

# Ventilationstests anvendt til undersøgelse af kildeområder på generationsforurening

Lotte Jørgensen  
Civilingeniør, projektleder

**NIRÅS**

ATV Vintermøde 2025



**REGION**  **Region  
Hovedstaden**

# Projektorganisation 2022-2023 Ventilationstests

## Delprojekt på generationsforureningen "Lundtoftevej 150-160, Lundtofte"

### NIRAS

**Projektleder:** Lotte Jørgensen

**Faglig ansvarlig:** Anders G. Christensen

**Projektmedarbejder:** Kasper Søager

**Miljøteknikker:** Jens Frederiksen



### Region Hovedstaden

Mads Georg Møller  
Helle Overgaard



**Borentreprenører**  
DJ Boringer



**Analyser**  
ALS Global



---

# Indhold

- Præsentation af lokaliteten
- Formål med ventilationstests
- Metodegennemgang
- Resultater for ventilationstestene
  - Kildeopsporing
  - Massebalance
  - Afværgedesign
- Konklusion og perspektivering

# Præsentation af lokaliteten

**Generationsforurening** i Lundtofte

**Stort spild** med chlorerede opløsningsmidler (**PCE og TCE**)

**Omfattende forurening** i hhv. umættet zone, sekundære grundvandsmagasin, lerdække under sekundært grundvandsmagasin, kloakker og faldstammer

**Undersøgelser** på lokaliteten er udført **siden 1995**

**2014-2024** NIRAS har på vegne af Region Hovedstaden udført **kortlægning af hele den samlede forurening** i alle områder og medier

Mere end **80 matrikler** er inddraget i undersøgelserne

**Undersøgelsespunkter i umættet zone (UZ)**

- > **1.000 poreluftprøver** fra de øvre jordlag (poreluftspyd) – afstande ml. punkter på 10-30 m
- > **120 Geoprobasonderinger** ~ 300 målepunkter – afstande ml. sonderinger på op til 100 m

