

# Forundersøgelser til Cityringen

Avancerede laboratorieforsøg

Frederik Ditlevsen

# Avancerede laboratorieforsøg

## Typer forsøg

<b>Forsøg</b>	<b>Mængde</b>	
Enaksede trykforsøg	428	
Indirekte trækforsøg (Brazil)	354	
Konsolideringsforsøg	21	30 – 36 trin
Triaksialforsøg	49	CAU, CAD, CID, MCAD, Ø100 CAD/CID/CAU
Kompaktion- og kompressionsforsøg på kalk	11	Enakset kompaktion + drænet brudfase
Slake durability forsøg	11	

# Avancerede laboratorieforsøg

## Generel arbejdsprocedure:

- GEO-Aarsleff JV har, efter aftale med Metroselskabet, stået for udvælgelsen af klassifikations- og indeksforsøg.
- CAS (COWI Arup Systra JV) har stået for udvælgelsen af alle avancerede forsøg.

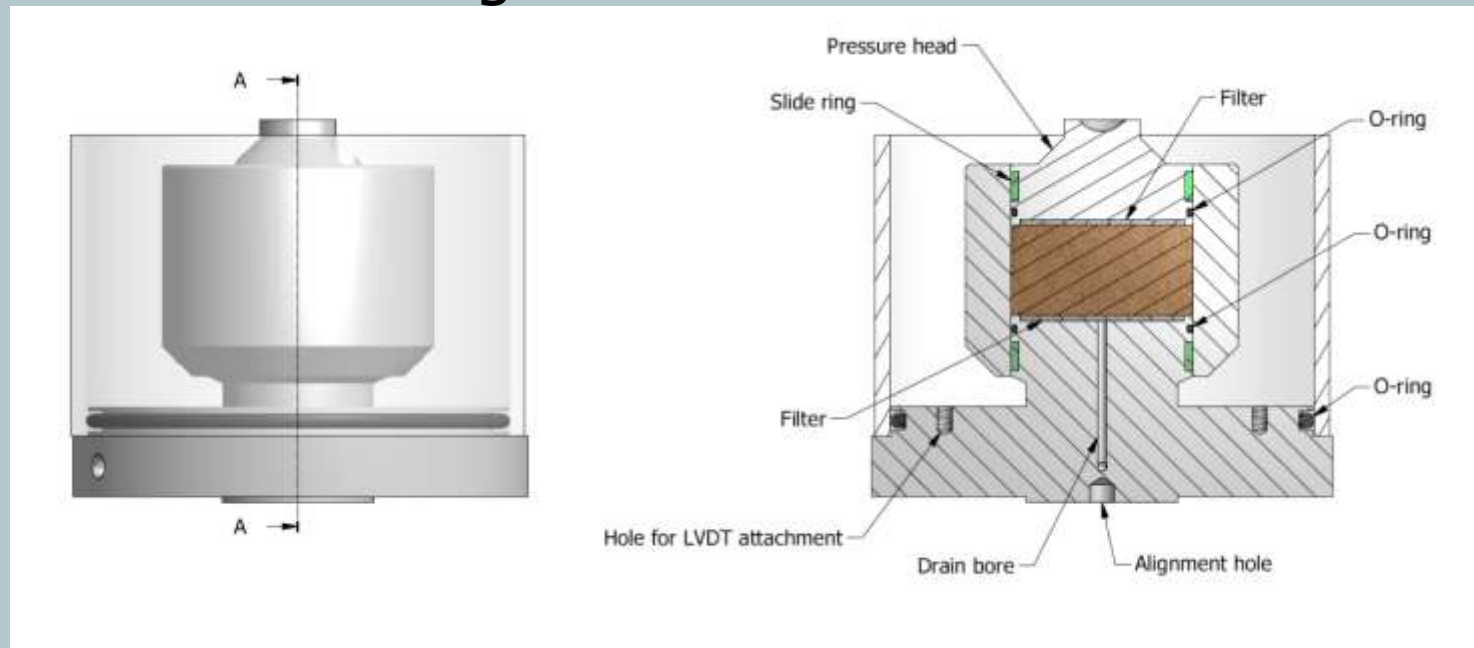
# Avancerede laboratorieforsøg

## Generel arbejdsprocedure:

- Klassifikationsforsøg / Indeksforsøg:
  - Vandindhold, rumvægt, poretal, konsistensgrænser (plasttal), sigtninger, kalkindhold, kornrumvægt, enaksede trykforsøg, indirekte trækforsøg (Brazil forsøg)
- Avancerede forsøg
  - CAU, CAD, CID, MCAD på sand, silt, moræneler, ler og grønsand
  - Ø100 CAD/CID/CAU på grus/sand, moræneler, grønsand, kalk og sprækket sand
  - Ø54 CAD på kalk

