



Udfældninger på betonoverflader

Erik Pram Nielsen

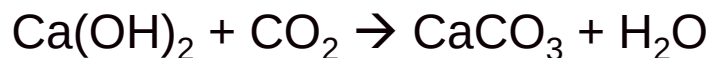
- Intro – nøglen er karbonatisering
- Principskitse – kalkudfældning
- Brune udfældninger
- Anbefalinger
- Eksempel med hydrofobering
- Hovedkonklusion

Intro – nøglen er karbonatisering

3



Kemisk set,



- Så længe Ca(OH)_2 møder CO_2 vil denne reaktion altid finde sted

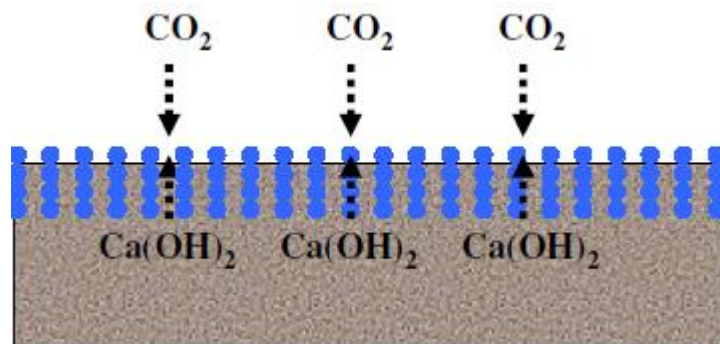
→ Den kan ikke undgås

- Når reaktionen finder sted på overfladen af betonen, kaldes de hvide udfældninger for kalkudfældninger
- Denne "misfarvning" kan antage andre farver, hvis kalkudfældningen binder eller følges af udfældning af andre grundstoffer eller mineraler som det f.eks. er tilfældet med jern.
- For hver 100 kg cement, dannes der ca. 20-25 kg Ca(OH)_2

→ Der er rigeligt af det

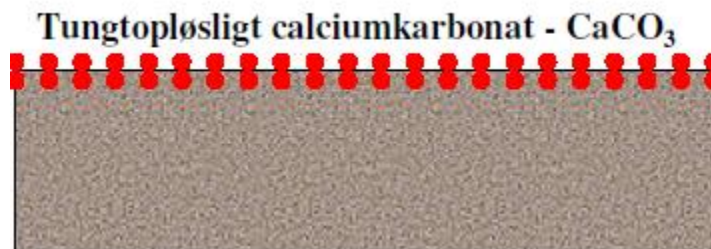
Thorkilds spørgsmål til Jørn Almeborg i 1979:

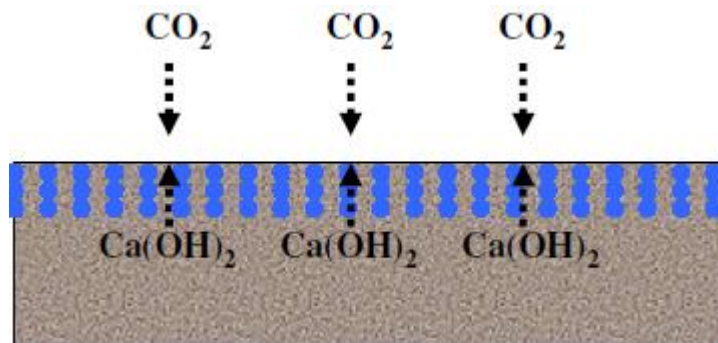
- Spørgsmål:
Hvorfor får man somme tider kalkudblomstringer?
- Svar:
Det undrer mig at man somme tider undgår dem!



udtørring

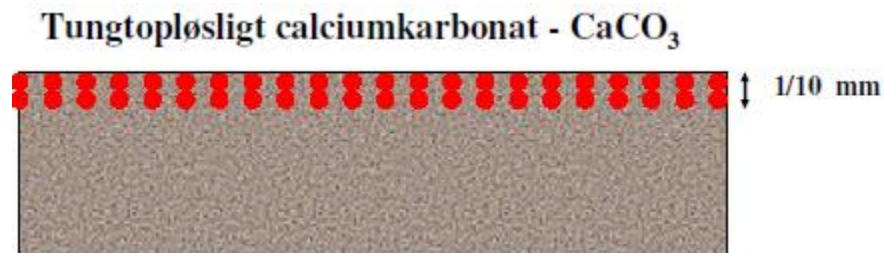
Synlig
udfældning!

