

Nyheter inom betongforskningen

-nödvändiga materialegenskaper för uttorkningsberäkningar

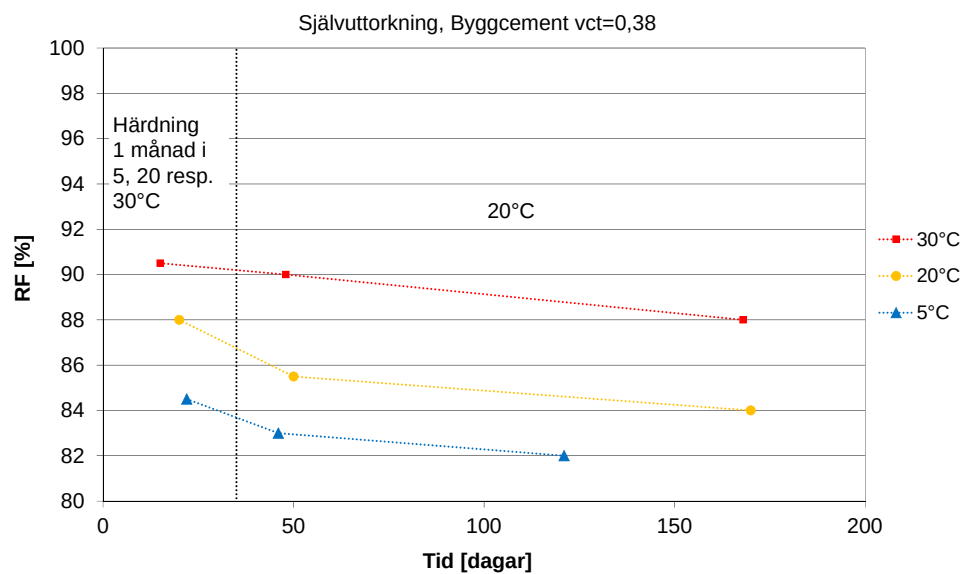
Peter Johansson

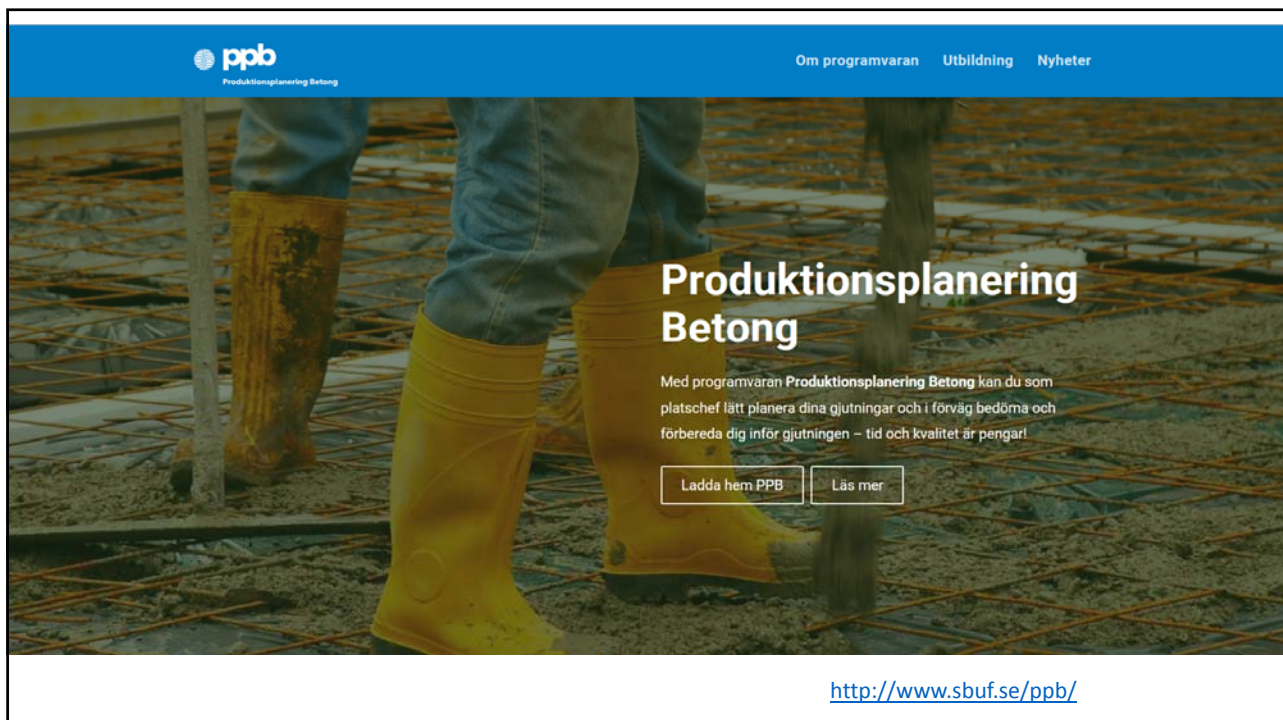
Avdelning Byggnadsmaterial

Lunds Tekniska Högskola



Försöken bakom TorkaS3





ppb
Produktionsplanering Betong

Om programvaran Utbildning Nyheter

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

<http://www.sbuf.se/ppb/>

