

DANSK MILJØRÅDGIVNING A/S  
... din rådgiver gør en forskel

## Kildeopsporing af vinylchlorid samt løsning af indeluftproblem ved et tidligere renseri

Flemming Hauge Andersen, Per Loll og  
Martin Flyhn, **DMR**

Lotte Kjær Nielsen, Jannick Kolbjørn  
Jensen, Mads Georg Møller og  
Helle Møller Jensen,  
**Region Hovedstaden**



[www.dmr.dk](http://www.dmr.dk)

ATV Vintermøde 5. marts 2024



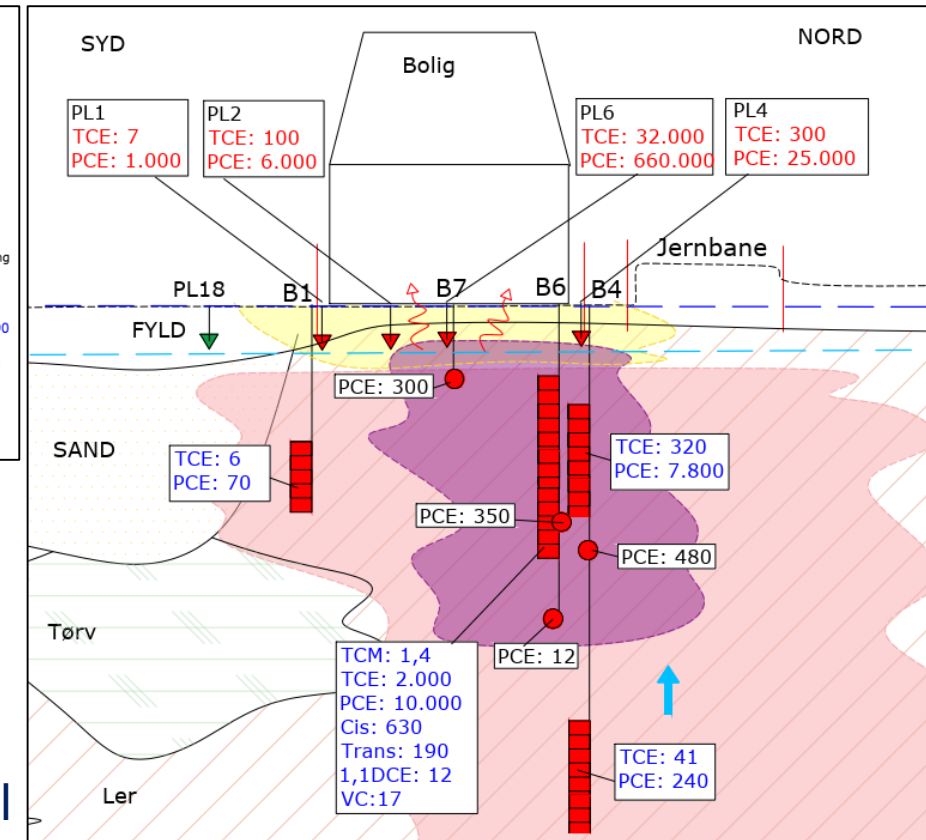
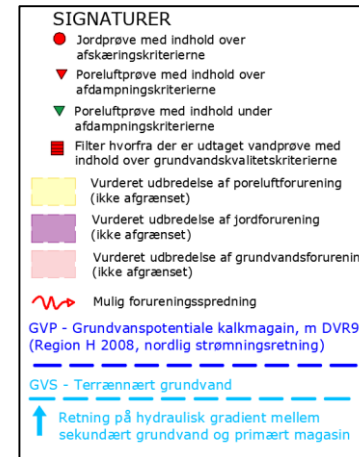
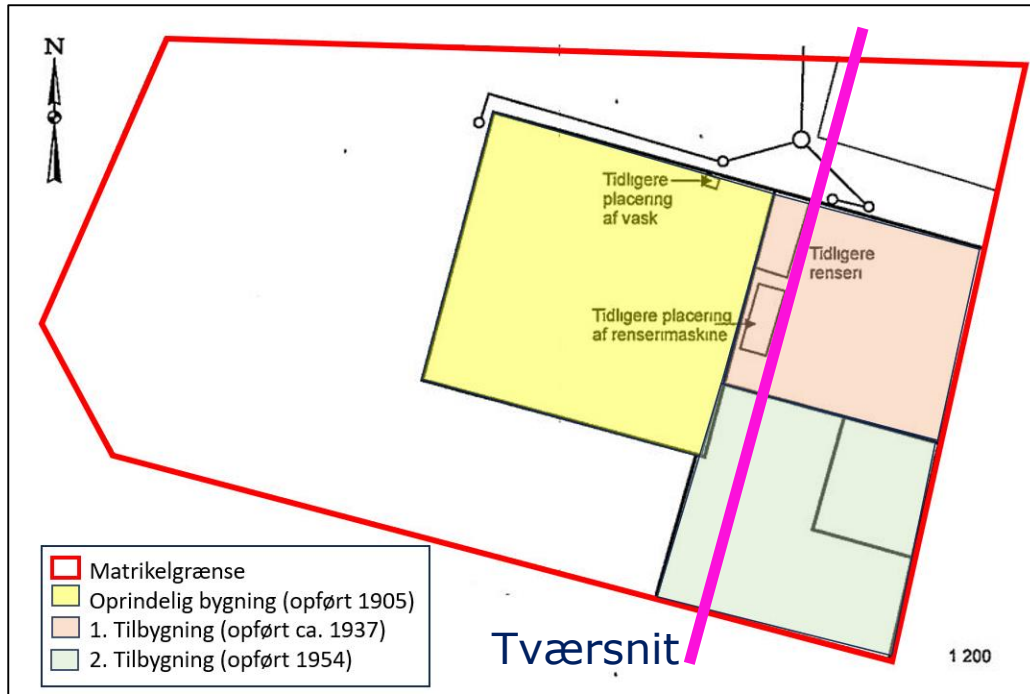
# Situation

- Tidligere renseri og vaskeri (1955-1998).
- Forureningsundersøgelser (1996-1998).
  - Påvist forurening med chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i jord, grundvand, poreluft og indeluft.
- Frivillig afværgeforanstaltning - sikre indeluften i boligen i 2004.
- Ejendommen ligger i OSD og indenfor indvindingsopland, hvorfor Region Hovedstaden påbegynder en videregående grundvandsundersøgelse på ejendommen i 2021.
  - Der undersøges desuden for vinylchlorid (VC) i indeluften i boligen.