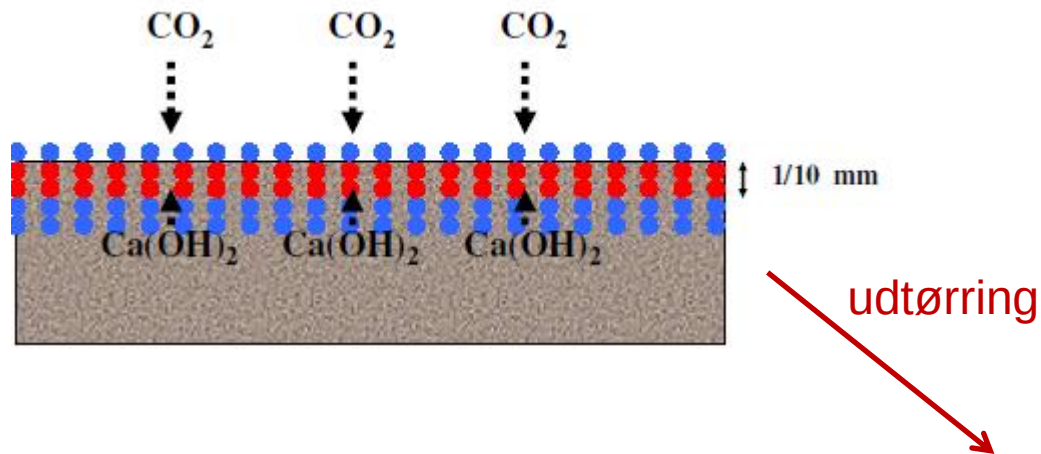




udtørring

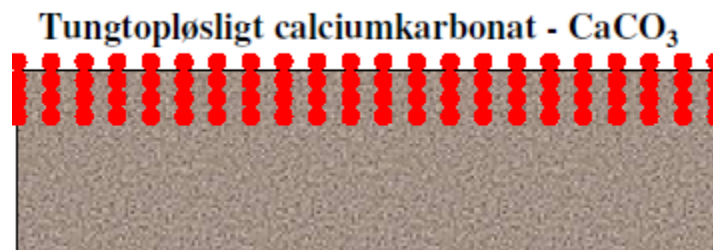
**Ikke synlig
udfældning!**

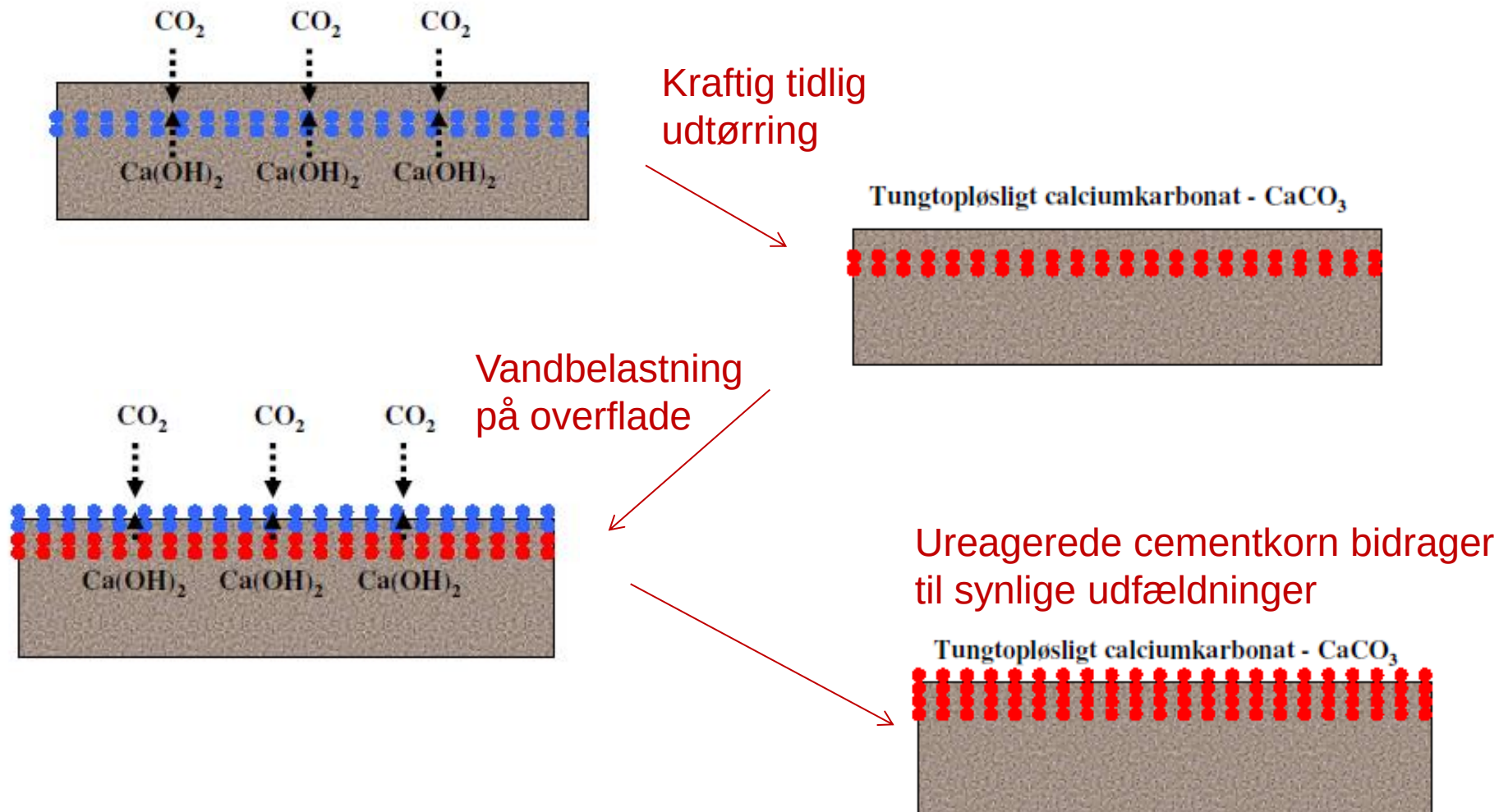




Jo højere karbonatiseringsdybde der opnås

→ Desto mere længerevarende vandbelastning skal der til for at udfældningen bliver synlig





