



midt
regionmidtjylland

Spredning af flygtige forureningsstoffer i kloakker

Hvad er de styrende processer?

Kaspar Rüegg, Per Loll og Susanne Pedersen



www.regionmidtjylland.dk

Indhold

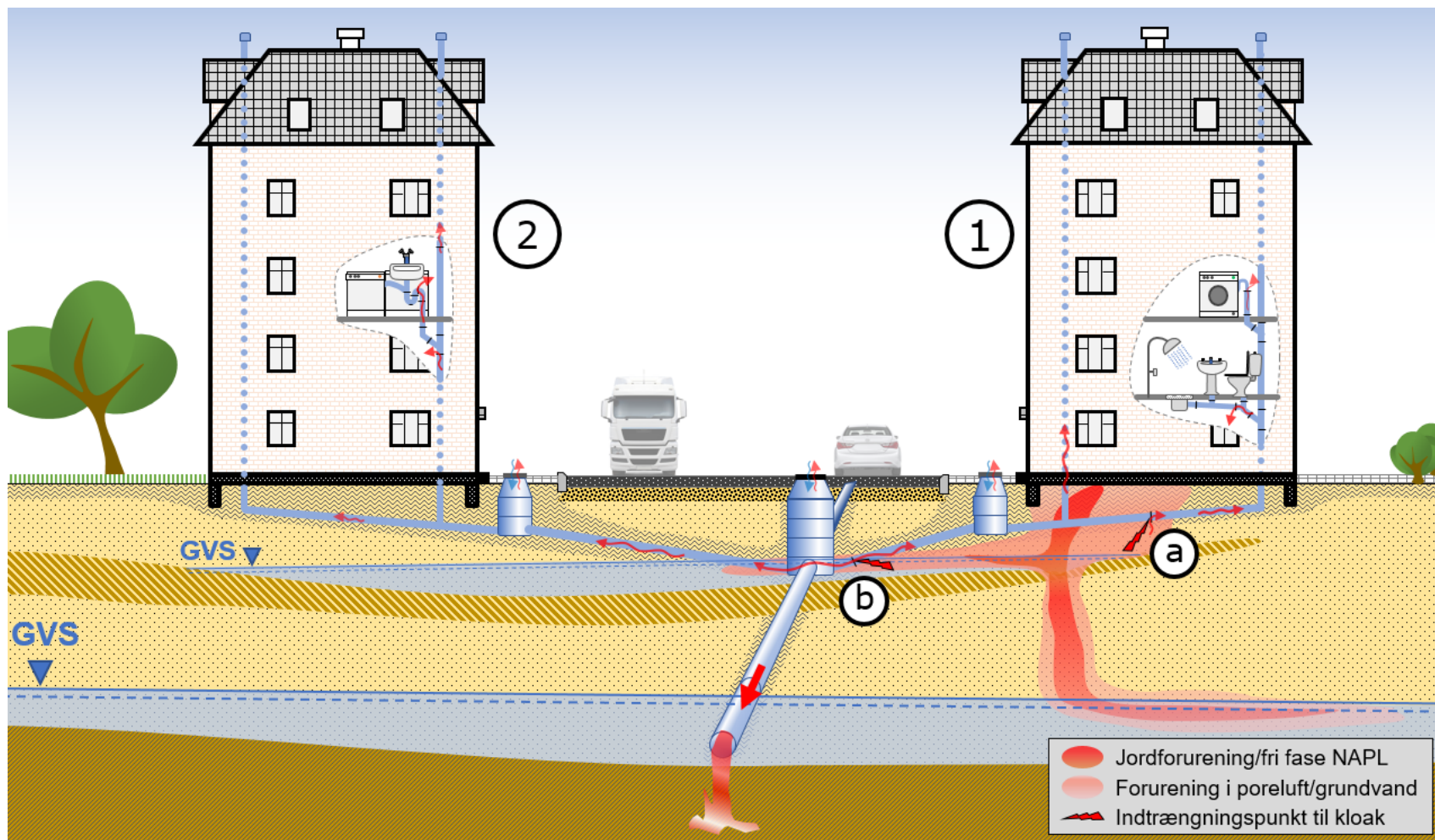
- Introduktion
- Konceptuel forståelse
- Styrende processer
- Case lokaliteter
- Første resultater
- Konklusion

