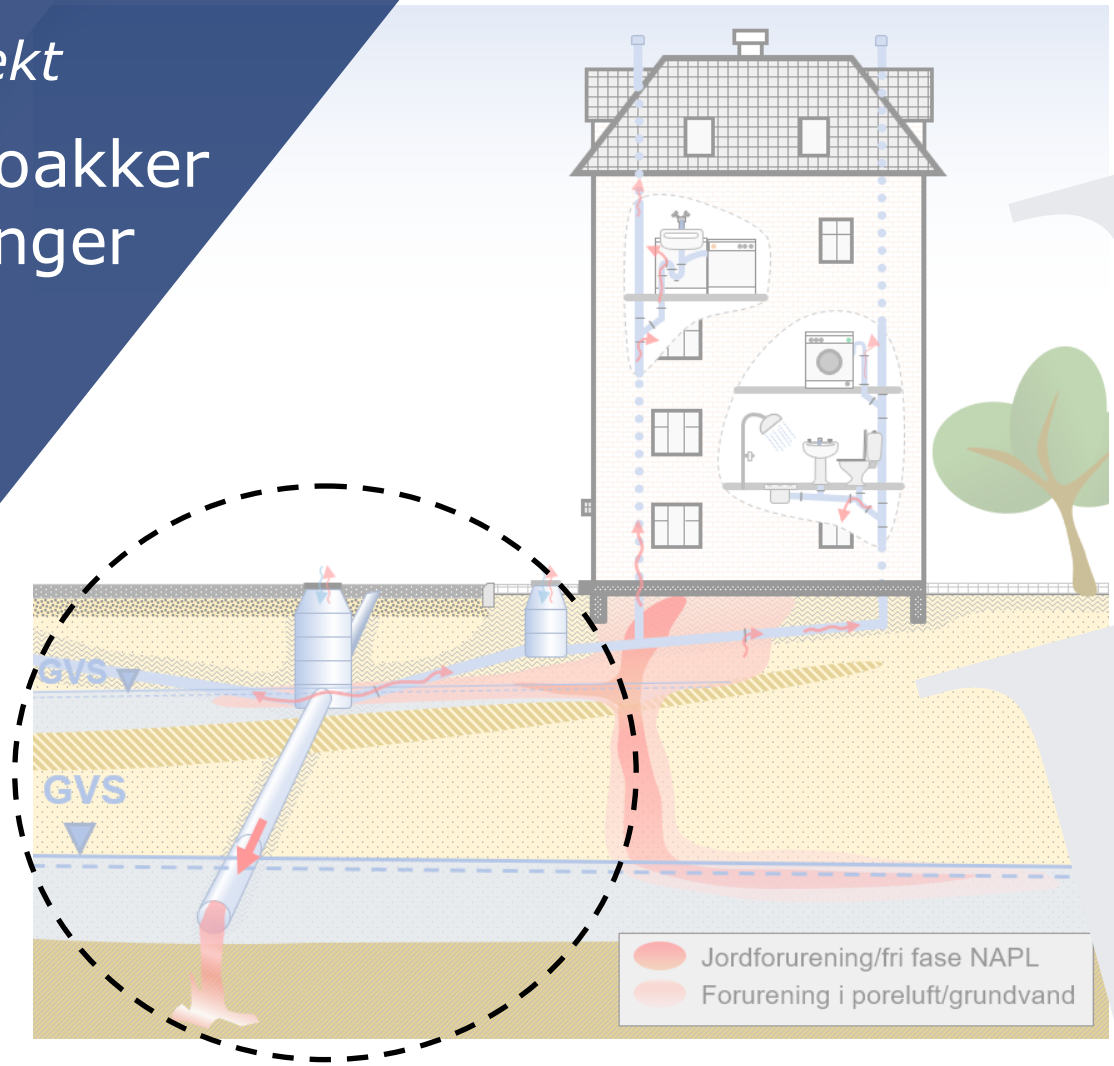
DANSK MILJØRÅDGIVNING A/S
… din rådgiver gør en forskel

www.dmr.dk

Teknologiudviklingsprojekt

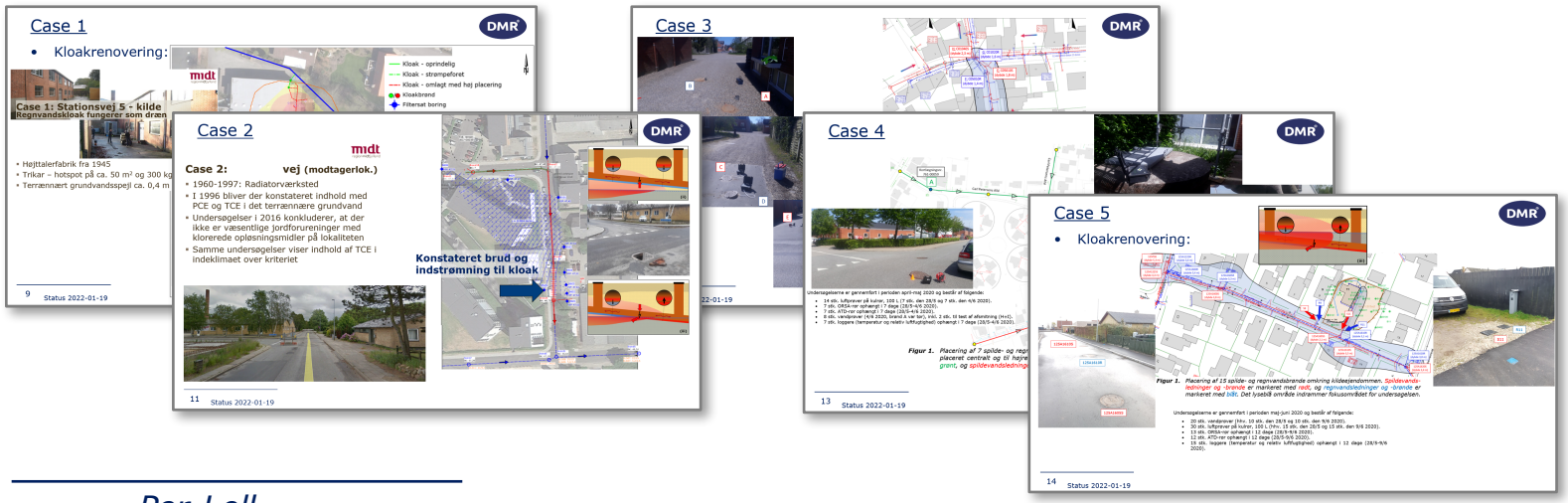
Forureningstransport i kloakker - Konceptuelle betragtninger og god prøvetagning