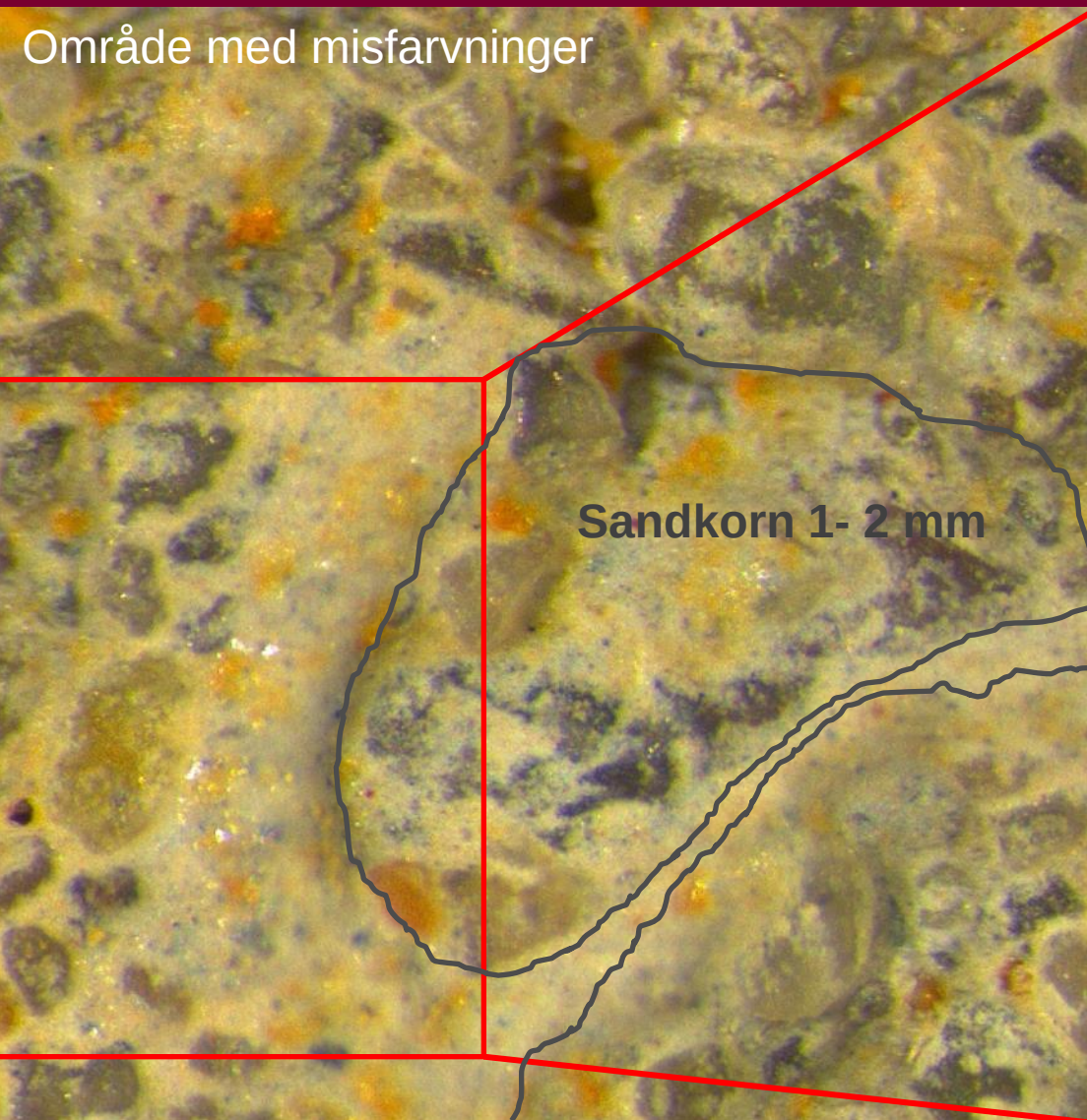
Flise med misfarvninger



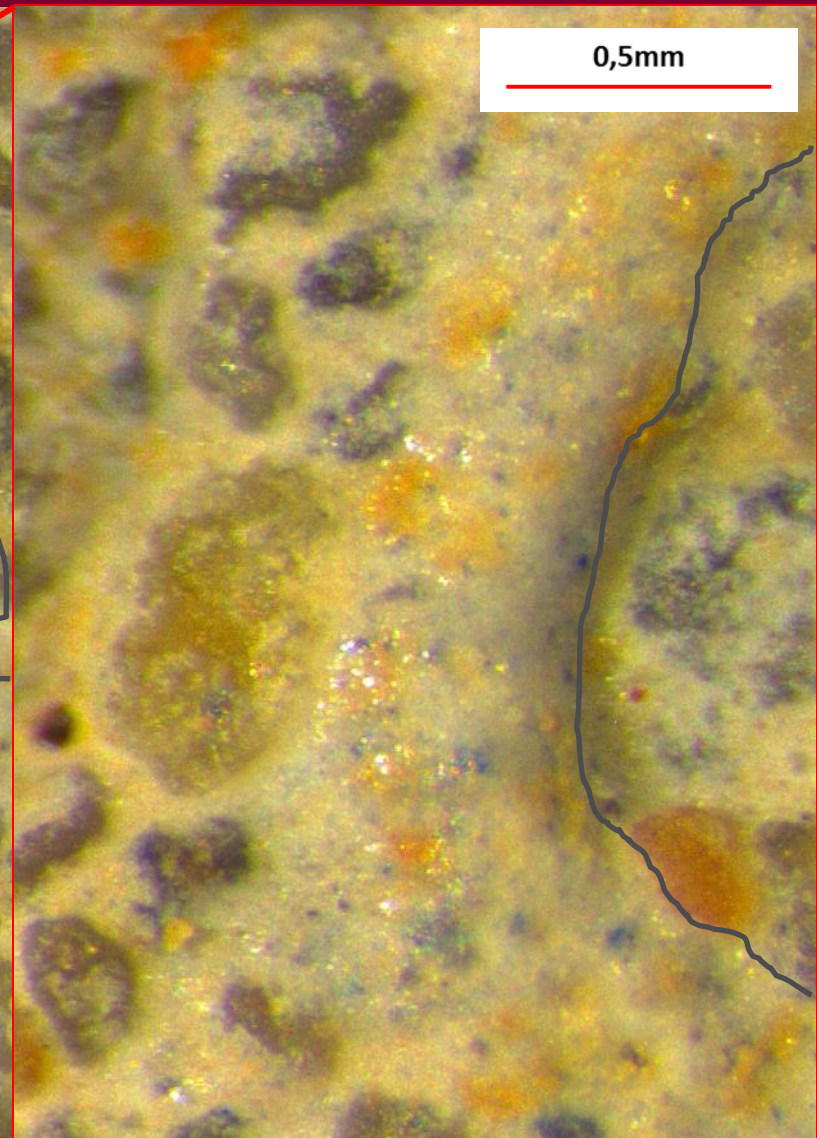
Område med misfarvninger



