

Delprojekt 2 - Bestemmelse af betydende parametre for nedsivning

# Anbefalinger af metoder til at bestemme betydende parametre i forhold til risikovurdering af PFAS

Temadag, 2. marts 2026

Rambøll: Morten Birch Larsen, Nanna Isbak Thomsen, Bauke Zegers, Gitte Lemming  
Søndergaard, Stine Skov, Andreas Birk Pedersen, Klaus Tscherning Møller

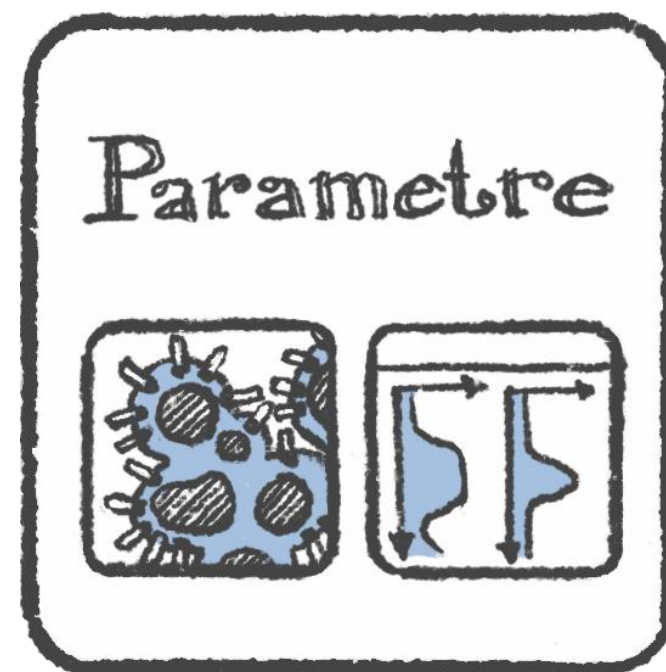
Region Hovedstaden: Ane Labianca, Maria Hag



Bright ideas.  
Sustainable change.



Region  
Hovedstaden



# Delprojekt 2

## Formål

- *teste og anvise metoder til bestemmelse af parametre til beskrivelse af transport af PFAS i umættet zone*

### Litteraturstudie

- Gennemgang af relevante processer og ligninger
  - Vandtransport i umættet zone
  - PFAS transport i umættet zone
- Undersøgelsesmetoder

### Parameterliste

- Bruttoliste - relevante parametre
- Nettoliste - parametre som undersøges i dette projekt

### Feltarbejde

- Undersøgelser på 2 lokaliteter
- Test og vurdering af relevante metoder

# Litteraturstudie

## - Vandtransport i umættet zone

- Richards (bevægelse)

- vandtransport i umættet jord over tid og rum

- van Genuchten (oplagring)

- Sammenhæng mellem vandindhold og tryk

Oplagring  
- Ændring i  
vandindhold

Netto  
vandtransport

$$\frac{\partial \theta_w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K_v \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right]$$

Kapillærstrømning

Gravimetrisk strømning

$$\theta_w = \theta_r + \frac{\theta_t + \theta_r}{\left( 1 + (\alpha_{vg} \cdot P_c)^{n_{vg}} \right)^{1-1/n}}$$

Luftindtrænings-  
Parameter  
Stor: grov jord  
Lille: fin jord

Porefordeling  
Stor: ensartede porer  
Lille: uensartede porer

# Litteraturstudie

- Tilbageholdelse i umættet zone

$$R = 1 + \frac{K_{ia} \cdot A_{ia}}{\theta_w} + \frac{K_d \cdot \rho_b}{\theta_w}$$

*Sorption luft-vand  
grænseflade*

*Sorption til jord*

# Parameterliste

## - brutto

| Proces                                              | Parameter                            | Enhed                          | Navn                                                                |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <u>Ligevægtskoncentration i vandfasen</u>           |                                      |                                |                                                                     |
| <u>1.1</u> <u>Porevand</u>                          | $C_w$                                | µg/l                           | Koncentration i porevand                                            |
| <u>Tilbageholdelse</u>                              |                                      |                                |                                                                     |
| <u>2.1</u> <u>Luft-Vand partitionering</u>          | $K_{ia}$                             | cm                             | Luft-vand grænseflade adsorptionskoefficient                        |
| <u>2.2</u>                                          | $A_{ia}$                             | 1/cm                           | Specifikt luft-vand grænsefladeareal                                |
| <u>2.3</u>                                          | $\Theta_w$                           | m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | Vandmætning                                                         |
| <u>2.4</u>                                          | $\Theta_a$                           |                                | Luftindhold                                                         |
| <u>2.5</u> <u>Organisk stof-vand partitionering</u> | $K_d$                                | l/kg                           | Jord-vand fordelingskoefficient                                     |
| <u>2.6</u>                                          | $f_{oc}$                             |                                | Fraktion af organisk kulstof                                        |
| <u>2.7</u>                                          | $K_{ow}$                             | l/l                            | Oktanolvand fordelingskoefficient                                   |
| <u>2.8</u>                                          | $K_{oc}$                             | l/kg                           | Organisk kulstof-vand fordelingskoefficient                         |
| <u>2.9</u>                                          | $D_{aq}$                             | m <sup>2</sup>                 | Molekylær diffusionskoefficient i vand                              |
| <u>2.10</u> <u>Elektrostatisk sorption</u>          | pH                                   |                                | pH                                                                  |
| <u>2.11</u>                                         | B                                    |                                | Bufferkapacitet                                                     |
| <u>2.12</u>                                         | I                                    | mol/L                          | Ionstyrke                                                           |
| <u>2.13</u> <u>NAPL-vand partitionering</u>         | $K_{nw}$                             | cm                             | NAPL-vand fordelingskoefficient                                     |
| <u>2.14</u>                                         | $\Theta_n$                           |                                | NAPL indhold                                                        |
| <u>2.15</u>                                         | $\Theta_w$                           |                                | Vandindhold ved tilstedeværelse af NAPL                             |
| <u>Transport</u>                                    |                                      |                                |                                                                     |
| <u>3.1</u> <u>Vertikal transporthastighed</u>       | n                                    |                                | Porøsitet                                                           |
| <u>3.2</u>                                          | $n_{eff}$                            |                                | Effektiv porøsitet                                                  |
| <u>3.3</u>                                          | d                                    | mm                             | Korndiameter (d <sub>10</sub> , d <sub>50</sub> , d <sub>90</sub> ) |
|                                                     | U                                    | -                              | Uensformighedstal                                                   |
| <u>3.4</u>                                          | $i_v$                                | m/m                            | Hydraulisk gradient (umættet)                                       |
| <u>3.5</u>                                          | $K_v$                                | m/s                            | hydraulisk ledningsevne, vertikal                                   |
| <u>3.6</u>                                          | $n_{vg}, \alpha_{vg}$                | -, cm                          | Van Genuchten parametre                                             |
| <u>3.7</u>                                          | $\Theta_r$                           | m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | Residualt vandindhold                                               |
| <u>3.8</u> <u>Typologi</u>                          | N                                    | mm/år                          | infiltrationsrate                                                   |
| <u>3.9</u>                                          |                                      | m                              | dybde til redoxgrænsen                                              |
| <u>3.10</u>                                         |                                      |                                | Sprække-transport/makroporer - vertikalt                            |
| <u>3.11</u>                                         |                                      |                                | Geologisk typologi                                                  |
| <u>3.12</u>                                         | h                                    | m                              | Tykkelse af umættet zone                                            |
| <u>3.13</u>                                         |                                      |                                | Matrixdiffusion                                                     |
| <u>3.14</u>                                         | $\alpha_L, \alpha_{TH}, \alpha_{TV}$ |                                | Dispersiviteter                                                     |

