



Farvevariationer for nystøbt beton

Farvevariationer for nystøbt beton

- Farvevariationer – hvad ser vi?

Lyse og mørke områder
Brunlige misfarvninger
Andet

- Hvad er den fysiske forandring i betonens overflade?

Porøsitet
Udfældning
Forurening
Separation og inhomogenitet

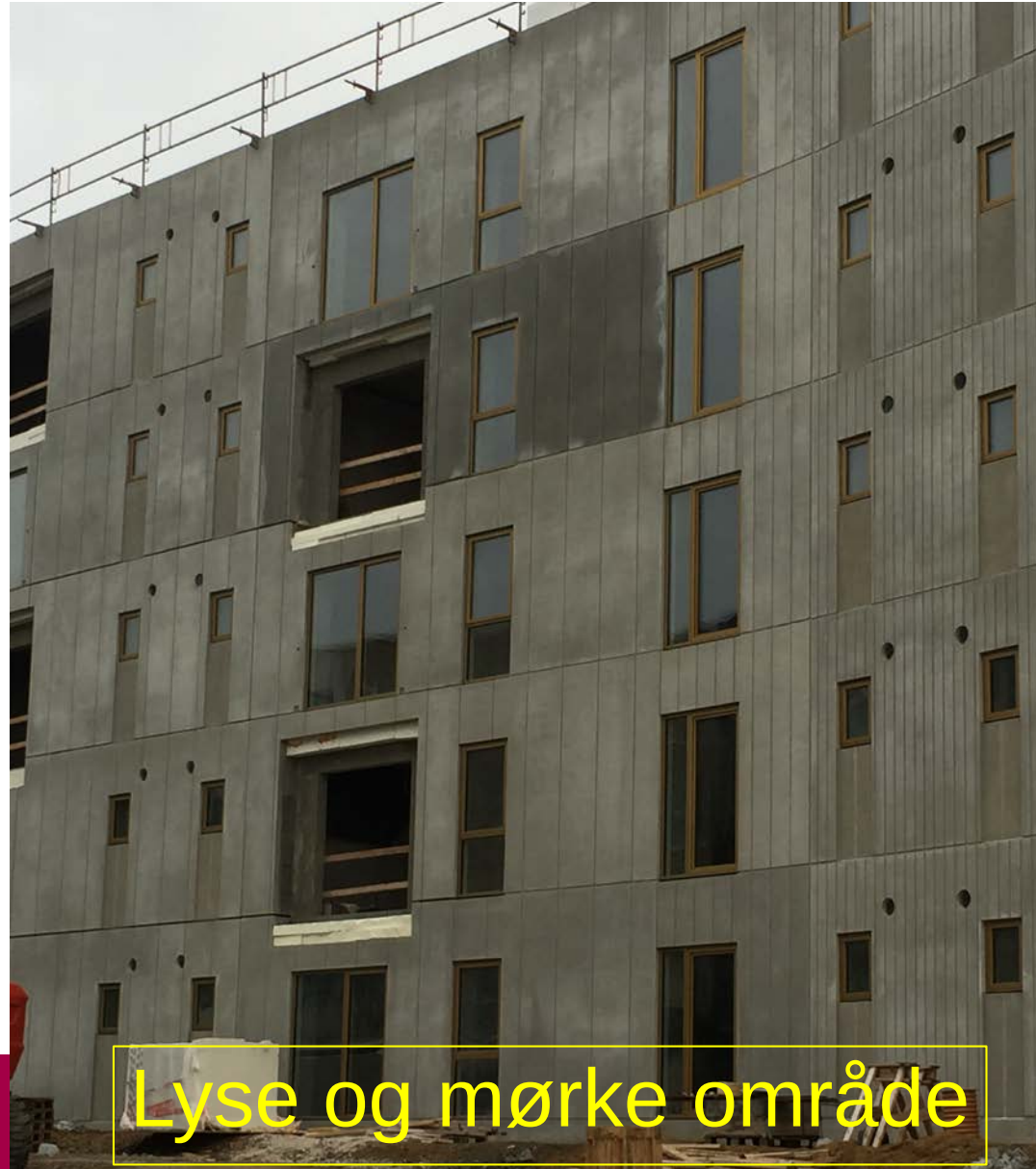
- Hvordan opstår (og undgås) farvevariationer?