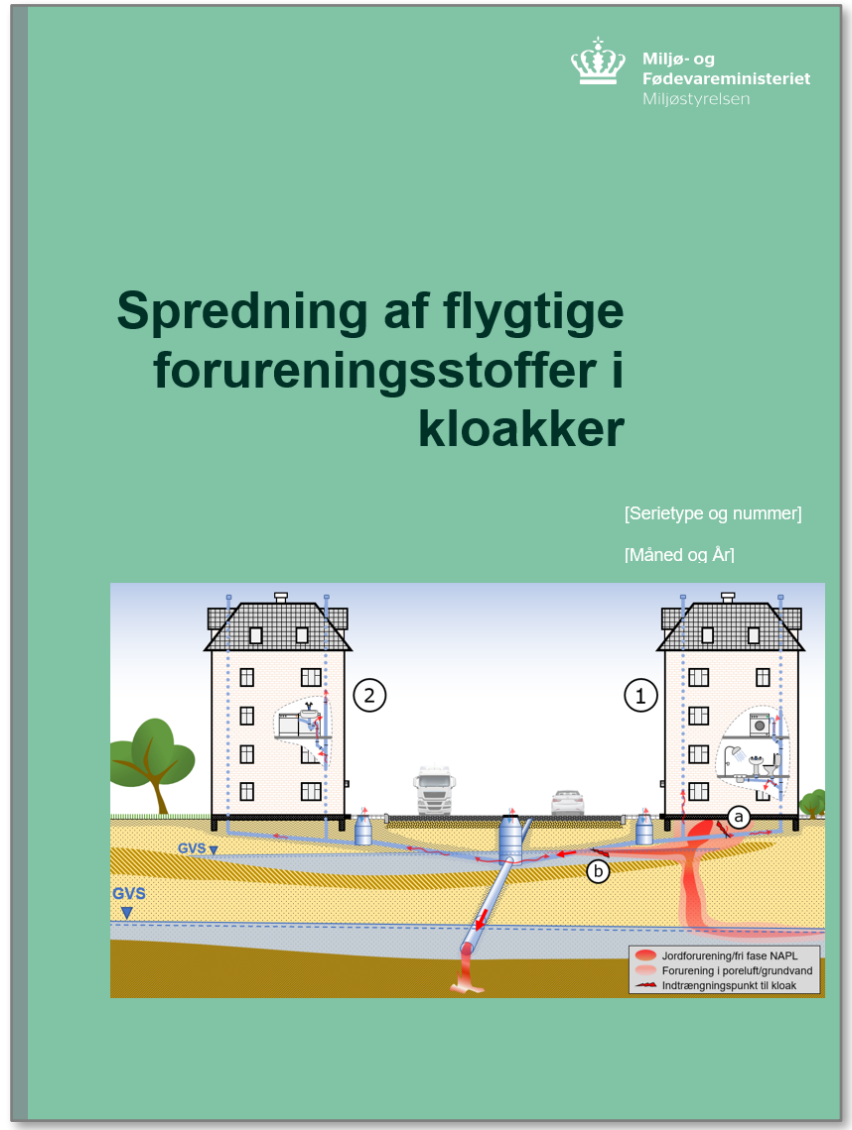
Per Loll, DMR A/S
Kaspar Rüegg, Region Midtjylland



Teknologiudviklingsprojektet

- Finansieret af MST, RM og RS.
- Et (godt) treårigt projekt.
- Følgegruppe medlemmer fra alle 5 regioner.
- Projektets indhold:
  - Konceptuelle betragtninger.
  - Teoretiske beregninger.
  - Udvikling af nyt måleudstyr (dynamiske forhold).
  - Undersøgelser på 5 feltlokaliteter:





Per Loll

Teknologiudviklingsprojekt – opstart nov. 2017

- Kickoff med workshop med fire regioner (RH senere).
- Brainstorm: Ønskeseddel til opnået viden igennem projektet:

6. Spørgsmål og undersøgelseshypoteser

6.1	Gasflow i kloakker
6.1.1	Effekt af barometertrykket (høj- vs. lavtryk)
6.1.2	Effekt af variationer i barometertrykket
6.1.3	Drivende kræfter (dP) på langs af kloak
6.1.4	Hvor stor afskærende effekt er der i samlebrønde
6.1.5	Hvordan måler vi bedst i samlebrønde (minimal forstyrrelse af systemet)?
6.2	Indtrængning på opløst form
6.2.1	Indtrængning som funktion af VSP
6.2.2	Sammenhæng imellem koncentrationer i vandfasen og gasfasen
6.3	Transport på væskeform
6.3.1	Effekt af nedbørshændelser
6.4	Indtrængning på gasform
6.4.1	Effekt af barometertrykket (høj- vs. lavtryk)
6.4.2	Effekt af variationer i barometertrykket
6.5	Afdampning fra væske- til gasfase
6.6	Samlet masseflow i kloakker
6.6.1	Størrelsesordner på gasform
6.6.2	Størrelsesordner på væskeform
6.7	Prøvetagning i kloakker
6.7.1	Aktiv prøvetagning
6.7.2	Passiv prøvetagning
6.8	Hvad er normalt (størrelsesordner)?
6.8.1	Koncentrationer
6.8.2	Differenstryk ift. atmosfære og imellem brønde
6.9	Kloaktype
6.9.1	Separatkloakering vs. fælleskloakering
6.9.2	Materiale
6.10	Målemetoder
6.10.1	Hvordan finder vi indtrængningspunkter?
6.10.2	Hvordan måler vi bedst med aktive metoder
6.10.3	Hvordan måler vi bedst med passive metoder?
6.10.4	Luftskiftemålinger
6.10.5	Nedbør
6.10.6	Sporgas – hvor langt spredes dampene i kloakken?
6.10.7	Tracerforsøg i kloakvandet