## Grundvandsundersøgelse



# Resultater fra de indledende undersøgelser



- **Jord:** PCE 480 mg/kg TS
- **Grundvand:** PCE 10.000 µg/l, TCE 2.000 µg/l, VC 17 µg/l
- **Poreluft:** PCE 660.000 µg/m<sup>3</sup>, TCE 32.000 µg/m<sup>3</sup>
- Sparsomme oplysninger om VC
- En analyse med VC - vandprøven fra B6

Primære forureningskomponenter

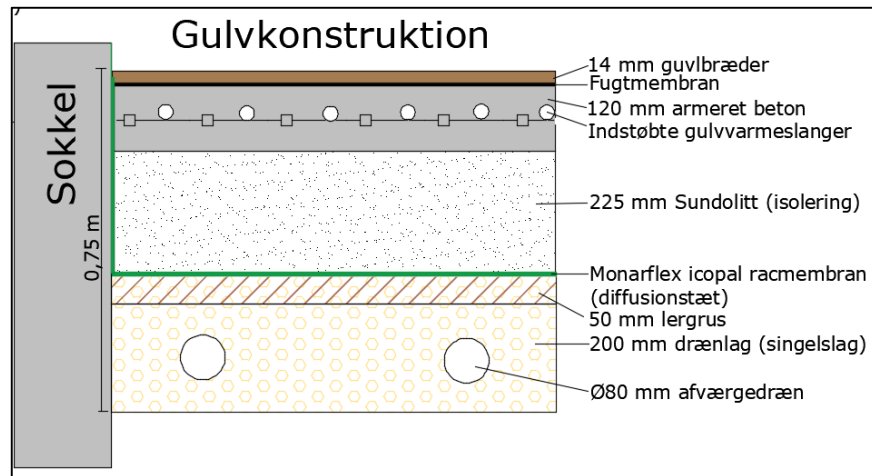
TCE og PCE



Ingen tegn på en kraftig forurening med VC

# Udfordringer for undersøgelsen

- I 2004 totalrenoveres ejendommen.
  - Nye kloakker og afværgedræn
  - Ny gulvkonstruktion



- Ingen poreluft gennem gulv pga. membran.

Afslutning på dræn -> ingen indtag eller afkast

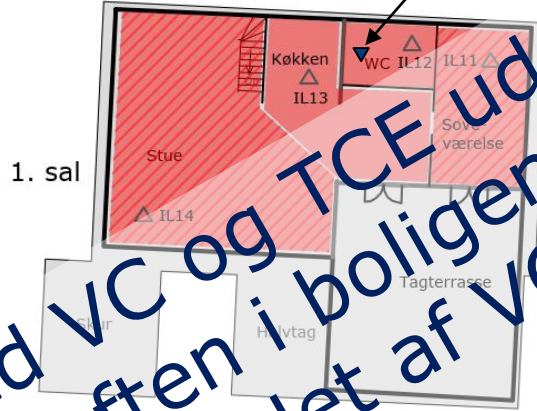
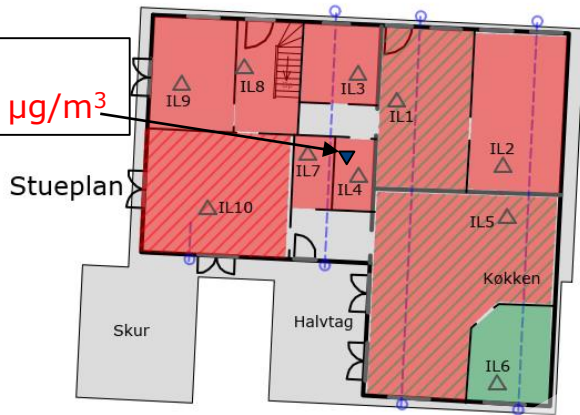


# Forureningssituation – indeluft og faldstammer

1. runde: Indhold af TCE og VC i indeluften (periode 18 januar 2022 til 1. februar 2022)

LS1:  
VC: <0,4 µg/m<sup>3</sup>

LS2:  
VC: <0,4 µg/m<sup>3</sup>



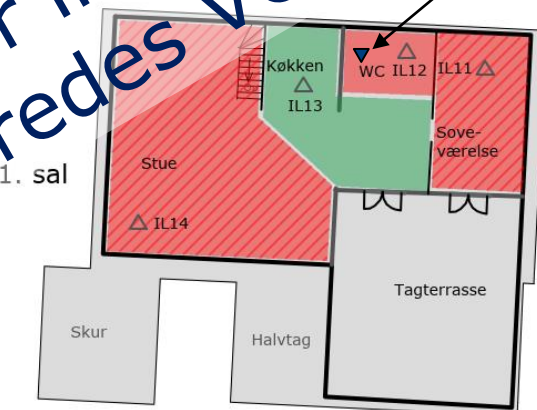
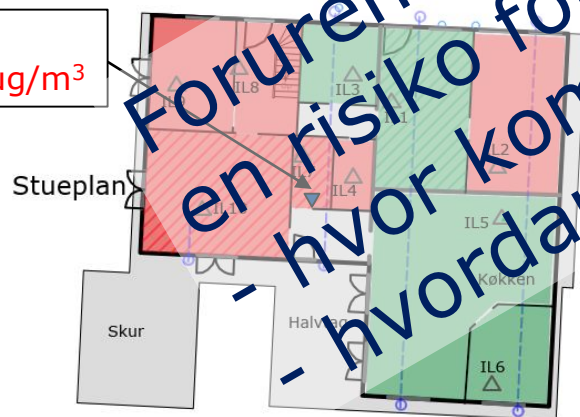
Punkt	TCE (µg/m <sup>3</sup> )
IL1	1,2
IL2	2,0
IL3	1,8
IL4	2,4
IL5	1,2
IL6	0,22
IL7	3,5
IL8	1,8
IL9	1,7
IL10	1,1
IL11	2,1
IL12	2,1
IL13	2,3
IL14	1,3

1. Runde		
Punkt	Beacon VC (µg/m <sup>3</sup> )	Canister VC (µg/m <sup>3</sup> )
IL1	<0,0386	<0,025
IL5	<0,0386	<0,025
IL10	0,087	0,058
IL11	0,0486	0,054
IL14	0,0463	0,046

2. runde: Indhold af TCE og VC i indeluften (periode 8 marts 2022 til 22 marts 2022)

LS3:  
VC: 18 µg/m<sup>3</sup>

LS2:  
VC: 26 µg/m<sup>3</sup>



Punkt	TCE (µg/m <sup>3</sup> )
IL1	0,88
IL2	1,1
IL3	0,41
IL4	4,4
IL5	0,94
IL6	<0,21
IL7	6,9
IL8	1,5
IL9	1,8
IL10	1,4
IL11	1,9
IL12	1,8
IL13	1,0
IL14	1,4

2. Runde		
Punkt	Beacon VC (µg/m <sup>3</sup> )	Canister VC (µg/m <sup>3</sup> )
IL1	<0,0386	0,03
IL7	0,422	0,82
IL10	0,148	0,11
IL11	0,0702	0,052
IL14	0,0725	0,061

Forureningen med VC og TCE udgør en risiko for indeluften i boligen - hvordan spredes VC

