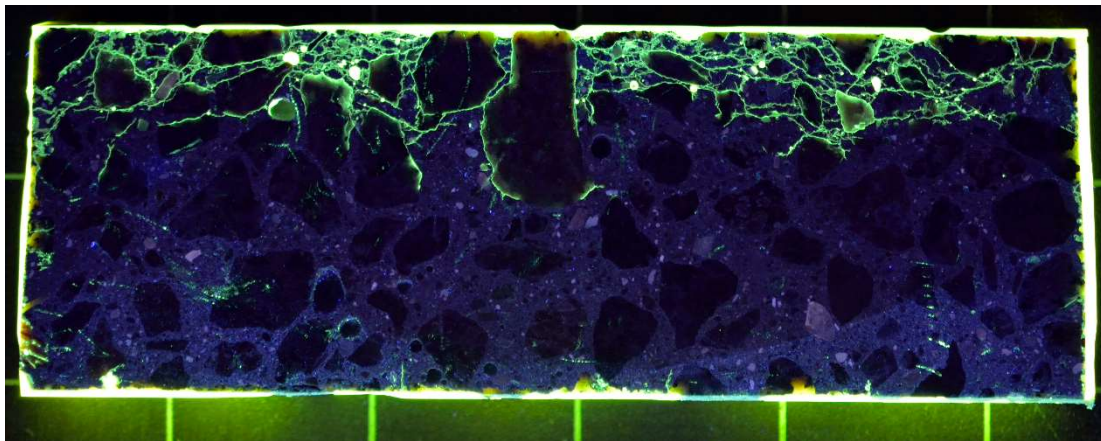




Samspil mellem indre og ydre frostskeer i beton



$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

$\Delta \int_a^b \epsilon \Theta + \Omega \int \delta e^{i\pi} = \{2.7182818284\}$

∞ , χ^2 , Σ , \gg , $!$



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Hvem er vi?

- Andreas Benjamin Elbrønd
 - Bachelor i civil byggeteknologi fra DTU i juni 2015
 - Kandidatstuderende på DTU i civil byggeteknologi.

- Einar Norðbø Andreassen
 - Bachelor i civil byggeteknologi fra DTU i juni 2015
 - Kandidatstuderende på DTU i civil byggeteknologi.



Overzicht

- Introduktion til frostskeer
- Formål med undersøgelser
- Anvendt metode
- Betonkarakteristik
- Resultater
 - Ydre afskalning
 - Indre revnedannelse
 - Skadesomfang
 - Revneskæringer
- Afrunding



Introduktion til frostskafer

- Indre skader
 - Indre revner
 - Mekanisk svækkelse
- Ydre skader
 - Afskalning
 - Forekommer kun ved opløsninger, der sænker vands frysepunkt
- Omfanget af frostskafer afhænger af:
 - v/c forhold (styrke, permeabilitet, porøsitet, etc.)
 - Luftporestruktur (afstandsfaktor, specifik overflade, etc.)



Formål med undersøgelser

Der undersøges

- Udvikling af ydre skader
 - Afskalning
- Udvikling af indre skader
 - Revnefront
 - Skadesomfang
 - Salt kontra demineraliseret vand



Metode

- Der er udført et fryse/tø forsøg
 - På prøveemner med saltvand på testfladen (DS/CEN/TS 12390-9)
 - På prøveemner med demineraliseret vand på testfladen
- De ydre skader undersøges ved måling af afskalning
- De indre skader undersøges ved
 - Planslib (ved forskellige terminer)
 - Billedanalyse af tværsnit
 - Skadesomfang
 - Revneskæringer



Betonkarakteristik

Betonrecept

- V/c forhold på 0,45
- Frostresistent tilslag
- Intet luftindblandingsmiddel

Luftporeanalyse på hærdnet beton

- Luftindhold på 1,5 %
- Specifik overflade på 14,2 mm⁻¹
- Afstandsfaktor på 0,60 mm



