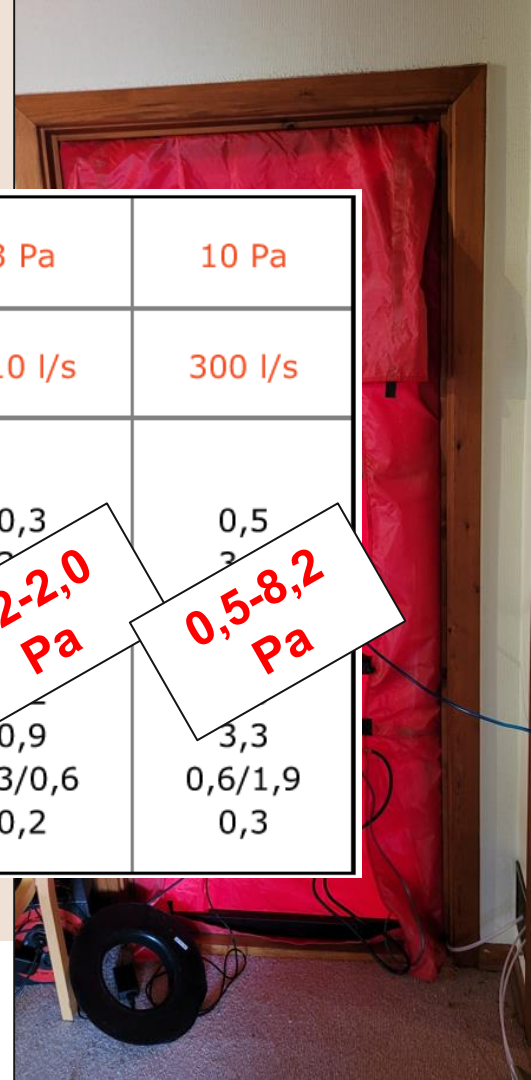
- Baseline – aktiv indgriben ved tryk og ventilation (blowerdoor)
- ΔP 3 Pa
- ΔP 5 Pa (ikke vist)
- ΔP 10 Pa

Undertryk blowerdoor	0 Pa	3 Pa	10 Pa
Ydelse blowerdoor	0 l/s	210 l/s	300 l/s
Trykdifference i målepunkter, Pa			
MP1008	0,0	0,3	0,5
MP1010			
MP1002			
MP1013			
MP1006			
MP1003	0,3	0,9	3,3
MP1007 (lukket/åben dør)	0,3/0,3	0,3/0,6	0,6/1,9
MP1014	0,1	0,2	0,3

