

Fuktegenskaper hos betong med tillsatsmaterial

-nödvändiga för uttorkningsberäkningar

Peter Johansson

Avdelning Byggnadsmaterial

Lunds Tekniska Högskola



Uttorkningsegenskaper och strukturutveckling hos framtida betongsammansättningar med mineraliska tillsatsmaterial

Finansiärer SBUF och Cements AB
(SBUF nr. 13146)

Doktorand Oskar Linderöth

Avdelning Byggnadsmaterial
Lunds Tekniska Högskola

Produktionsplanering Betong (PPB)

- Inmätning av Bascement

Finansiär SBUF

(SBUF nr. 13198)

Peter Johansson

Tillämpningsmodellering av fuktfenomen i betong för modern uttorkningssimulering

Finansiär SBUF

(SBUF nr. 13140)

Doktorand Marcin Stelmarczyk

Avdelning Byggnadsmaterial

Lunds Tekniska Högskola

Produktionsplanering Betong

Med programvaran **Produktionsplanering Betong** kan du som platschef lätt planera dina gjutningar och i förväg bedöma och förbereda dig inför gjutningen – tid och kvalitet är pengar!

Ladda hem PPB

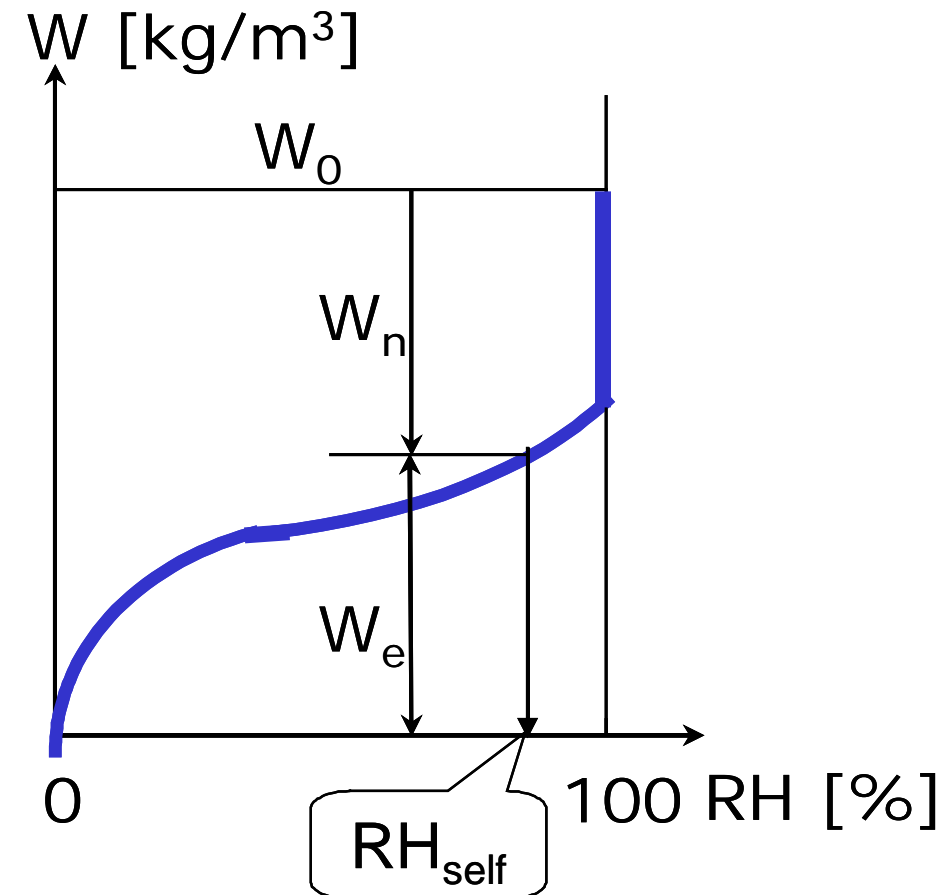
Läs mer

Vad styr betongens relativa fuktighet under uttorkningsförloppet?