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

Uttorkningsegenskaper och strukturutveckling hos framtida betongsammansättningar med mineraliska tillsatsmaterial

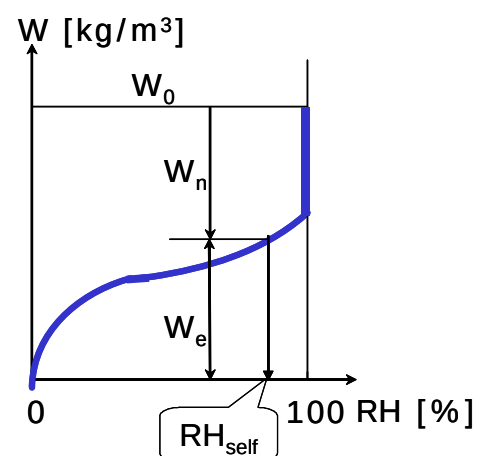
Finansiärer SBUF och Cementa AB
(SBUF nr. 13146)

Doktorand Oskar Linderöth

Avdelning Byggnadsmaterial
Lunds Tekniska Högskola

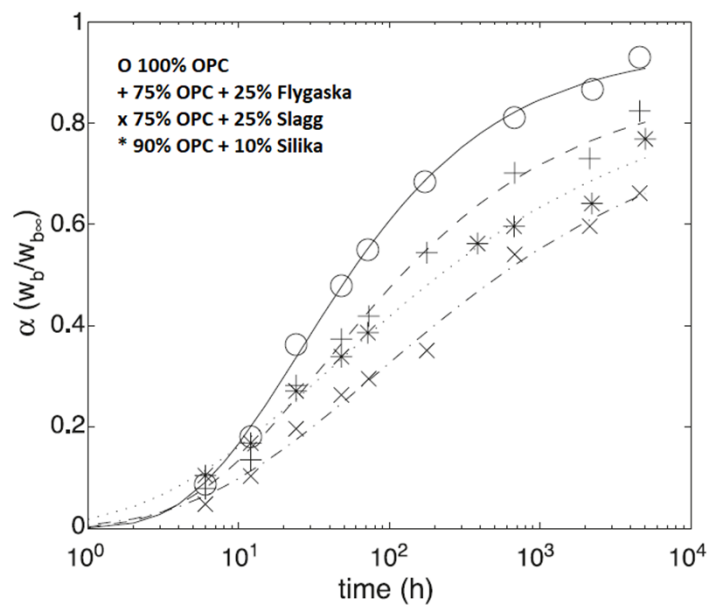
Vad styr betongens relativa fuktighet under uttorkningsförloppet?