0-0,9 Pa

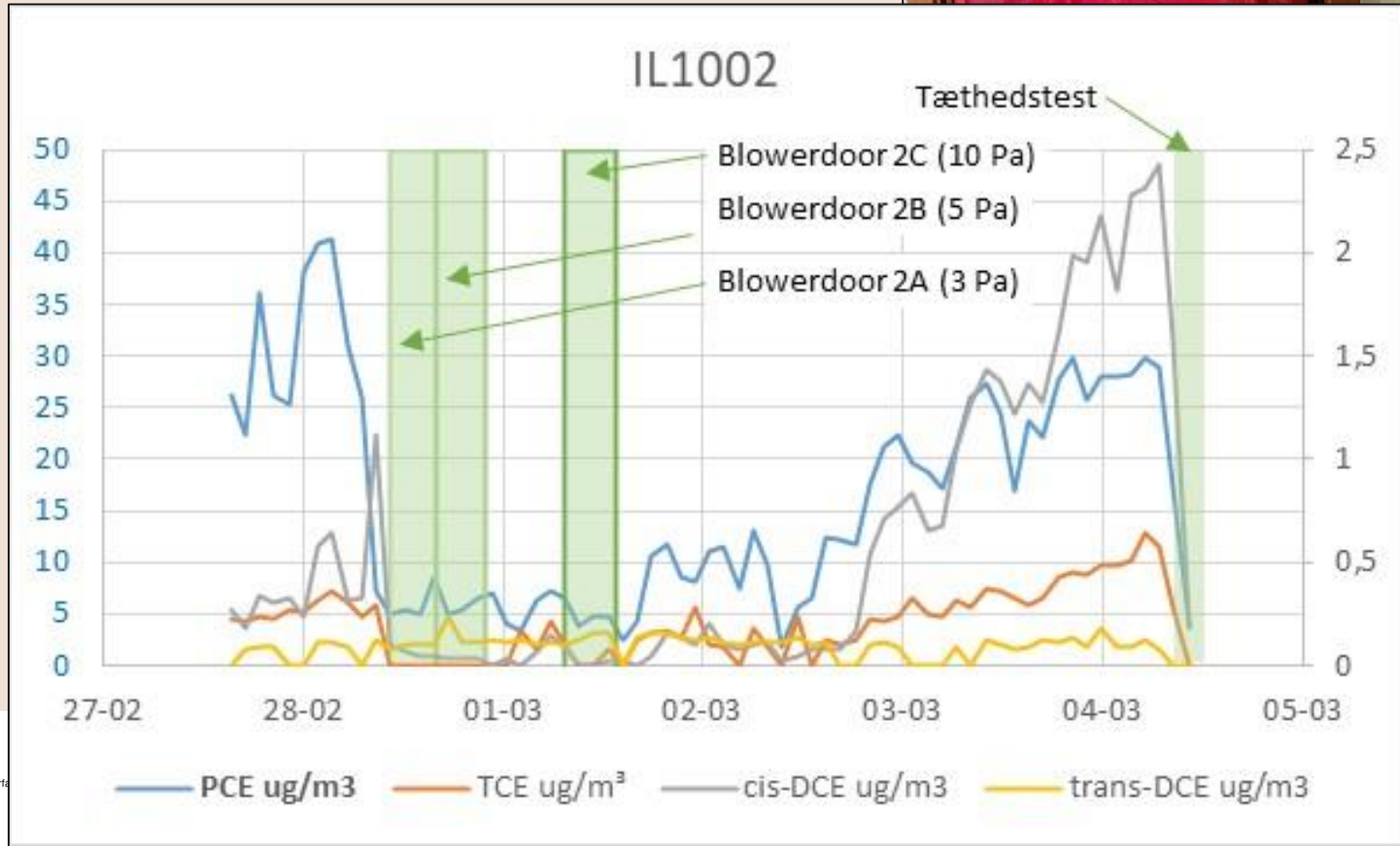
0,2-2,0 Pa

0,5-8,2 Pa



Udvalgte resultater

- Baseline – aktiv indgriben ved tryk og ventilation (blowerdoor)
- ΔP 3 Pa
- ΔP 5 Pa
- ΔP 10 Pa



Hva' kost'r'n?

- VaporSafe,
2 mand x 3 dage i DK
- 9 dages udstyrsleje
- Ekskl. COWI

- Opstartsydelse: Ca. 100.000 kr.
- Leje pr. dag: Ca. 18.500 kr.

Hva' kost

- VaporSafe, 2 mand x 3 dage i
- 9 dages udstyrsleje
- Ekskl. COWI
- Opstartsydelse: Ca. 1
- Leje pr. dag: Ca. 1

Post	Enhed	Antal	I alt, kr.
Mobilisering, kalibrering af GC, projekt oprettelse	Stk.	1	11.500
Rejseomkostninger, VaporSafe teknikere (2 stk.), transport af udstyr	Stk.	1	32.000
Overnatning, forplejning, VaporSafe teknikere (2 x 3 dage)	Dage	6	6.700
VaporSafe operatør, arbejdstimer i Danmark, opsætning og introduktion af udstyr (ekskl. nedpakning og returnering af udstyr)	Timer	24	25.000
VaporSafe assistent, arbejdstimer i Danmark, opsætning og introduktion af udstyr (ekskl. nedpakning og returnering af udstyr)	Timer	24	19.500
Oxygen, 5.0, trykflaske og reduktionsventil/manometer	Stk.	1	1.500
Prøvetagningsslange	m	500	1.800
Lokalt internetnetværk	Dage	9	1.200
Levering af differenstrykmålere, logning af data (2 stk.)	Dage	18	13.500
Indledende manuelle målinger (descrete sampling, ekskl. operatør)	Dage	1	13.500
Automatiserede monitoring (continuous sampling, ekskl. operator)	Dage	8	131.000
Lokal vejrstation, levering og opsætning og logning af data	Dage	9	5.000
Fragt, returnering af udstyr (Danmark-Belgien)	Stk.	1	2.500
Samlet			264.700

Læringer

- Hensyn til beboere og andre brugere – kan vi sende dem i sommerhus?
- Opsætning og drift af udstyret – det meste rimelig enkelt, enkelte dele kræve assistance
- Resultater af f.eks. indeluftpåvirkning hvert 10. minut
 - Tidsserier over flere døgn, mønstre: Stærkt værktøj!
 - Indsnævring af områder for særlig påvirkning/spredningsveje
- Hurtigt resultat overblik i dashboard
- Dynamisk undersøgelsestilgang – kan vi nå (eller gennemskue) at tilpasse undersøgelsesstrategien undervejs?
- Lille eller god værdi for pengene – f.eks. sammenlignet med flere års ”traditionelle” undersøgelser?

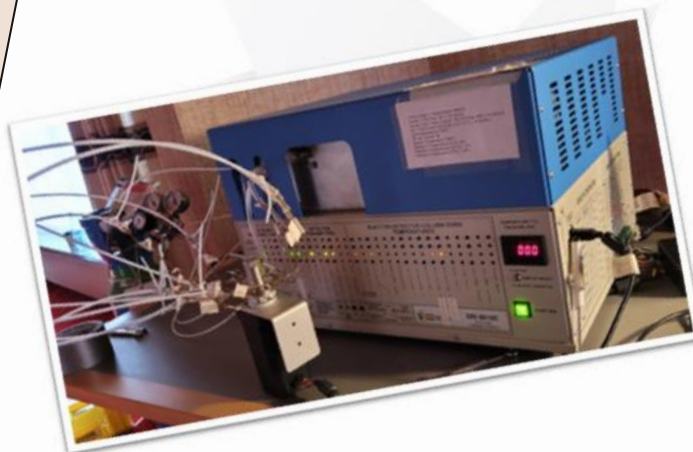
Læs mere i...

- Rapport på Region Midtjyllands Testhus side:

[https://www.rm.dk/regional-udvikling/
klima-ressourcer-og-baredygtig-udvikling/
jordforurening/testhus-i-roslev/](https://www.rm.dk/regional-udvikling/klima-ressourcer-og-baredygtig-udvikling/jordforurening/testhus-i-roslev/)

Den er llllige på trapperne...

MARTS 2023
REGION MIDTJYLLAND, REGIONAL UDVIKLING, KONTORET FOR JORDFORURENING
AFPRØVNING AF
MÅLEUDSTYR TIL
AUTOMATISEREDE
LUFTMÅLINGER,
VAPORSAFE
RAPPORT



Tak for opmærksomheden

Bjarke Hoffmark

bjne@cowi.com

+45 5640 4968