1. Fuktbindningsförmågan

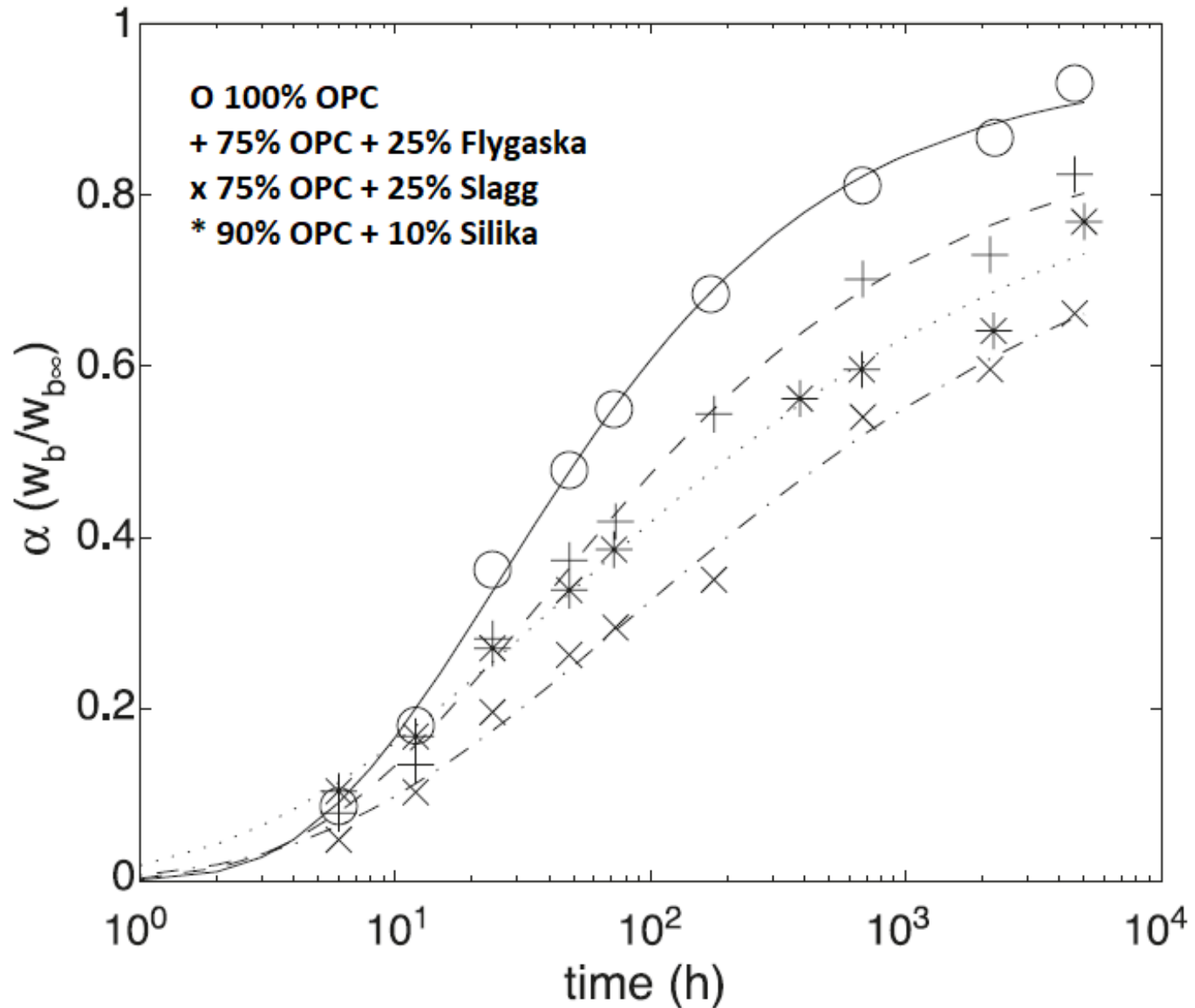
- Kemiskt bundet vatten (W_n)
- Fysikaliskt bundet vatten, sorption (W_e)

2. Fukttransportförmåga



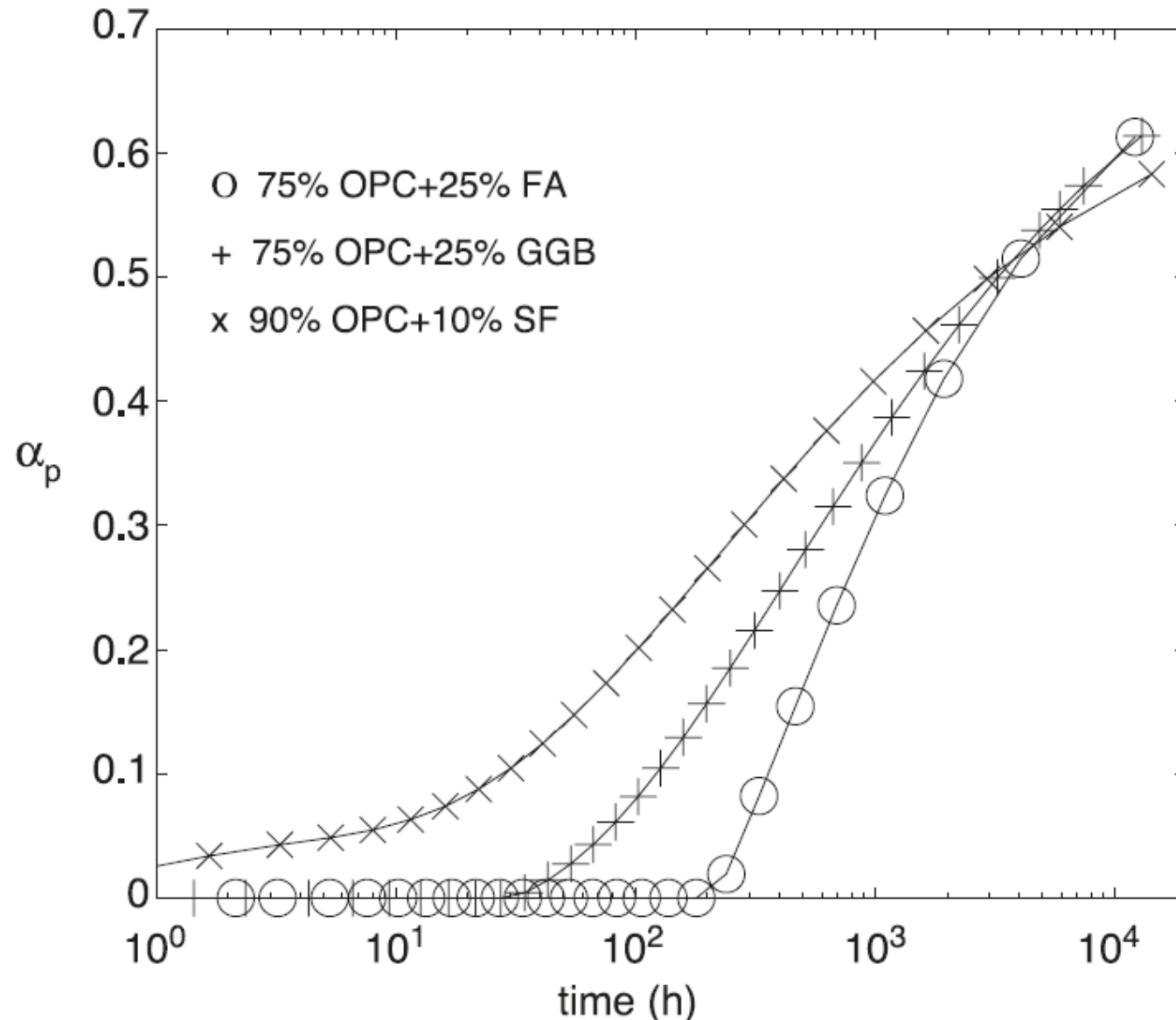
Hur kan vi förvänta oss att hydratationsförloppet påverkas av mineraliska tillsatser? (eg W_n)