1. Fuktbindningsförmågan
 - Kemiskt bundet vatten (W_n)
 - Fysikaliskt bundet vatten, sorption (W_e)
2. Fukttransportförmåga



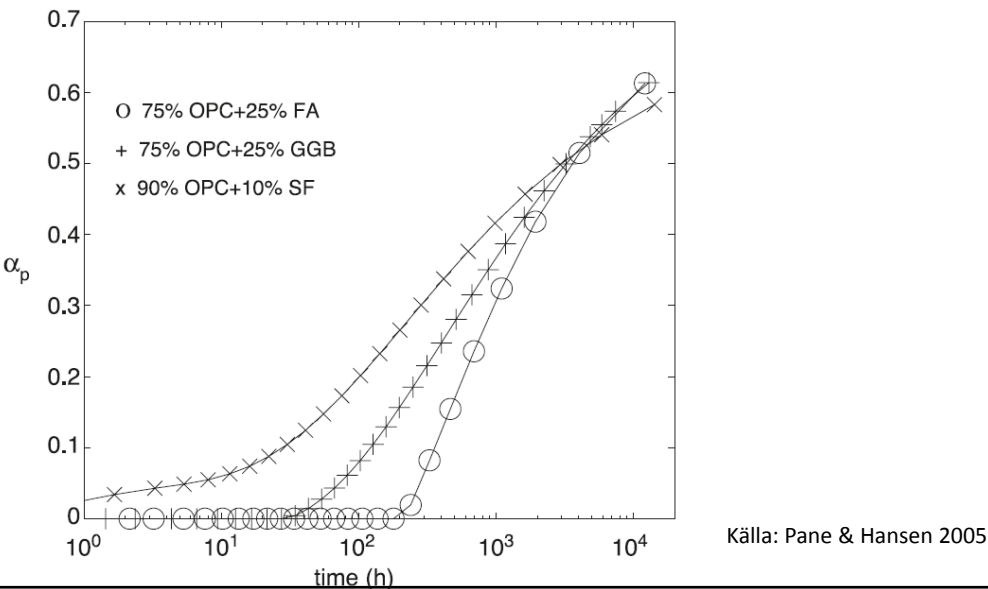
Hur kan vi förvänta oss att hydratationsförloppet påverkas av mineraliska tillsatser? (eg W_n)