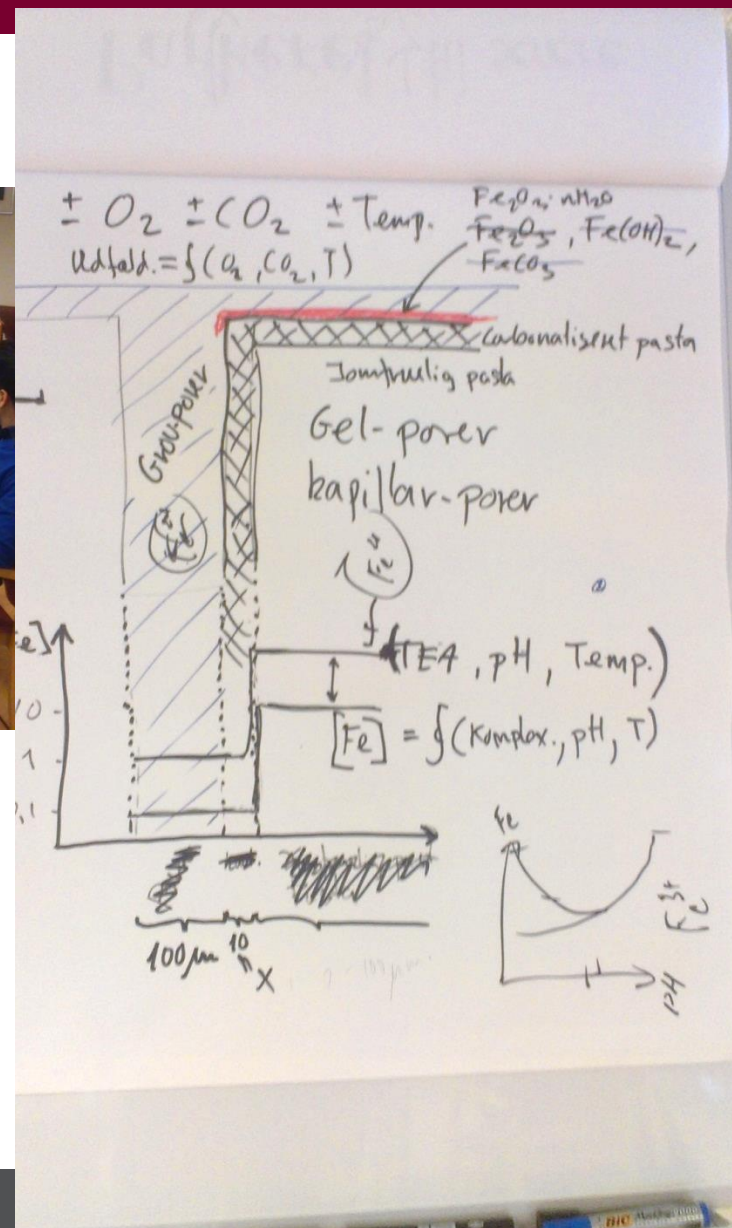
Område med misfarvninger

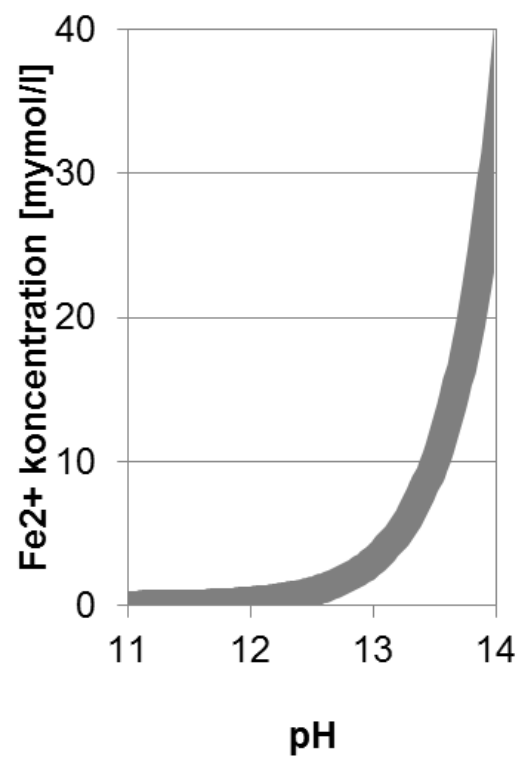