Hydratationsgrad α som funktion av tid för betong baserad på cement med olika bindemedelssammansättningar, härdadade vid 23° C



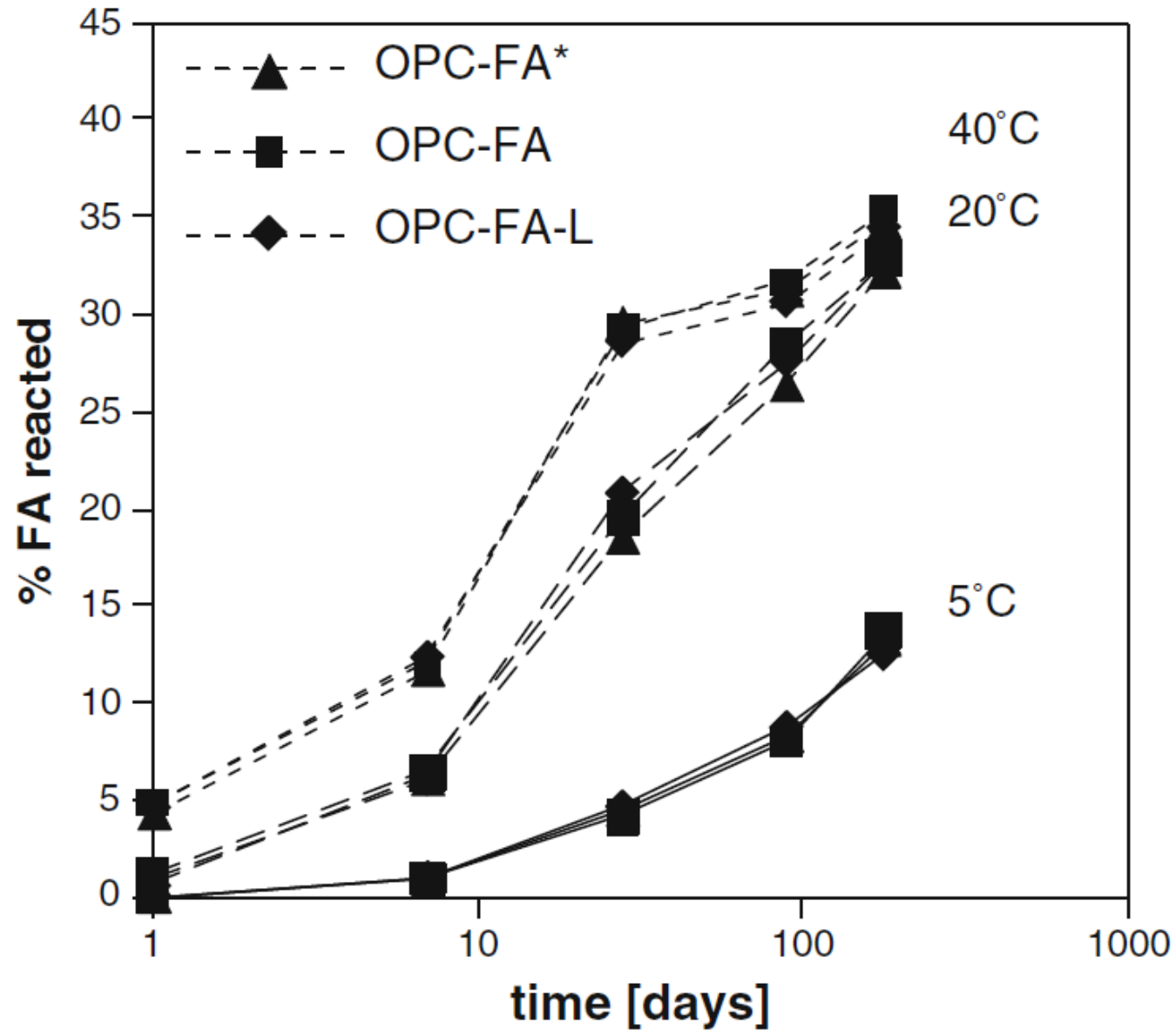
Källa: Pane & Hansen 2005

Reaktionssgrad α , som funktioner av tid, för resp. tillsatsmaterial i blandningarna enligt förgående figur