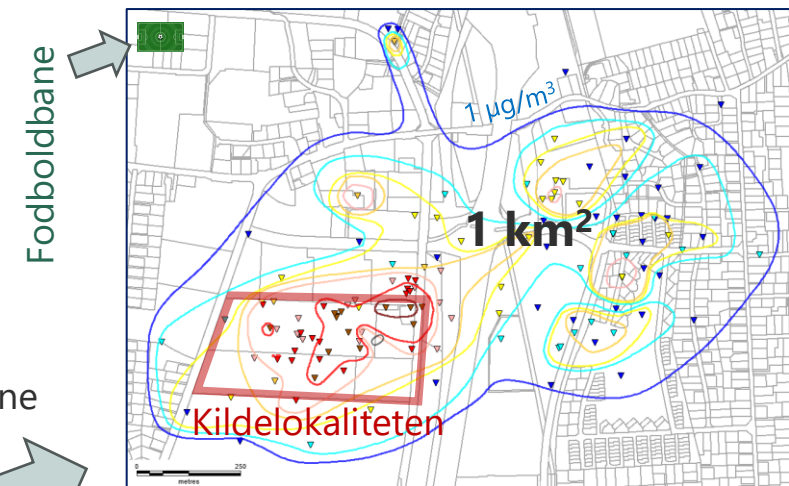
**10 kildeområder** på kildelokaliteten

**Samlet masse ~ 10 tons** chlorerede opløsningsmidler (PCE og TCE) hvoraf ca. 1 ton i umættet zone

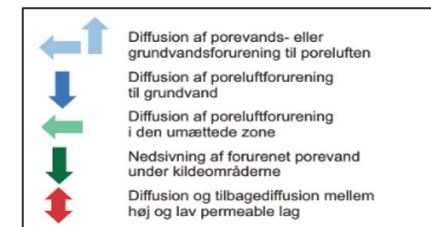
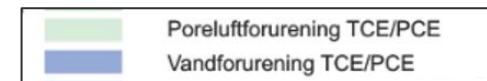
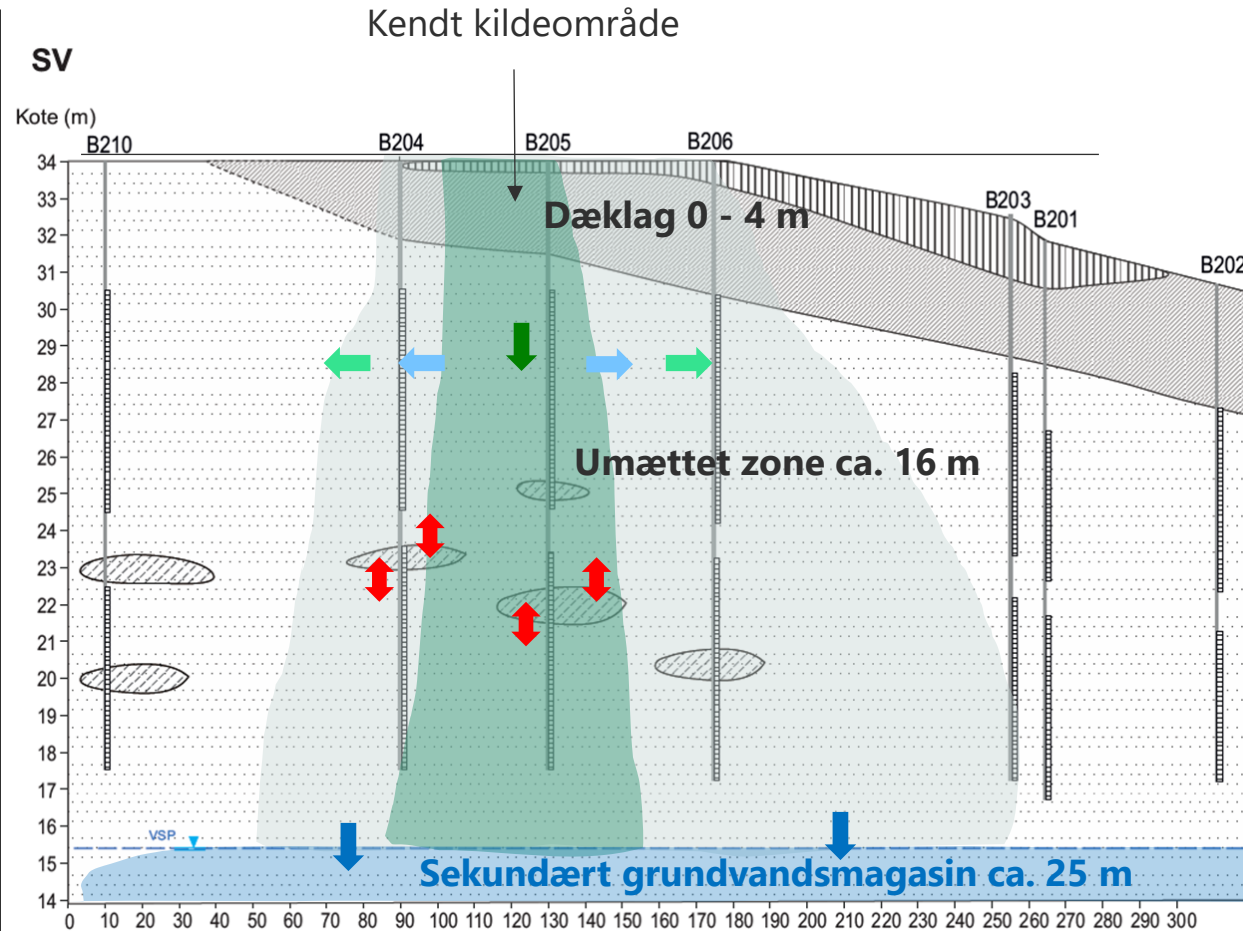
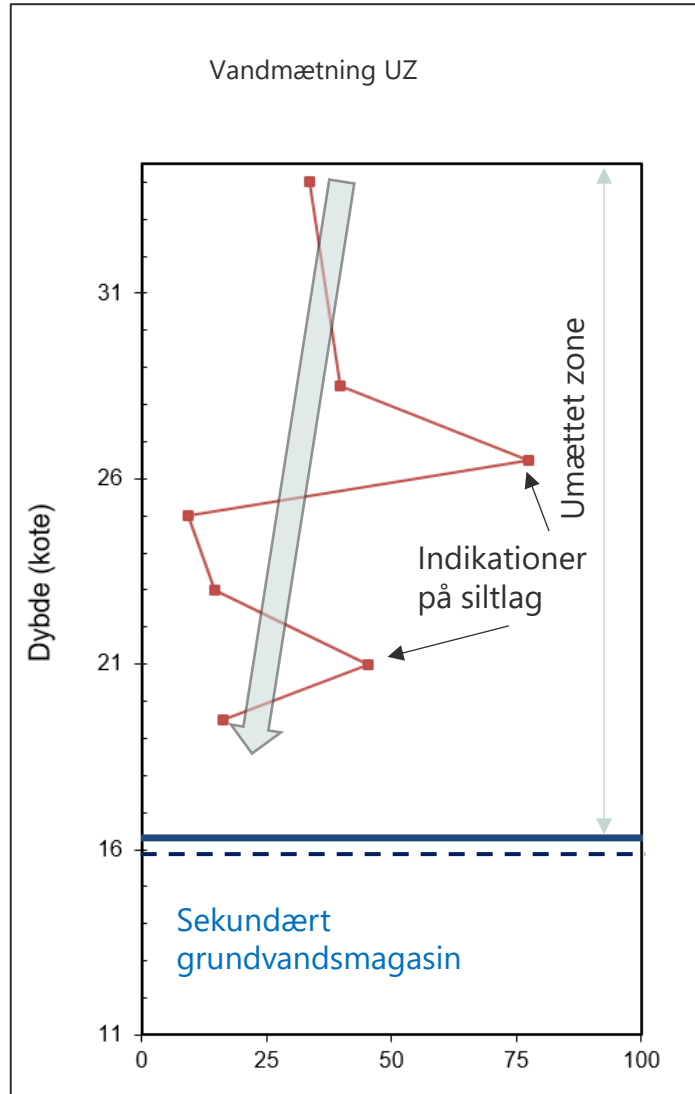
Trods mange undersøgelsespunkter er der fortsat **ikke en stor datatæthed**