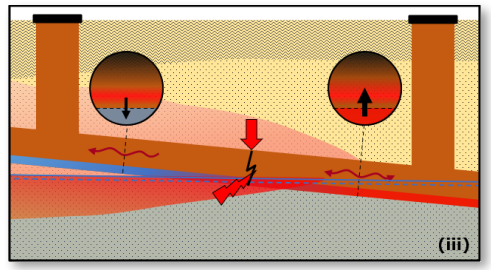
Undersøgt direkte
Undersøgt indirekte

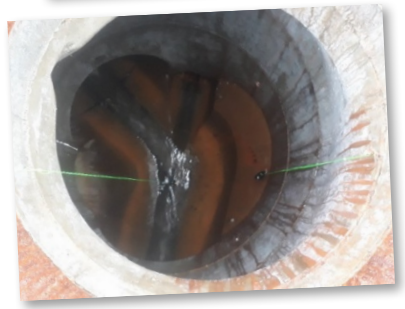
Udvalgte nedslag i dag

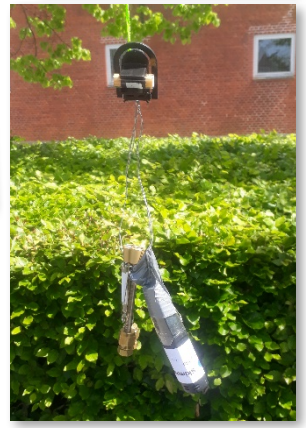
- 3 års undersøgelser på 5 forskellige lok.

Transport af flygtige stoffer i offentlige kloakker

- Konceptuelle modeller -> opstilling af ”forventninger”.
- God prøvetagning til belysning af kloaktransport:
  - Vandprøver (chlorerede og oliestoffer)
  - Aktiv prøvetagning v/ kulrørsprøver
  - Passiv prøvetagning v/ ORSA- og ATD-rør
  - Relativ luftfugtighed
  - Reproducérbarhed/tidslige variationer
  - Sammenhæng imellem vand- og luftkoncentrationer
- Størrelsesordner på forskellige parametre.







Supplerende tvillingeindlæg:

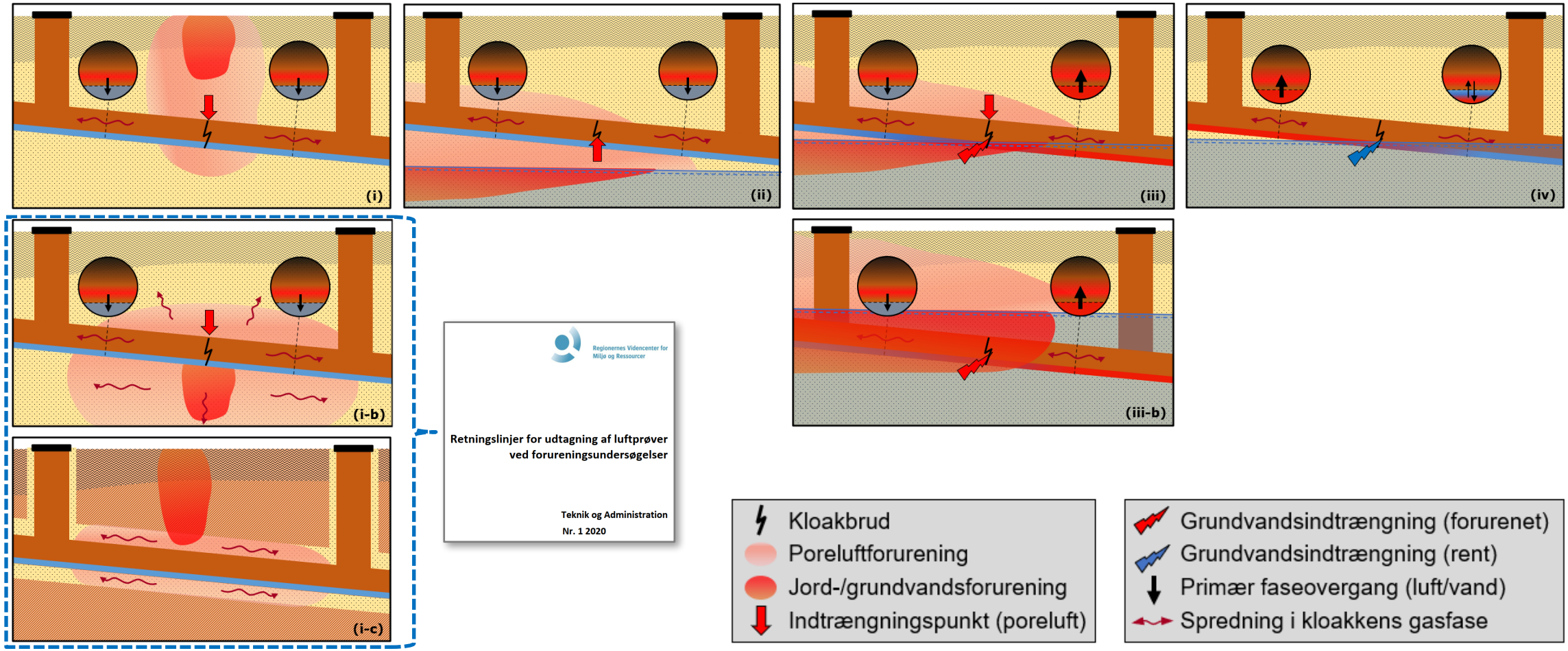
Styrende processer for gastransport i kloakker - resultater af flere års målinger

Per Loll

Det konceptuelle udgangspunkt

Gasstyrede modeller

Vandstyrede modeller



Per Loll

Prøvetagning i kloakbrønde

- **Vandprøver:**
  - Kosteskaft(er)
  - Vippebeslag
  - Opskåret vandflaske
  - 3 x skyl i ny brønd.

- **Luftprøver (kulrør):**
  - Igennem øjer eller linde lidt
  - Poreluftslange
  - Kulrør for neden
  - 50 cm over bund i brønde.

- **Luftprøver (passive):**
  - ORSA eller ATD
  - Anker i brønd + snor + rør
  - ~50 cm over bund i store og højere i små brønde.
  - Overvej en "regnfrakke".