Källa: Pane & Hansen 2005

Reaktionsgrad för flygaska som funktion av tid vid olika temperaturer

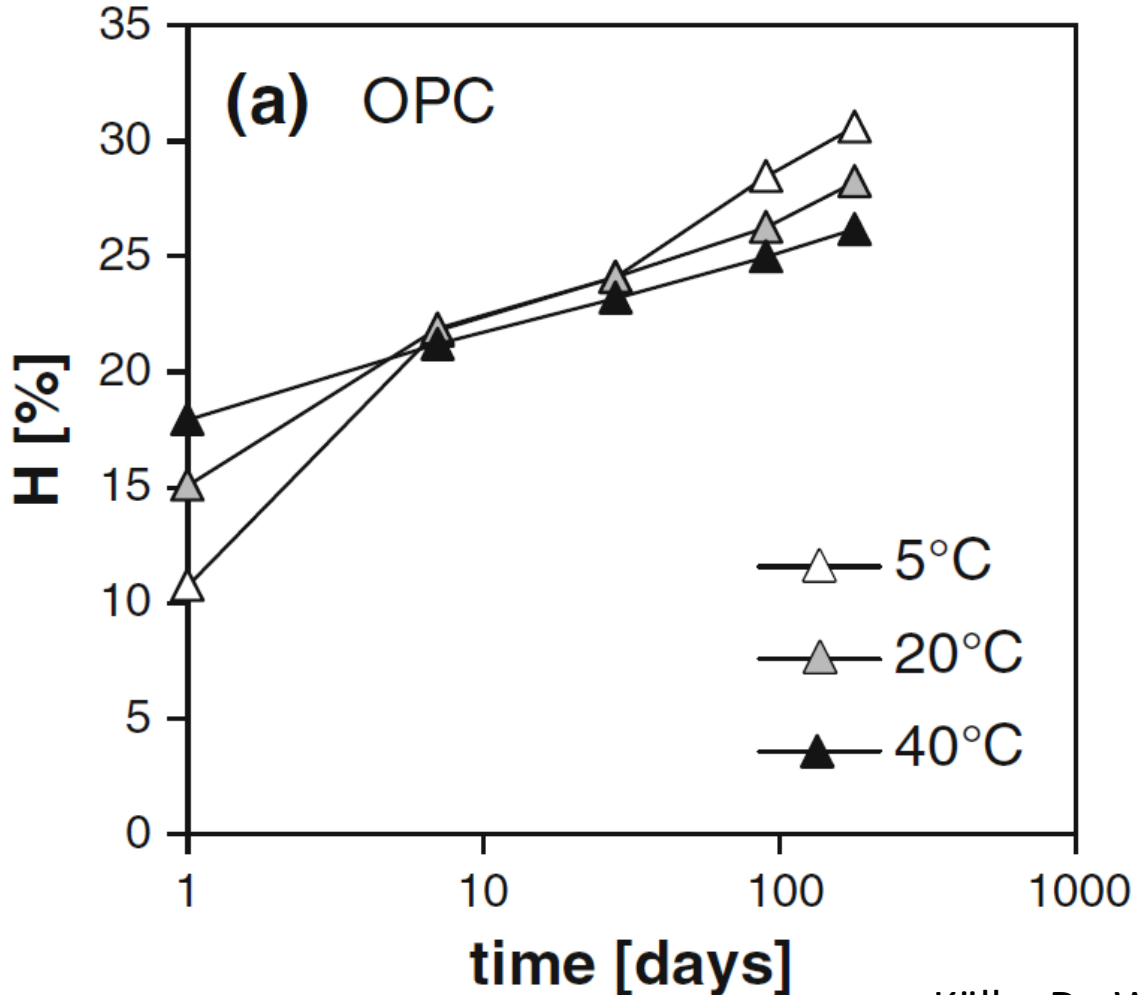


- OPC-FA*: 70% OPC + 30% FA
- OPC-FA: 65% OPC + 35% FA
- OPC-FA-L: 65% OPC + 30% FA + 5% kalkstensfiller

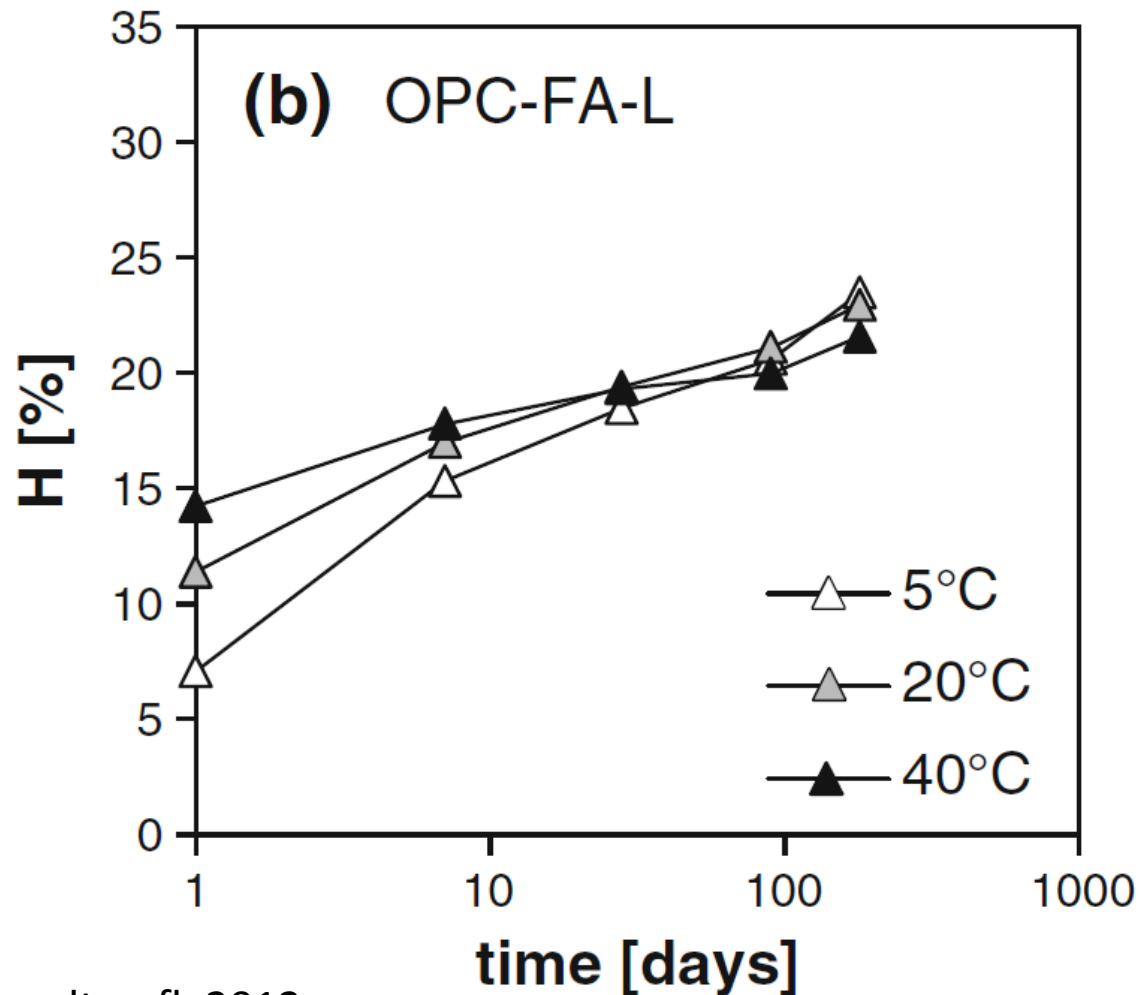
Källa: De Weerd m.fl. 2012

Mängd kemiskt bundet vatten (förhållande till totalvikten av bruk utan vatten) som funktion av tid vid olika temperaturer

