

Uttorkningsberäkning av betong med COMSOL

Magnus Åhs

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Praktik och teori

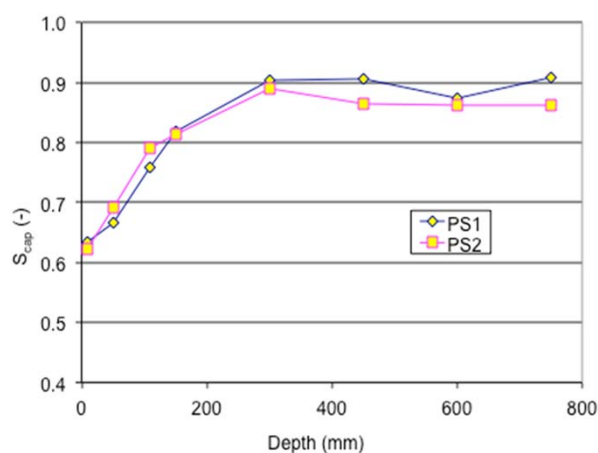
- **Praktik – mäta/registrera hur det blev?**
 - Mät uttorkning/hur torrt är det!
 - Svårt!
- **Teori – räkna/förklara varför det blev så!**
 - Vi behöver en modell som beskriver det som händer i praktiken tillräckligt väl i en given situation
 - Också svårt!

**Det är inte konstigt att praktik inte alltid
stämmer med teori!**

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Uppmätt kapillärmättnadsgrad



Nilsson, L.-O. & Johansson, P. (2009) Förändringsprocesser i reaktorinneslutningar

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Vad behöver vi för att beräkna uttorkningen på en "enkel" byggnadsdel?

Randvillkor ute:
Temperatur
Relativ fuktighet
O.S.V.

Indata:
Startvillkor, RF, T
Fuktegenskaper
Värmeegenskaper

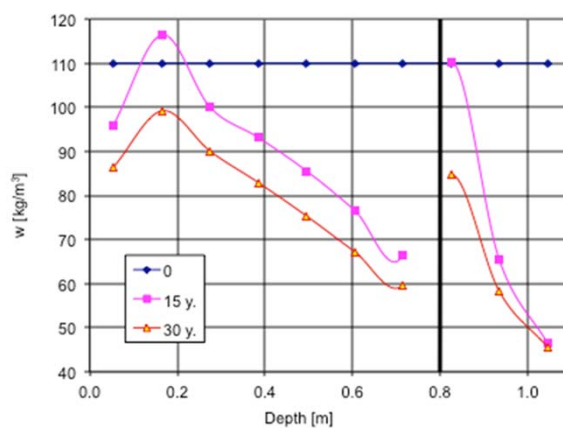
Randvillkor inne:
Temperatur
Relativ fuktighet



Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Ånghalt som drivande potential vid samtidig temperaturgradient



Nilsson, L.-O. & Johansson, P. (2009) Förändringsprocesser i reaktorinneslutningar

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



COMSOL multiphysics

- Programvara som beräknar lösningar till modeller av fysikaliska processer som är kopplade till varandra
- **Två fysikaliska processer**
 - Temperatur
 - Fukt

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



COMSOL multiphysics

• Temperatur

- Transportprocessen beskrivs med värmeledningsekvationen!

$$\rho \cdot C_p \cdot \frac{\partial T}{\partial t} + \rho \cdot C_p \mathbf{u} \nabla T = \nabla(k \nabla T) + Q$$

• Fukt

- Transportprocessen beskrivs med värmeledningsekvationen ! (omskrivnen)

$$\frac{\partial W_e}{\partial RF} \cdot \frac{\partial RF}{\partial t} = \nabla(\delta_{RF} \nabla RF) + Q(t, RF, W/C)$$

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



COMSOL multiphysics

Indata till modellen

- Vad är fuktegenskaperna för betong? Sprickor?
- Vad ska den som räknar sätta för randvillkor?
 - Regn, sol, molnighet, vindhastighet, omgivning?
- Vad ska vi sätta för värmekonduktivitet för betong?

Vi måste göra förenklingar!

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



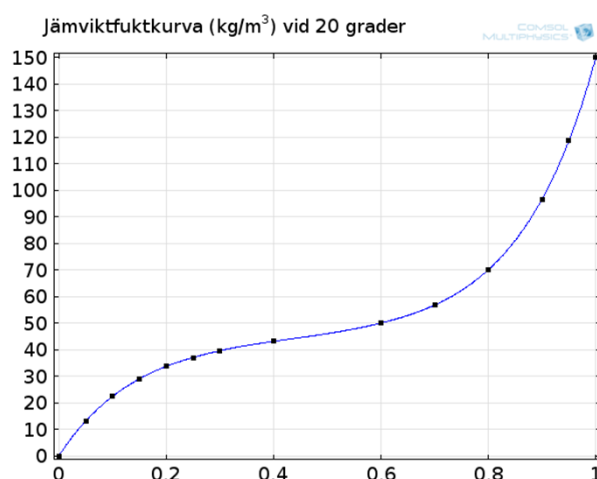
COMSOL multiphysics

- **Temperaturvariationer**
 - Värmekonduktiviteten förändras med både temperatur och fuktinnehåll.
 - Det innebär att vi måste veta/beräkna temperaturförändringar samtidigt som RF förändringar.
- **Fuktvariationer**
 - Men fukttransportkoefficienten förändras med både fuktinnehåll och temperatur.
 - Det måste innebära att vi måste beräkna RF förändringar samtidigt som temperaturförändringar.