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

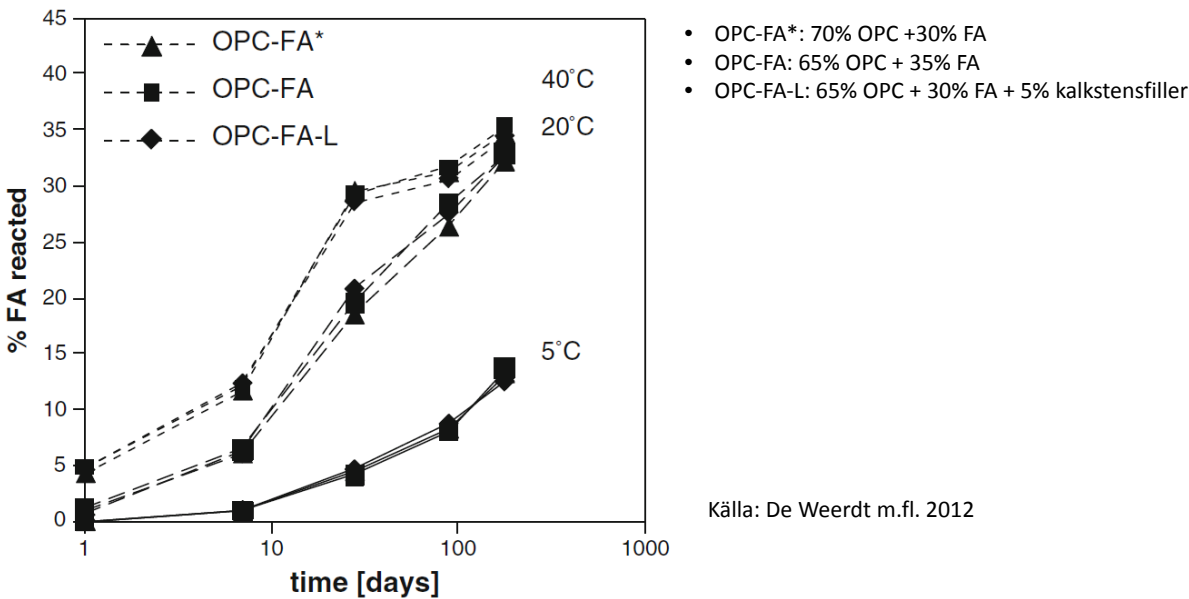


Källa: Pane & Hansen 2005

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

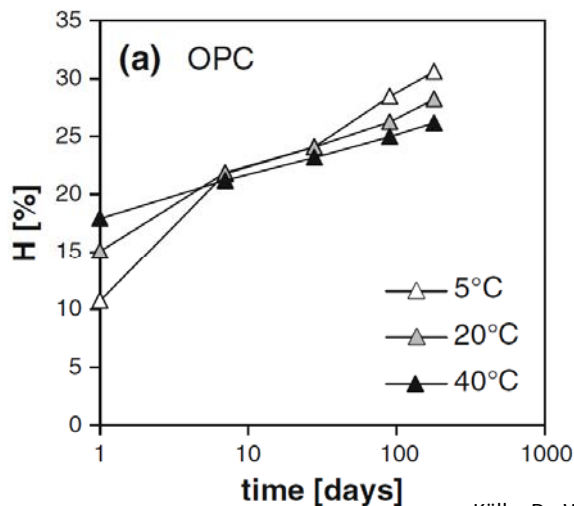


Reaktionsgrad för flygaska som funktion av tid vid olika temperaturer

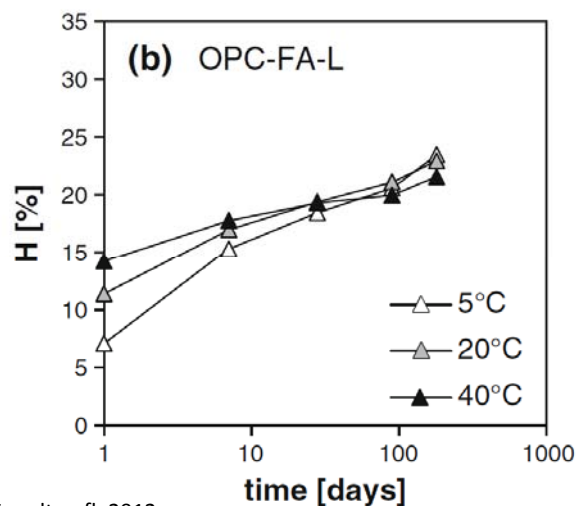


Mängd kemiskt bundet vatten (förhållande till totalvikten av bruk utan vatten) som funktion av tid vid olika temperaturer

- OPC



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



Källa: De Weerd m.fl. 2012

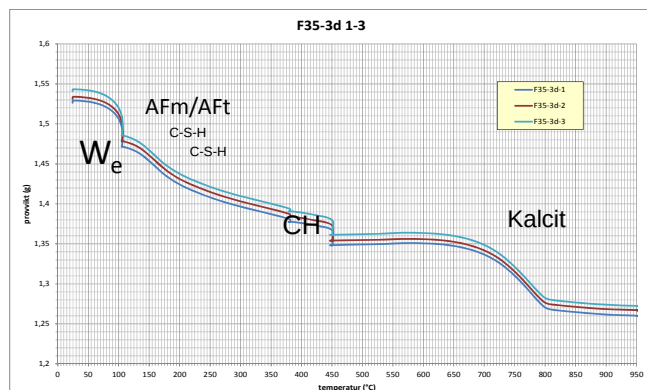
Slutsatser från litteraturstudie gällande hydratationsgrad och kemiskt bundet vatten

- Hydratationen går långsammare när en del av cementet ersätts med mineraliska tillsatser
- Flygaskeinblandning tenderar att ge 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.