- OPC



- OPC-FA-L: 65% OPC + 30% FA + 5% kalkstensfiller



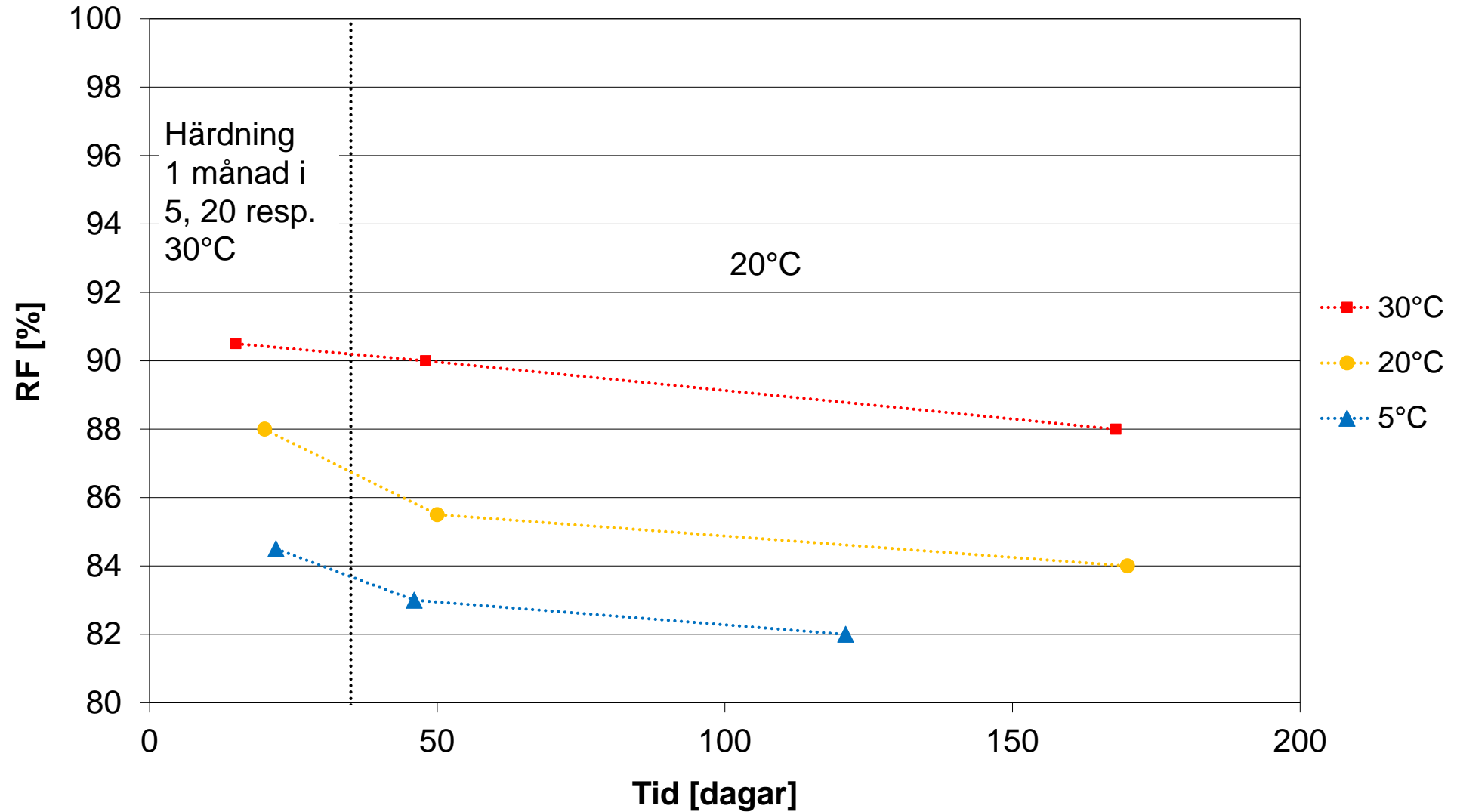
Källa: De Weerd m.fl. 2012

Slutsatser från litteraturstudie gällande hydratationsgrad och kemiskt bundet vatten

- Hydratationen går långsammare när en del av cementet ersatts med mineraliska tillsatser
- Flygaskeinblandning tenderar att ger ökad temperaturkänslighet
- Grundläggande orsaken till den långsammare hydratationen verkar vara att de mineraliska tillsatserna reagerar långsammare än cementet
- Mindre mängd vatten binds kemiskt när cement ersätts med flygaska
- Varierande sammansättningar hos olika slag och flygaskor gör att det blir svårt att generellt prediktera en betongs beteende utan att först mäta in hydratationsegenskaper för en given blandning av klinker och mineraltillsats.