**Analyseresultater**

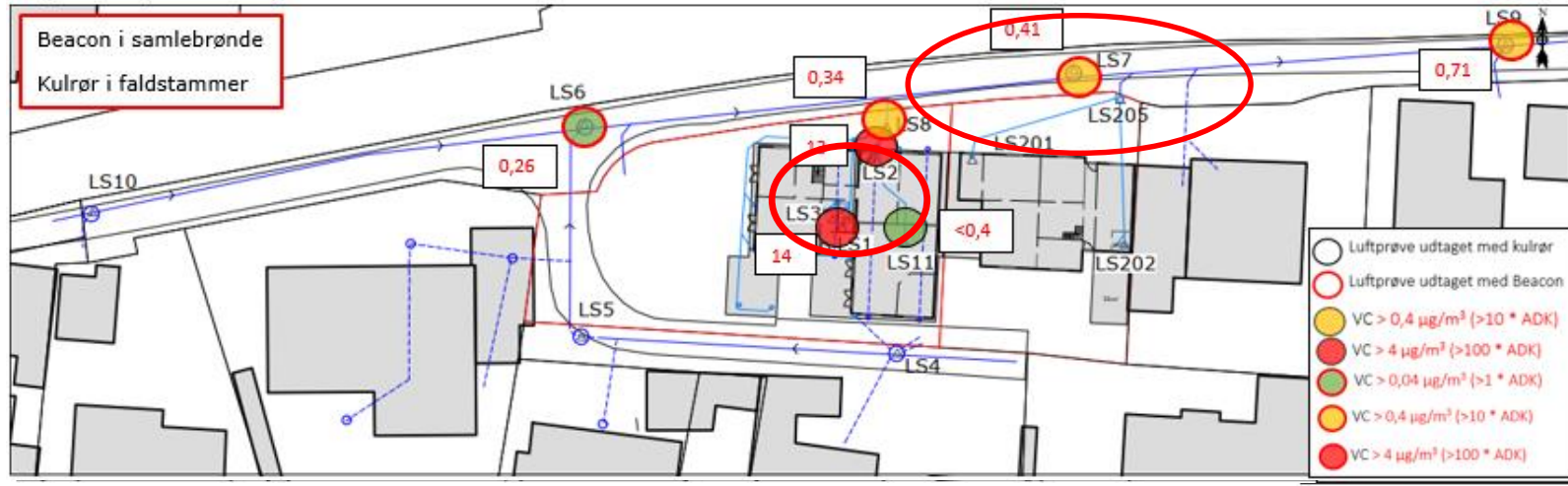
- Grøn baggrund: TCE < under ADK (ORSA)
- Rød baggrund: TCE > over ADK (ORSA)
- Grønne striber: VC < under ADK (Canister/Beacon)
- Røde striber: VC > over ADK (Canister/Beacon)

ADK: Afdampningskriterium

# Resultater: VC i kloakker



Vinylchlorid (24-01-2024) – Aktiv ventilation

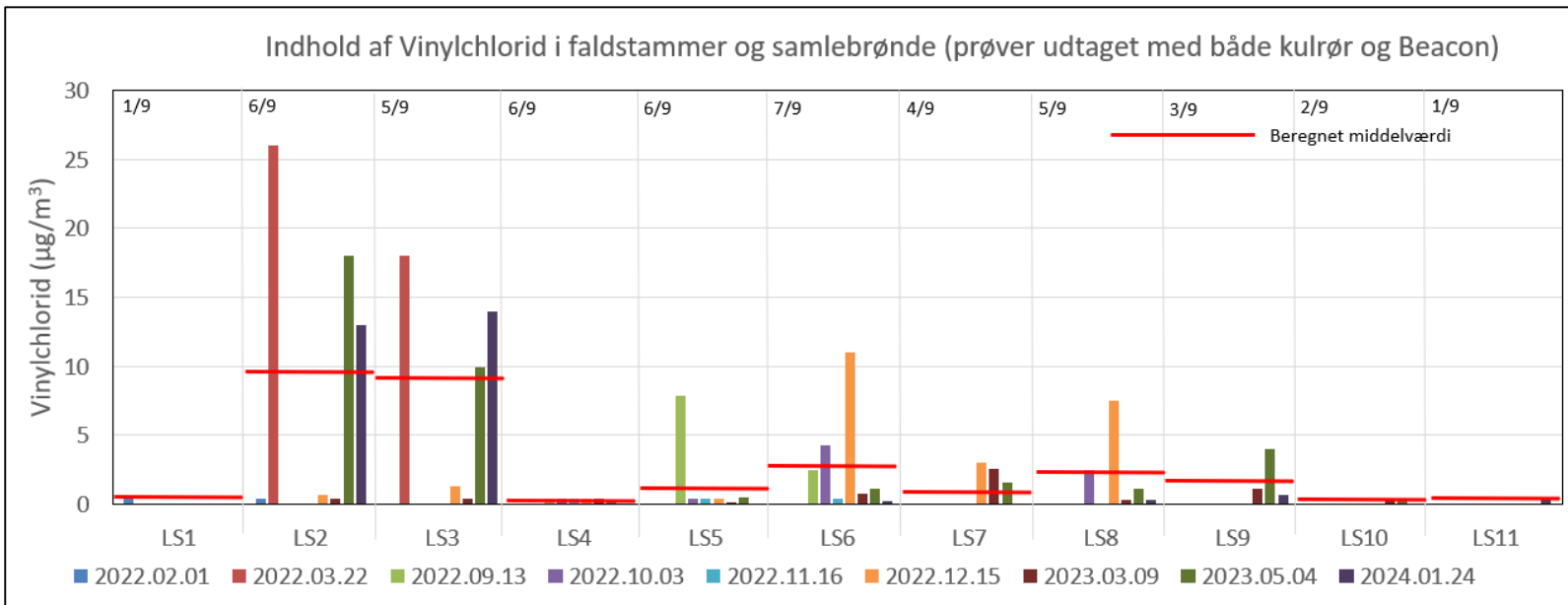


## Udfordringer ved tolkning af resultater

- Store tidslige variationer
- Store rumlige variationer
- Hvert punkt er ikke udtaget hver gang
- Forskellige undersøgelsesmetoder (Kulrør og Beacon)