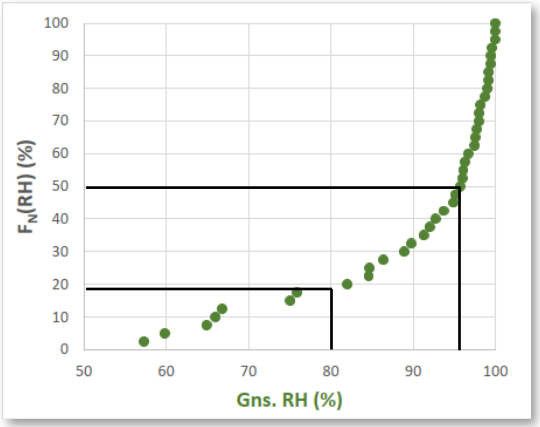
OBS: Kulrør tages altid først!
God instruktion af prøvetager

Vand dræber!

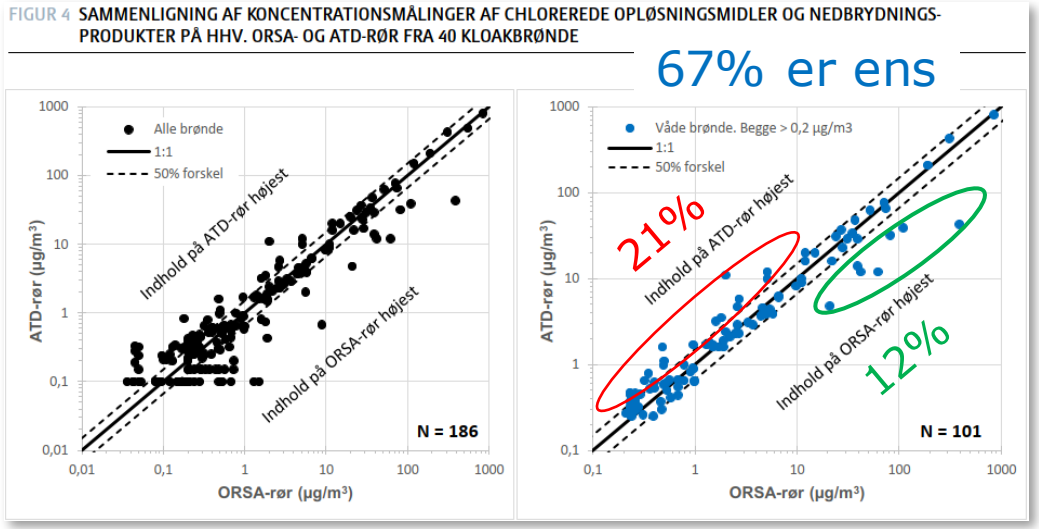
- Regn
- Kondens
- Opstuvning

Passiv prøvetagning … og fugt (ORSA- og ATD-rør)

- Kloakbrønde er meget fugtige miljøer!
  - ORSA-rør RH<80%. Risiko for desorption.
  - ATD-rør anbefales ved RH>65%.



>80% RH i 83% af brønde
>95% RH i 50% af brønde



Alle datapunkter, inkl. punkter med indhold <DG for et punkt (plottet = DG) til venstre (186 punkter) og datapunkter med RH >80 % og indhold på begge rørtyper > 0,2 µg/m³ (101 punkter) til højre.

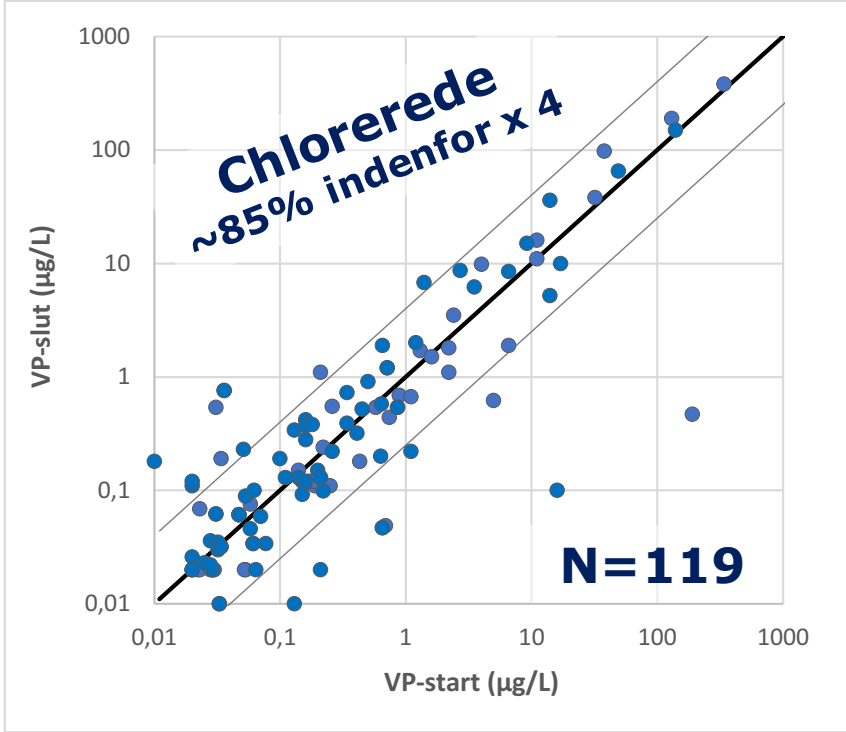
Analysen er udført med en tolerance på 50 % svarende til, at værdier på ORSA- og ATD-røret betegnes "ens", medmindre den højeste koncentration er >50 % højere end den laveste koncentration.

Kloakbrønde er generelt meget fugtige prøvetagningsmiljøer, men ORSA-rør kan alligevel godt benyttes til passiv opsamling af chlorerede opløsningsmidler.