Försöken bakom TorKaS3

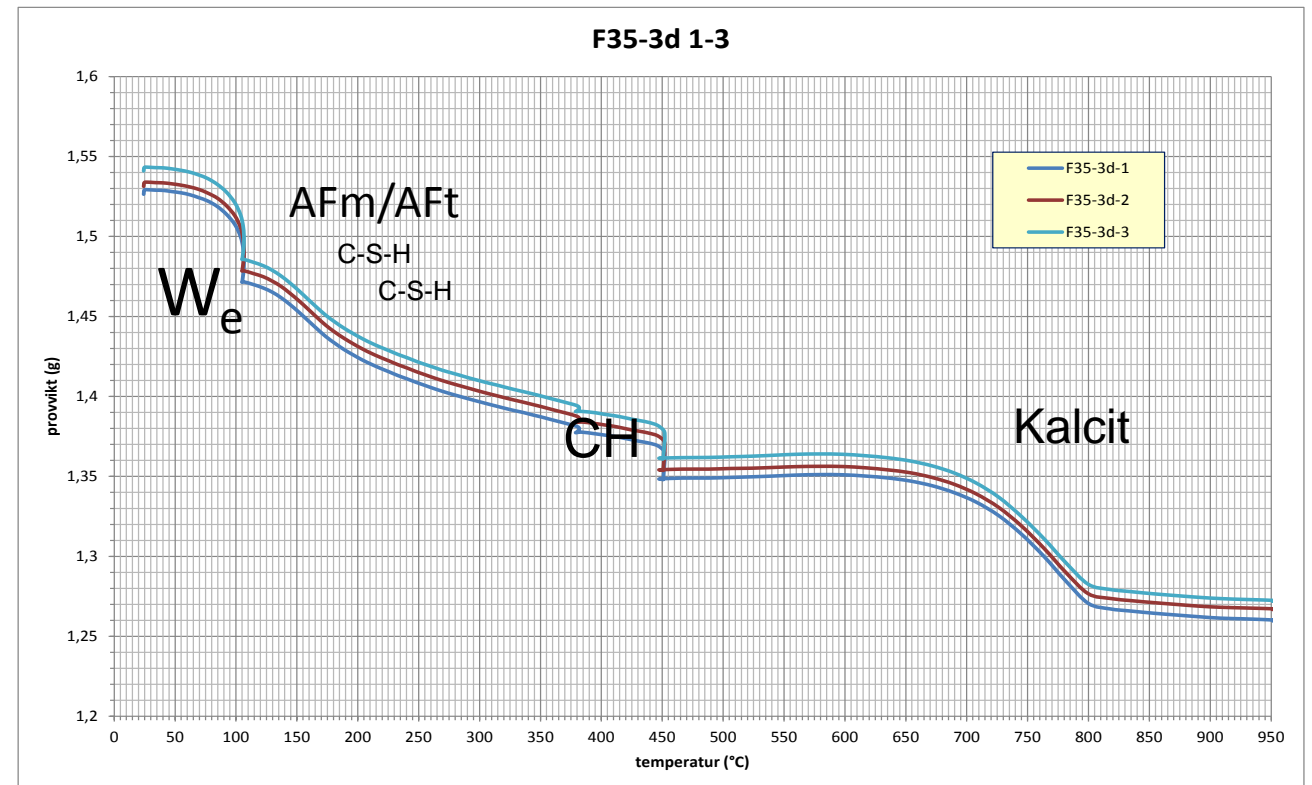
Självtorkning, Byggcement vct=0,38

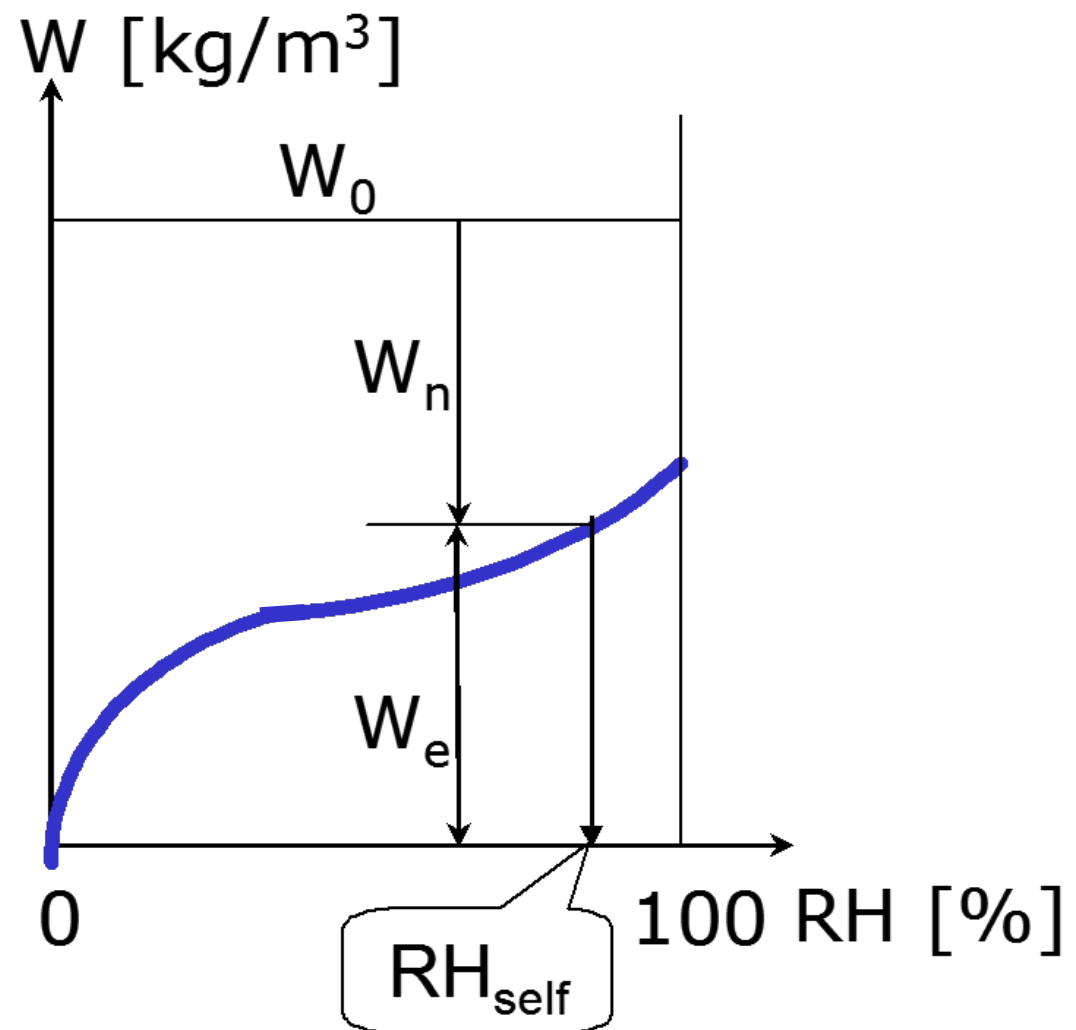


Pågående mätningar av hydratationsförloppet hos
Bascement

TGA – kemiskt bundet vatten (W_n) kommer att bestämmas för olika vct efter lagring i olika härdningsklimat RF/T

- Termogravimetrisk analys
- Mäter **viktsförlust** som funktion av **tid** och **temperatur**.
- Små prov, normalt 1-3 gram, betong, bruk eller cementpasta.





Koppförsök – ett sätt att mäta fukttransporten genom ett material

- Mäter den sk fukttransportkoefficienten (δ)