Projektet

- Finansieres af Miljøstyrelsens Teknologiuudviklingspulje, samt Region Sjælland og Region Midtjylland
- Udføres af Dansk Miljørådgivning A/S
- Følgegruppe bestående af Region Sjælland, Region Nordjylland, Region Syd og Region Midtjylland
- Projektperiode: 2017-2020

Spredning i kloak – ikke noget nyt

- Spredning gennem forurenset kloakvand (Skuldelev)
- Kloakker som spredningsvej til indeklima
- Indikationer om spredning "opstrøms"
- Stor variation i indhold



Processer

■ Diffusiv transport:

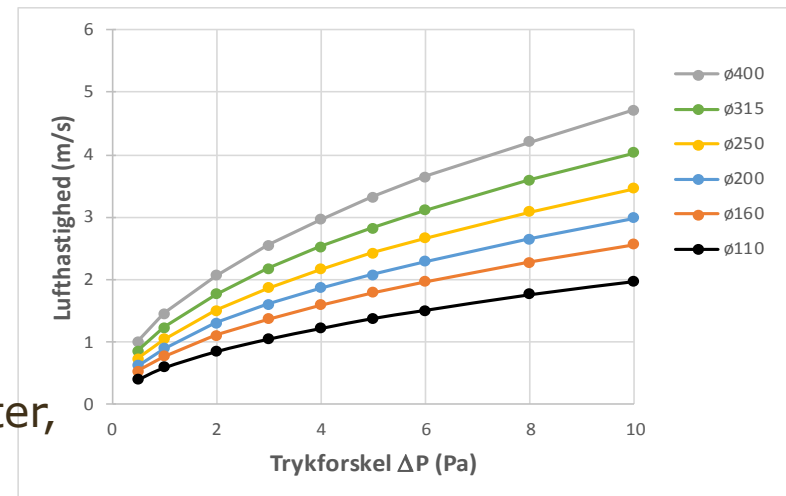
Diffusionshastigheden i gasfasen er omkring 4-5 størrelsesordner mindre end hastigheder ved konvektiv transport. Det samme gælder for transport i væskefasen, hvor diffusiv transport er 4 størrelsesordner mindre end den i gasfasen

■ Konvektiv transport:

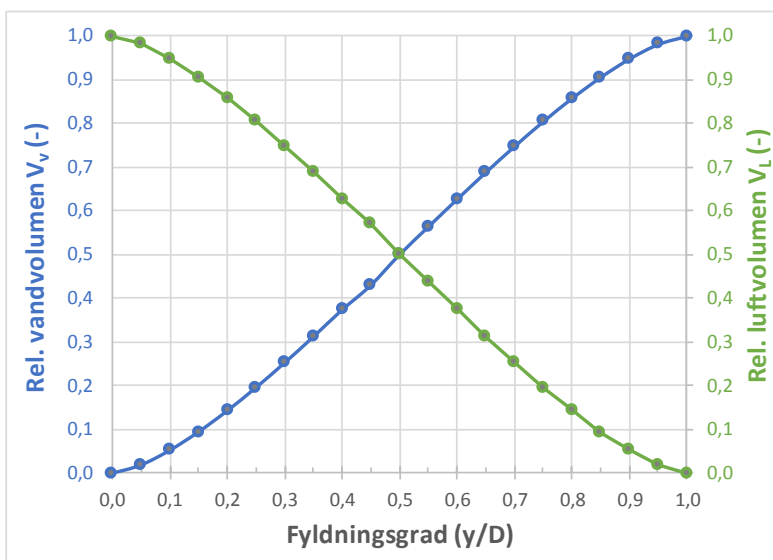
Væskefase: Afhænger af ledningsdiameter, fyldningsgrad, hældning og vandføring for et rør
Beregninger viser hastigheder i intervallet 0,2 – 0,8 m/s

Gasfase: Afhænger af ledningsdiameter, fyldningsgrad, trykforskel.
Beregninger viser hastigheder i intervallet 0,3 - 0,6 m/s