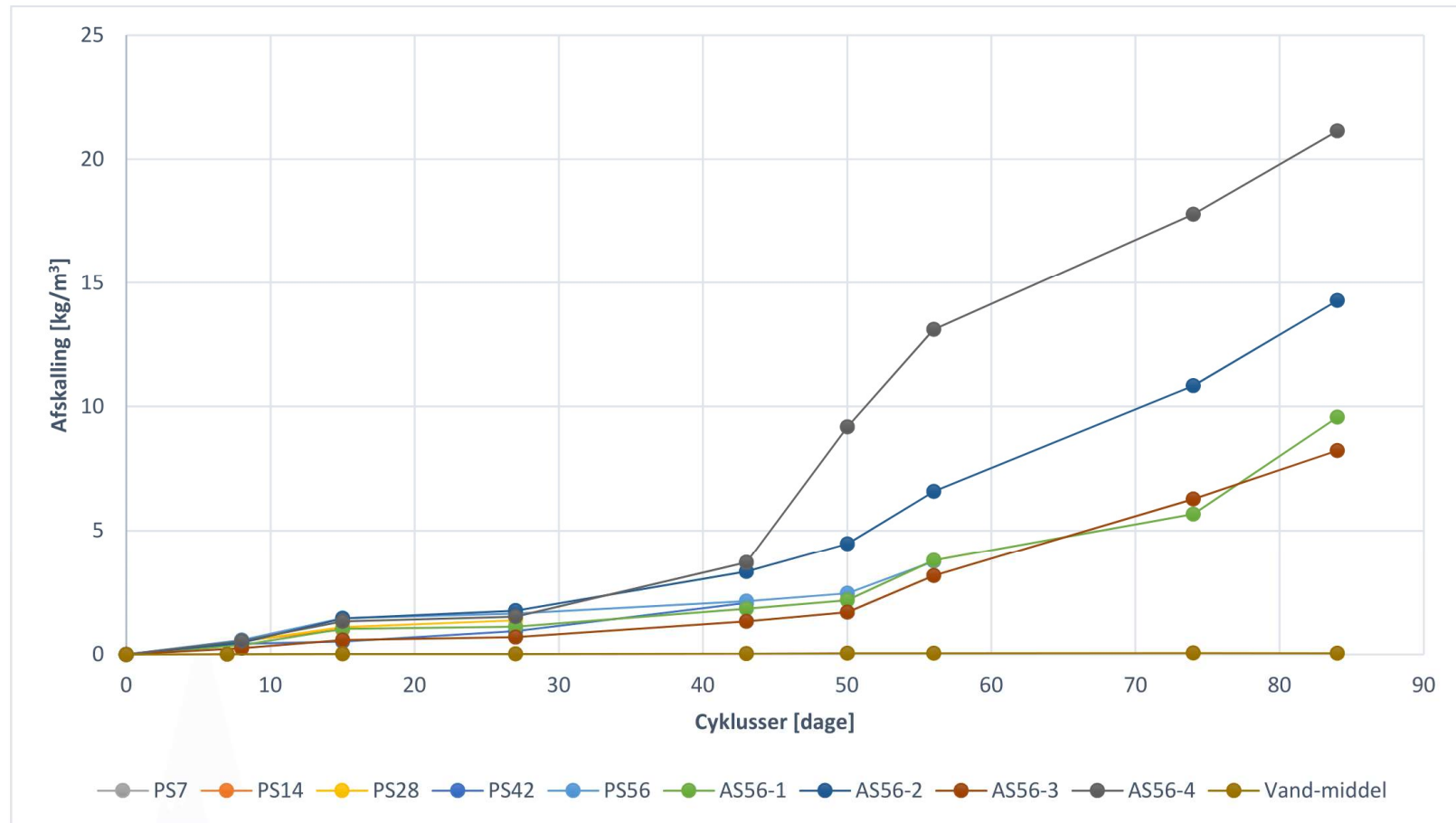
Resultater

- Ydre afskalning
 - Prøveemner med saltvand
 - Prøveemner med demineraliseret vand

- Indre revnedannelse
 - Revnefront
 - Fejlkilder
 - Skadesomfang
 - Antal revneskæringer