Forureningsudbredelse i umættet zone

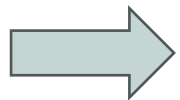


# Konceptuel model

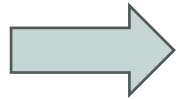


# Formål med ventilationstests

- At undersøge om der er **oversete områder** med høje forureningskoncentrationer, dvs. nye kraftige kildeområder – ved ventilationstests undersøges et større område end ved udtagning af poreluftprøver
- At estimere hvor meget forurening der kan **fjernes ved ventilation** i den umættede zone
- At estimere **influenradius** ved ventilering i de forskellige områder og dybder
- At belyse **forureningsmassen** i umættet zone

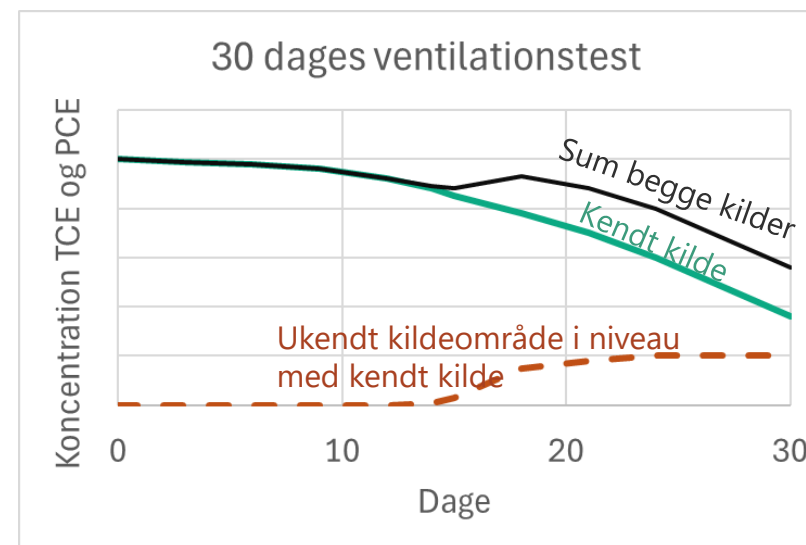
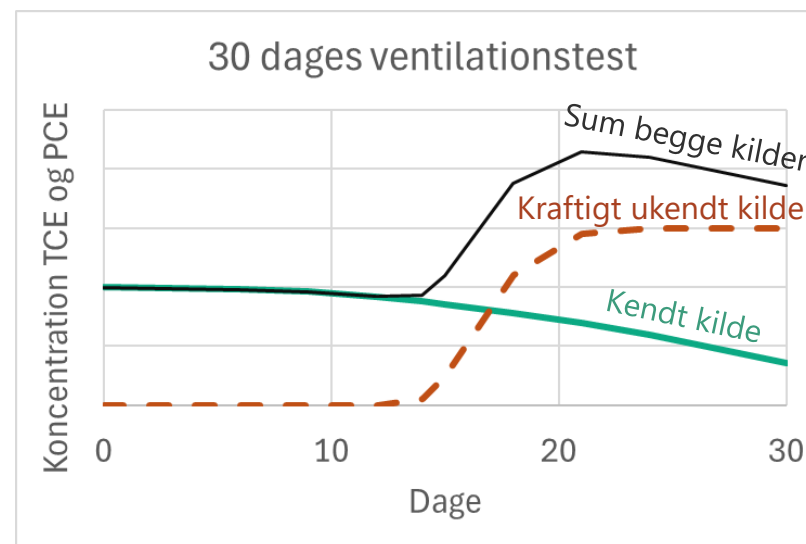
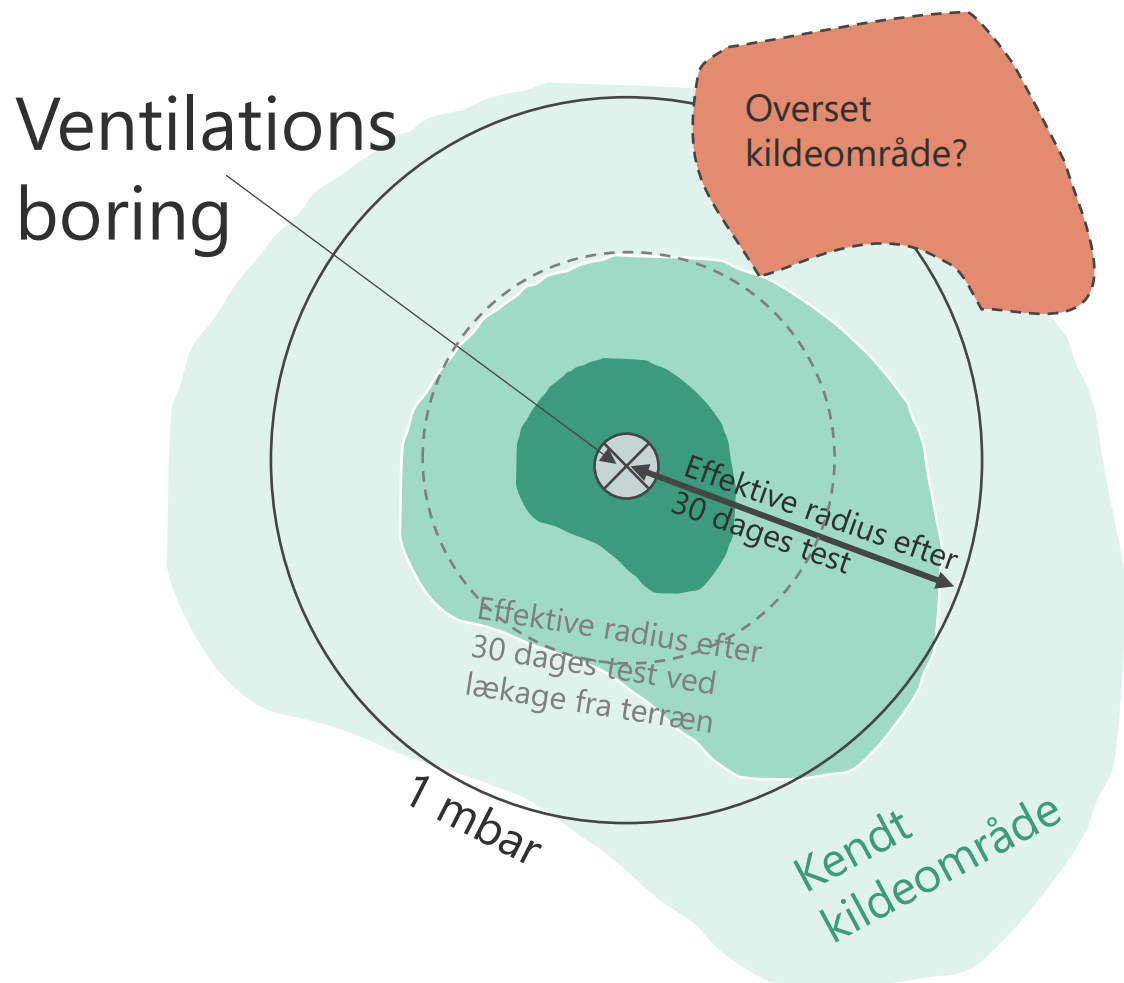