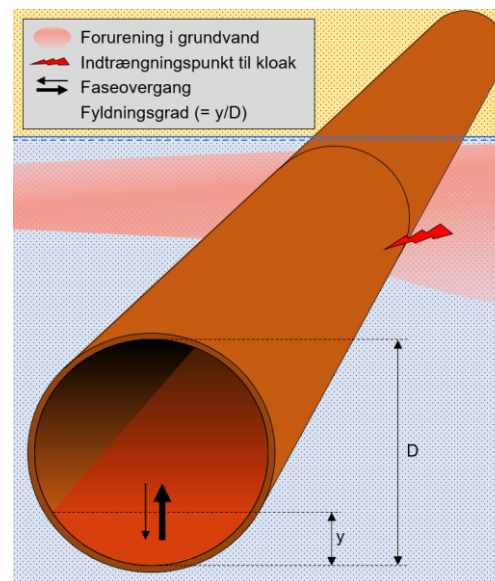
Drag: Beregninger viser hastigheder i gasfasen i intervallet 0,05-0,1 m/s



Fordeling mellem vand- og gasfasen



Volumenfordeling imellem vandfase og gasfase



Fasefordeling for PCE og TCE imellem vand- og gasfase ved fyldningsgrader (y/D) på hhv. 0,1 og 0,2 beregnes til, at mellem 70 og 94% af massen vil finde sig i gasfasen (JAGG/fugacitet)

Hvad skal der måles?

- Generelt: vejldata
- Vandfase:
 - GV-potentiale
 - GV-indhold
 - Kloak-indhold
 - Kloak-vandføring/fyldningsgrad
 - Kloak-vandhastighed/flow
- Gasfase:
 - Poreluftindhold
 - Differencetryk jord/kloak
 - Kloak-indhold
 - Trykforskel i kloak
 - Temperatur og rel. luftfugtighed i kloak
 - Kloak-lufthastighed/flow

Case lokaliteter:

- **Stationsvej 5, Videbæk (Region Midtjylland)**
- **Grøndahlsvej 7, Herning (Region Midtjylland)**
- Møllevangsvej 10, Hjern (Region Midtjylland)
- Tujavej 11, Køge (Region Sjælland)