# Avancerede laboratorieforsøg

- Oedometer forsøg
  - Floating ring
  - ~36 trinvisse lastninger

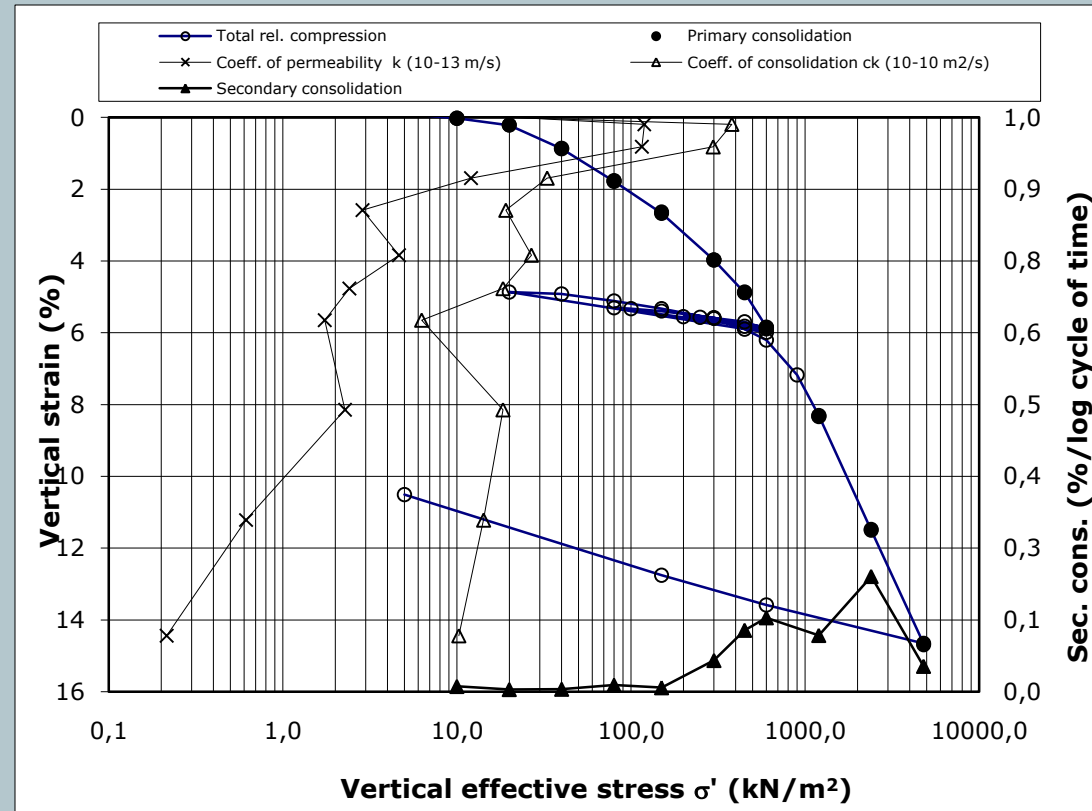


# Avancerede laboratorieforsøg

- Oedometer forsøg

Efter aftale med CAS blev dekadehældning rapporteret

$c_v$ ,  $\sigma'_0$  og  $\sigma'_{pc}$  blev udladt, så CAS selv kunne bestemme disse