Forme og formolie
Hærdning og udtørring
Betonens delkomponenter
Friskbeton egenskaber

Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton

Lyse og mørke område



Farvevariationer for nystøbt beton



Lyse og mørke område

Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton



Farvevariationer for nystøbt beton

- Farvevariationer – hvad ser vi?

Lyse og mørke områder
Brunlige misfarvninger
Andet

- Hvad er den fysiske forandring i betonens overflade?

Porøsitet
Udfældning
Forurening
Separation og inhomogenitet

- Hvordan opstår (og undgås) farvevariationer?

Forme og formolie
Hærdning og udtørring
Betonens delkomponenter
Friskbeton egenskaber
Afsyring og frilægning

Lyse og mørke områder



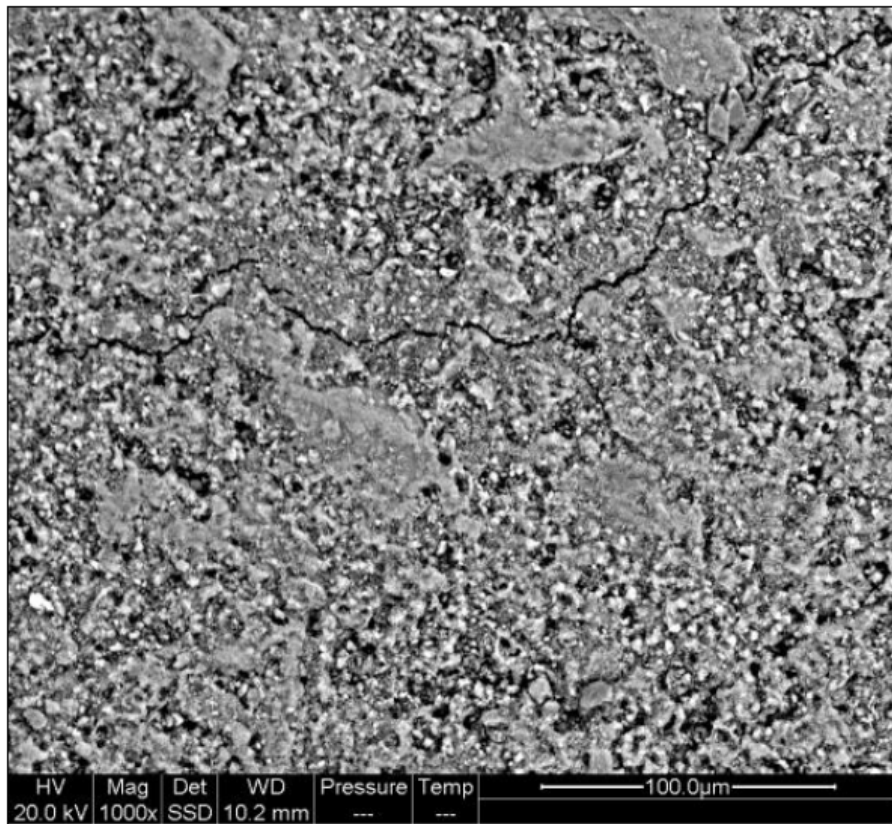
Efterfølgende gennemgang af de fysisk/kemiske forskelle mellem lyse og mørke overfladeområder er overvejende baseret på forskningsresultater fra følgende:

[1] Strehlein, D. and Schiessl, P. (2008): “Dark discoloration of fair-faced concrete surfaces – transport and crystallization in hardening concrete”, Journal of advanced concrete technology, vol. 6, No. 3, p. 409-418.