# Parameterliste

## - netto

- Hvilke parametre er mest RELEVANTE at måle?
- Hvilke parametre KAN vi måle?
  - Økonomi
  - Tid
  - Kapacitet
- Hvilke parametre PLEJER vi at måle?

| Parameternavn og symbol                                   | Enhed |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| Porøsitet ( $n$ )                                         | -     |
| Uensformighedstal ( $U$ )                                 | -     |
| Vandindhold ( $\vartheta_w$ )                             | -     |
| Vandmætning ( $S_w$ )                                     | -     |
| Van Genuchten parametre ( $\alpha_{vg}, n_{vg}$ )         | -     |
| Hydraulisk gradient, vertikal, umættet ( $i_v$ )          | -     |
| Hydraulisk ledningsevne, vertikal, umættet ( $k_v$ )      | m/s   |
| Jord-vand fordelingskoefficient ( $K_d$ )                 | L/Kg  |
| Luft-vand grænseflade adsorptionskoefficient ( $K_{ia}$ ) | cm    |
| Infiltrationsrate ( $N$ )                                 | mm/år |

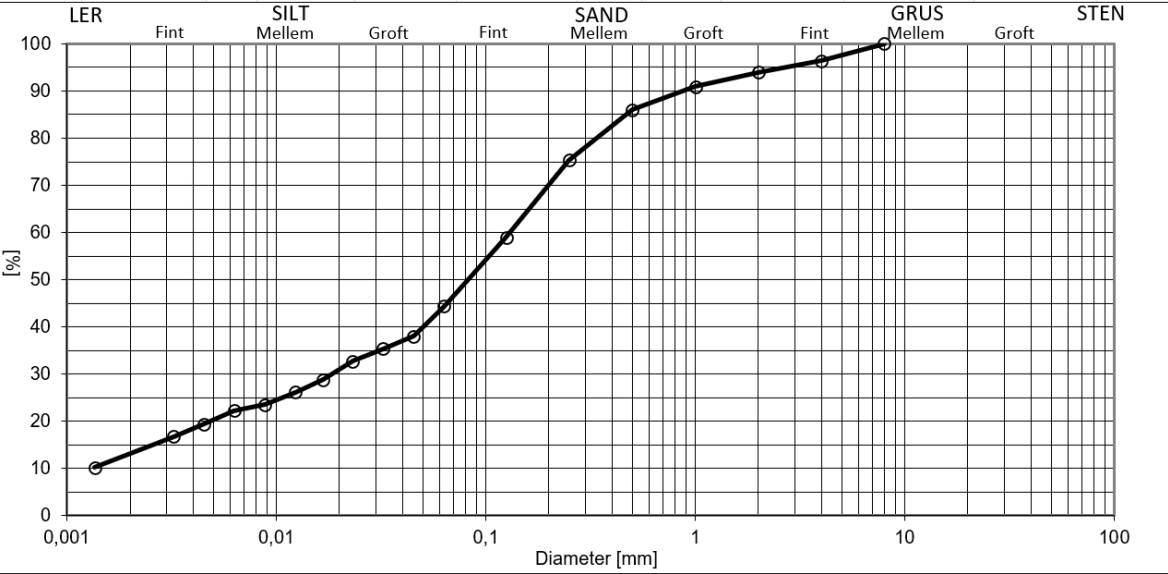
# Parameterliste

## - metodevalg

| Parameternavn og symbol                                   | Metode 1                       | Metode 2                    | Metode 3    | Metode 4       |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|----------------|
| <b>Porøsitet (<math>n</math>)</b>                         | <b>Kornstørrelsesfordeling</b> | <b>Gravimetrisk/Rumvægt</b> | <b>NMR</b>  |                |
| Uensformighedstal ( $U$ )                                 | Kornstørrelsesfordeling        |                             |             |                |
| Infiltrationsrate ( $N$ )                                 | Sugeceller                     | Vandspejlsfluktuationer     | Darcy's lov | TFA som tracer |
| <b>Vandindhold (<math>\theta_w</math>)</b>                | <b>Gravimetrisk</b>            | <b>TDR</b>                  | <b>NMR</b>  |                |
| Vandmætning ( $S_w$ )                                     | Empirisk                       |                             |             |                |
| Van Genuchten parametre ( $\alpha_{vg}, n_{vg}$ )         | Retentionskurver               |                             |             |                |
| Hydraulisk gradient, vertikal, umættet ( $i_v$ )          | Tensiometer                    |                             |             |                |
| Hydraulisk ledningsevne, vertikal, umættet ( $k_v$ )      | Lab                            |                             |             |                |
| Jord-vand fordelingskoefficient ( $K_d$ )                 | Lab (DTU)                      |                             |             |                |
| Luft-vand grænseflade adsorptionskoefficient ( $K_{ia}$ ) | Empirisk                       |                             |             |                |
| Specifikt luft-vand grænsefladeareal ( $A_{ia}$ )         | Lab + empirisk                 |                             |             |                |

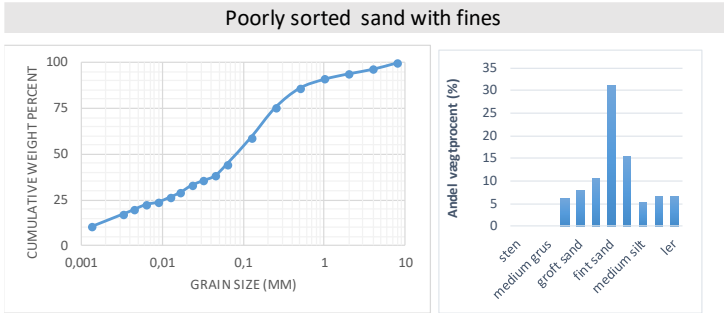
# Porøsitet

- kornstørrelsesfordeling
- Kornstørrelsesfordeling



- Usikkerheder:
- Groft empirisk estimat
  - Pakningsgrad og komprimering
  - Poregeometri

## ➤HydroGeoSieve analyse



| Sieve opening (ps) di (mm) | Mass of retained (mr) (g) | mass fraction (mf) | Percent Passing (pp) | Effective Grain Diameters (mm) |             | Other Useful Parameters     |             |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| 8                          | 0                         | 0                  | 100                  | d10                            | 0,001       | Uniformity Coef.            | 99,47       |
| 4                          | 3,55263                   | 0,03553            | 96,4474              | d17                            | 0,003       | n computed                  | 0,26        |
| 2                          | 2,5                       | 0,025              | 93,9474              | d20                            | 0,005       | g (cm/s <sup>2</sup> )      | 980,00      |
| 1                          | 3,02632                   | 0,03026            | 90,9211              | d50                            | 0,087       | ρ (g/cm <sup>3</sup> )      | 0,9981      |
| 0,5                        | 4,86842                   | 0,04868            | 86,0526              | d60                            | 0,133       | μ (g/cm s)                  | 0,0098      |
| 0,25                       | 10,6579                   | 0,10658            | 75,3947              | de (Kruger)                    | 0,018       | ρg/μ (1/cm s)               | 9,9327E+04  |
| 0,125                      | 16,4474                   | 0,16447            | 58,9474              | de (Kozeny)                    | 0,008       | tau (Sauerbrei)             | 1,053       |
| 0,063                      | 14,6053                   | 0,14605            | 44,3421              | de (Zunker)                    | 0,008       | d <sub>geometric mean</sub> | 0,112       |
| 0,04512                    | 6,36451                   | 0,06365            | 37,9776              | de (Zamarin)                   | 0,009       | α <sub>g</sub>              | 3,634       |
| 0,03234                    | 2,63158                   | 0,02632            | 35,346               | lo (Alyamani)                  | -0,020      |                             |             |
| 0,02317                    | 2,63158                   | 0,02632            | 32,7144              | mm                             | 0           | % in sample                 |             |
| 0,0167                     | 3,94737                   | 0,03947            | 28,7671              | >64                            | sten        |                             | sten        |
| 0,01235                    | 2,63158                   | 0,02632            | 26,1355              | 16 - 64                        | groft grus  |                             | groft grus  |
| 0,00884                    | 2,63158                   | 0,02632            | 23,5039              | 8 - 16                         | medium grus | 0                           | medium grus |
| 0,00629                    | 1,31579                   | 0,01316            | 22,1881              | 2 - 8                          | fint grus   | 6,052631579                 | fint grus   |
| 0,00451                    | 2,77352                   | 0,02774            | 19,4146              | 0.5 - 2                        | groft sand  | 7,894736842                 | groft sand  |
| 0,00323                    | 2,63158                   | 0,02632            | 16,783               | 0.25 - 0.5                     | medium sand | 10,65789474                 | medium sand |
| 0,00135                    | 6,64992                   | 0,0665             | 10,1331              | 0.063 - 0.25                   | fint sand   | 31,05263158                 | fint sand   |
|                            |                           |                    |                      | 0.016 - 0.063                  | groft silt  | 15,57503453                 | groft silt  |
|                            |                           |                    |                      | 0.008 - 0.016                  | medium silt | 5,263157895                 | medium silt |
|                            |                           |                    |                      | 0.002 - 0.008                  | fint silt   | 6,720883842                 | fint silt   |
|                            |                           |                    |                      | <0.002                         | ler         | 6,649915605                 | ler         |