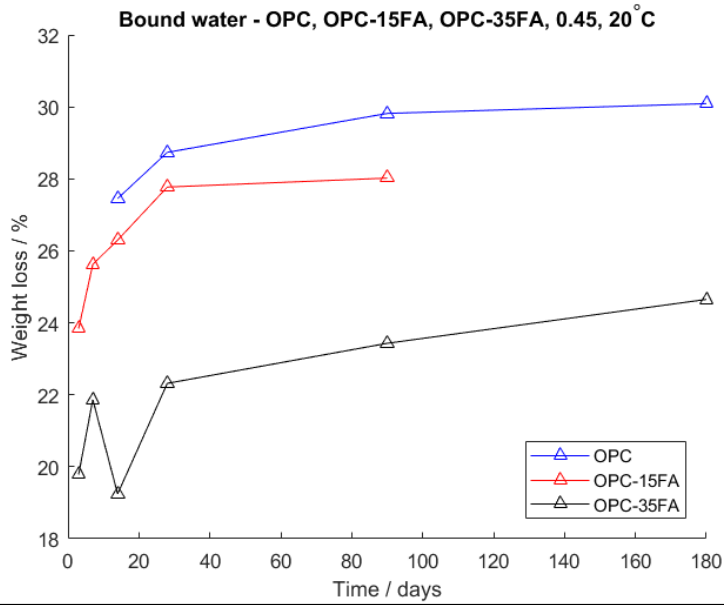
Pågående mätningar av hydratationsförloppet hos Bascement

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

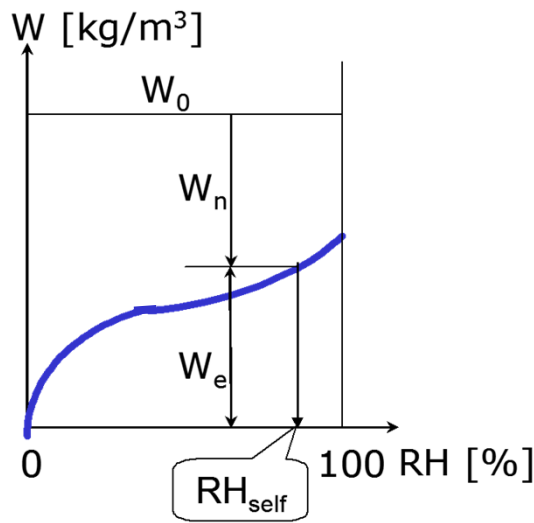
- Termogravimetrisk analys
- Mäter **viktsförlust** som funktion av **tid** och **temperatur**.
- Små prov, normalt 1-3 gram, betong, bruk eller cementpasta.



Kemiskt bundet vatten som funktion av härdningsålder och inblandningsmängd flygaska för bruk vct 0,45 med normsand



Linderoth mfl. 2017 (manus)

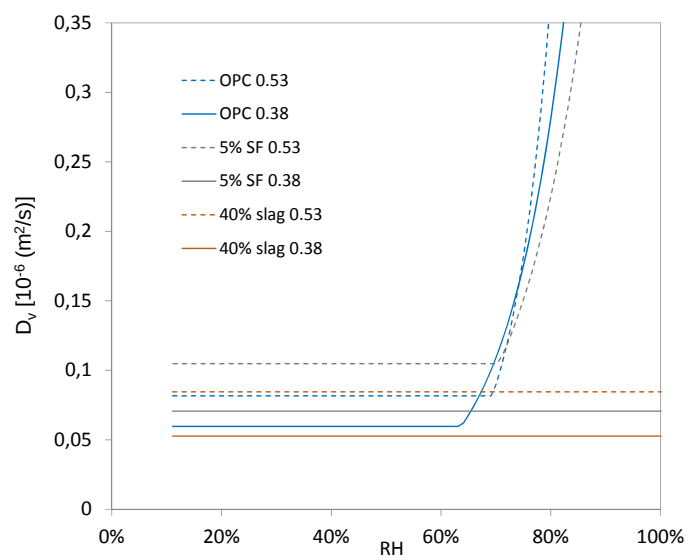


Koppförsök – ett sätt att mäta fukttransporten genom ett material

- 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!