Indsamle parametre for **design og dimensionering** af et fuld skala oprensningsprojekt



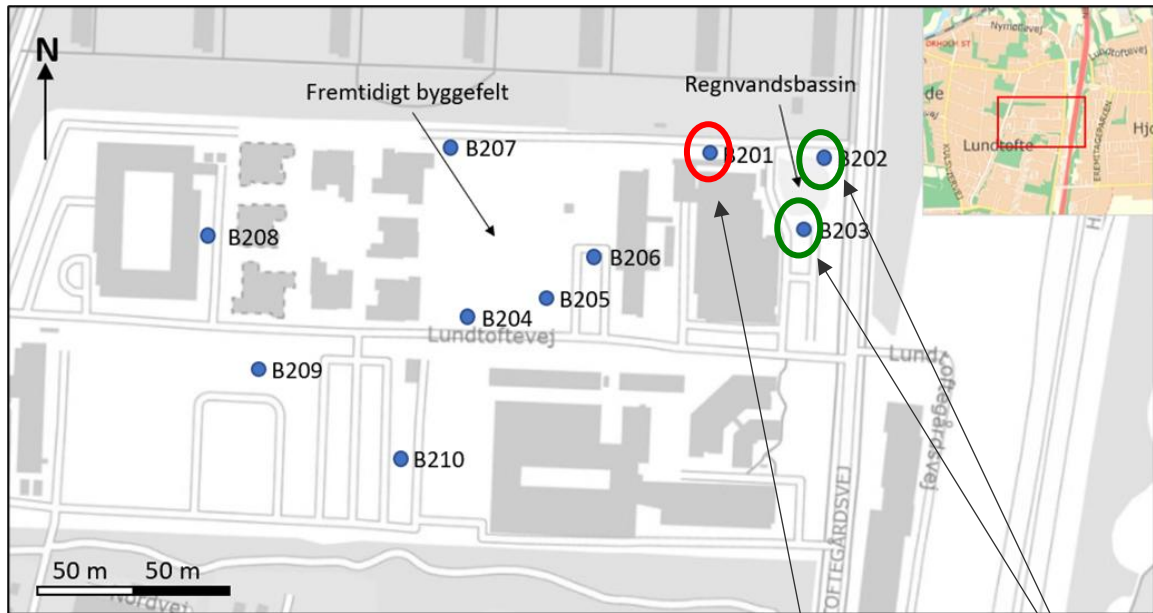
Sandsynliggøre at vi **ikke har oversete kildeområder** på lokaliteten