## Vurderinger

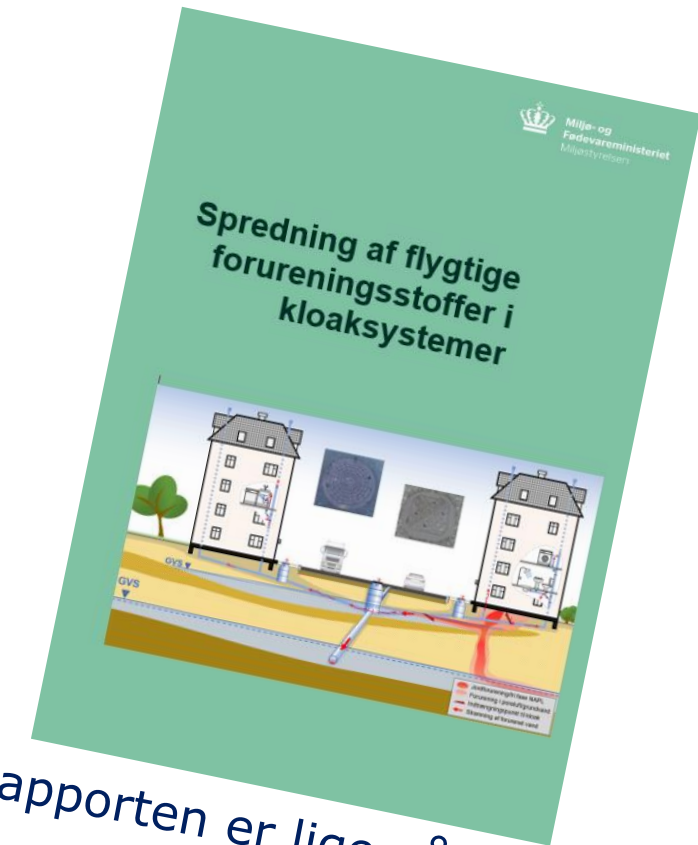
- Målinger med Beacon -> Bedre overblik (16-21 dages gennemsnitsmålinger)



- De højeste indhold er påvist under bolig
- Vores første vurdering har været at VC dannes under bolig
  - > ingen poreluft til at bekræfte det
- Resultater fra den offentlige kloak
  - > VC kan måske også trænge ind i den offentlige kloak i vejareal?

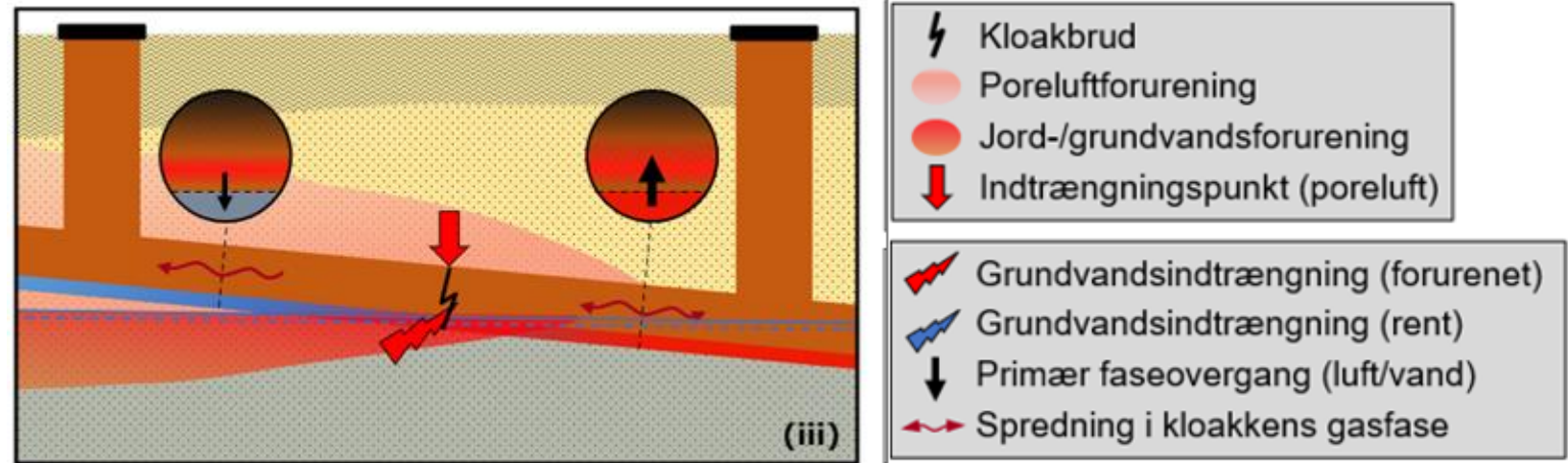
# Spredning af forureningsstoffer i kloaksystemer

- Miljøprojekt imellem Region Midtjylland og Region Sjælland i samarbejde med DMR



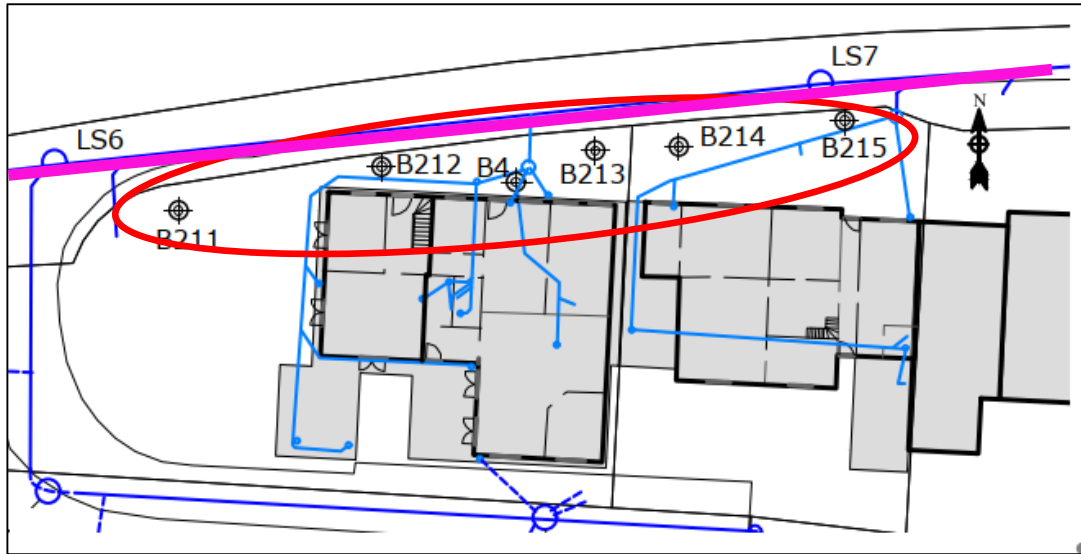
Rapporten er lige på trapperne

- Belyse processer omkring transport og spredning af flygtige stoffer i kloaksystemer