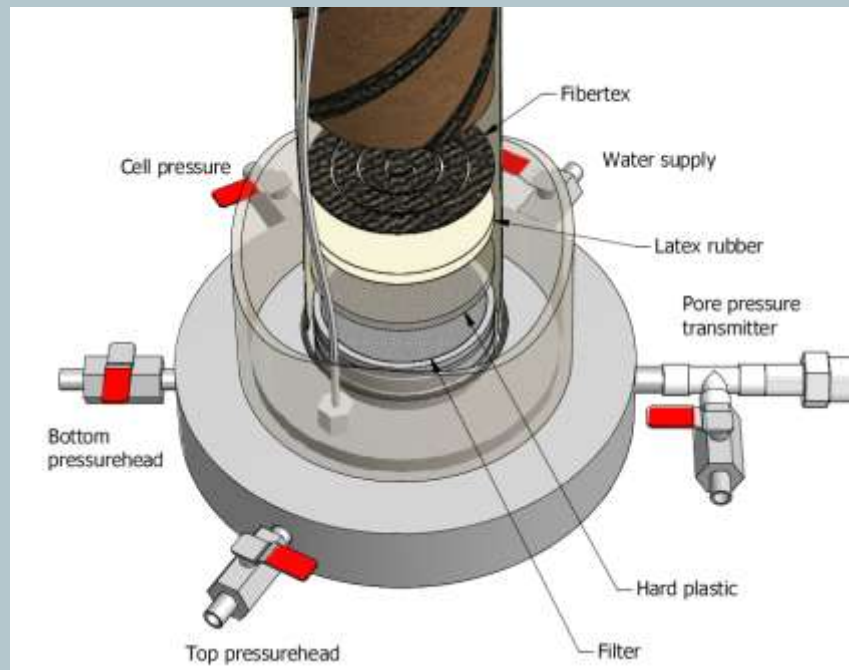
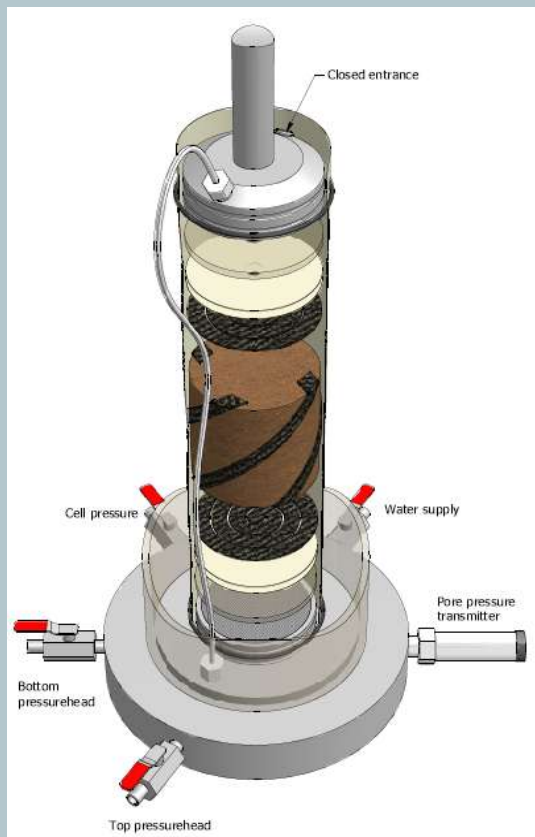
# Avancerede laboratorieforsøg

- Triaksialforsøg

<b>Triaksial udstyr</b>	<b>Forsøg</b>	<b>Prøve dimension</b>	<b>Specifikationer</b>
Triaksial apparatur beskrevet v. Moust Jacobsen DGI Bulletin 27	MCAD, CAD, CID, CAU	70x70 mm	Glatte trykhoveder, dræn fra ender og periferi, mulighed for negativ deviator spænding
Hoek celle (Ø54mm), ASTM Hoek celle standard	CAD på kalk	108x54mm	Ikke glatte trykhoveder, dræn fra top og bund, mulighed for negative deviator spænding
Scott celle (Ø100mm), ASTM Hoek cell standard	CID, CAD, CAU (kalk og kvartære jordarter)	200x100mm	Ikke glatte trykhoveder, dræn fra top og bund, mulighed for negative deviator spænding