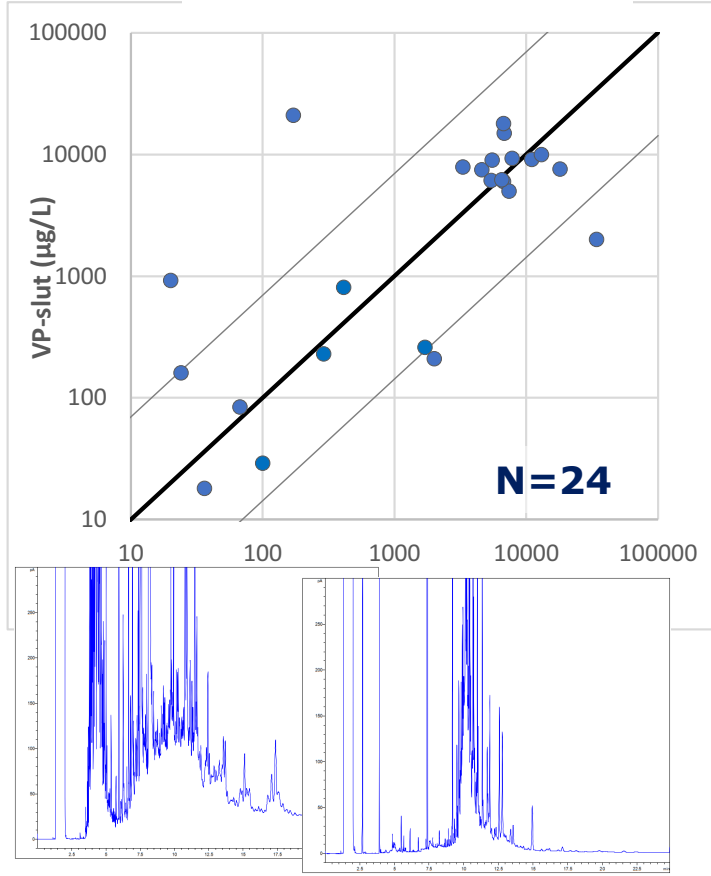
- Andre konklusioner:
  - Det tager ca. ½-3 d før brønden "kommer sig".
  - 7 dages prøveopsamling mindsker risiko for fugtproblemer betragteligt!

Vandprøver – tidslig variation/reproducérbarhed

- To stk. vandprøver omkring et ORSA-rør (7-14 dage).

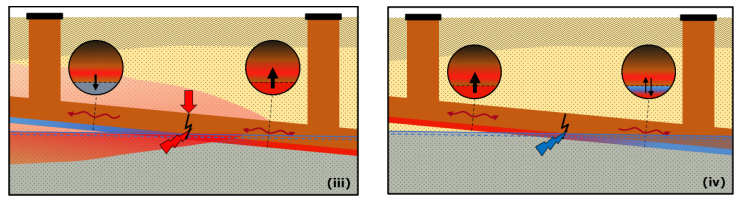


Olie
~85% indenfor x 7



Det alm.

To vandprøver varierer med ± x4-7 over 7-14 dage

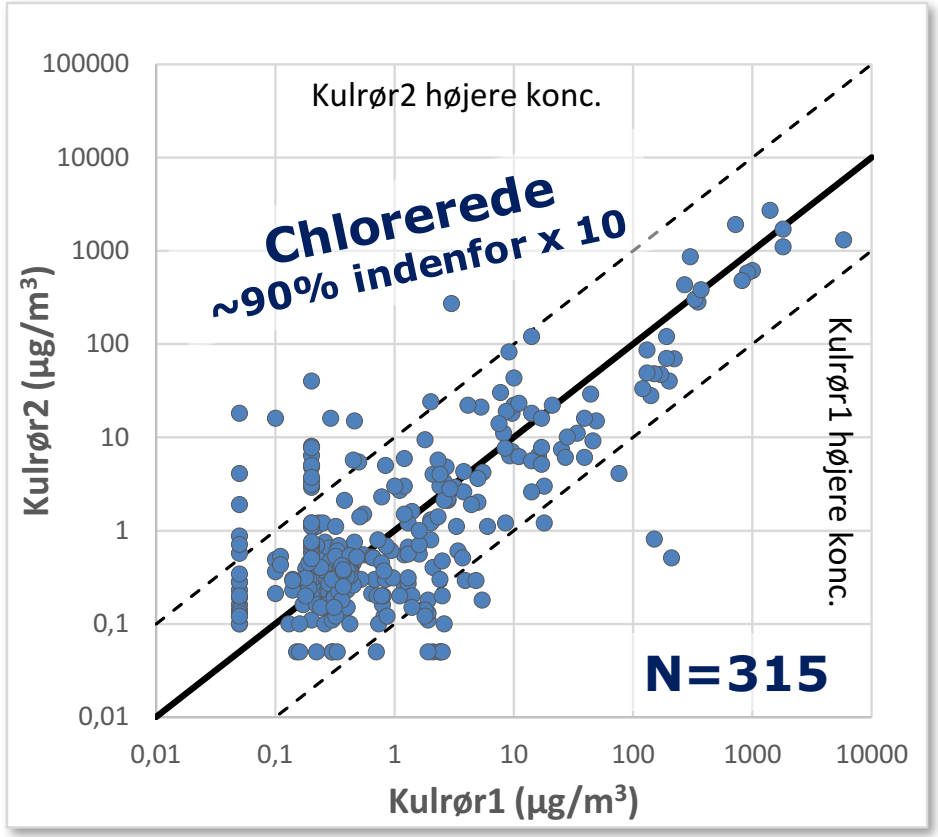


Olieanalyse i kloakker er tricky!
Florisiloprensning er ikke løsningen

Per Loll
ATV Vintermøde, 2022

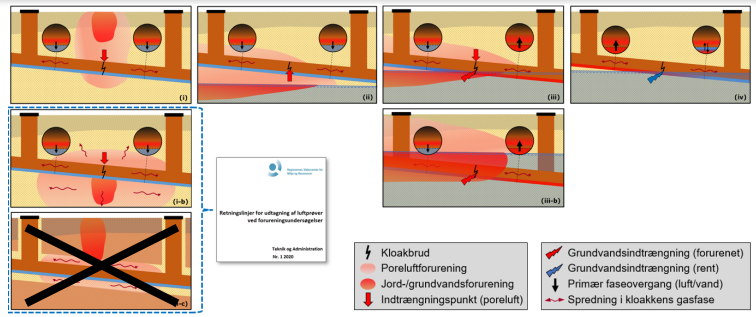
Luftprøver – tidslig variation/reproducérbarhed

- To stk. kulrør omkring et ORSA-rør (7-14 dage).