- Den største influks af masser sker i væske-/vandfasen

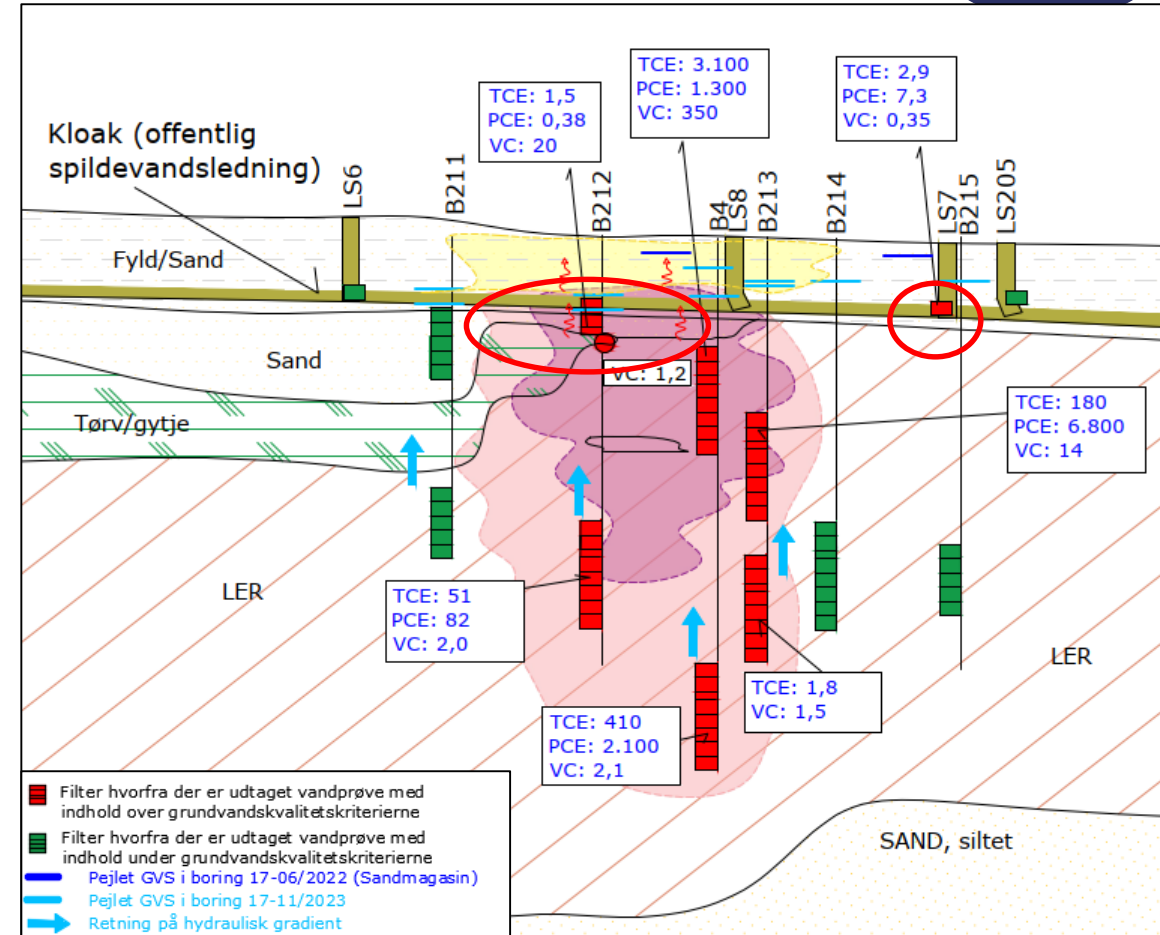
# Kan terrænnært grundvand trænge ind i kloak?



Fra tidligere undersøgelser

- Terrænnært grundvand
- Opadrettet gradient

Der etableres filtersatte boringer



- ✓ Ja – Grundvand kan muligvis godt trænge ind i kloakkerne
- ✓ Ja – Forurening kan muligvis godt trænge ind i kloakkerne (VC i vand fra B212)
- ✓ Ja – Der er påvist VC i en vandprøve udtaget i kloakken ved samlebrønd LS7

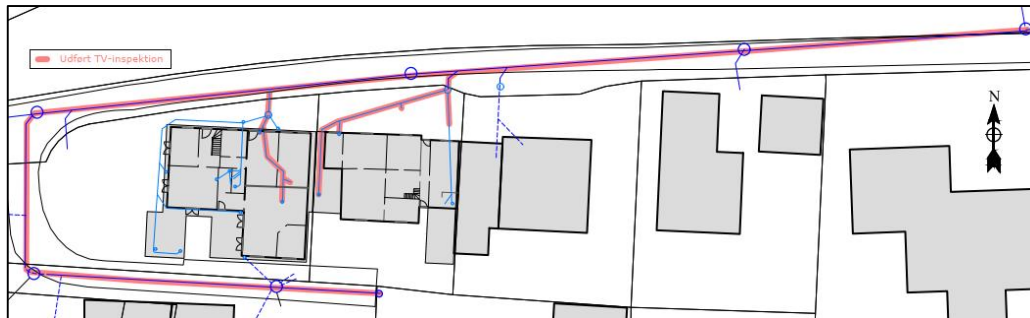


# TV-inspektion og sniffermetode (ppbRAE)

- TV-inspektion med fokus på indtrængning af grundvand til kloak
- Sniffermetoden med fokus på indtrængning af poreluft til kloak