Fukttransportförmågan $D_v(RH)$ för bruk (normsand som ballast) med olika bindemedel, lagrade 2 år



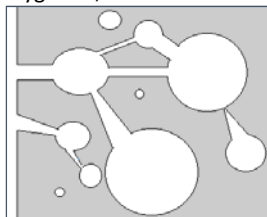
N. Olsson, L.-O. Nilsson, M.S. Åhs, V. Baroghel-Bouny, Moisture transport and sorption in cement based materials containing slag or silica fume, Cement and Concrete Research, 106C (2018) 23-32.

Hydratationen - koppling till fuktegenskaperna

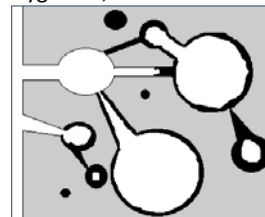
Exempelvis, jmf rent Portland Cementet:

- 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



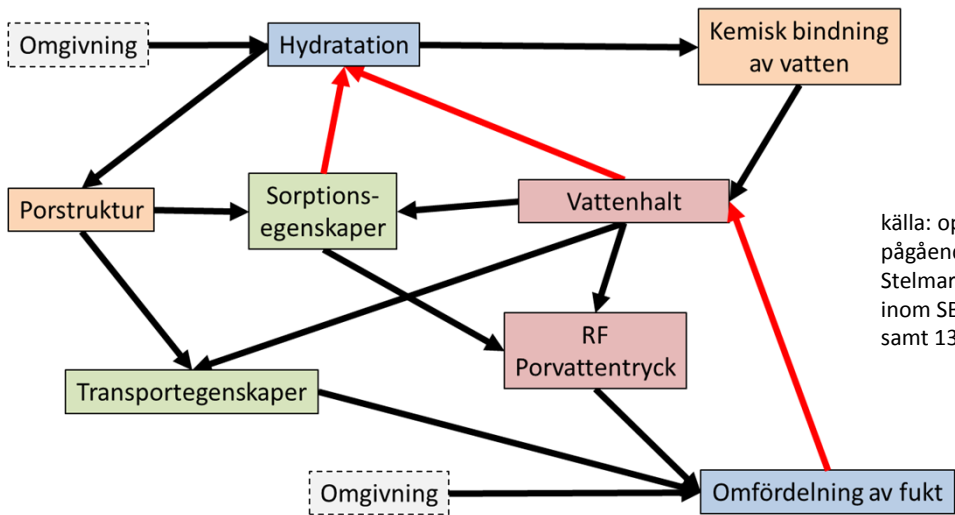
Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos
betong med mineraliska tillsatsmaterial

Finansiärer SBUF + Skanska

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

Avdelning Byggnadsmaterial
Lunds Tekniska Högskola

Fukt i betong – vad påverkar vad?



källa: opublicerad,
pågående inmätning av
Stelmarczyk et al. 2017
inom SBUF Projekt 13198
samt 13140

Uttorkningsegenskaper och strukturutveckling
hos framtida betongsammansättningar med
mineraliska tillsatsmaterial

Finansiärer SBUF och CEMENTA AB
(SBUF nr. 13146)

Doktorand Oskar Linderöth

Avdelning Byggnadsmaterial
Lunds Tekniska Högskola

Projektets målsättning

- En bättre förståelse för materialet
 - Vilken/vilka förutsättningar har störst betydelse för betongens fuktegenskaper?
 - Härdningstemperaturen
 - Mängden mineraliska tillsatser
- Ta fram nödvändig materialdata för branschen, för framtida modeller och uttorkningsverktyg.
- Dagens modeller beskriver Portlandcementets fuktegenskaper och uttorkning

Mineraliska tillsatsmaterial

De mineraliska tillsatsmaterialen kommer, i någon mån, leda till en **förändring** av de flesta **mekaniska** och **fysikaliska** egenskaperna hos den slutgiltiga betongen.