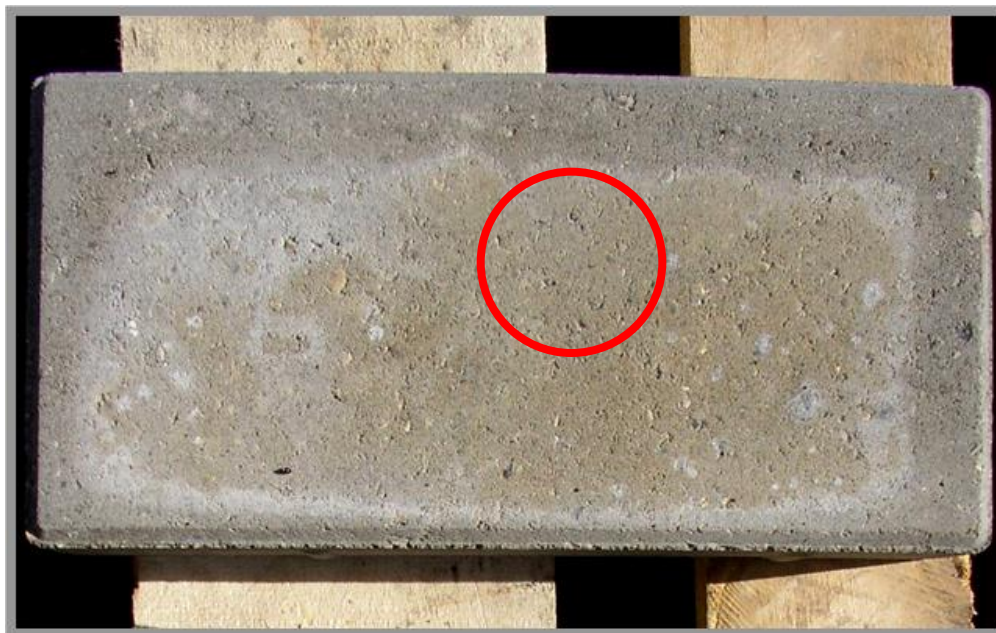
0,5mm



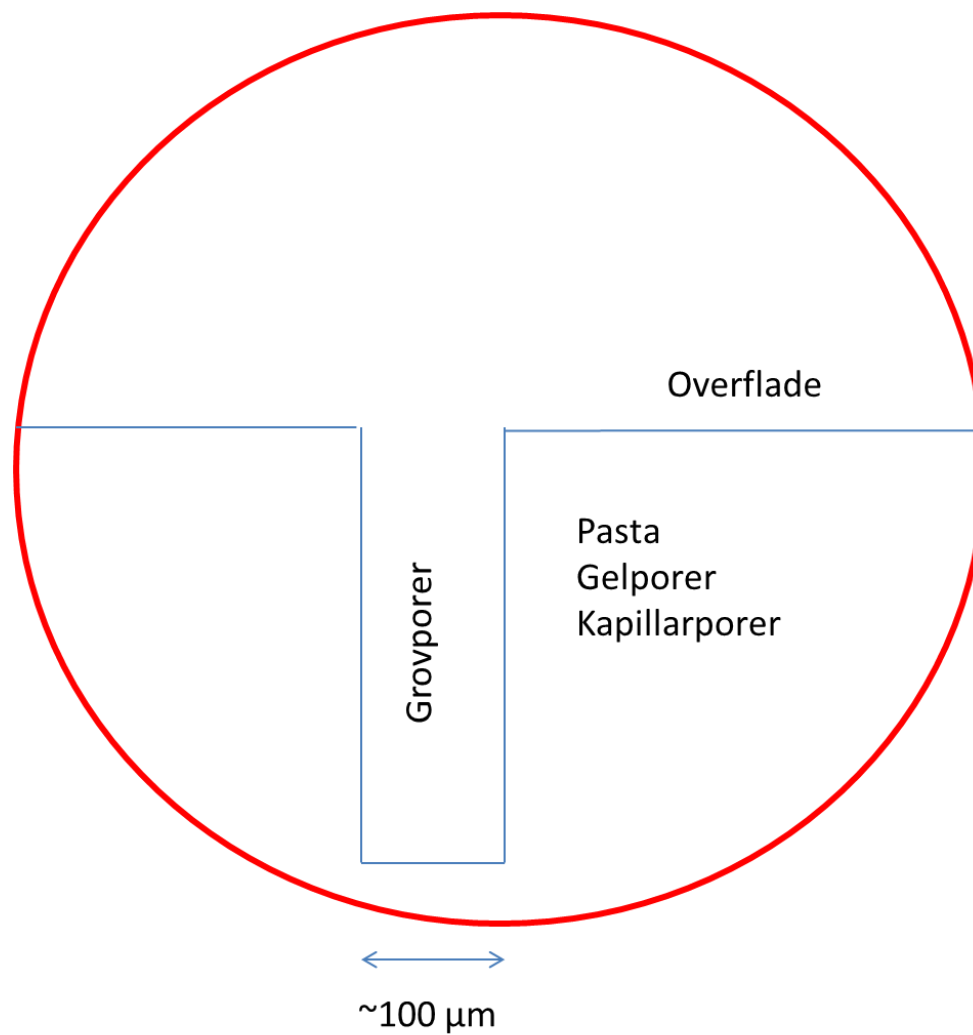
Det skulle forstås bedre ...