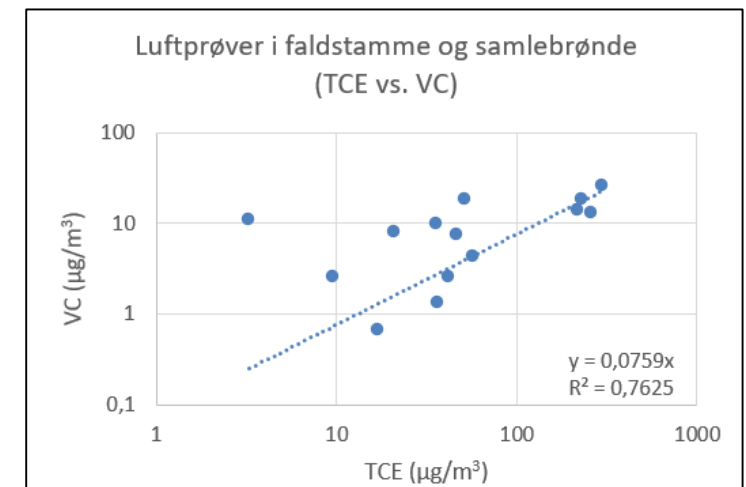


## TV-inspektion

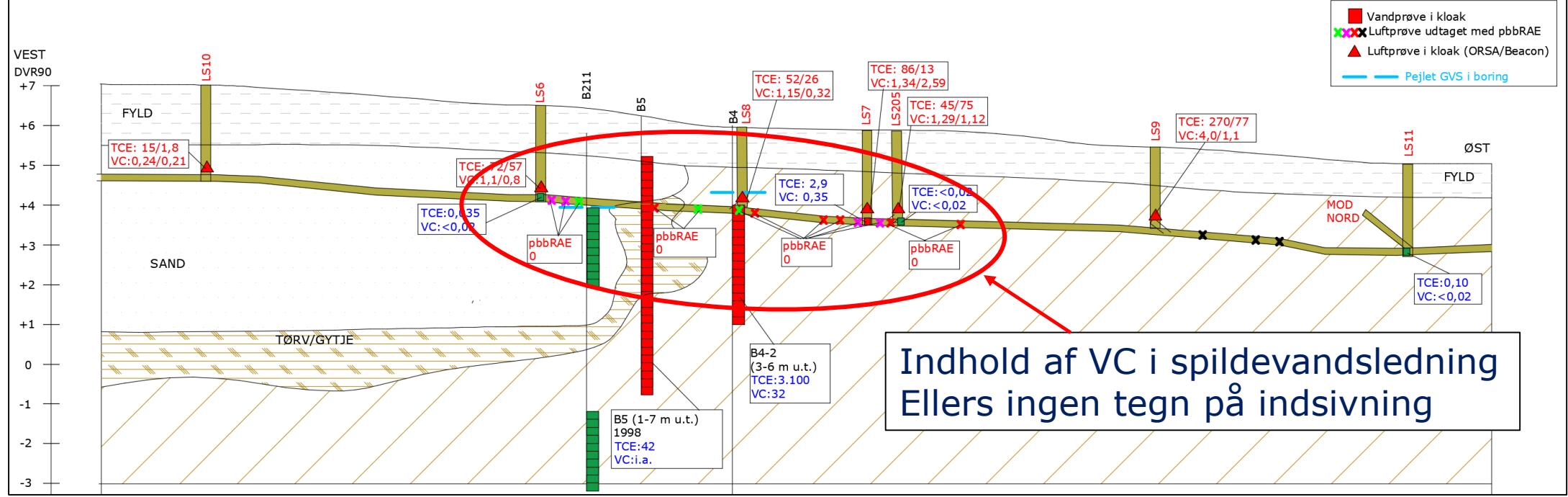
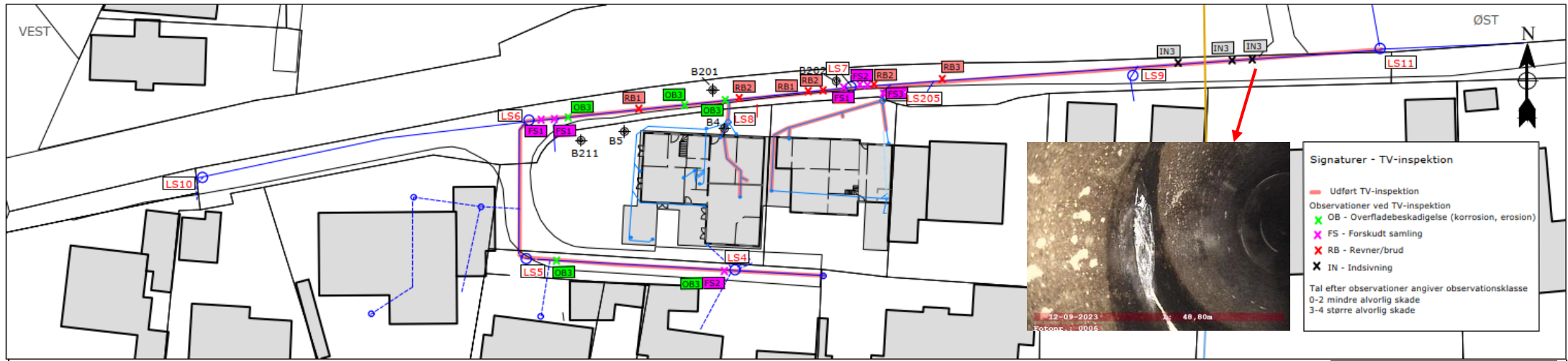


## Sniffermetoden

- Målinger med ppbRAE ved forskydninger/revner i kloak
- En ppbRAE med 10,6 eV lampe har en høj korrektionsfaktor (CF) for VC, hvilket betyder, at ppbRAE lampen har et lille udslag på VC
- Luftprøver fra faldstammer og samlebrønde viser en god sammenhæng mellem TCE og VC
- TCE giver udslag på en ppbRAE
- > ppbRAE kan benyttes til vurdering af indtrængning til kloak.



# Resultater - TV-inspektion og sniffermetode

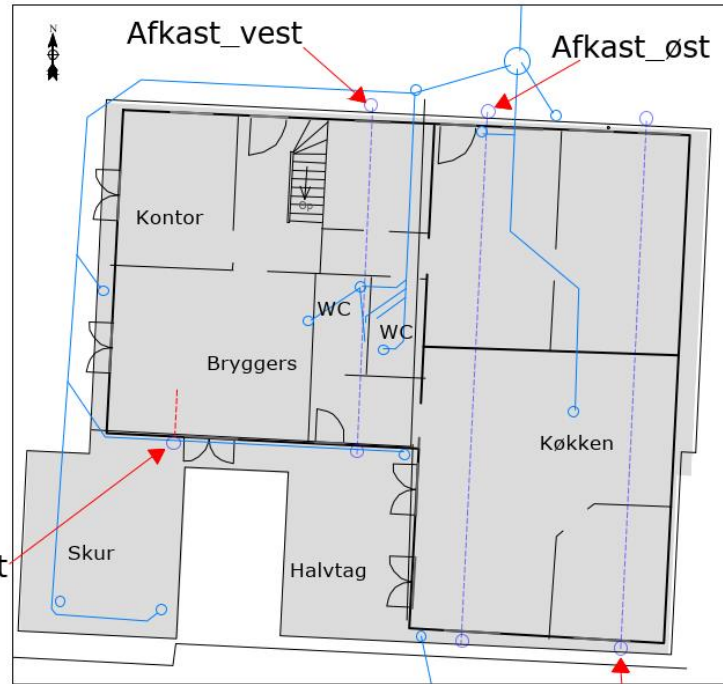


# Passiv ventilation - Etablering

- En del af undersøgelse har været at teste en passiv ventilationsløsning -> måske kan det hjælpe med kildeopsporingen af VC



Svanehals\_vest



Afkast\_øst

Afkast\_vest



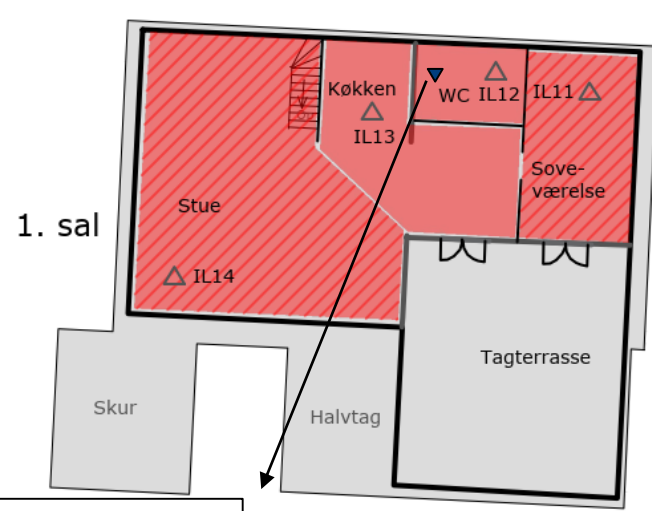
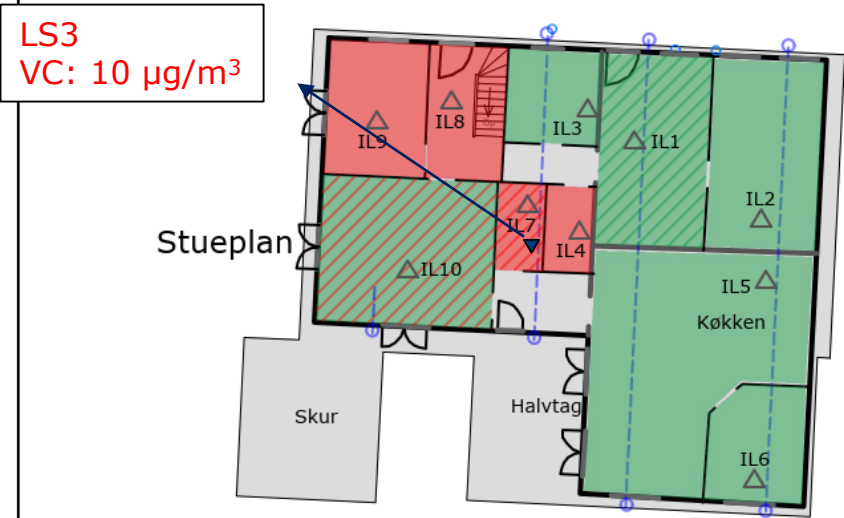
Svanehals\_vest