Kemisk sammansättning + Härdningsförhållanden (fukt, temperatur)



Hydratation (kinetik + värmeutveckling + fasfördelning)



Porstruktur (porositet + porstorleksfördelning)



Fuktbindning och fukttransport

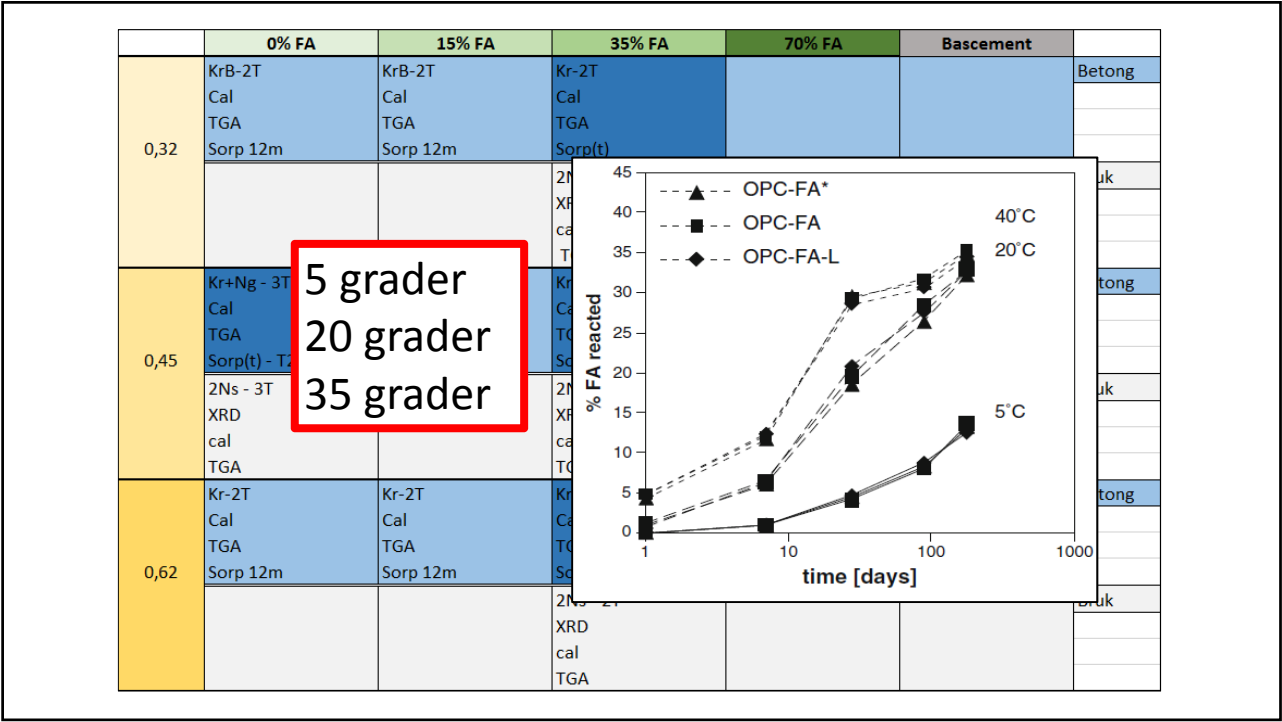
Mineraliska tillsatsmaterial

De mineraliska tillsatsmaterialen kommer, i någon mån, leda till en **förändring** av de flesta **mekaniska** och **fysikaliska** egenskaperna hos den slutgiltiga betongen.