# Avancerede laboratorieforsøg

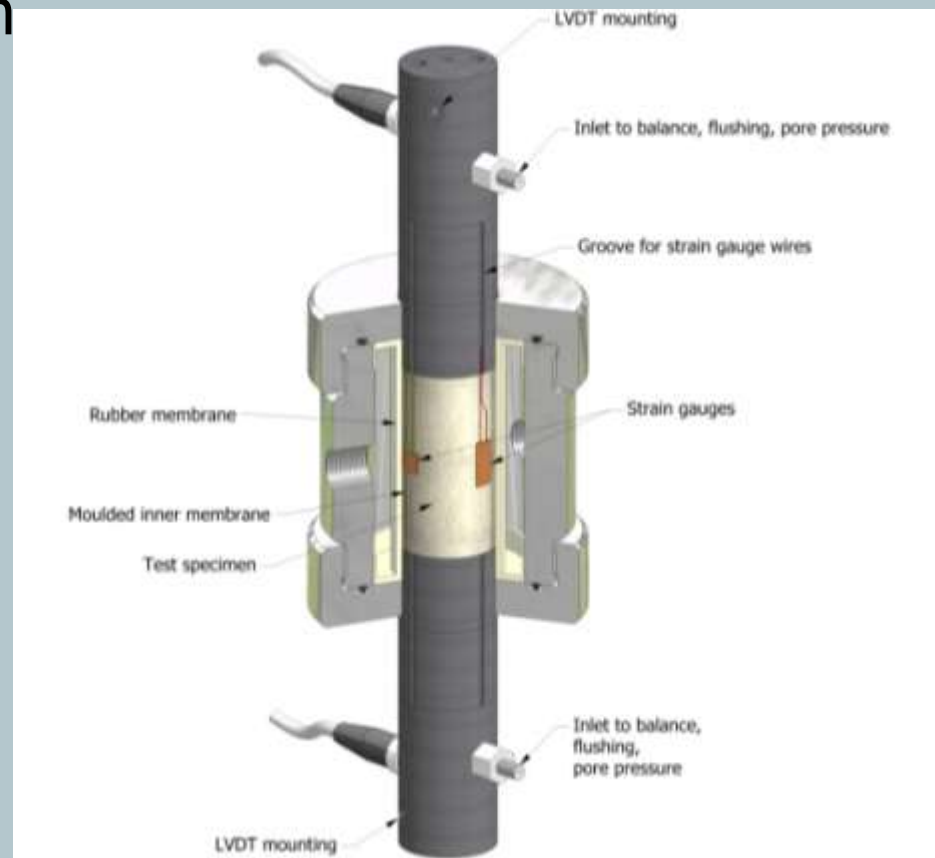
- Triaksial apparatet



# Avancerede laboratorieforsøg

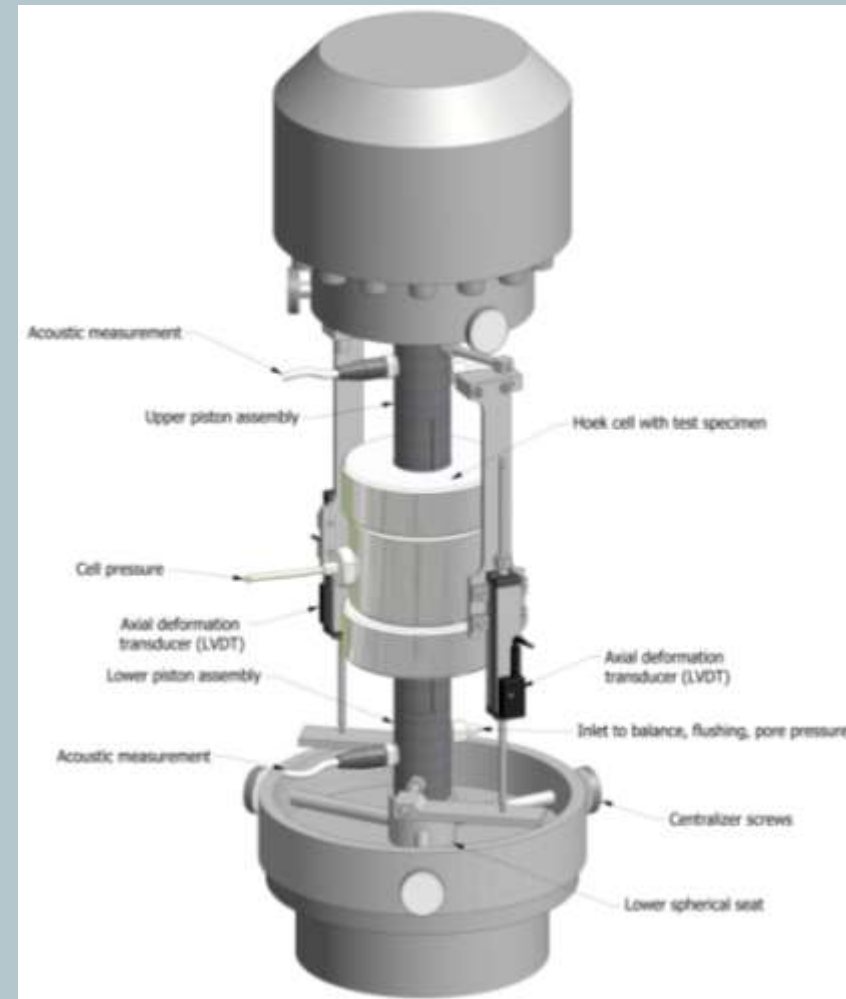
- Hoek celle,  $\text{Ø}38/\text{Ø}54\text{mm}$