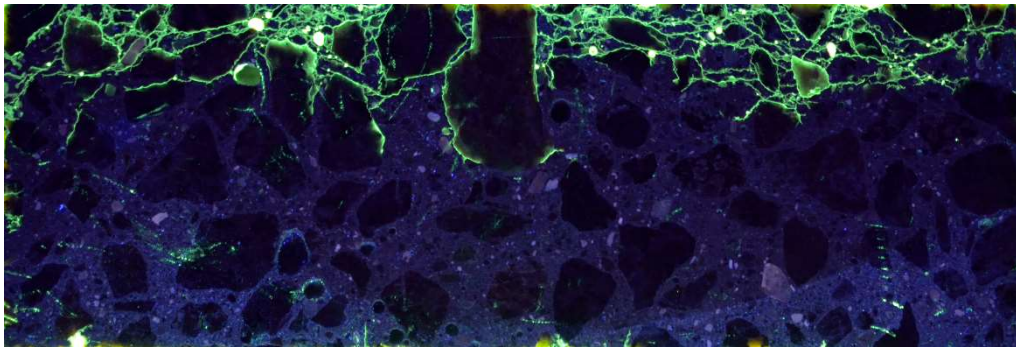
Ydre afskalning



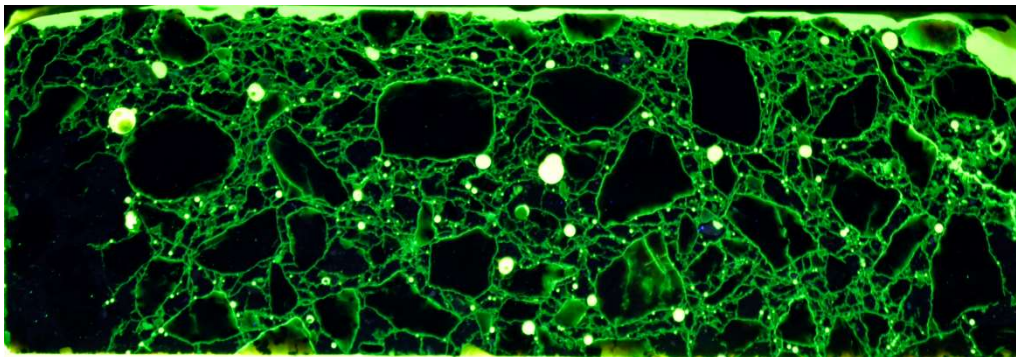


Indre revnedannelse – revnefront

- Revnefronten er fremadskridende



Prøveemne efter 8 cyklusser

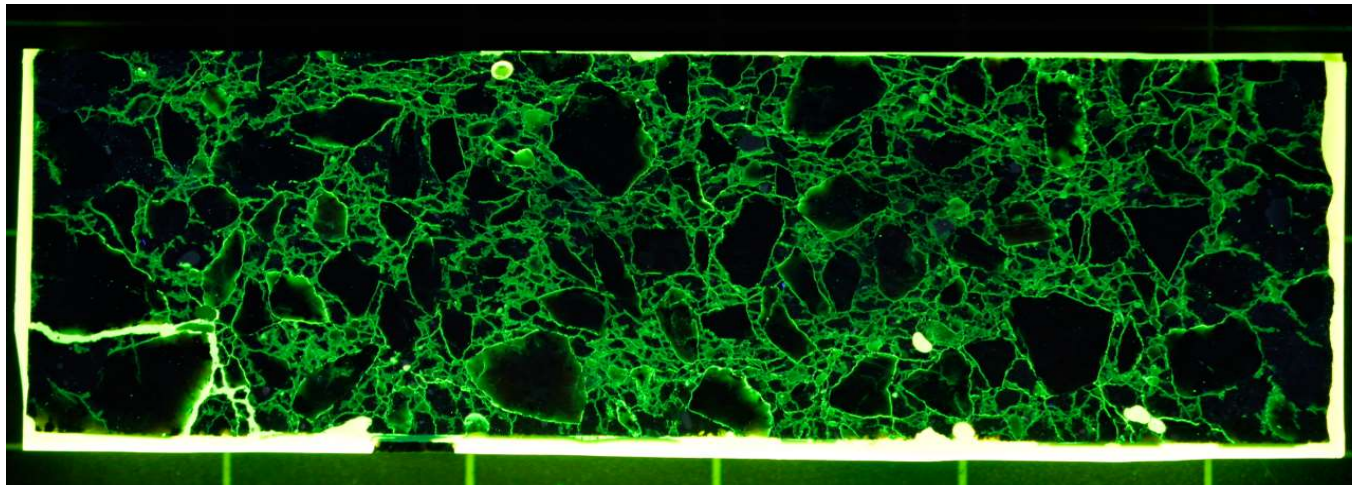