- Genom att orsaka en skillnad i RF mellan koppen och omgivande klimat fås en potential som driver fukt genom materialet.
- Nu endast i högre åldrar (>1 år), metodutveckling pågår för koppförsök även i tidig ålder!



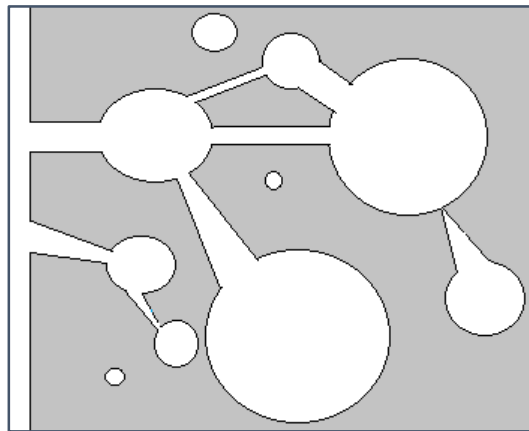


Hydratationen - koppling till fuktegenskaperna

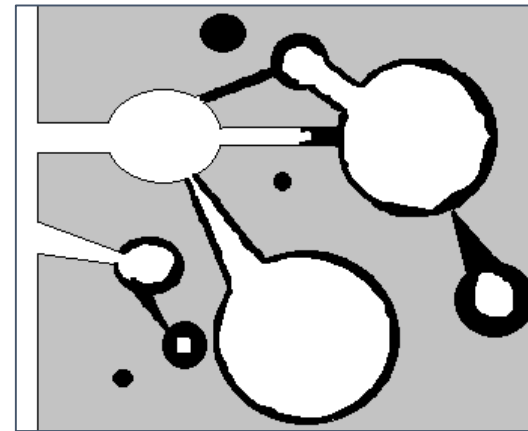
Exempelvis, jmf rent Portland Cementet:

- En betong med mineraliska tillsatser kommer i **tidig** ålder att ha en **grövre, öppnare** porstruktur och därmed en **större** fukttransportförmåga.
- Men, när flygaskan väl reagerat, vid högre åldrar får betongen tvärtom en **finare, tätare** porstruktur och därmed en lägre fukttransportförmåga.