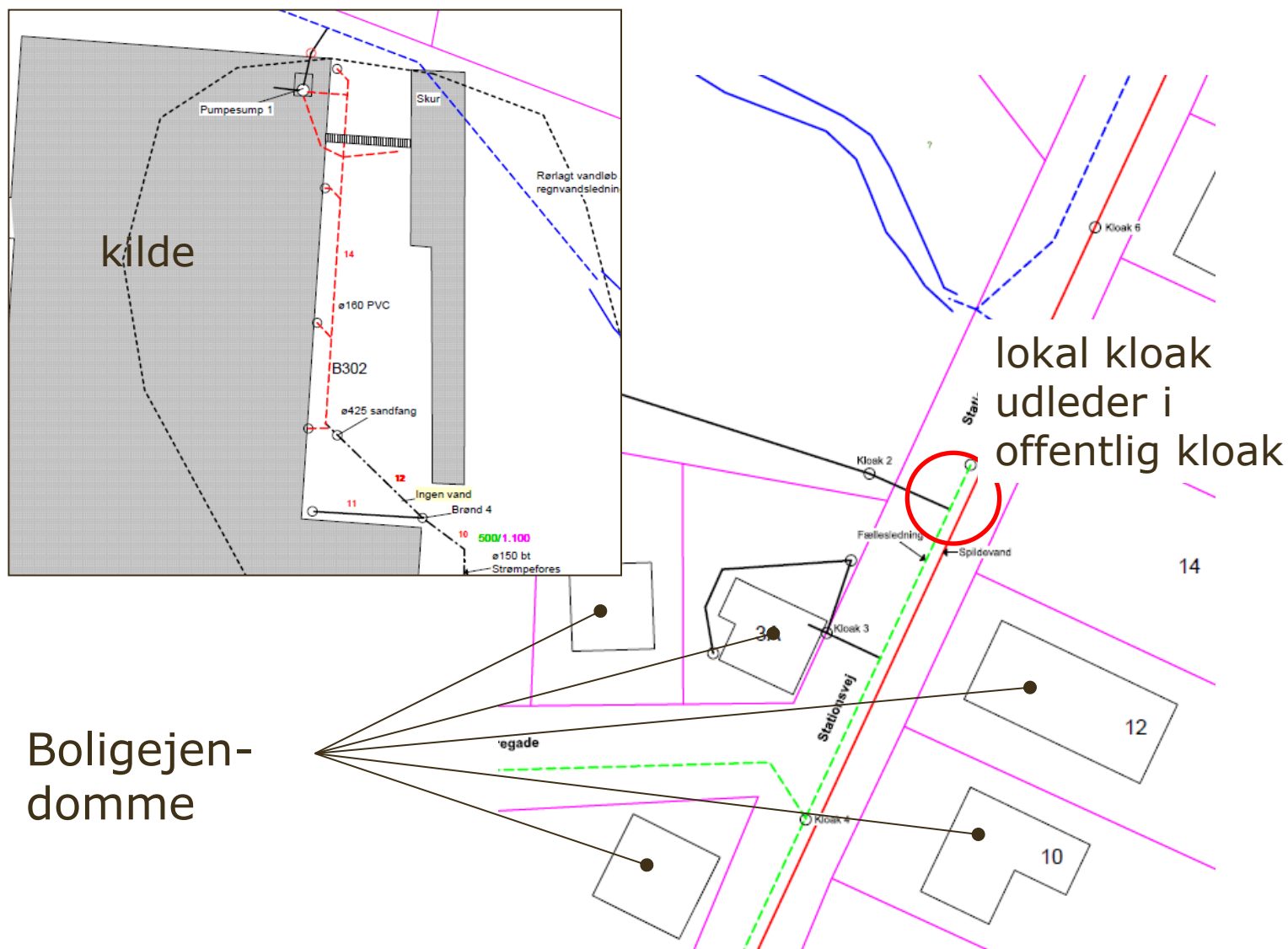
Case 1: Stationsvej 5 - kilde

Regnvandskloak fungerer som dræn



- Højtalerfabrik fra 1945
- Trikar – hotspot på ca. 50 m² og 300 kg TCE
- Terrænnært grundvandsspejl ca. 0,4 m u.t.