Prøveemne efter 15 cyklusser



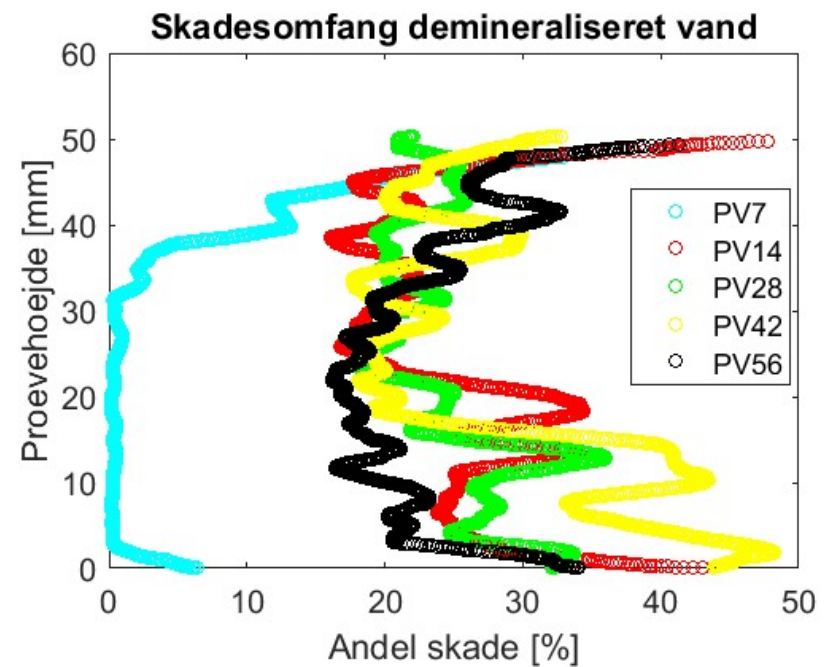
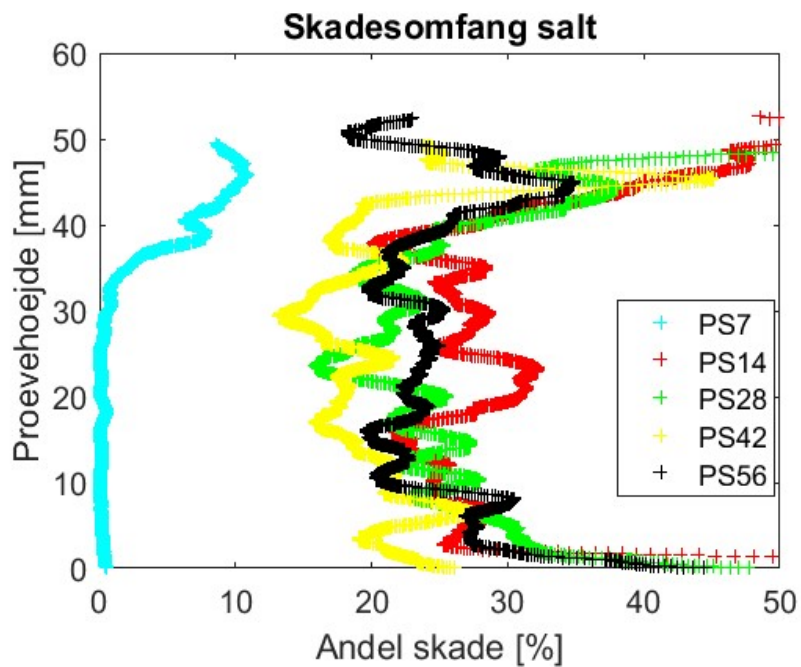
Indre revnedannelse – fejlkilder

- Uregelmæssigheder i billedet
 - Lunker
 - Ujævn overflade
 - Områder uden epoxy
 - Epoxy kan udvide revnerne