# Porøsitet

## - Gravimetrisk/rumvægt



$$n = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_d}$$

$\rho_b$  = rumvægten af prøven (g/cm<sup>3</sup>)

$\rho_d$  = partikeldensiteten (2,65 g/cm<sup>3</sup>)

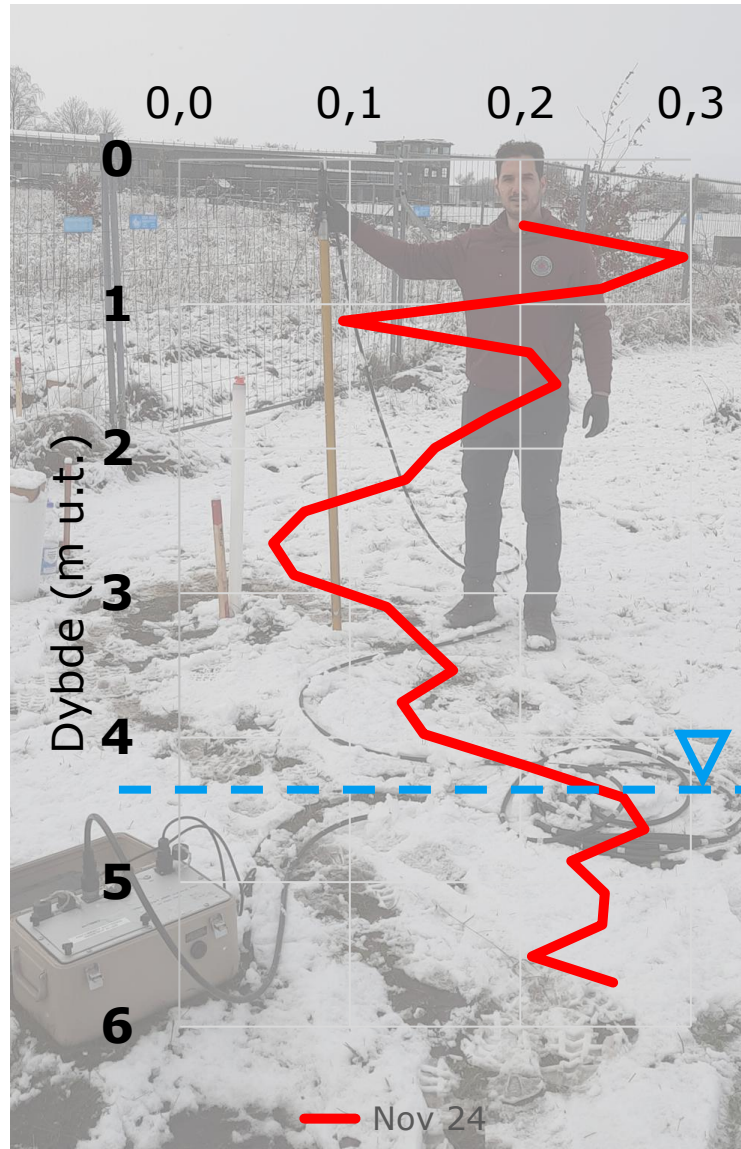


Usikkerheder:

- Prøveforstyrrelse
- Tørring
- partikeldensitet

# Porøsitet

## - NMR



| F301 |                                                                                 | nov-24            |            |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
|      |                                                                                 | Dybde<br>(m u.t.) | $\Theta_w$ |
|      |                                                                                 | 3,98              | 0,14       |
| 21   | MORÆNELER, magert, siltet, sandet, gruset, rustpletter (sprækker), grå - brun   | 4,20              | 0,20       |
| 22   | GRUS, kalkholdig, brun                                                          | 4,42              | 0,26       |
| 23   | Rådden sten, mørke                                                              |                   |            |
| 24   | mineraludfældninger, brun                                                       |                   |            |
|      | SAND, fint - mellem (lidt grovere), lidt grus, ringe graderet, kalkholdig, brun | 4,64              | 0,27       |
| 25   | Ingen kerne                                                                     | 4,86              | 0,23       |
|      |                                                                                 | 5,08              | 0,25       |
| 26   | SAND, mellem - grov, kalkholdig, gruset, ringe graderet, farveløs, grå          | 5,30              | 0,25       |
| 27   | GRUS, svagt sandet                                                              | 5,52              | 0,21       |
| 28   | GRUS, svagt sandet, lerindslag                                                  | 5,70              | 0,25       |
|      |                                                                                 |                   |            |
|      |                                                                                 |                   |            |

Usikkerheder:

- Måleusikkerhed 1-3%
- Poregeometri
- underestimering af porøsitet i lerede formationer