# Overset kildeområde – hvordan tolker vi i tests?

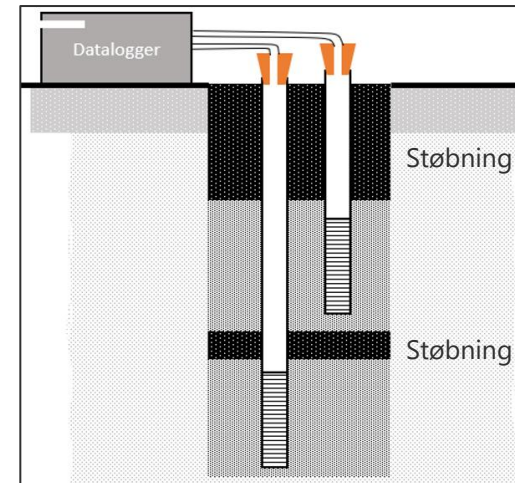


# Ventilationstests

## Oversigtskort – 10 ventilationstests



## Testboringer, opbygning – 2 niveauer i alle ventilationstests

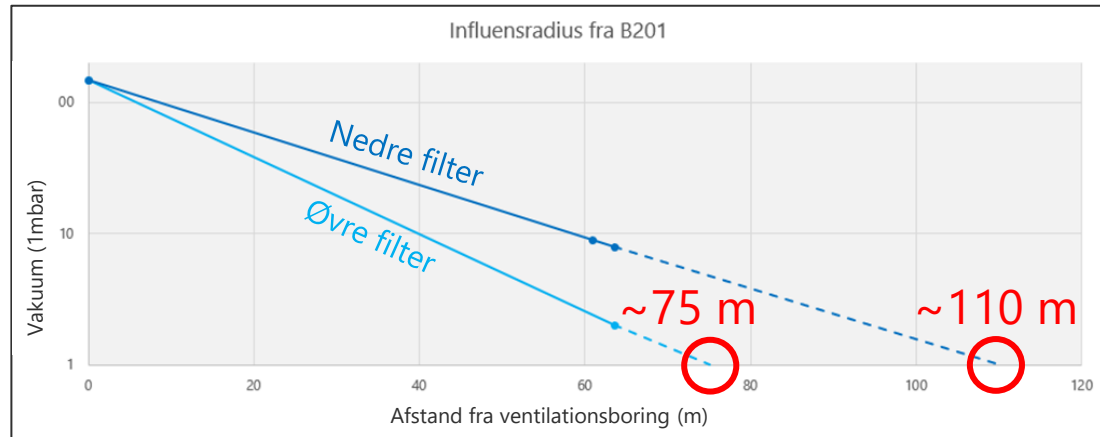


- 30 dages ventilationstest i hver boring - 2 testtrailere af gangen
- Alle boringer anvendes på skift til både **ventilering** og **monitering**
- Dataloggere til løbende registrering af trykniveauerne
- Indhold af forurening (chlorerede opløsningsmidler samt olie og BTEX)
  - før opstart i formationen
  - løbende målinger (7 stk.) af oppumpet luft



# Influens- og effektradius

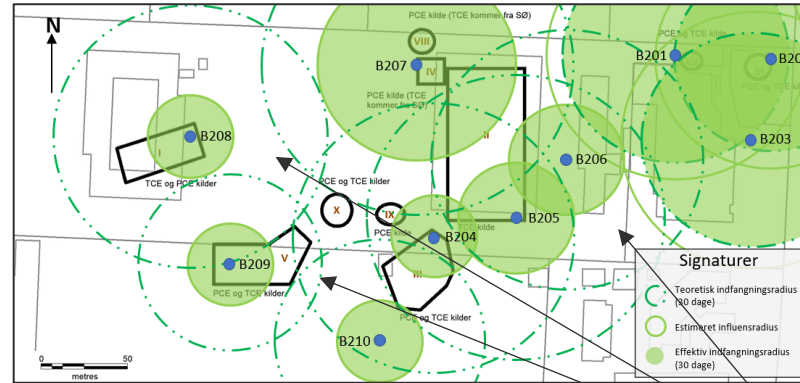
**Influensradius (B201)** – dvs. hvor stort et område påvirker vi ved ventilation i B201 (flow på 22-33 m<sup>3</sup>/t)



- Kraftig varierende atmosfæriske trykforhold => **kompleks tolkning**
- **Større influensradius i nedre del** af den umættede zone end i den øvre del

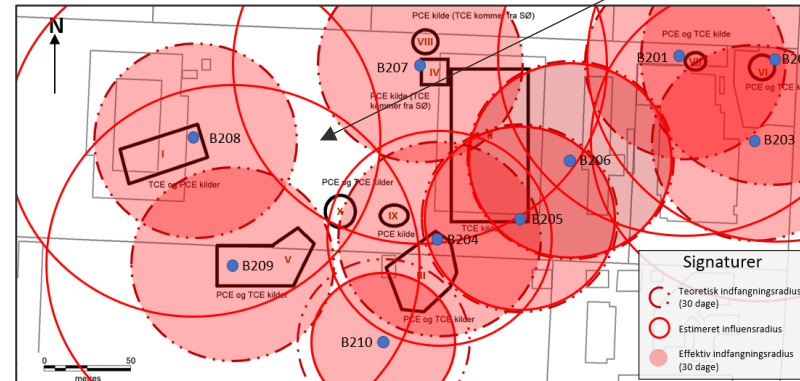
**Effektradius** – område hvorfra der er indsamlet luft ved 30 dages ventilering