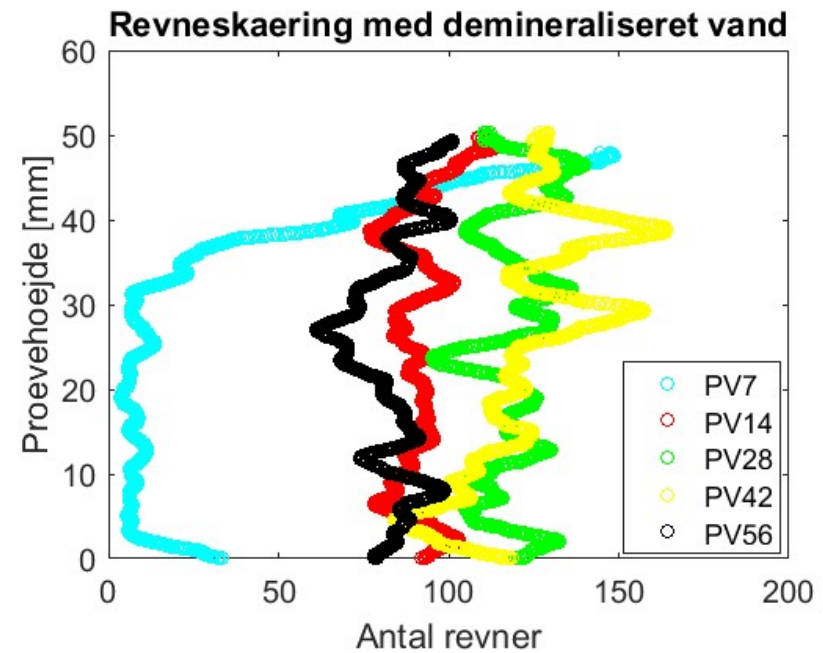
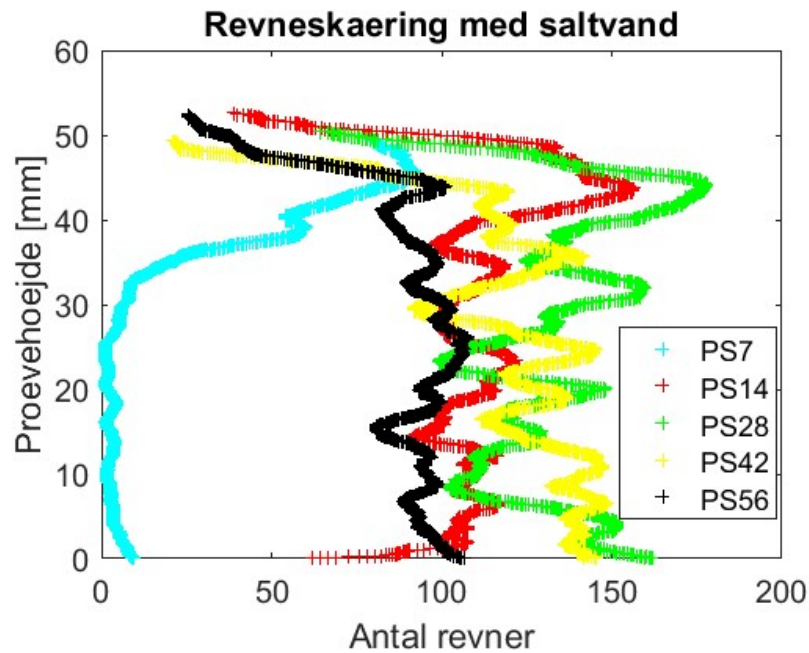


Indre revnedannelse – skadesomfang





Indre revnedannelse – antal revneskæringer





Afrunding

- Der er vist en revnefront, der bevæger sig ned igennem prøven
 - Udover at de bevæger sig nedad, bliver revnerne også bredere
- Der er en øvre grænse for, hvor mange revner der kan opstå i prøven. Dvs, at der ikke kommer flere revner, efter revnefronten har passeret.
- Der kan være indre revnedannelse uden afskalning, f.eks. hvis
 - Prøverne er utætte
 - Demineraliseret vand er på testfladen



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Spørgsmål?