# Porøsitet

## – data

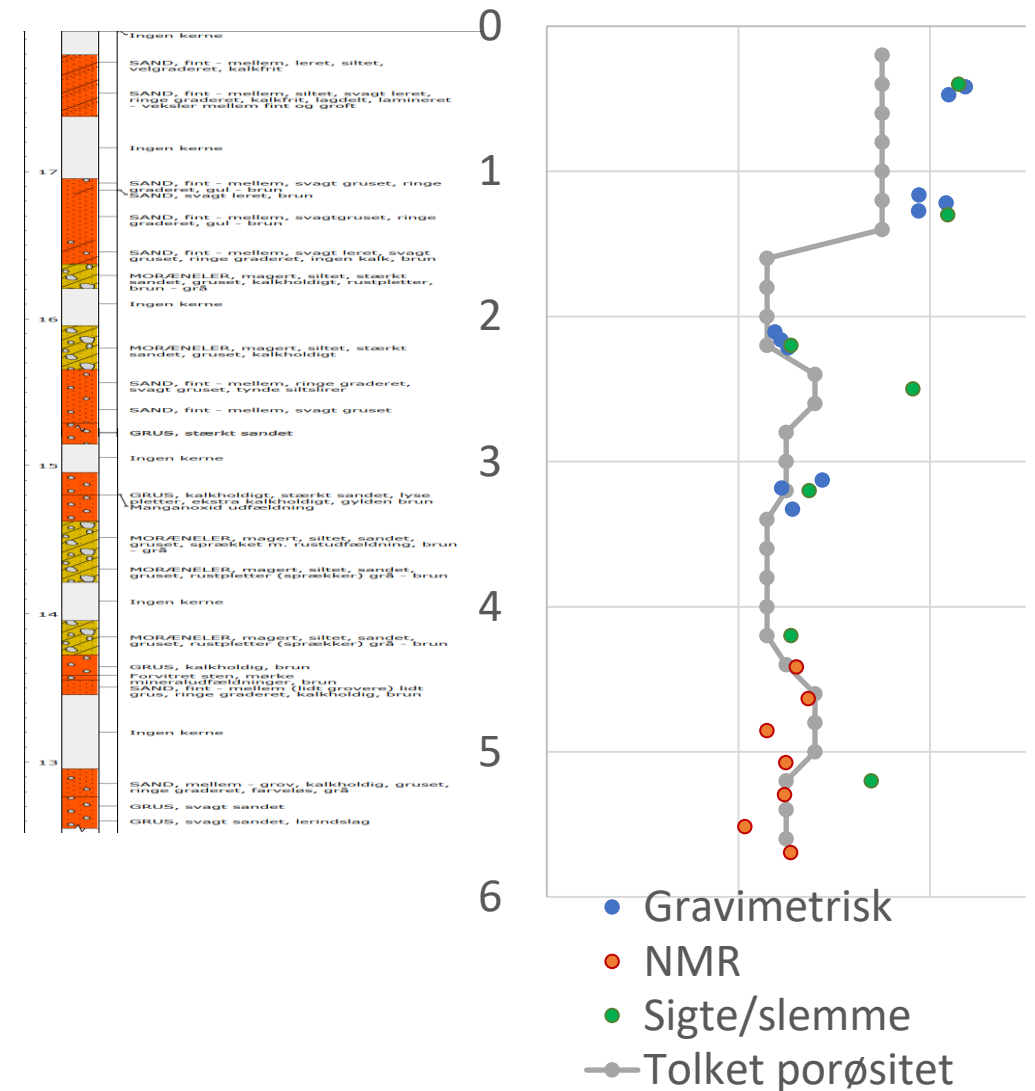
- Gennemsnitsværdier for de forskellige geologiske lag
- Tolket porøsitet gennem boreprofilen

| Geologi                     | Data |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Obs<br>n | Interval |      | Gennemsnit  |            |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|------|-------------|------------|
|                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          | min      | max  | Aritmetrisk | Geometrisk |
| Fyld, leret, sandet, gruset | 0,44 | 0,37 | 0,30 | 0,34 | 0,24 | 0,27 | 0,25 | 0,23 | 0,24 | 0,22 | 10       | 0,22     | 0,44 | 0,29        | 0,28       |
| Sand, fint                  | 0,28 | 0,28 | 0,25 | 0,26 | 0,48 | 0,44 | 0,42 | 0,39 | 0,42 | 0,39 | 10       | 0,25     | 0,48 | 0,36        | 0,35       |
| Sand, fint-mellem           | 0,27 | 0,25 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,25 | 0,26 | 29       | 0,14     | 0,41 | 0,29        | 0,28       |
|                             | 0,14 | 0,23 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,32 | 0,31 | 0,31 | 0,35 | 0,31 |          |          |      |             |            |
|                             | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,39 | 0,41 | 0,41 | 0,32 | 0,38 | 0,34 |      |          |          |      |             |            |
| Sand, mellem-groft          | 0,25 | 0,25 | 0,29 | 0,26 |      |      |      |      |      |      | 4        | 0,25     | 0,29 | 0,26        | 0,26       |
| Sand, morænesand            | 0,31 | 0,33 | 0,31 | 0,46 | 0,36 | 0,40 |      |      |      |      | 6        | 0,31     | 0,46 | 0,36        | 0,36       |
| Morænesand/grus             | 0,18 | 0,21 | 0,14 |      |      |      |      |      |      |      | 3        | 0,14     | 0,21 | 0,18        | 0,17       |
| Grus                        | 0,26 | 0,24 | 0,28 | 0,26 | 0,25 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,21 |      | 12       | 0,21     | 0,28 | 0,25        | 0,25       |
|                             | 0,23 | 0,26 | 0,23 |      |      |      |      |      |      |      |          |          |      |             |            |
| Morænegrus                  | 0,29 | 0,25 | 0,26 | 0,31 | 0,17 | 0,24 | 0,16 | 0,22 | 0,32 |      | 16       | 0,16     | 0,34 | 0,27        | 0,26       |
|                             | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,34 | 0,33 | 0,29 |      |      |      |          |          |      |             |            |
| Moræneler                   | 0,19 | 0,14 | 0,15 | 0,19 | 0,27 | 0,30 |      |      |      |      | 20       | 0,14     | 0,31 | 0,24        | 0,23       |
|                             | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,23 | 0,20 | 0,17 |      |      |      |      |          |          |      |             |            |
|                             | 0,31 | 0,24 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,28 |      |      |          |          |      |             |            |