## Øvre del af den umættede zone (UZ)

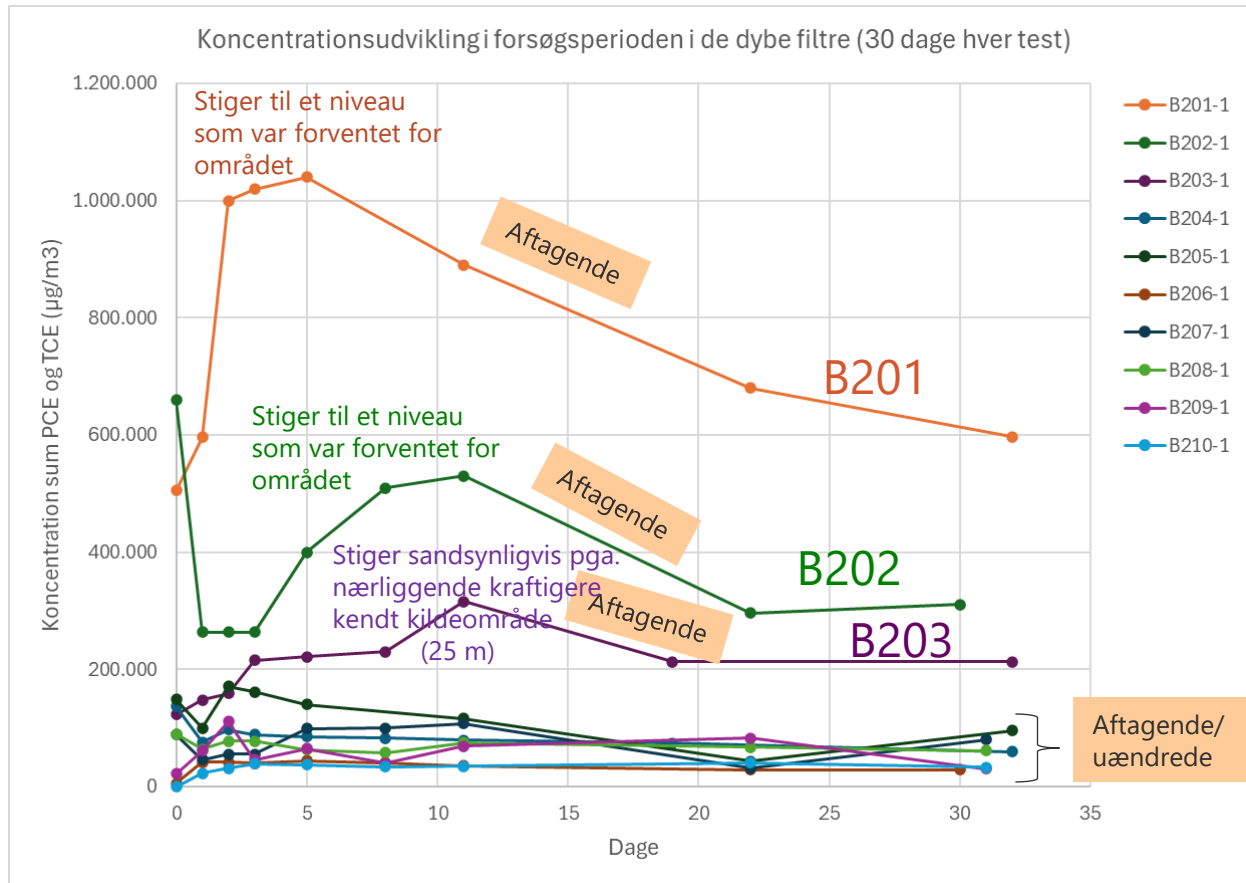


**“Huller i ostem”**  
=> risiko for overset kildeområder

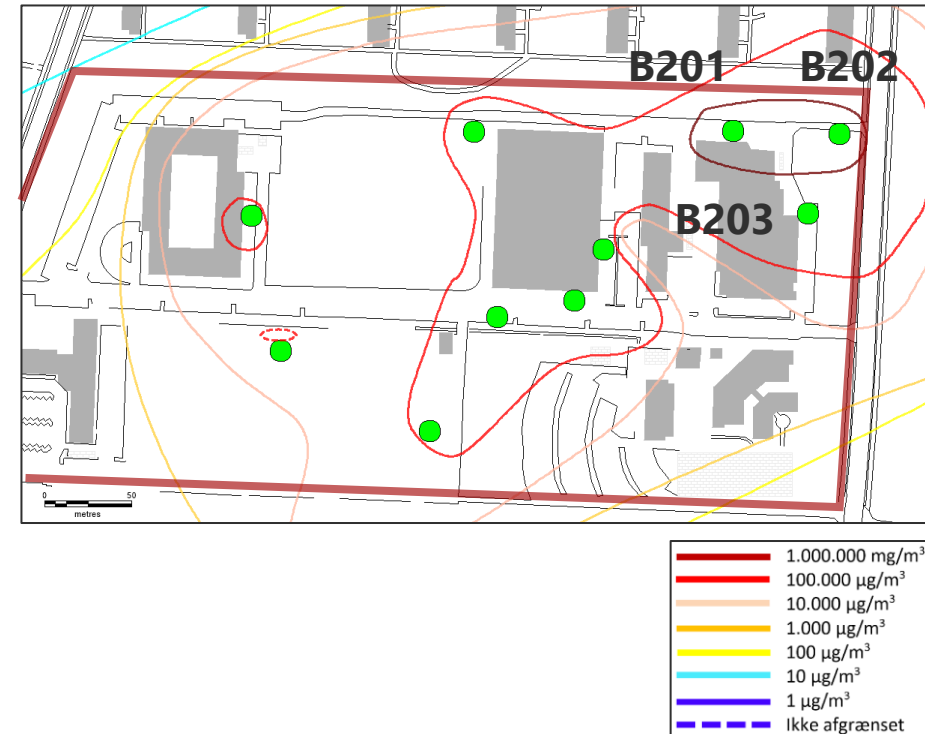
## Nedre del af den umættede zone (UZ)