Lokal kloak fungerer som dræn

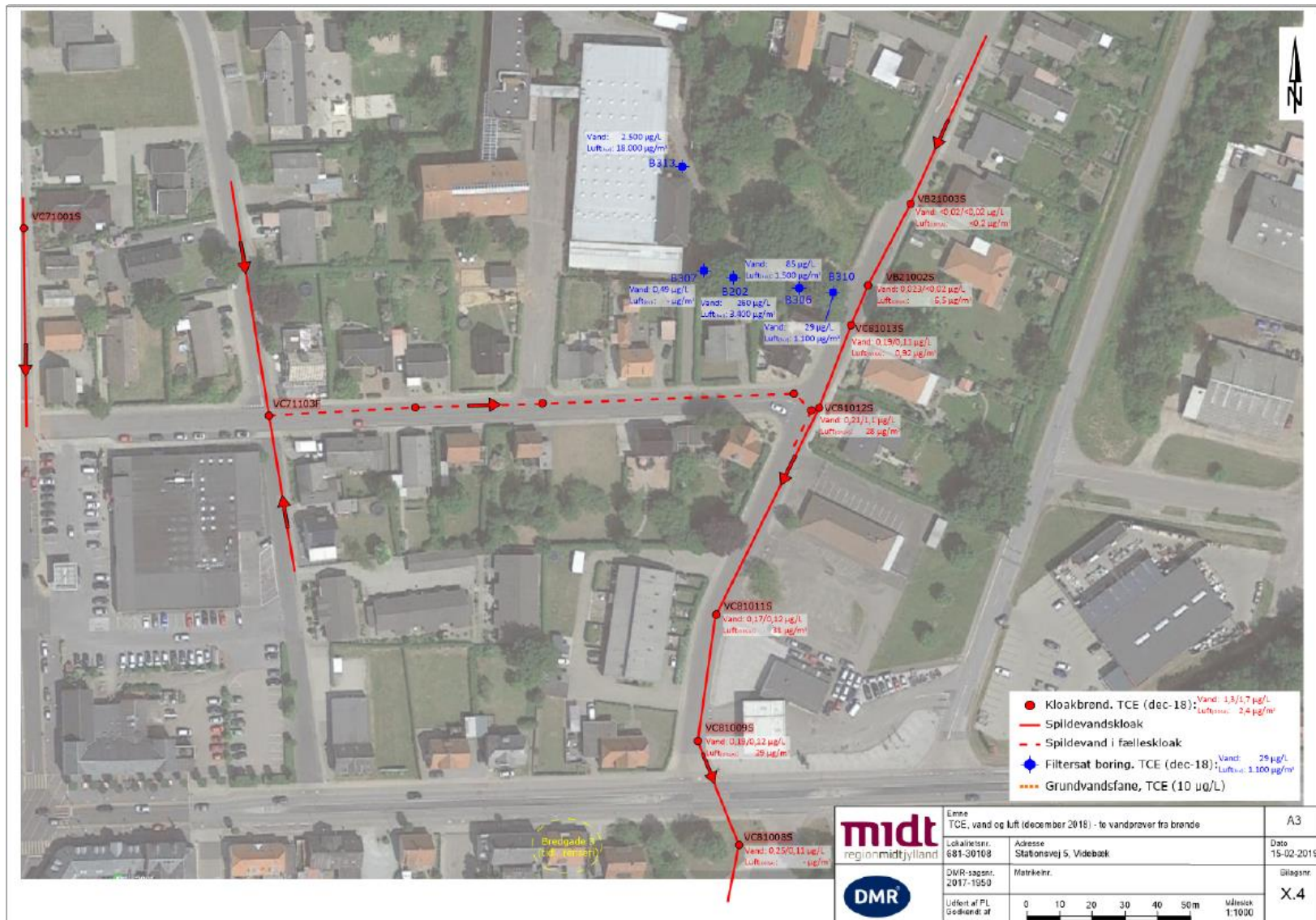


Boligejen-
domme

2017: Måling af TCE i kloak mellem kildelokalitet og modtagerlokalitet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Transport