Svanehals\_øst

# Passiv ventilation - Resultater

3. runde: Indhold af TCE og VC i indeluften (periode 18 april 2023 til 4. maj 2023) - Afslutning af passiv ventilationstest



Punkt	TCE (µg/m³)
IL1	0,54
IL2	0,48
IL3	0,35
IL4	1,6
IL5	0,32
IL6	<0,18
IL7	2,3
IL8	1,5
IL9	1,2
IL10	0,88
IL11	1,5
IL12	1,2
IL13	1,6
IL14	1,2

3. Runde		
	Beacon	Canister
Punkt	VC (µg/m³)	VC (µg/m³)
IL1	<0,0385	<0,025
IL7	0,225	0,26
IL10	0,173	0,069
IL11	0,0708	0,023
IL14	0,0747	0,032

**Analyseresultater**

- Grøn baggrund: TCE < under ADK (ORSA)
- Rød baggrund: TCE > over ADK (ORSA)
- Grønne striber: VC < under ADK (Canister/Beacon)
- Røde striber: VC > over ADK (Canister/Beacon)

ADK: Afdampningskriterium

Rumlig middelværdi af TCE (stueplan og 1. sal)

	Stueplan TV (IL8-IL10)	Stueplan TH (IL1-IL7)	1. sal (IL11-IL14)
Før ventilationstest			
Feb. 2022	1,5	1,8	2
Mar. 2022	1,6	2,1	1,5
Ved afslutning af ventilationstest			
Apr./maj 2023	1,2	0,8	1,4

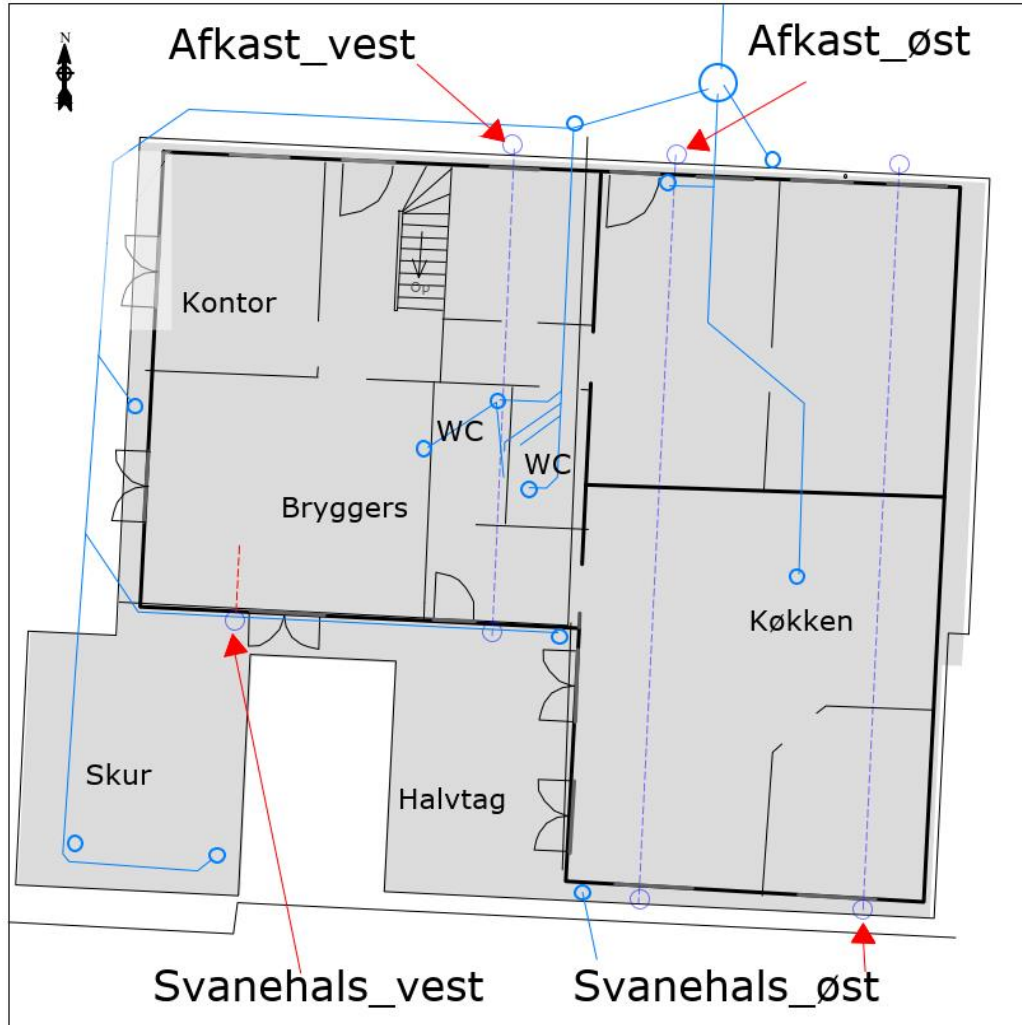
Tidslig variation af vinylchlorid i indeluften

	Metode	Stueplan TV (IL10)	Stueplan TH (IL1, IL5, IL7)	1. sal (IL11, IL14)
Før ventilationstest				
Feb. 2022	Beacon	0,087	<0,0386 <0,0386 i.a.	0,225 0,0463
	Canister	0,058	<0,025 <0,025 i.a.	0,054 0,046
Mar. 2022	Beacon	0,148	<0,0386 i.a. 0,422	0,0702 0,0725
	Canister	0,11	0,03 i.a. 0,82	0,052 0,061
Ved afslutning af ventilationstest				
Apr./maj 2023	Beacon	0,173	<0,0386 i.a. 0,225	0,0708 0,0747
	Canister	0,069	<0,025 i.a. 0,26	0,023 0,032