NMR, lokalitet 1

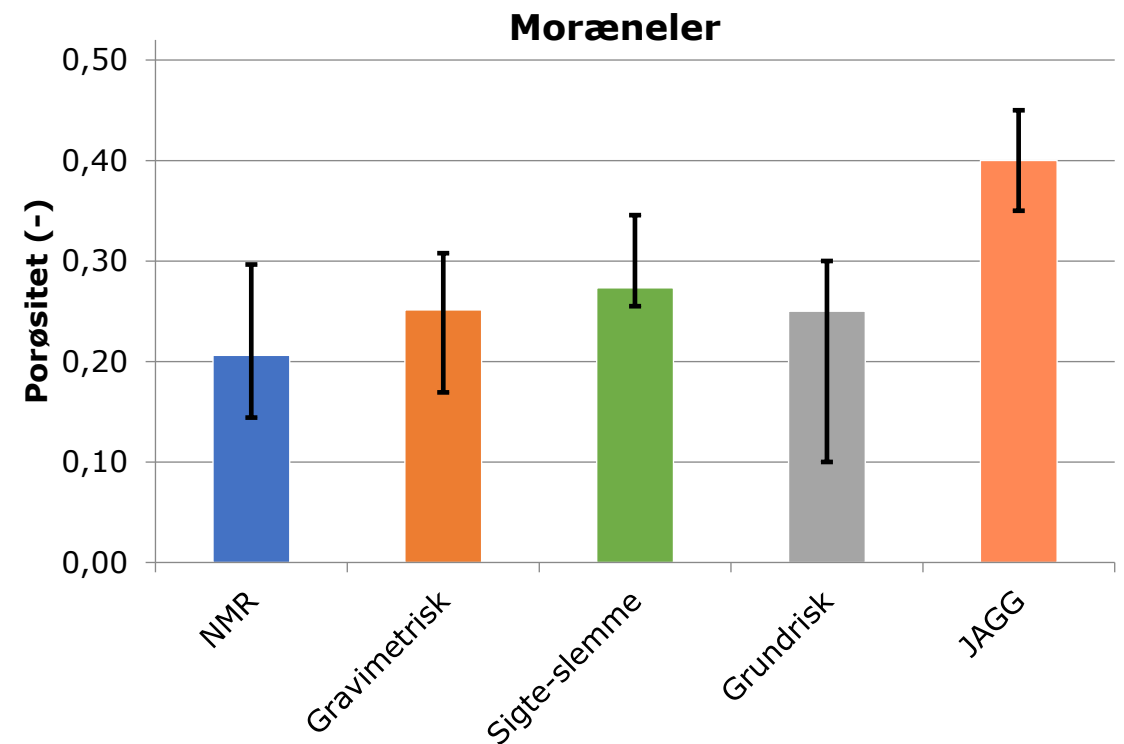
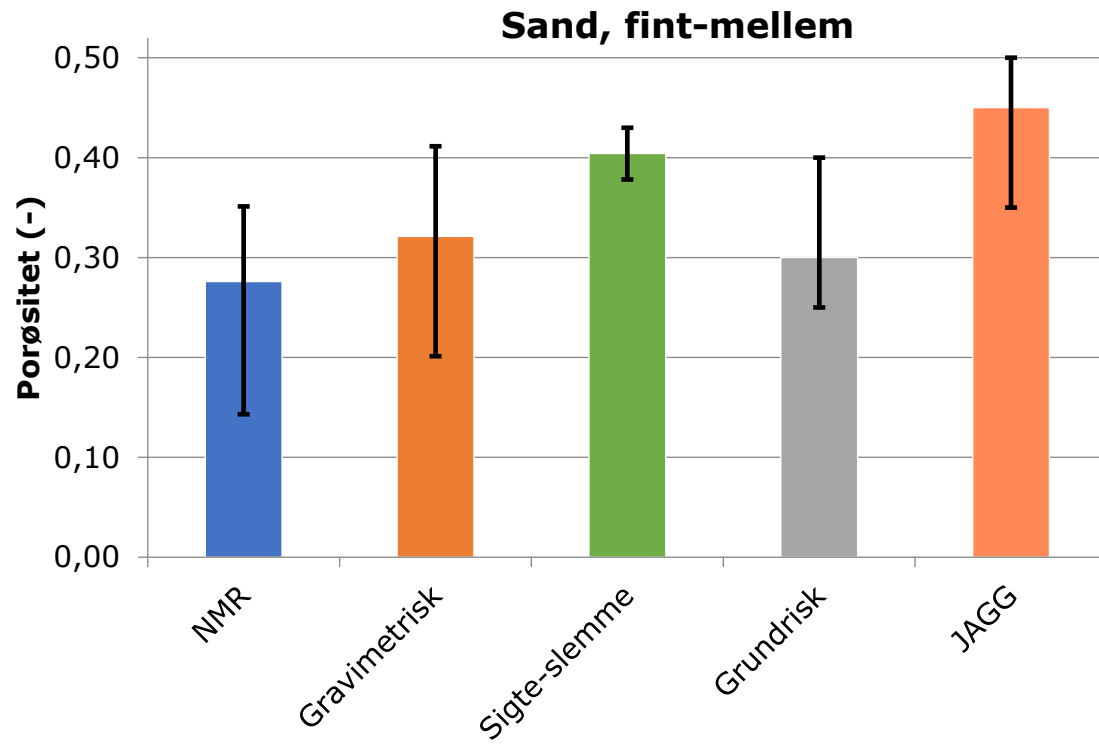
Gravimetrisk, lokalitet 1

Gravimetrisk, lokalitet 2



# Porøsitet

- sammenligning



# Porøsitet

## - Anbefaling

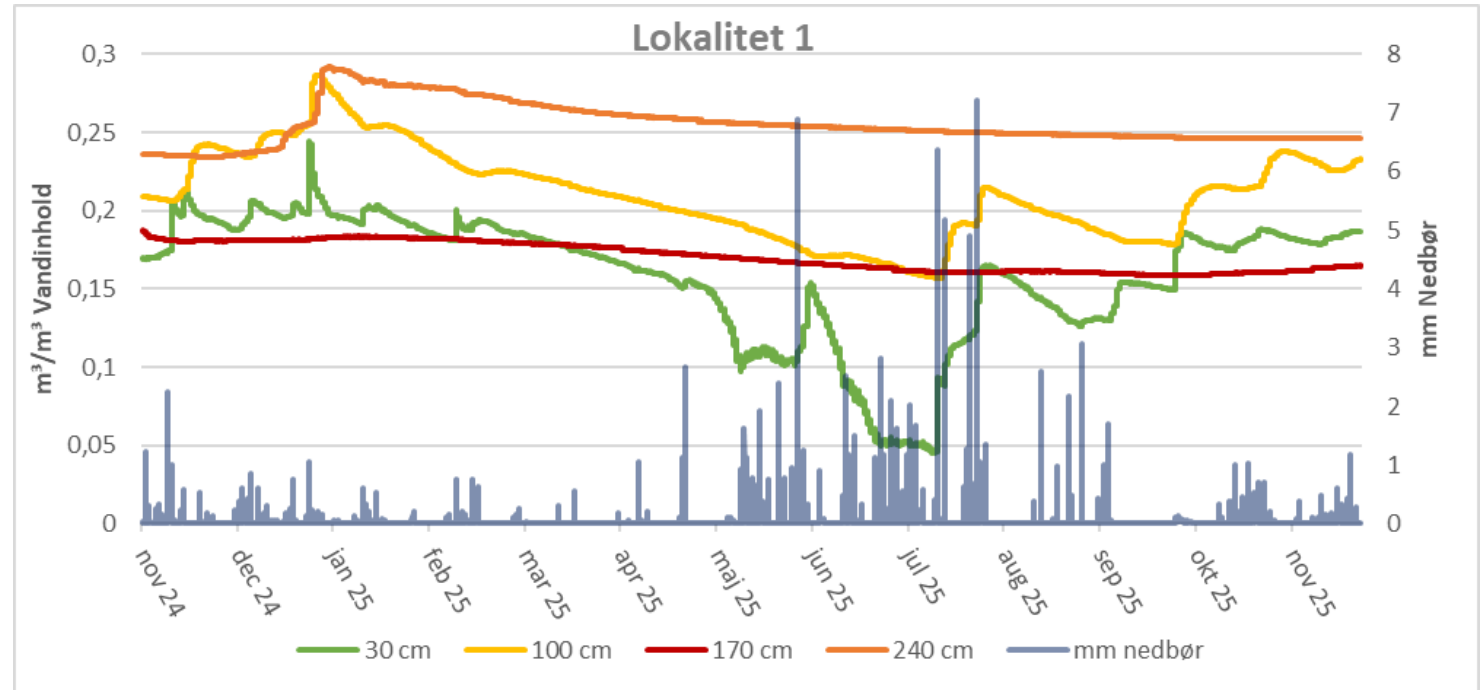
| <b>Porøsitet, n</b>                                            |                  |                             |                 |                             |             |                   |
|----------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| <b>Metode</b>                                                  | <b>Type</b>      | <b>Bruger<br/>venlighed</b> | <b>Modenhed</b> | <b>Kvalitet<br/>af data</b> | <b>Pris</b> | <b>Anbefaling</b> |
| <i>Kornstørrelses-<br/>fordeling</i>                           | Lab/<br>Empirisk | Høj                         | Anvendt*        | Mindre<br>god               | Billigst    | Mindre god        |
| <i>På baggrund af<br/>rumvægt</i>                              | Lab              | Lav                         | Anvendt*        | God                         | Medium      | Bedre             |
| <i>Måling af fortrængt<br/>væskevolumen ved<br/>nedsækning</i> | Lab              | Lav                         | Anvendt         | God                         | Medium      | Bedre             |
| <i>Digital<br/>billedanalyse</i>                               | Lab              | -                           | -               | -                           | -           | -                 |
| <i><u>Nuclear Magnetic<br/>Resonance (NMR)</u></i>             | Lab/felt         | Medium                      | Testes i DK     | God                         | Dyrest      | Bedre             |