Dygn 1-3, 20°C



Dygn >>4, 20°C



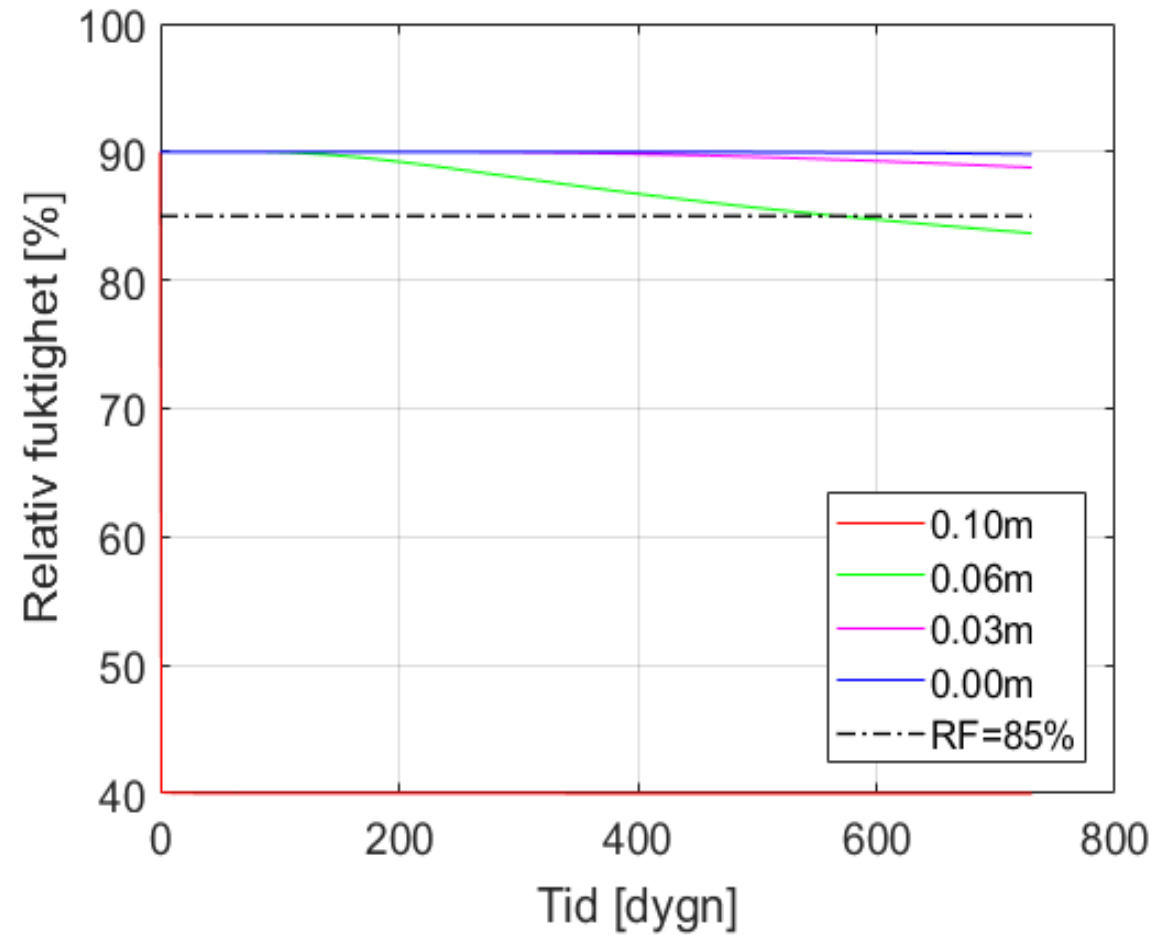
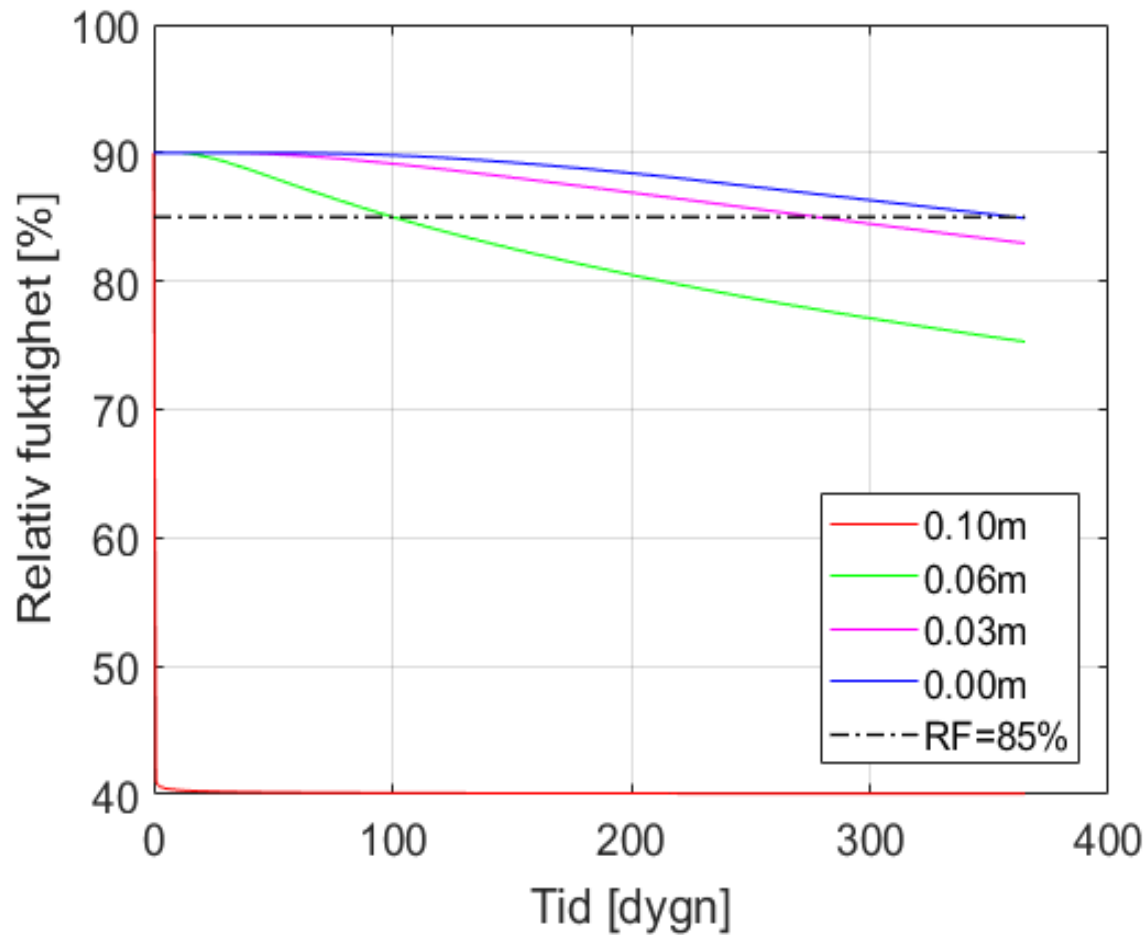
Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatsmaterial

Finansiärer SBUF + Skanska

(SBUF nr. 13354, tid 2017Q1-2018Q2)

Avdelning Byggnadsmaterial
Lunds Tekniska Högskola

Pauline Strandberg
Peter Johansson



Simulering av enkelsidig diffusionsuttorkning av 100 mm tjock betong med start vid 95% RF mot luft med 40% RF. Vänster – OPC vct 0.4 med data från Nilsson 1994, höger – hypotetisk betong med transportdata Saeidpour & Wadsö 2016 och sorptionsdata från Stelmarczyk med flera, 2017. Diagrammet visar relativ fuktighet som funktion av tid på olika djup i konstruktionen där 0.00mm motsvarar den förseglade botten och 0.10mm motsvarar toppen i kontakt med luft.

(Källa: Stelmarczyk med flera, 2017c – M. Stelmarczyk, T. Rapp, H. Hedlund, F. Gränne, M. Gunnarsson, Diffusionstorkning av betong samt annat fuktutbyte med dess omgivning, www.sbuf.se/ppb 2017)