# Koncentrationsudvikling og tolkning

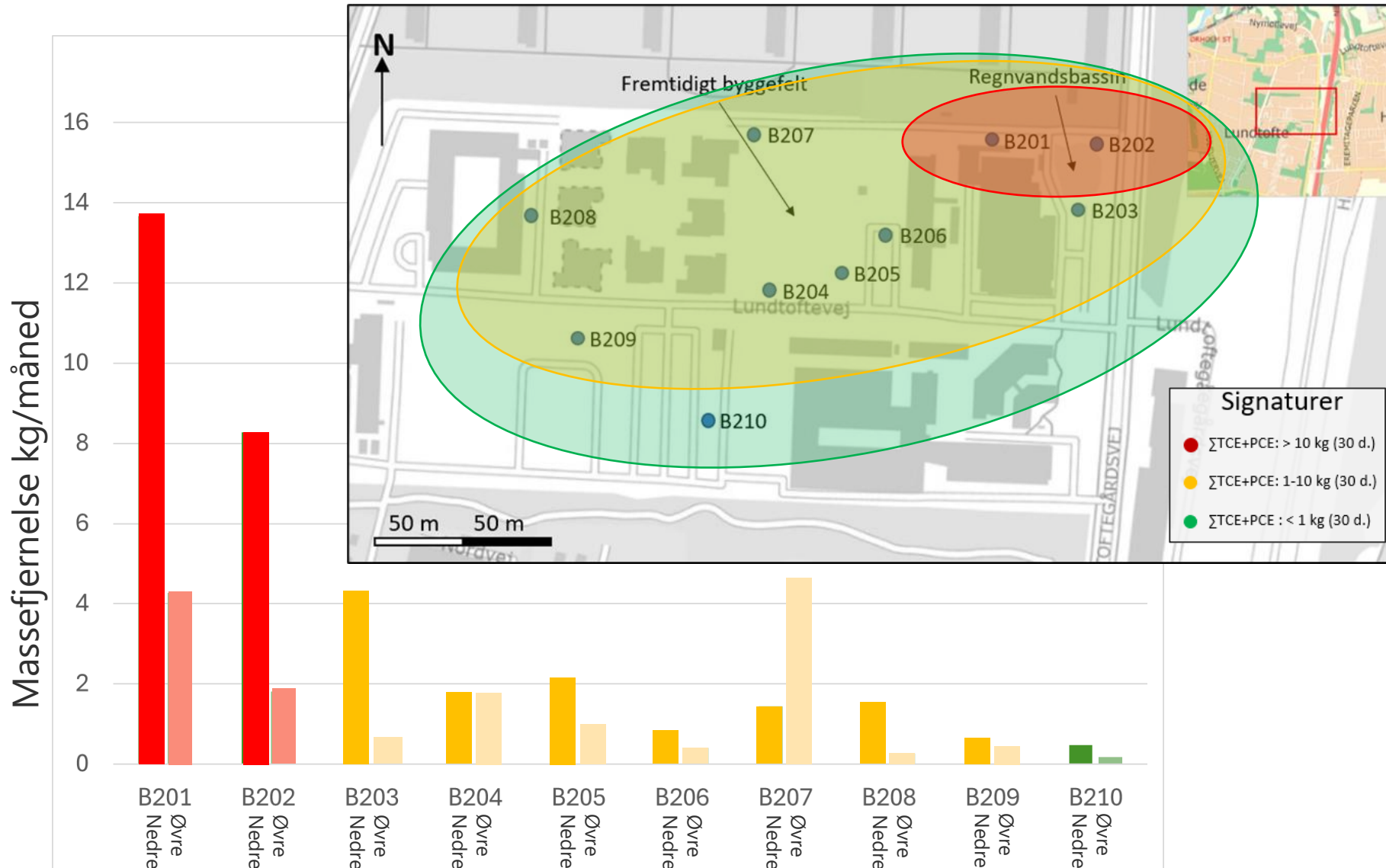


## Kildelokalitet med forureningsudbredelse og ventilationsboringer



- **Stigninger i forureningskoncentrationerne** i opstarten => borer placeret nær lokalt hot spot
- **God overensstemmelse** med tidligere undersøgelser
- **Ingen mistanke** om hidtil **oversete kildeområder**