\* Kommercielt tilgængelig

# Vandindhold - TDR



➤ Kontinuert måling over tid i én dybde



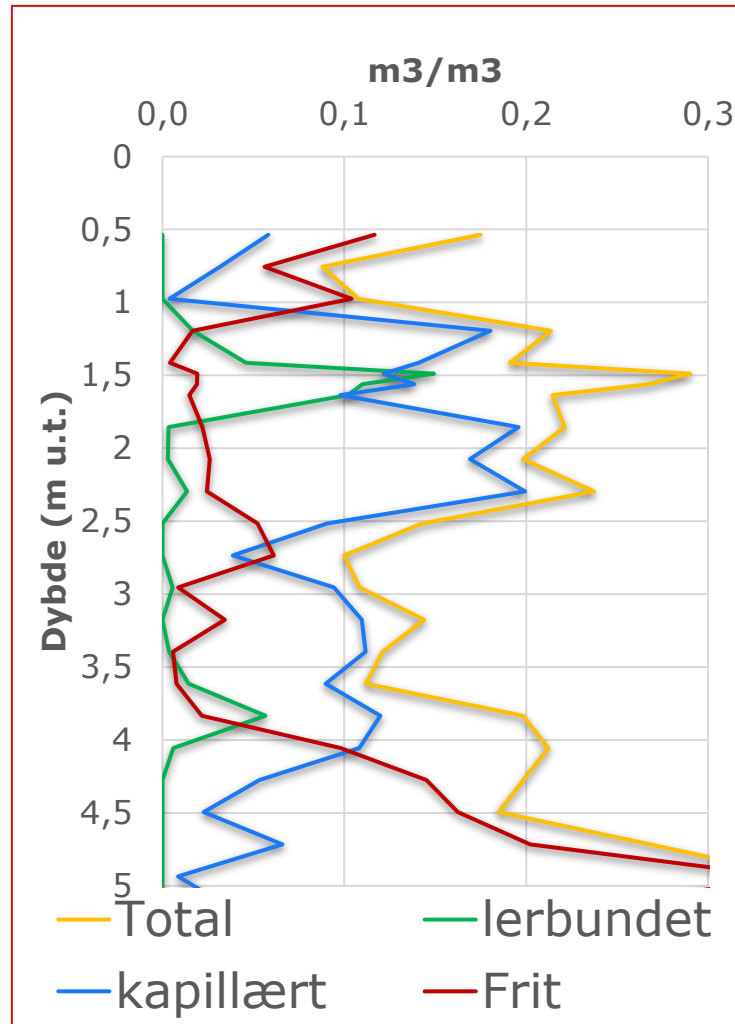
## Usikkerheder:

- Måleusikkerhed 1-3% - op til 6% i lerjord
- Installation og jordkontakt
- Kalibrering
- Mus!

# Vandindhold

- NMR

Vertikal profil i umættet og mættet zone  
Mulighed for gentagelse af målinger

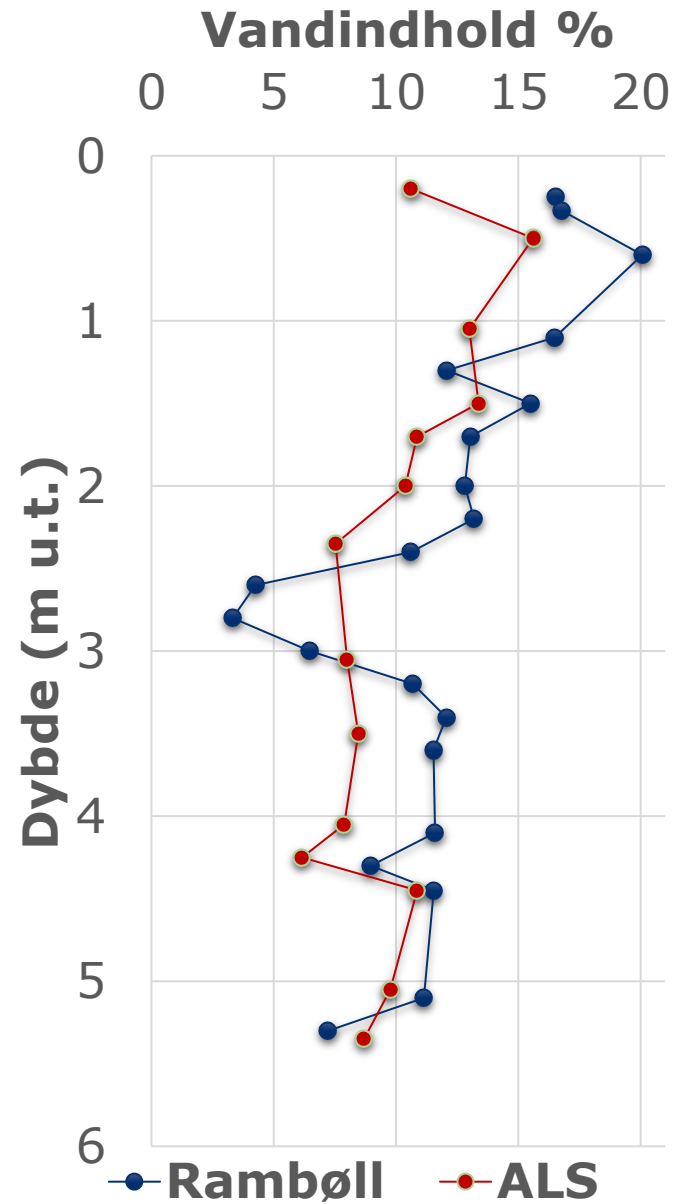


Usikkerheder:

- Måleusikkerhed 1-3%
- Poregeometri
- undervurdering af porøsitet i lerede formationer