Mulighed for bestemmelse af Poisson's forhold samt lokale deformationer ud fra lokale strain gauges målinger



# Avancerede laboratorieforsøg

- Scott celle, Ø100mm
- CAD / CID / CAU
  - Grus (max. kornstr. Ø8/Ø16mm)
  - Sand
  - Moræneler
  - Kalk
  - Sprækket kalk



# Avancerede laboratorieforsøg

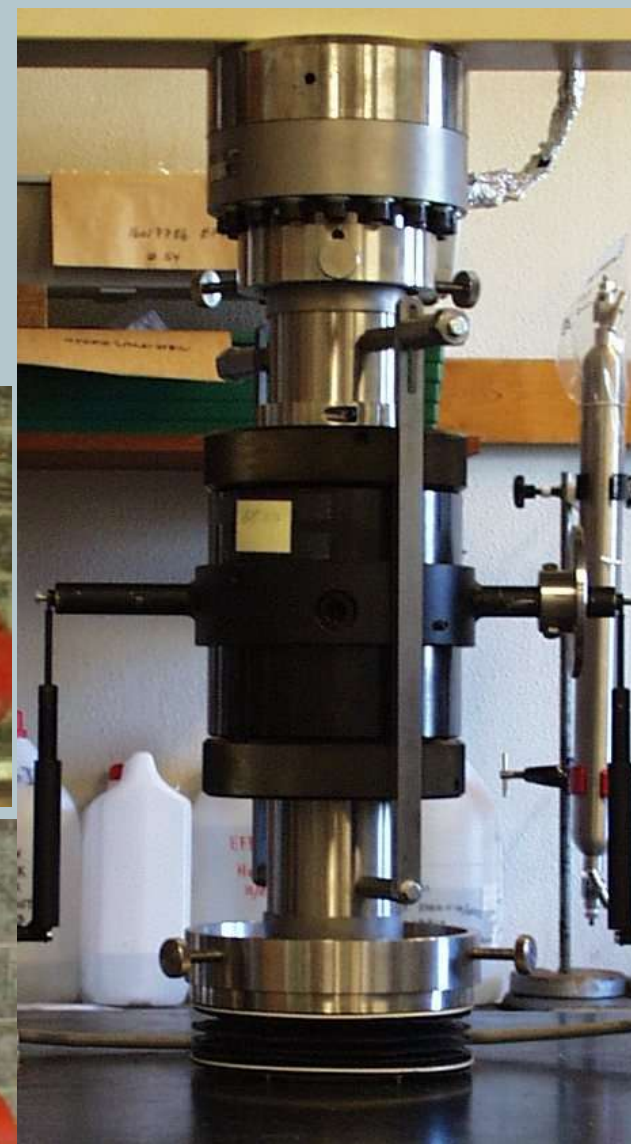
<b>Forsøgstype</b>	<b>Beskrivelse</b>
CAD	Anisotrop forkonsolidering ved enten fast spændingsforhold eller areal konstant grænsebetingelse. Aflastningsfasen er trinvis til forudbestemte spændingsniveauer. Dette forsøg er valgt for SILT.
MCAD	Anisotrop forkonsolidering med fast spændingsforhold. Aflastning er trinvis til forudbestemte spændingsniveauer. Den multiple brudfase udføres ved fast $\sigma'_1$ og aftagende $\sigma'_3$ til brud. Dette forsøg er valgt for LER og MORÆNELER.
CID	Forkonsolidering og aflastning er isotrop. Den efterfølgende brudfase er drænet. Dette forsøg er valgt for SAND og SILT.
CAU	Anisotrop forkonsolidering ved enten fast spændingsforhold eller areal konstant grænsebetingelse. Aflastningsfasen er trinvis til forudbestemte spændingsniveauer. Dette forsøg er udført med bagtryk. Brudfasen er udrænet (volumen-konstant) med konstant kammertryk og varierende poretryk. Dette forsøg er valgt for LER og MORÆNELER.