## Passiv ventilation kan ikke:

- Løse indeluftproblemet
- Fjerne indhold i kloakkerne

# Aktiv ventilation (undertryksløsning) - Etablering

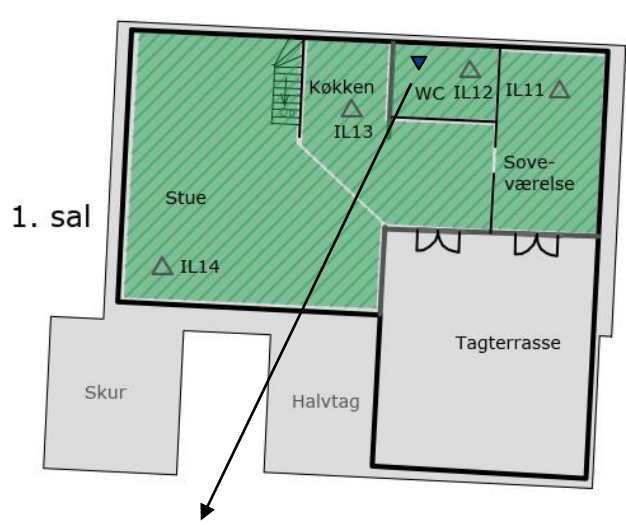
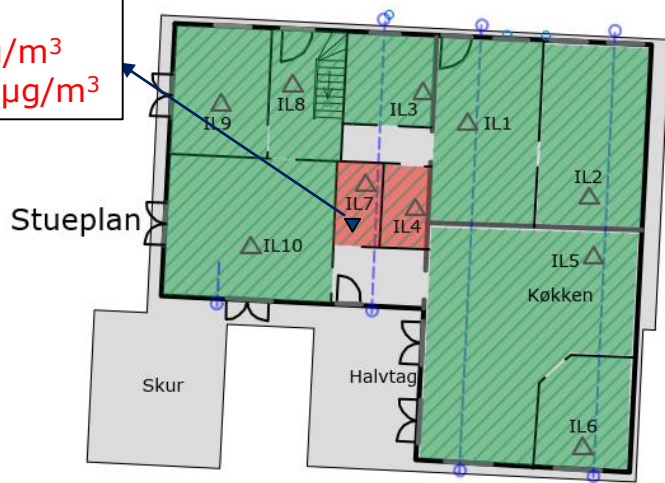


Under testen var svanehalsene lukkede

# Aktiv ventilation (undertryksløsning) - Resultater

Indhold af TCE og VC i indeluften (periode 8. januar 2024 til 29. januar 2024) - Afslutning af aktiv ventilationstest (undertryksløsning)

LS3  
VC: 14 µg/m<sup>3</sup>  
TCE: 220 µg/m<sup>3</sup>



LS2  
VC: 13 µg/m<sup>3</sup>  
TCE: 260 µg/m<sup>3</sup>

Punkt	TCE (µg/m <sup>3</sup> )	VC (µg/m <sup>3</sup> )
IL1	<0,14	<0,0293
IL2	0,14	<0,0293
IL3	<0,14	<0,0293
IL4	1,6	<0,0293
IL5	<0,14	<0,0293
IL6	<0,14	<0,0293
IL7	2,7	<0,0293
IL8	0,2	<0,0293
IL9	0,18	<0,0293
IL10	0,33	<0,0293
IL11	0,16	<0,0293
IL12	0,2	<0,0293
IL13	0,21	<0,0293
IL14	0,16	<0,0293

Rumlig middelværdi af TCE (stueplan og 1. sal)

	Stueplan TV (IL8-IL10)	Stueplan TH (IL1-IL7)	1. sal (IL11-IL14)
Feb. 2022	1,5	1,8	2
Mar. 2022	1,6	2,1	1,5
Ved afslutning af aktiv ventilationstest			
Jan. 2024	0,24	0,71	0,18

Resultat: Aktiv ventilation (undertryk) kan løse indeluftproblemet i boligen

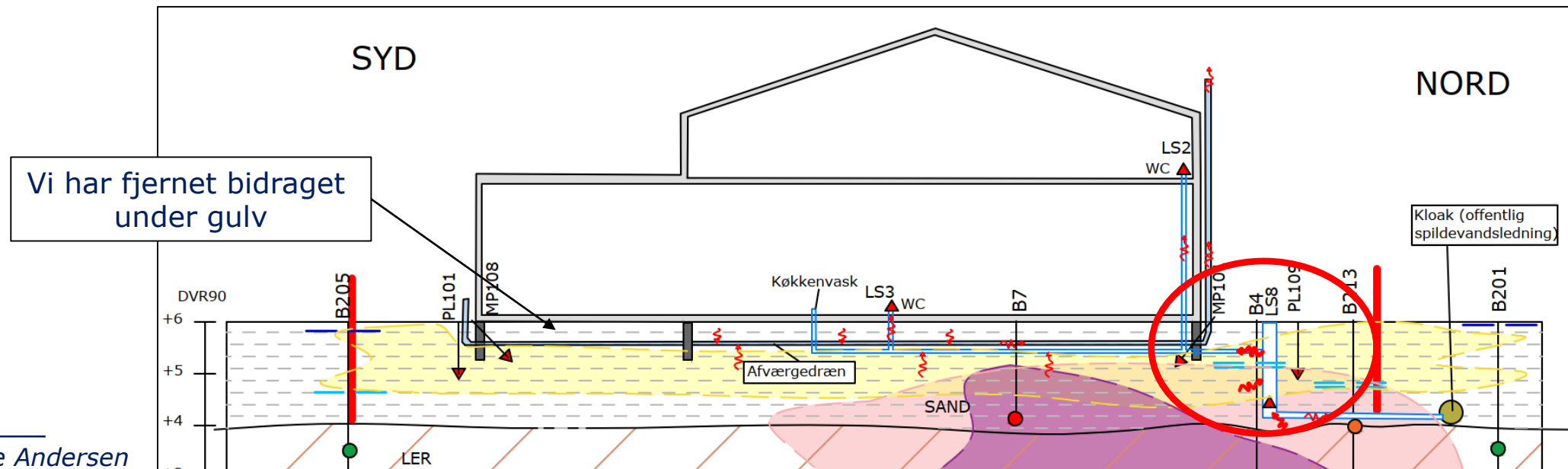
Analyseresultater

- Grøn baggrund: TCE < under ADK (ORSA)
- Rød baggrund: TCE > over ADK (ORSA)
- Grønne striber: VC < under ADK (Beacon)

ADK: Afdampningskriterium

# Sammenfatning

- En aktiv ventilationsløsning (undertryksløsning) kan løse problemet.
- Det har været muligt at få reduceret indholdet af TCE og VC i indeluften.
- Stadigvæk høje indhold af VC og TCE i kloakkerne, hvilket tyder på at kloakkerne under gulv er tætte.
- Indtrængning af forurening til kloakkerne vurderes primært at komme fra utætheder i samlebrønden nord for bygningen.
- En mere robust løsning kan opnås ved at etablere en ventilation i samlebrønden på den nordlige side af bygningen, således indholdene af VC og TCE i kloakken kan reduceres.



# Tak for opmærksomheden