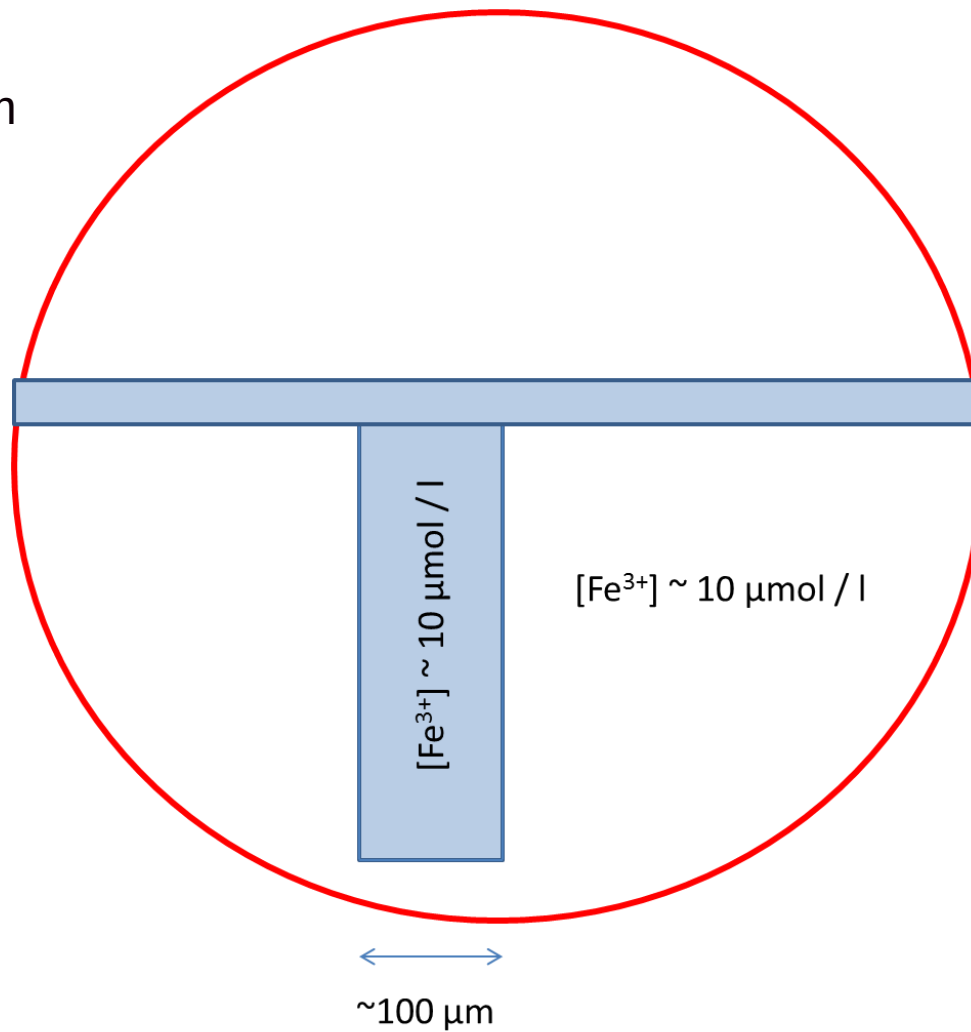




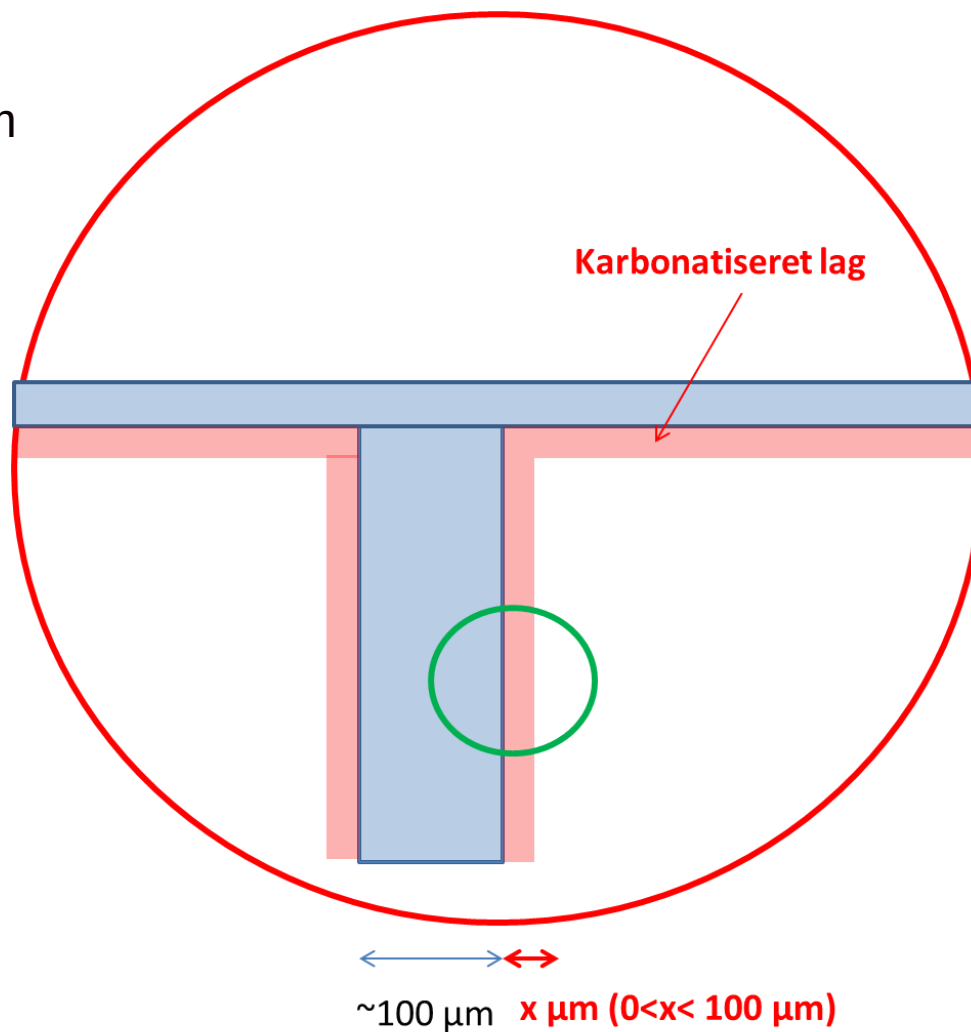
Note: følgende gælder også
generelt for kalkudfældninger