# Massefjernelse (sum PCE og TCE) ved 10 tests á 30 dage



**Massefjernelsen**  
 Samlet ~ 50 kg

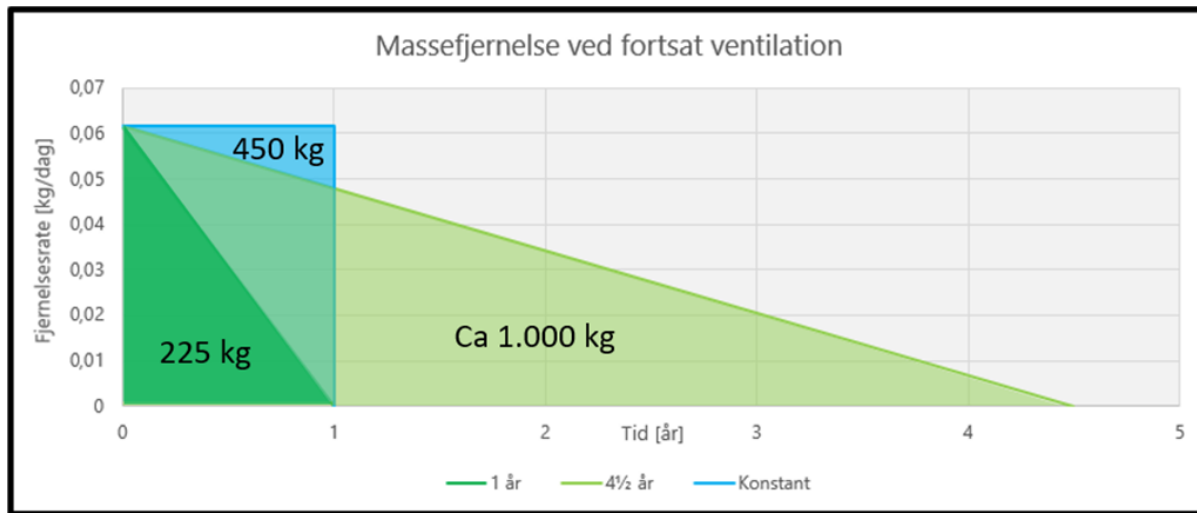
Heraf 28 kg fra B201 og B202

- Øvre filtre ca. **15 kg**
- Nedre filtre ca. **35 kg**

# Massefjernelse og massebalance

Tidligere beregnet masse i umættet zone **250 – 1.300 kg**

**50 kg** forurening fjernet ved 30 dages test



## Masseestimat



# Anvendelse af resultater fra ventilationstests til design af afværge

## Fuld skala oprensning:

Områder  $> 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (sum klorede ethener)

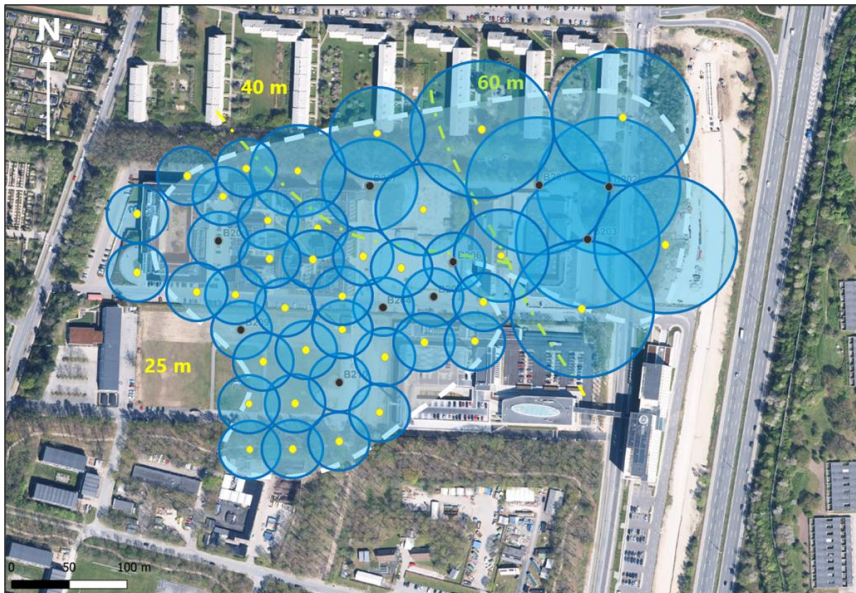
Arealet er samlet ca.  $0,1 \text{ km}^2$

Dybde 16 m

- 49 stk. supplerende ventilationsboringer til 10-18 m u.t.
- 2 km ledningsgrave
- 6 km ledningsføring
- 4 afværgeanlæg
- Samlede omkostninger – etablering og drift ~80 mio. kr.

## Placering af ventilationsboringer i den umættet zone:

Øvre del af den umættede zone (46 boringer)



Nedre del af den umættede zone (23 boringer)



# Konklusion og perspektivering

## Anvendelse af ventilationstests for opsporing af kildeområder

- **Ej oversete kildeområder**
- **Egnet på store forureningsager**
- Fordel ved **større afstand** mellem kildeområder
- Evt. egnet ved **bebyggelse**

### Forbehold:

- Lokaliteten **egnet for ventilation**
- **Ventilationstests flytter rundt på forureningen**
- Kildeområder i **stor afstand** => **begrænset påvirkning**
- **Hyppige koncentrationsmålinger**
- Indikation på uopdaget kildeområde => **undersøgelser i hele indfangningsområdet**

## Anvendelse af ventilationstest for masseestimering

- Oppumpede forureningsmængder og fjernelsesrater kan anvendes i belysning af **masseestimerer**

## Anvendelse af ventilationstest for afværgedesign

- Resultater kan anvendes i et **stor skala afværgedesign**

# Spørgsmål?