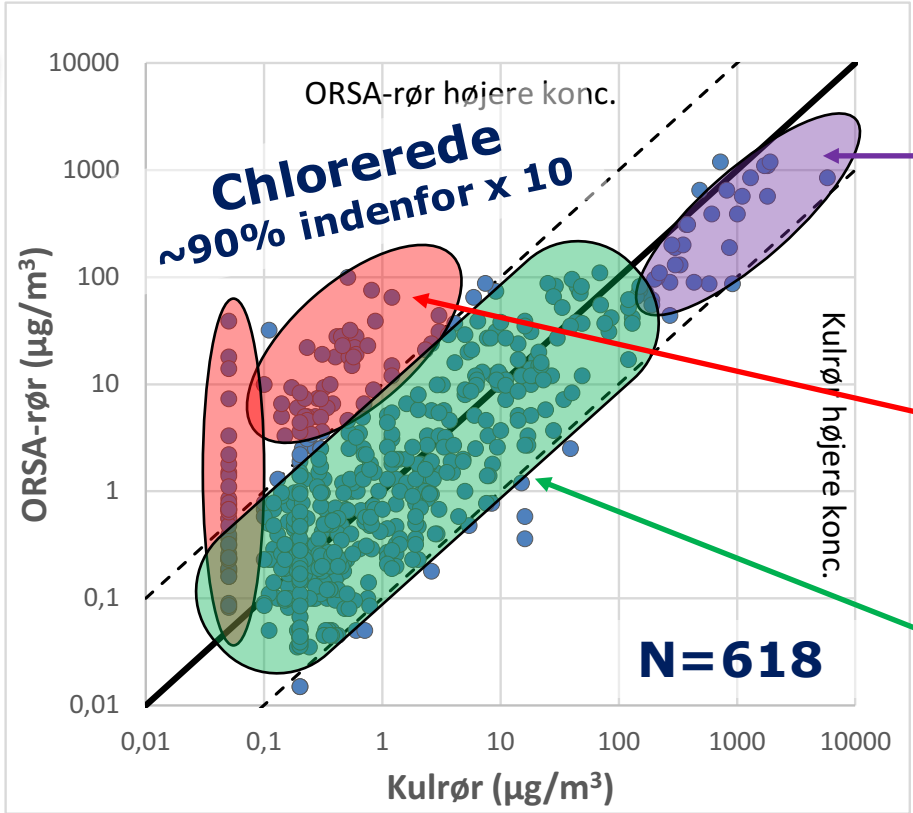
Det alm.

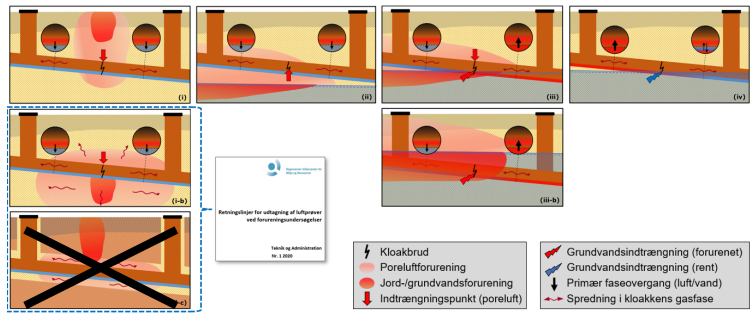
To kulrør (100 L) varierer med ± x10 over 7-14 dage



Luftprøver – tidslig variation/reproducérbarhed

- 1-2 stk. kulrør omkring et ORSA-rør (7-14 dage).





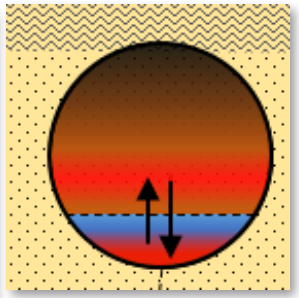
Tidslige variationer giver:

- Højere kul i den høje ende og giver bedste bud på maks. belastning (korttid).
- Højere ORSA i den lave ende og mindsker risiko for falsk negative.

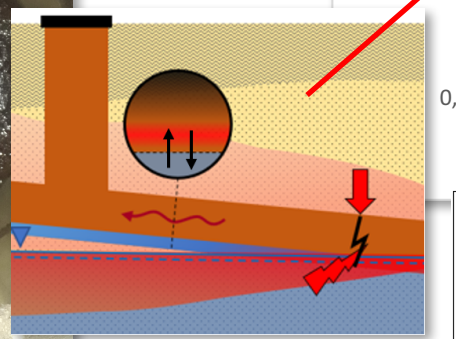
Det alm.

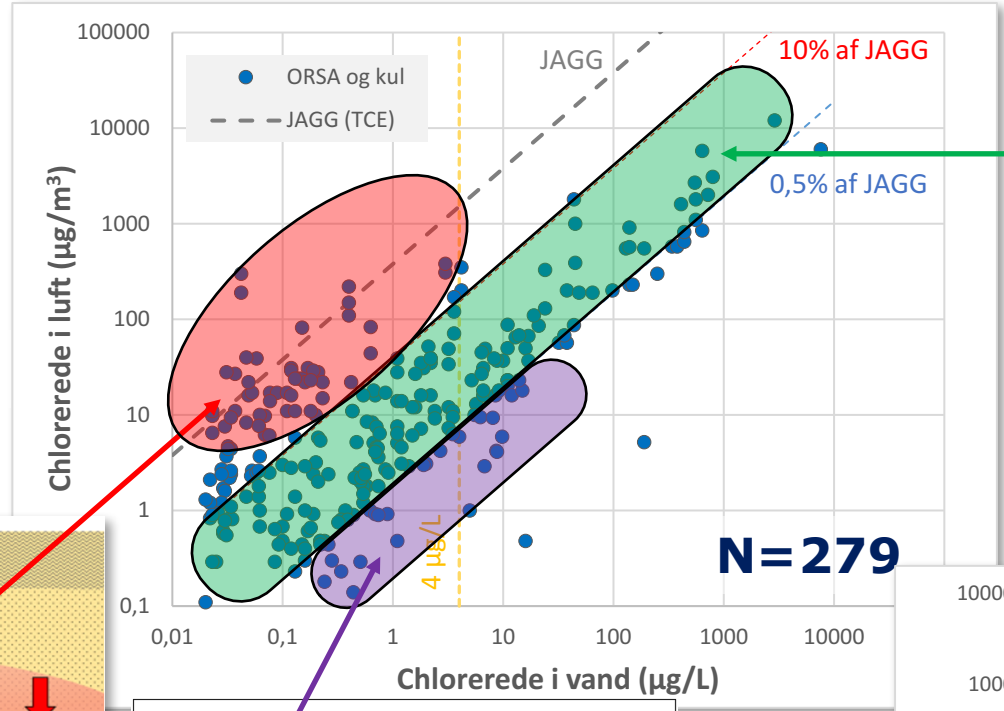
Kulrør (100 L) og ORSA varierer med ± x10 over 7-14 d