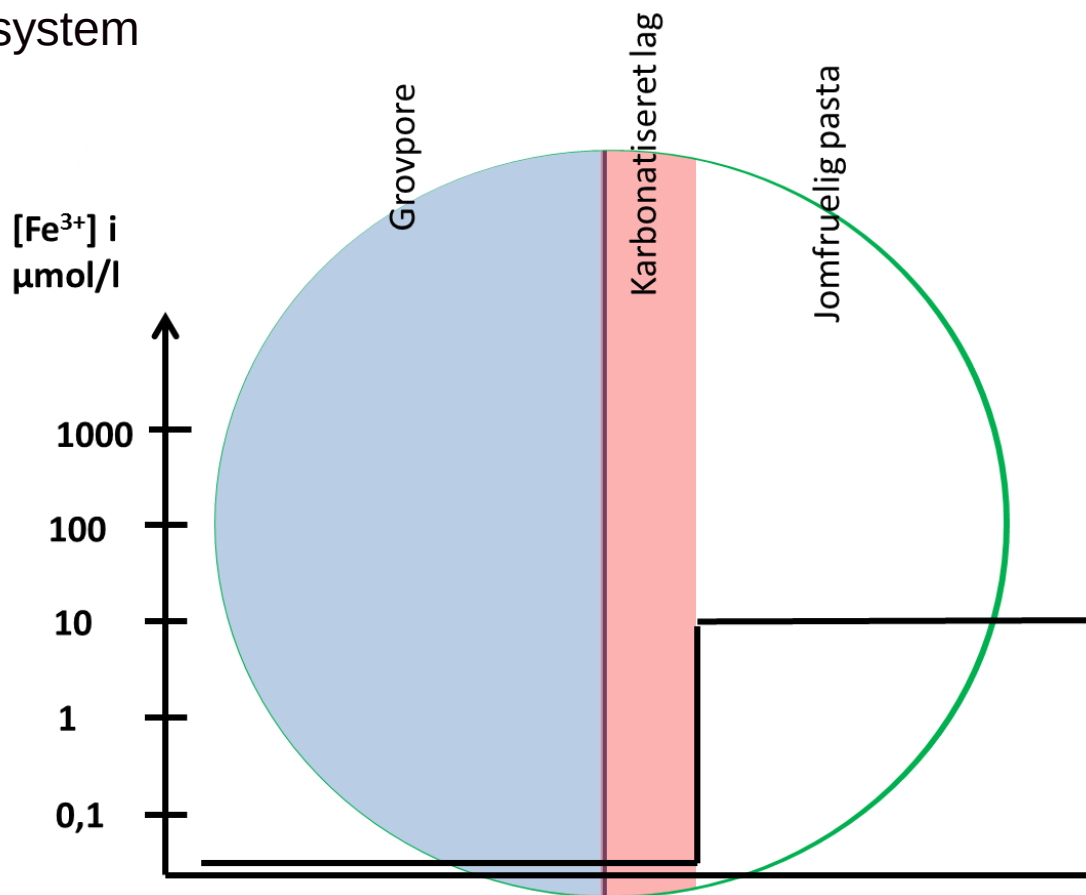
Ukarbonatiseret,
vandmættet system



Karbonatiseret,
vandmættet system



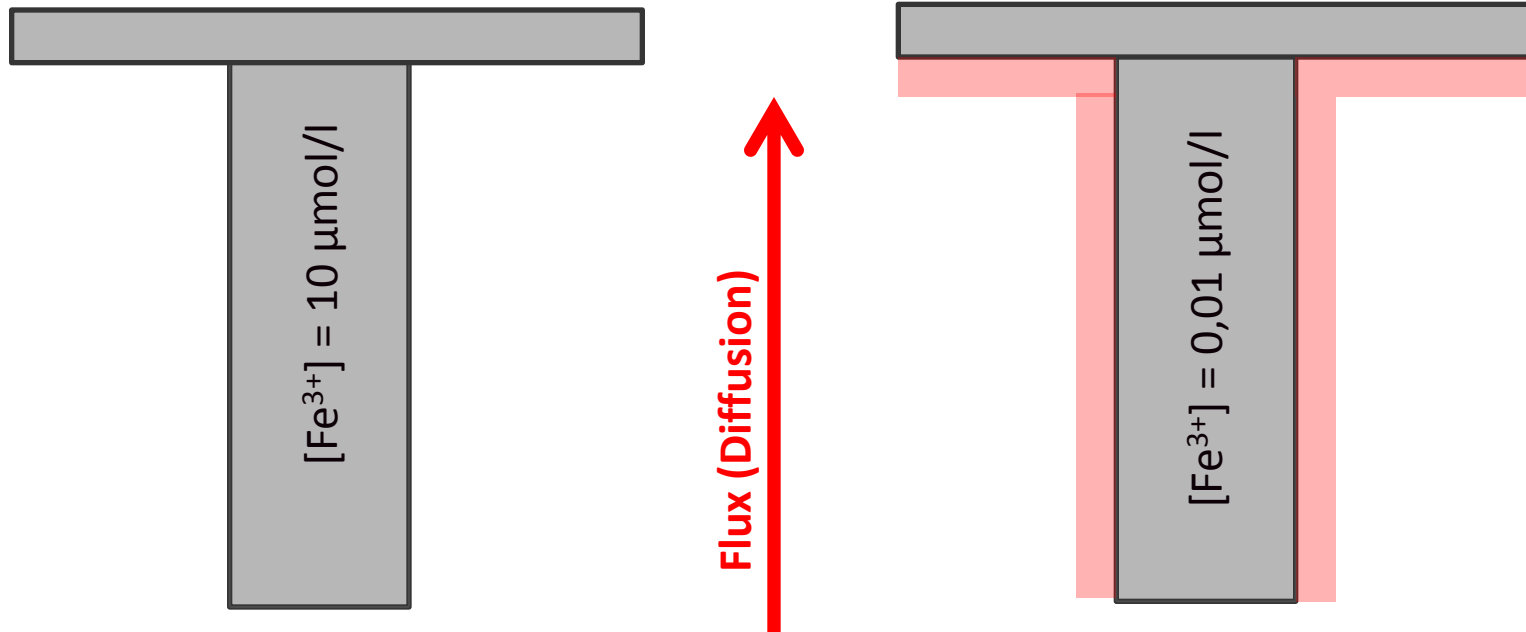
Karbonatiseret,
vandmættet system



**Ukarbonatiseret,
vandmættet system**

**Karbonatiseret,
vandmættet system**

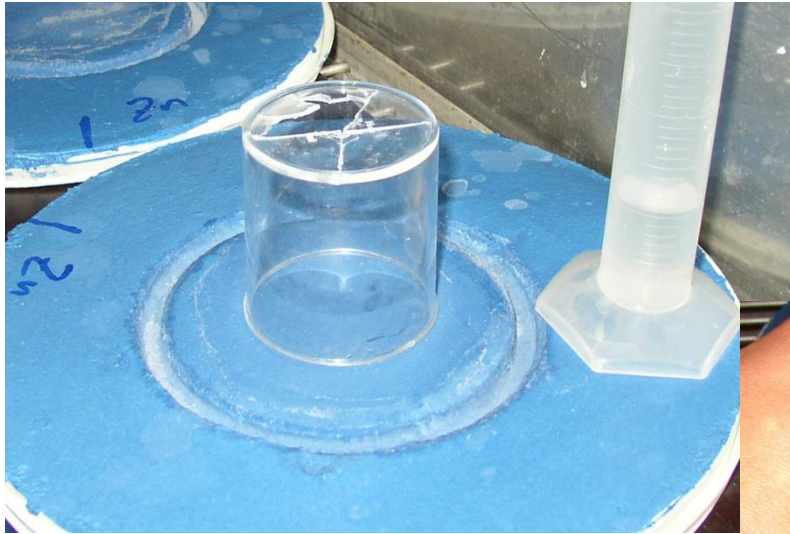
Mængden af jern der føres til overfladen bliver til enhver tid 1000 gange lavere