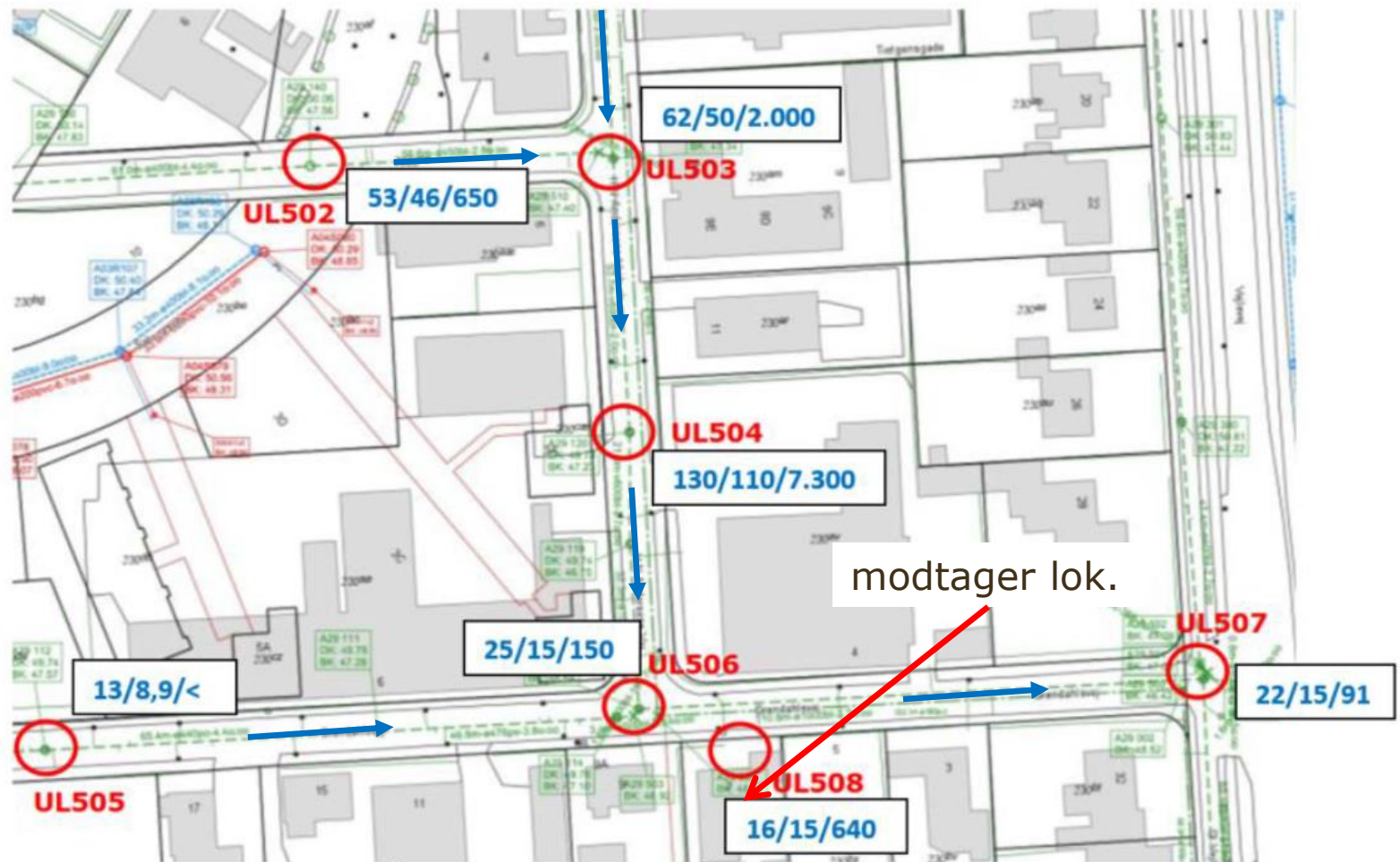


Case 2: Grøndalsvej en modtagerlokalitet

- 1960-1997: radiatorværksted
- i 1996 bliver der konstateret indhold med PCE og TCE i det terrænnære grundvand
- undersøgelser i 2016 konkluderer, at der ikke er væsentlige jordforureninger med klorerede opløsningsmidler på lokaliteten
- samme undersøgelser viser indhold af TCE i indeklimaet over kriteriet

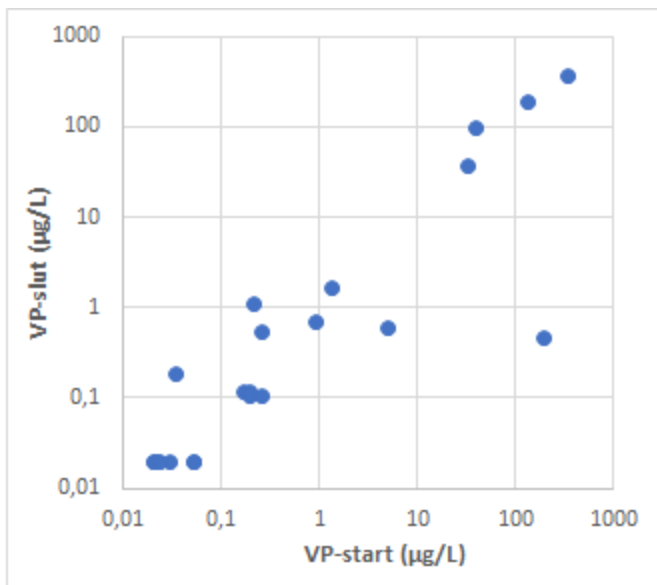
Målte indhold af flygtige stoffer i kloakken i nærheden af modtagerlokaliteten