# Vandindhold

- gravimetrisk



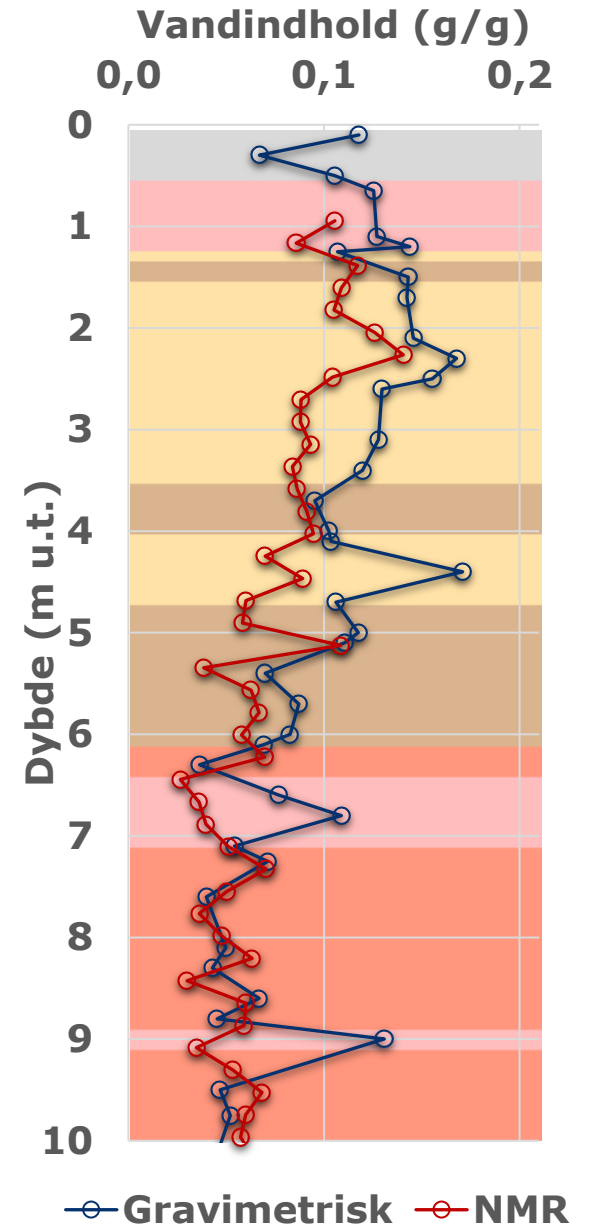
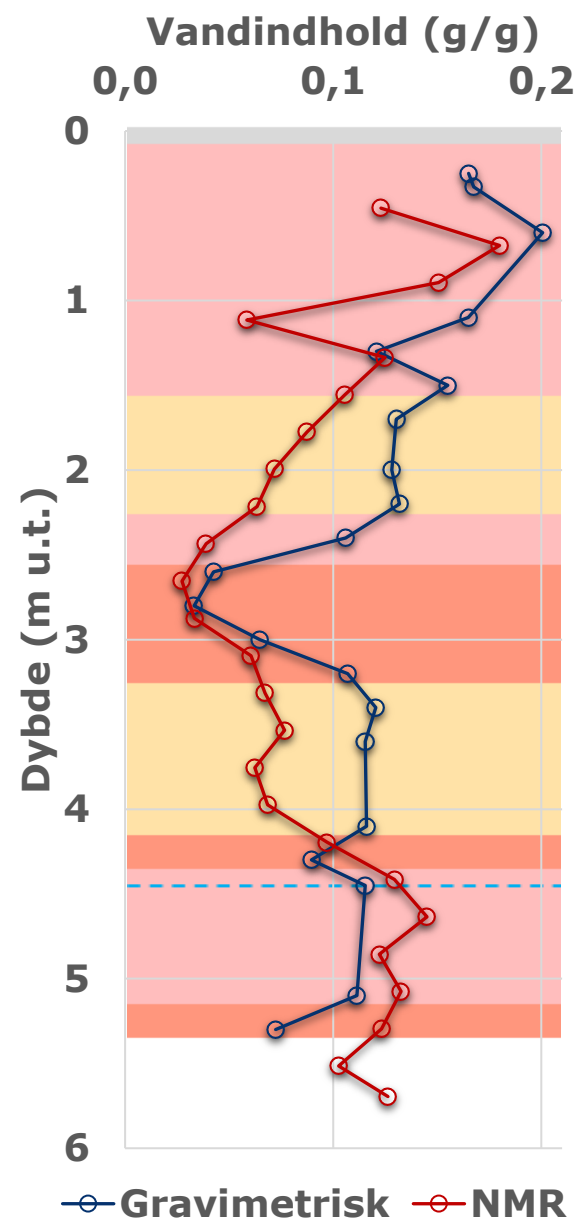
Usikkerheder:

- Prøvetagning og håndtering
- Tørring

# Vandindhold

- sammenligning

- Samme tendens
- NMR underestimerer vandindholdet i lerede aflejringer



# Vandindhold - anbefaling

| <b>Vandindhold, (<math>\theta_w</math>)</b>                               |             |                             |                        |                 |             |                   |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|-------------|-------------------|
| <b>Navn</b>                                                               | <b>Type</b> | <b>Bruger<br/>venlighed</b> | <b>Modenhed</b>        | <b>Kvalitet</b> | <b>Pris</b> | <b>Anbefaling</b> |
| <i>Beregning på baggrund af van genuchtens ligning</i>                    | Empirisk    | Medium                      | Testes                 | Middel          | Lav         |                   |
| <i>Gravimetriske målinger</i>                                             | Lab         | God                         | Anvendt<br>Kommercielt | God             | Lav         | Bedst             |
| <i>Time Domain Reflectrometry (TDR)</i>                                   | Felt        | God                         | Anvendt<br>Kommercielt | Middel          | Lav         | Bedre             |
| <i>Capacitance probes (dielektriske sensorer)</i>                         | Felt        | Medium                      | Anvendt<br>Kommercielt | Middel          | Medium      | God               |
| <i>Nuclear Magnetic Resonance (NMR)</i>                                   | Felt        | God                         | Anvendt                | God             | Medium/høj  | Bedre             |
| <i>Cross-borehole ground penetrating radar</i>                            | Felt        | -                           | -                      | -               | -           |                   |
| <i>Kombineret monitoringssystem til porevand, poreluft og vandindhold</i> | Felt        | Lav                         | Testes                 | -               | -           |                   |

# Delprojekt 2

## - Output I

- Litteraturstudie
  - Gennemgang af parametre
  - Relevans for nedsivning i umættet zone
  - Litteraturværdier
  - Metoder til bestemmelse
  - Anbefaling

| Kornstørrelsesfordeling, uensformighedstal, U, og korndiametre, $d_{10}$ , $d_{50}$ , $d_{60}$ |          |                       |                        |          |          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|------------------------|----------|----------|------------|
| Navn                                                                                           | Type     | Bruger -<br>venlighed | Modenhed               | Kvalitet | Pris     | Anbefaling |
| Eksisterende<br>kornstørrelseskurve                                                            | Empirisk | God                   | Anvendt                | Dårlig   | Billigst | Mindre god |
| Sigte-slemme analyse                                                                           | Lab      | God                   | Anvendt<br>kommercielt | Middel   | Lav      | Bedre      |
| Laser diffraktion                                                                              | Lab      | God                   | Anvendt<br>kommercielt | god      | Dyr      | Bedst      |