# Avancerede laboratorieforsøg

<b>Forsøgstype</b>	<b>Beskrivelse</b>
Ø100 CAD / CID	Forkonsolideringen er isotrop/anisotrop og brudfasen drænet. Forsøgene udføres 2 gange – med 2 indbygninger. Brudfasen gennemføres med forskelligt kammertryk. Disse forsøg er valgt for GRUS og SAND.
Ø100 CAU	Anisotrop forkonsolidering ved enten fast spændingsforhold eller areal konstant grænsebetingelse. Aflastningsfasen er trinvis til forudbestemte spændingsniveauer. Dette forsøg er udført med bagtryk. Brudfasen er udrænet (volumen-konstant) med konstant kammertryk og varierende poretryk. Dette forsøg er valgt for LER og MORÆNELER.
$K_0$ -kompaktion med drænet brudfase	2 anisotrope forkonsolideringer udført med fast spændingsforhold eller areal-konstant grænsebetingelse. Aflastningen er udført med samme betingelser som forkonsolideringen. Brudfasen er drænet. Dette forsøg er valgt for kalk – intakt og sprækket.

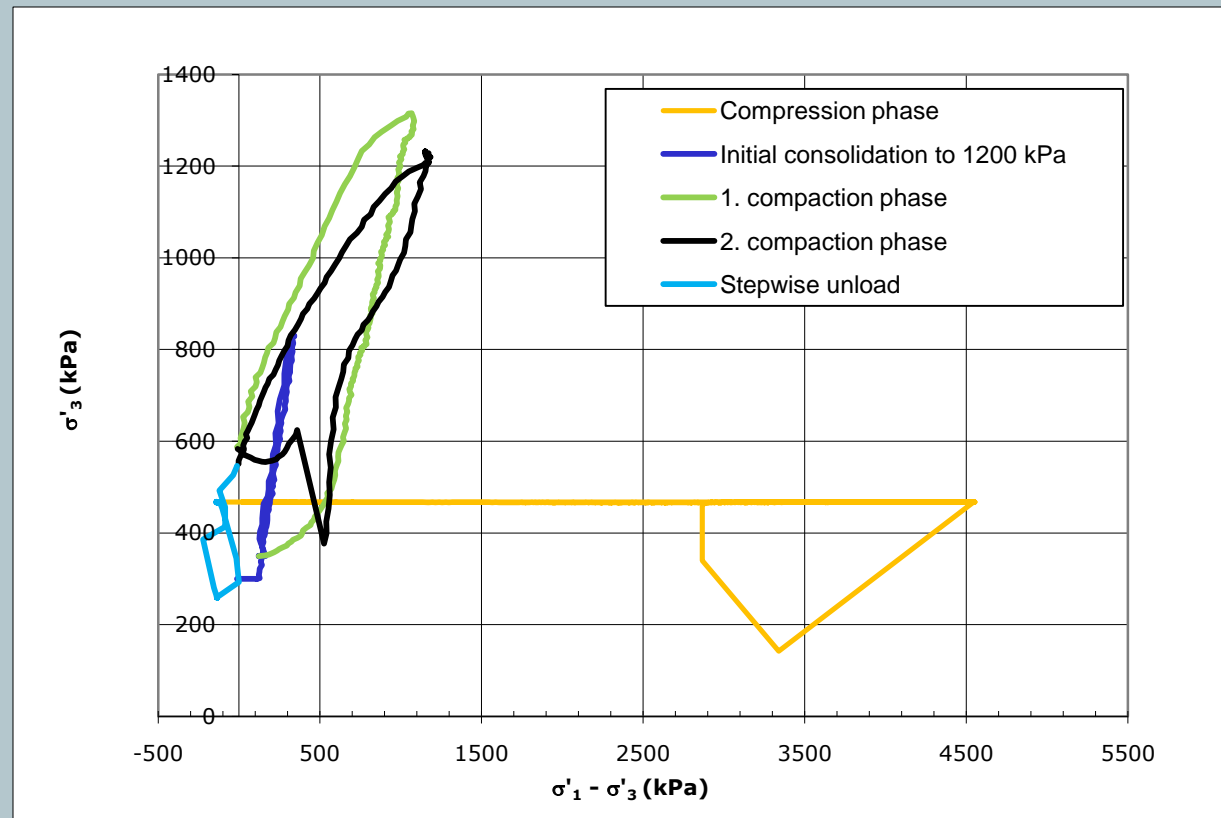
# Avancerede laboratorieforsøg

- Scott celle,  $\varnothing 100\text{mm}$  – sprækket kalk



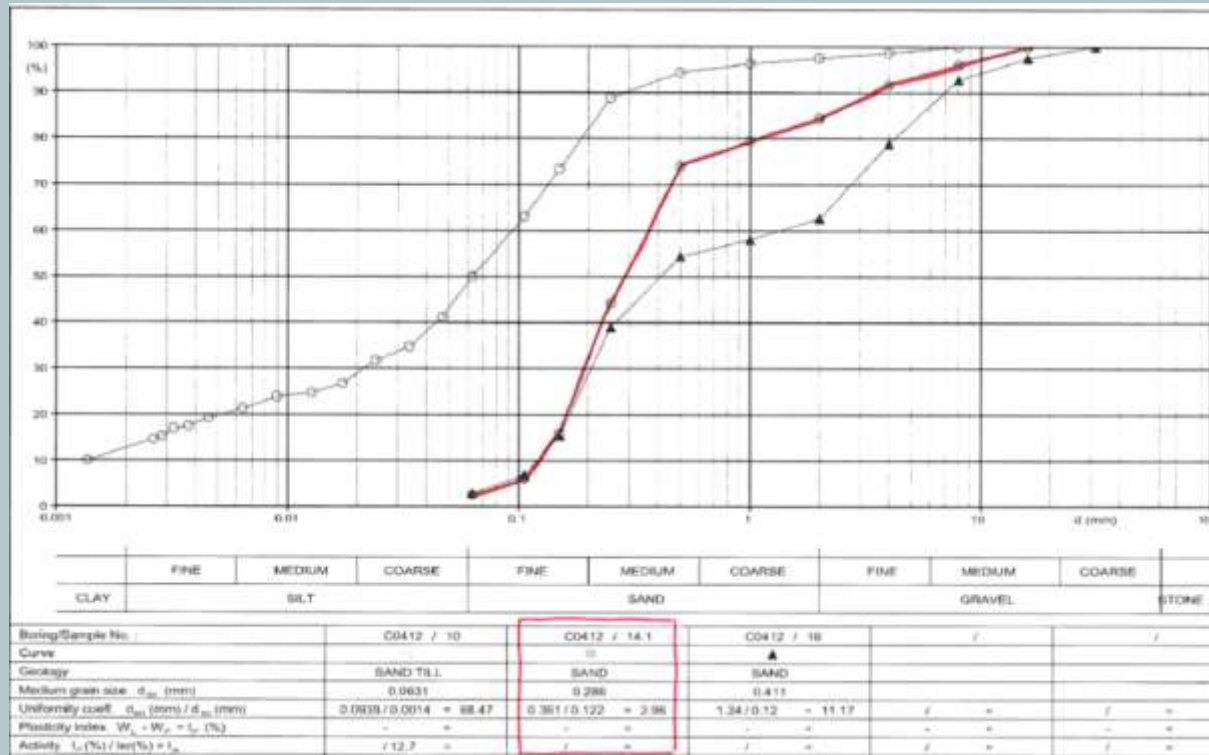
# Avancerede laboratorieforsøg

- Scott celle, Ø100mm – sprækket kalk



# Avancerede laboratorieforsøg

- Scott celle, Ø100mm – Grus / groft sand



# Avancerede laboratorieforsøg

- Scott celle, Ø100mm – Grus / groft sand

Friktionsvinkel  $\sim 45-46^\circ$