TCE/PCE/TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



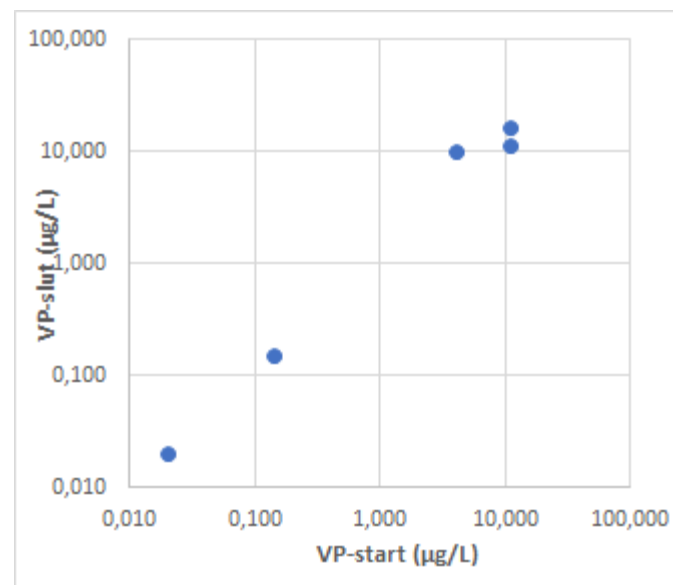
Variation - vand

Stationsvej



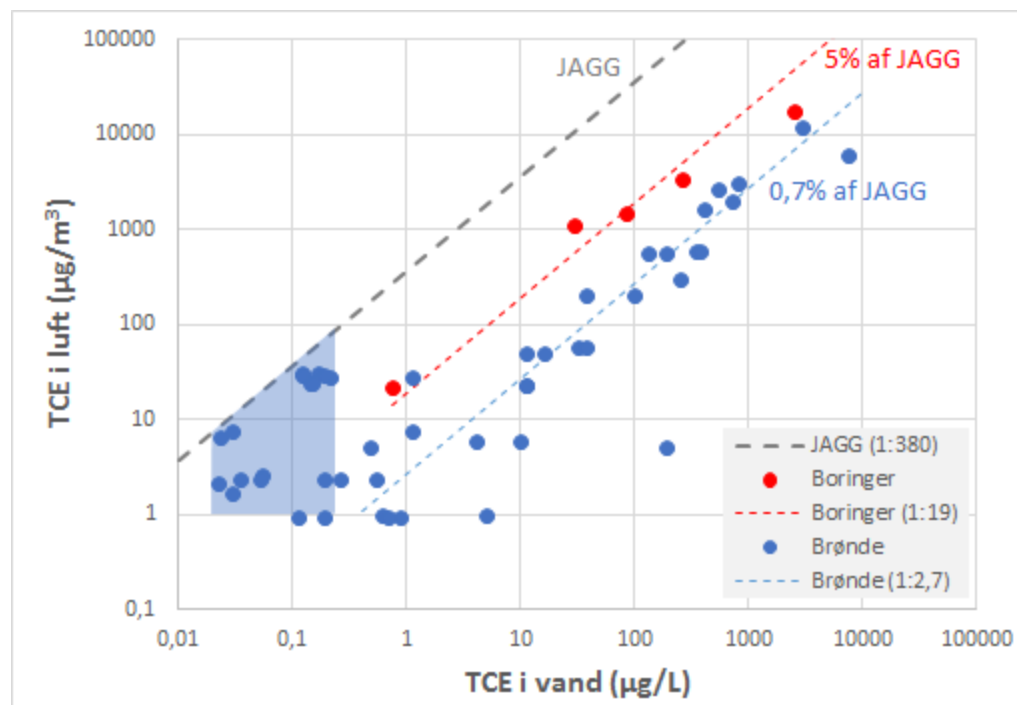
Kloak 2	TCE µg/m ³
2011-1	2.000
2011-2	3.100
2012	2.700
2013	8.900
2016	(4,4)
2017	99
2018	57

Grøndahlsvej



Relation væske- og gasfasen

- Sammenhæng mellem indhold kloakvand og kloakluft



Konklusion

- Diffusion har en underordnet betydning for transport i forhold til konvektion
- Der ses en korrelation mellem vandindhold og luftindhold
- Transport i gasform kan både foregå nedstrøms og opstrøms
- Indhold i gasfasen kan variere meget

Det videre forløb

- kontinuerlige målinger over længere perioder for forskellige parametre på alle 4 testlokaliteter
- udarbejdelse af anbefalinger til udstyr og måleprogram til undersøgelse af fremtidige sager med elementer af kloaktransport af flygtige forureningskomponenter