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



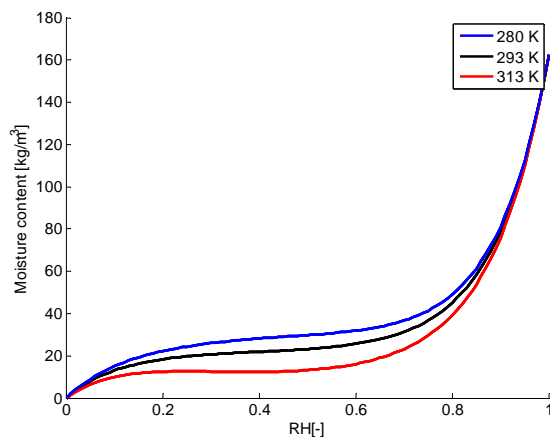
Fuktegenskaper jämviktfuktkurva



Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Temperaturberoende jämviktfuktkurva



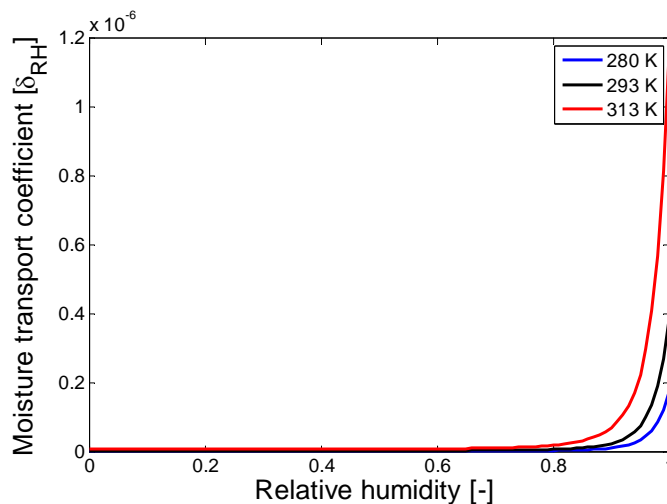
Mjörnell, K. (1997) Moisture Conditions in High Performance Concrete mathematical modelling and measurements

Poyet, S. (2009) *Experimental investigation of the effect of temperature on the first desorption isotherm of concrete*

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



Fuktransportegenskaper temperaturberoende

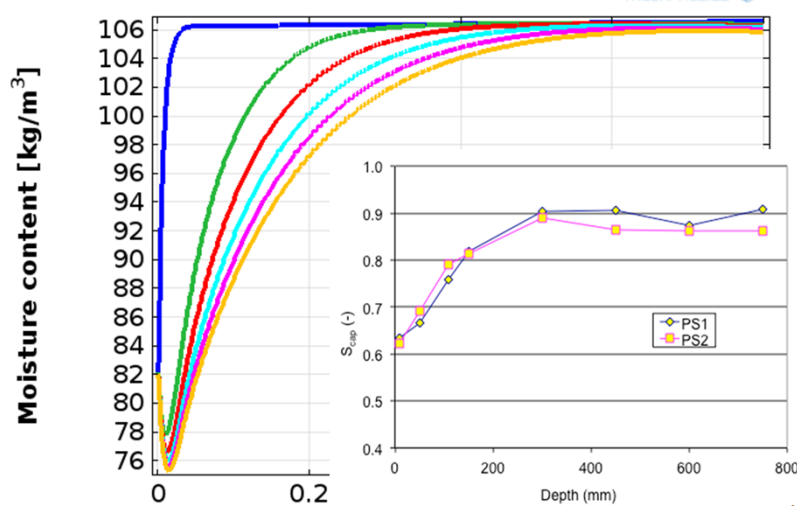


Hedenblad, G. Materialdata för fuktransportberäkningar (1996)
 δ_{RH} mättnadsånghalter

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



RF som drivande potential vid samtidig temperaturgradient



Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



- Målet med modeller är att beskriva verkligheten men komplexiteten gör det svårt.
- Beskriver saker på fel sätt.
- Praktik stämmer inte alltid med teori för att vi saknar mätdata, gör förenklingar och antaganden.
- Validering av modellen är A och O.



Varför stämmer inte alltid praktik med teori?



- **COMSOL kan även användas för att göra 2D och 3D modeller**
- **Uttaget prov fuktmätning i betong**
- **vct 0.38, luft, glaströr**

Varför stämmer inte alltid praktik med teori?