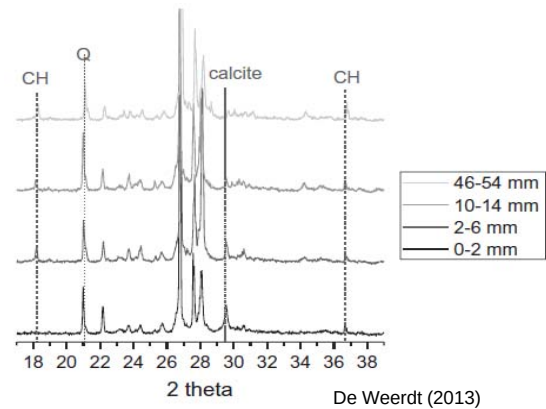
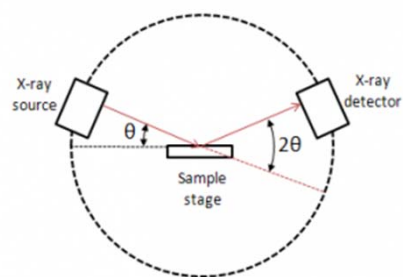
	0% FA	15% FA	35% FA	70% FA	Bascement	
0,32	KrB-Z1	KrB-Z1	Kr-Z1			Betong
	Cal	Cal	Cal			
	TGA	TGA	TGA			
	Sorp 12m	Sorp 12m	Sorp(t)			
0,45			2Ns - 2T			Bruk
			XRD			
			cal			
			TGA			
0,62	Kr+Ng - 3T	Kr- T20	Kr+Ng - 3T	Kr-T20	Kr-T20	Betong
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	
	TGA	TGA	TGA	TGA	TGA	
	Sorp(t) - T20,T50	Sorp 12m	Sorp(t) - T20,T50	Sorp 12m	Sorp 12m	
0,62	2Ns - 3T		2Ns - 3T			Bruk
	XRD		XRD			
	cal		cal			
	TGA		TGA			
0,62	Kr-2T	Kr-2T	Kr-2T			Betong
	Cal	Cal	Cal			
	TGA	TGA	TGA			
	Sorp 12m	Sorp 12m	Sorp(t)			
0,62			2Ns - 2T			Bruk
			XRD			
			cal			
			TGA			

	0% FA	15% FA	35% FA	70% FA	Bascement	
0,32	KrB-2T	KrB-2T	Kr-2T			Betong
	Cal	Cal	Cal			
	TGA	TGA	TGA			
	Sorp 12m	Sorp 12m	Sorp(t)			
0,45	Kr+Ng - 3T	Kr- T20	Kr+Ng - 3T	Kr-T20	Kr-T20	Betong
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	
	TGA	TGA	TGA	TGA	TGA	
	Sorp(t) - T20,T50	Sorp 12m	Sorp(t) - T20,T50	Sorp 12m	Sorp 12m	
0,62	2Ns - 3T		2Ns - 3T			Bruk
	XRD		XRD			
	cal		cal			
	TGA		TGA			
0,62	Kr-2T	Kr-2T	Kr-2T			Betong
	Cal	Cal	Cal			
	TGA	TGA	TGA			
	Sorp 12m	Sorp 12m	Sorp(t)			
0,62			2Ns - 2T			Bruk
			XRD			
			cal			
			TGA			



Röntgendiffraktion – kvantifiering av kemiska sammansättningar

- Kvalitativ bestämning av betongens kemiska sammansättning
- Rietveldt analys – möjliggör kvantifiering av kristallina och semi-kristallina faser i betongen.

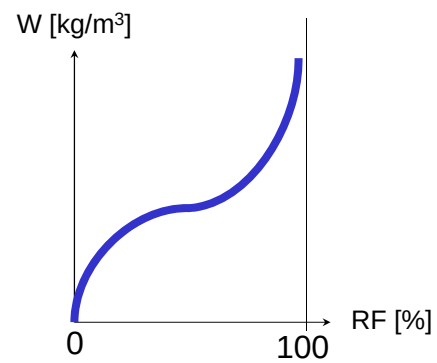


Rietveldt analys

Faser	Bruk - SHcem	Bruk - SHcem	Differens
	2d	7d	
Portlandit	8,9	11,6	+2,7
Ettringit	5,3	5,8	+0,5
Calcit	8,9	10,5	+1,6
C ₂ S	5,3	5,3	0,0
C ₃ S	6,8	6,0	-0,8
C ₄ AF	1,7	1,7	0,0
C ₃ A	0,3	0,0	-0,3
MgO	0,0	0,0	0,0
C-A-H	1,2	1,4	+0,2
Kvarts	58,5	55,1	-3,4
Gips	3,1	2,5	-0,6

Sorptionsvågen (DVS) – sambandet mellan fukthalt och RF

- Sorptionsisotermen fås genom stegvis förändring av RF
 - Uppfuktning
 - Uttorkning
- Tillåter mätning från **tidig ålder**
- Små prov 50-100 mg
- Relativt snabb metod
- **Kompletteras med mätning i klimatboxar för högre åldrar**



Tack för att ni lyssnade!



LUNDS
UNIVERSITET