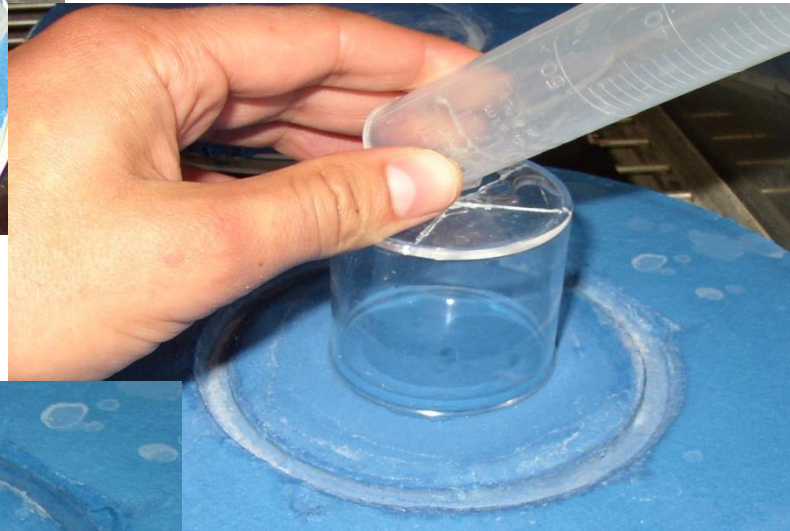
- Bedste betonsammensætning
 - Lav-alkali (LA) cement
 - Delvis erstatning med puzzolaner
 - Lavt vandcementtal
 - Ensartet beton – i både blander og form!!
 - Evt. øg viskositet af bløde betoner hvis tendens for bleeding
- Bedste støbning
 - undgå overvibrering (for tørbeton, f.eks. forbedre evt. pakning og reducér vandindhold)



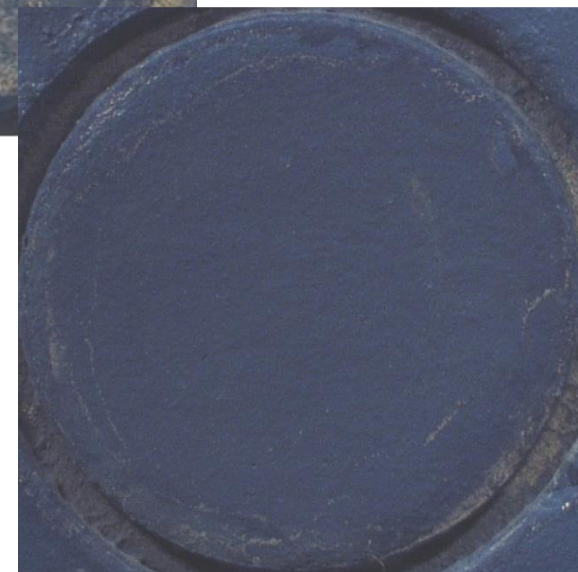
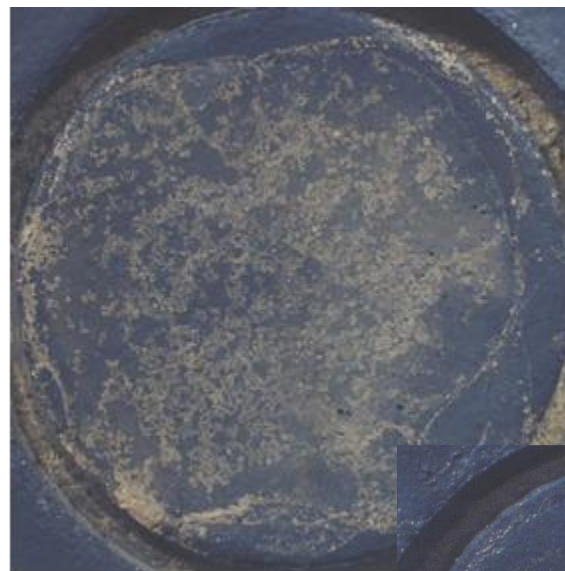
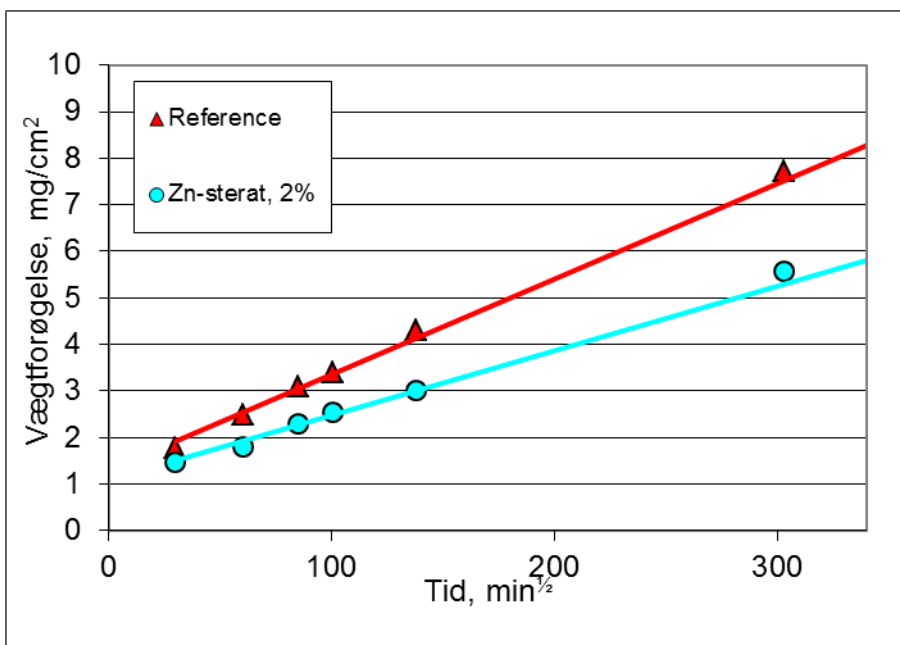
- Bedste hærdetingelser
 - Høj fugtighed 80-95% RF
 - Høj temperatur >> 5°C
 - Højt CO₂ – indhold i luften
 - Ingen vandlommer på overfladen
 - Overvej efterbehandlingsstrategi - brug evt. forseglingsmiddel fremfor plastik – undgå kondensdannelse på varme overflader, etc.
- Andre tiltag (der helt fjerner eller reducerer vandttransport)
 - Anvendelse af hydrofobering (f.eks. stearat)
 - Coating



Glattet overflade
10 ml vand pr. døgn i 7 døgn
15°C + 80%RF



$v/c = 0,50$



**Betonkvaliteten og de første dage/ugers behandling er
altafgørende for risikoen for udfældninger**