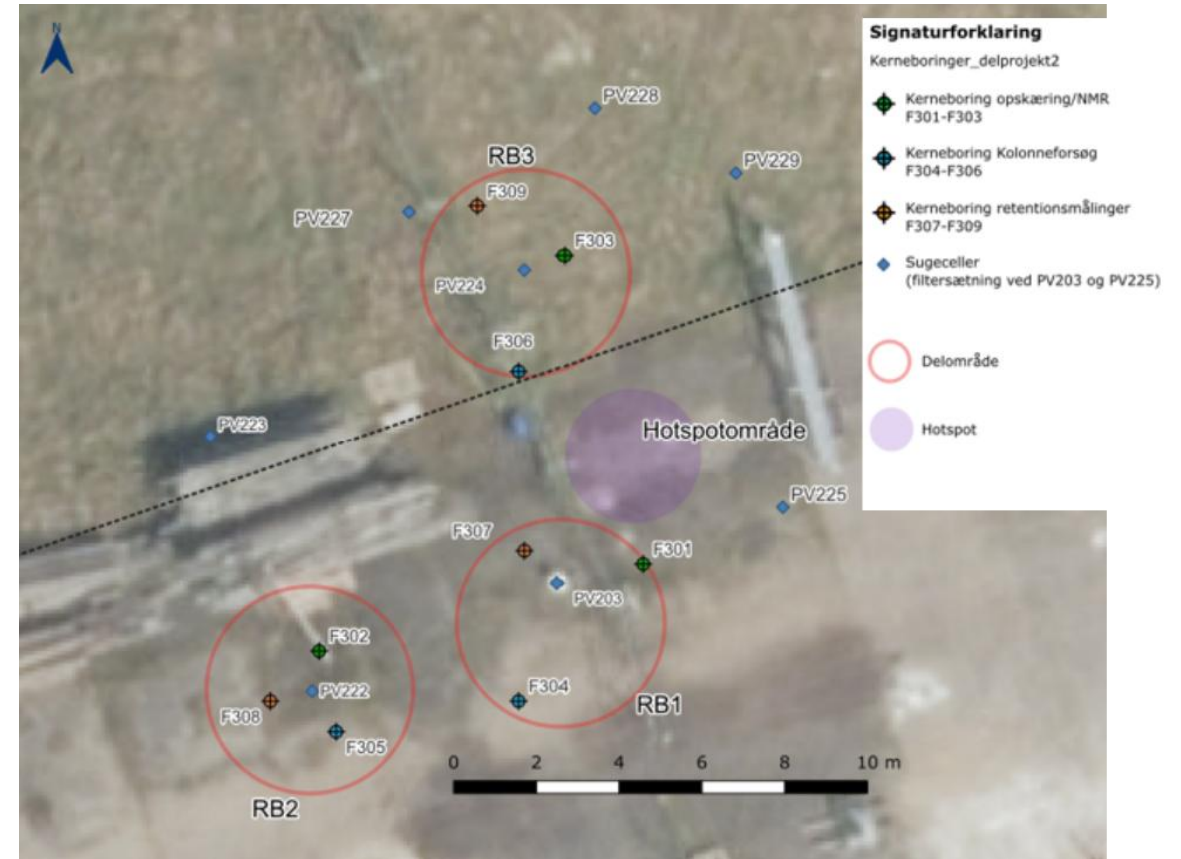
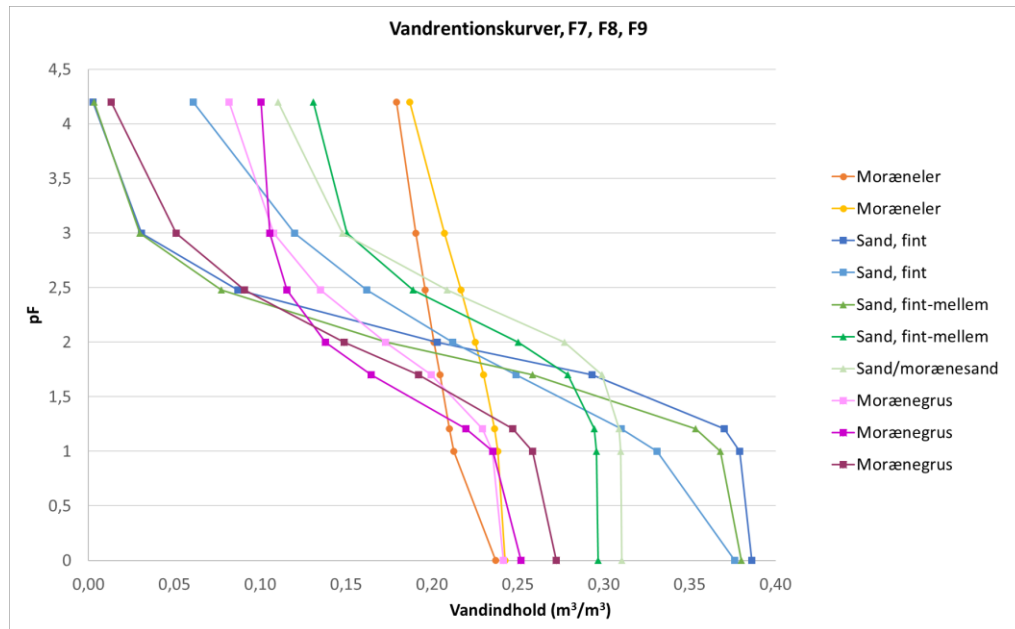


# Delprojekt 2

## - Output II

- Datanotat

- Test og beskrivelse af metoder
- Tolkning og vurdering af parametre
- Sammenligning af værdier med litteraturen



# Delforprojekt 2

## - Output III

- Parameterkatalog
  - Sammenfatning med
  - 1. Oversigtstabel
  - 2. Datatabel
  - 3. Metodetabel

### 1.1 Oversigtstabel

| Navn      | Bogstav | Definition                                                                                             | Enhed | Processer i den umættede zone | Stofspecifik/<br>Lokalitetsspecifik |
|-----------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Porøsitet | n       | Porøsiteten beskriver den andel af det samlede jordvolumen, som udgøres af hulrum mellem jordpartikler | -     | Transport og tilbageholdelse  | Lokalitetsspecifik                  |

### 1.2 Datatabel

| Porøsitet, n                |                     |          |      |            |      |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
|-----------------------------|---------------------|----------|------|------------|------|--------------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Geologi                     | Data fra referencer |          |      |            |      | BAV* og tilhørende intervaller |          |      |                                                                                                                                                   | Referencer                      |
|                             | Obs.                | Interval |      | Bedste bud |      | Værdi                          | Interval |      | Vurdering                                                                                                                                         |                                 |
|                             | #                   | min      | max  | min        | max  |                                | min      | max  |                                                                                                                                                   |                                 |
| Fyld, leret, sandet, gruset | 10                  | 0,22     | 0,44 | 0,28       | 0,29 | 0,30                           | 0,22     | 0,44 | Usikker. Fyld kan have meget forskellig porøsitet. Værdien er baseret på 10 målinger fra 2 forskellige lokaliteter.                               | JAGG, GrundRisk                 |
| Sand, fint                  | 8                   | 0,28     | 0,48 | 0,30       | 0,45 | 0,30                           | 0,2      | 0,48 | God. BAV er valgt på baggrund af de forskellige referencer. Flest referencer angiver en værdi som er tættere på minimum af de anbefalede værdier. | JAGG, GrundRisk, Rambøll, 2025c |
| Sand, fint-mellem           | 19                  | 0,20     | 0,41 | 0,30       | 0,45 |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Sand, mellem-groft          | 2                   | 0,25     | 0,4  | 0,25       | 0,45 |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Sand, morænesand            | 3                   | 0,25     | 0,4  | 0,30       | 0,45 |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Morænesand/grus             | 3                   | 0,14     | 0,21 | 0,18       | 0,18 | 0,25                           | 0,14     | 0,4  | God. BAV er valgt på baggrund af de forskellige referencer.                                                                                       | JAGG, GrundRisk, Rambøll, 2025c |
| Sand og grus (usorteret)    |                     | 0,15     | 0,35 | 0,25       |      |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Grus                        | 6                   | 0,15     | 0,4  | 0,24       | 0,35 |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Morænegrus                  | 16                  | 0,16     | 0,34 | 0,26       | 0,27 |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |
| Moræneler                   | 17                  | 0,35     | 0,45 | 0,24       | 0,4  | 0,3                            | 0,1      | 0,45 | God. BAV er valgt på baggrund af de forskellige referencer.                                                                                       | JAGG, GrundRisk, Rambøll, 2025c |
| Moræneler, sandet/siltet    |                     | 0,1      | 0,3  | 0,25       |      |                                |          |      |                                                                                                                                                   |                                 |

### 1.3 Metodetabel

| Porøsitet, n                                     |                  |                     |              |                  |          |            |
|--------------------------------------------------|------------------|---------------------|--------------|------------------|----------|------------|
| Metode                                           | Type             | Bruger<br>venlighed | Modenhed     | Kvalitet af data | Pris     | Anbefaling |
| Kornstørrelsesfordeling                          | Lab/<br>Empirisk | Høj                 | Anvendt i DK | Mindre god       | Billigst | Mindre god |
| På baggrund af rumvægt                           | Lab              | Høj                 | Anvendt i DK | God              | Medium   | Bedst      |
| Måling af fortrængt væskevolumen ved nedsænkning | Lab              | Medium              | Anvendt i DK | God              | Medium   | Bedre      |
| Digital billedanalyse                            | Lab              | Medium              | -            | -                | -        | -          |
| Nuclear Magnetic Resonance (NMR)                 | Lab/felt         | Medium              | Testes i DK  | God              | Dyrest   | God        |

# Delprojekt 2

## - Output IV

- Udvaskningsforsøg
  - *undersøge retardationen af PFAS22 i forhold til vandets hastighed under mættede vs. umættede forhold*
  - *teste de bestemte parametre, til beregning af retardation*
- Umættede og mættede kolonneforsøg
- Intakte kerneprøver fra den ene lokalitet
- Udføres af Aalborg Universitet, Department of Chemistry and Bioscience