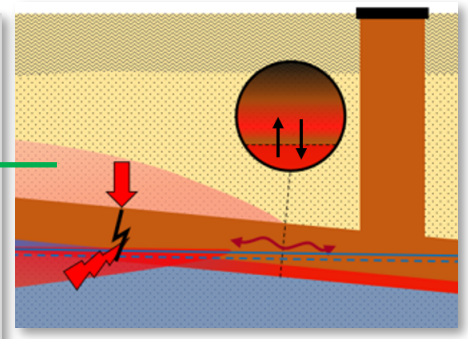
Vandfase- vs. luftfasekoncentration (Chlorerede)



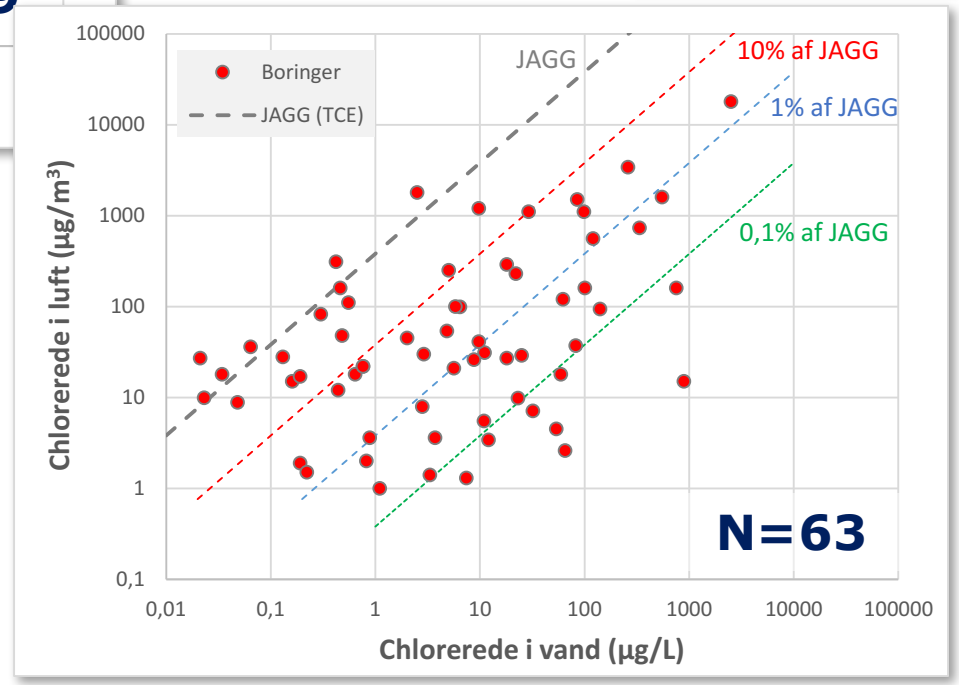
Brønde:

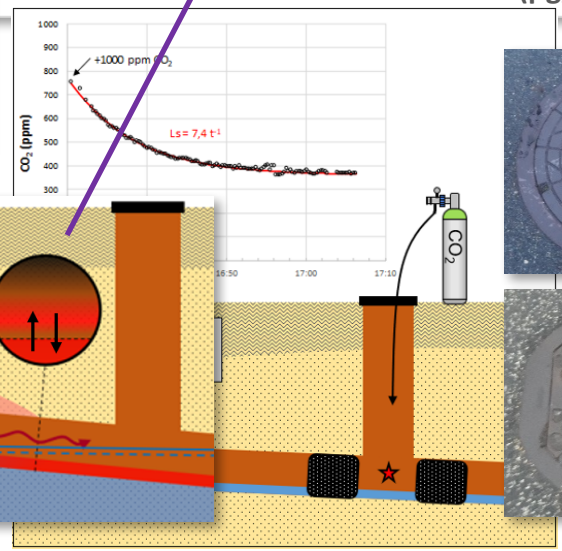


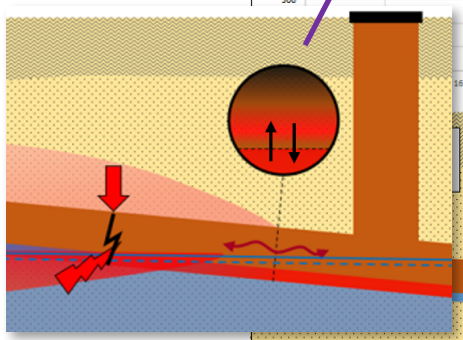




Boringer:

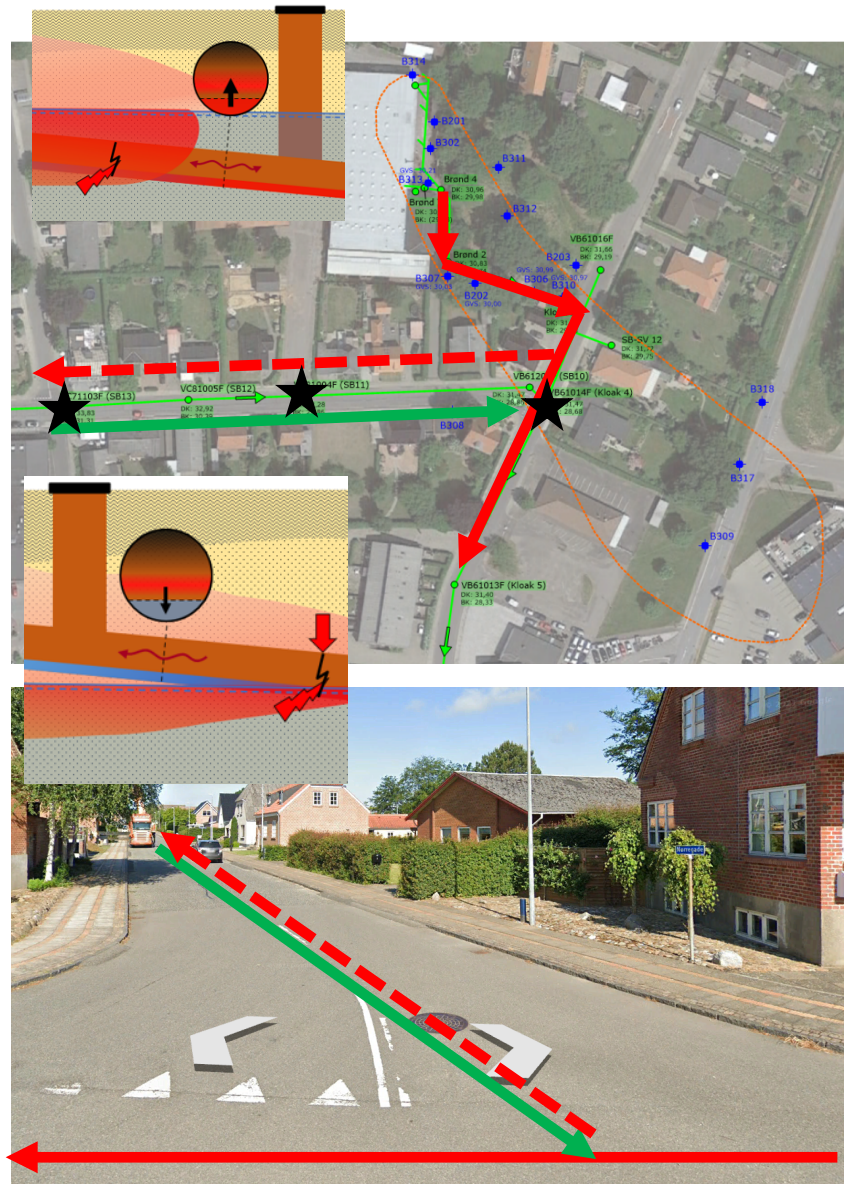




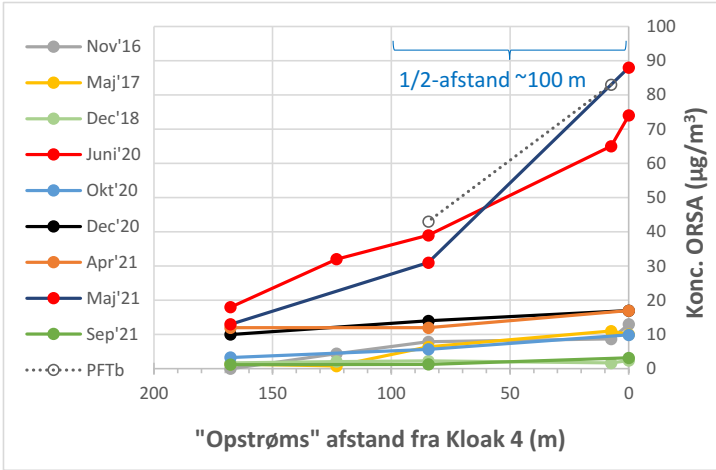


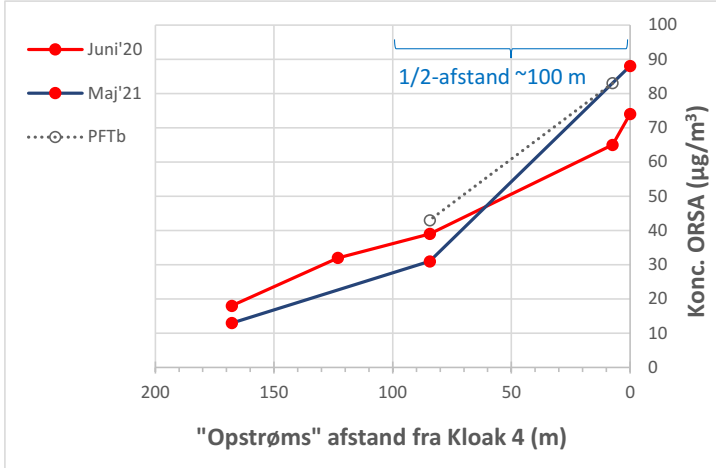
Per Loll
ATV Vintermøde, 2022

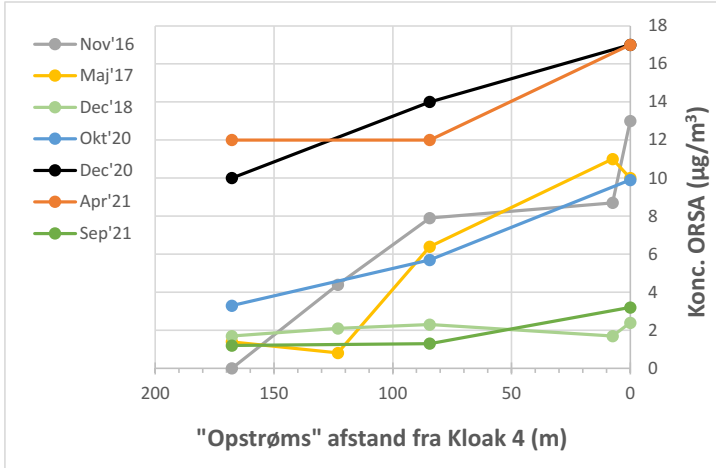
Gastransport opstrøms indtrængningspunkt



- 12 runder ORSA-rør over ca. 5 år:







- Betydende gastransport >170 meter!
- Halveringsafstand ~70-100 meter.

- Vi er gået på jagt efter de udløsende faktorer:

Styrende processer for gastransport i kloakker - resultater af flere års målinger

Tak til projektets parter:

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

regionmidtjylland

Region Syddanmark

REGION SJÆLLAND
– vi er til for dig

REGION H
Region Hovedstaden

REGION NORDJYLLAND

Og tak for opmærksomheden

Spørgsmål?