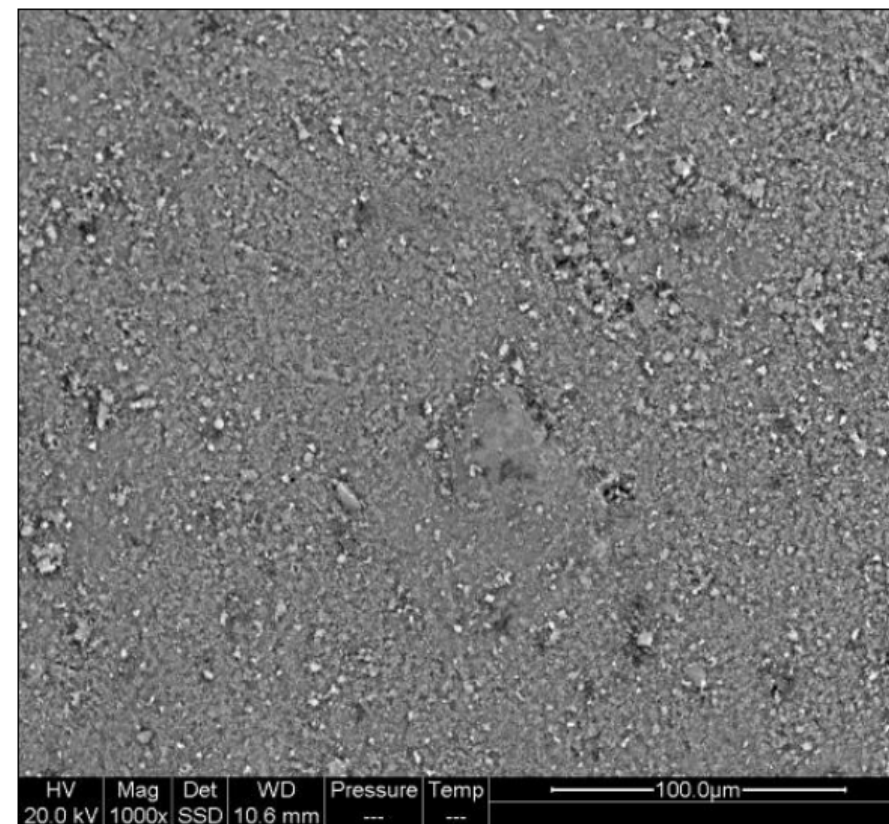
[2] Veerle Bamsa and Niki Caubergb (2014): “ Discoloration of fair-faced concrete – A case study”, ICMA conference 2014

Lyse og mørke områder

De mørke områder har en tættere struktur og en mere ensartede i krystalstrukturen (de yderste få millimeter). De lyse områder er relativt åbne og har en grovere krystalstruktur (mere porøse).



Lyst område



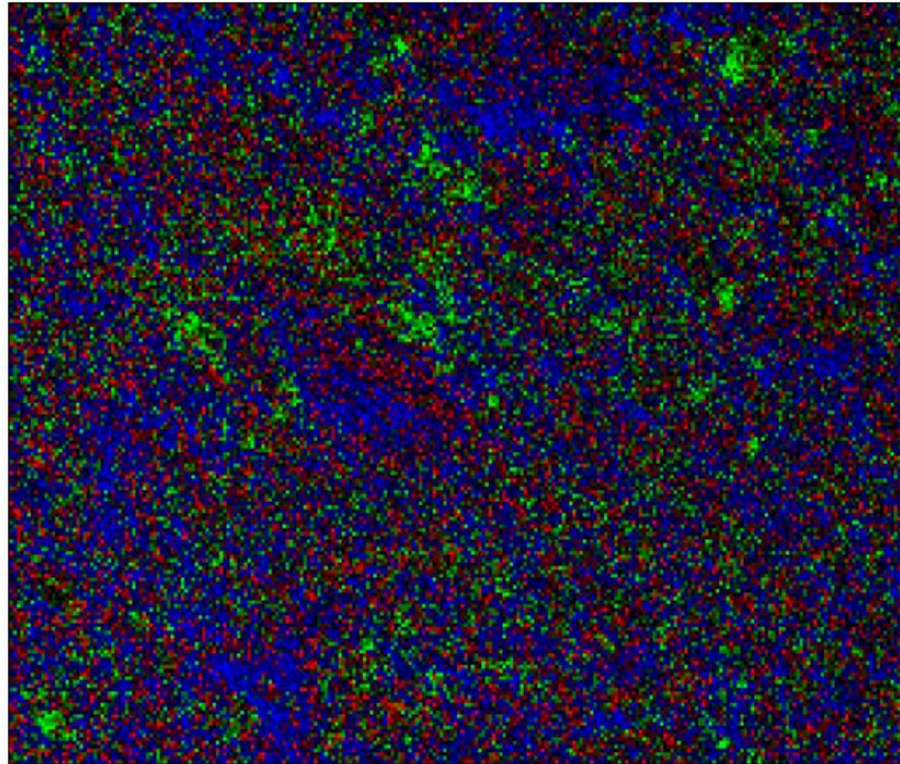
Mørkt område

Lyse og mørke områder

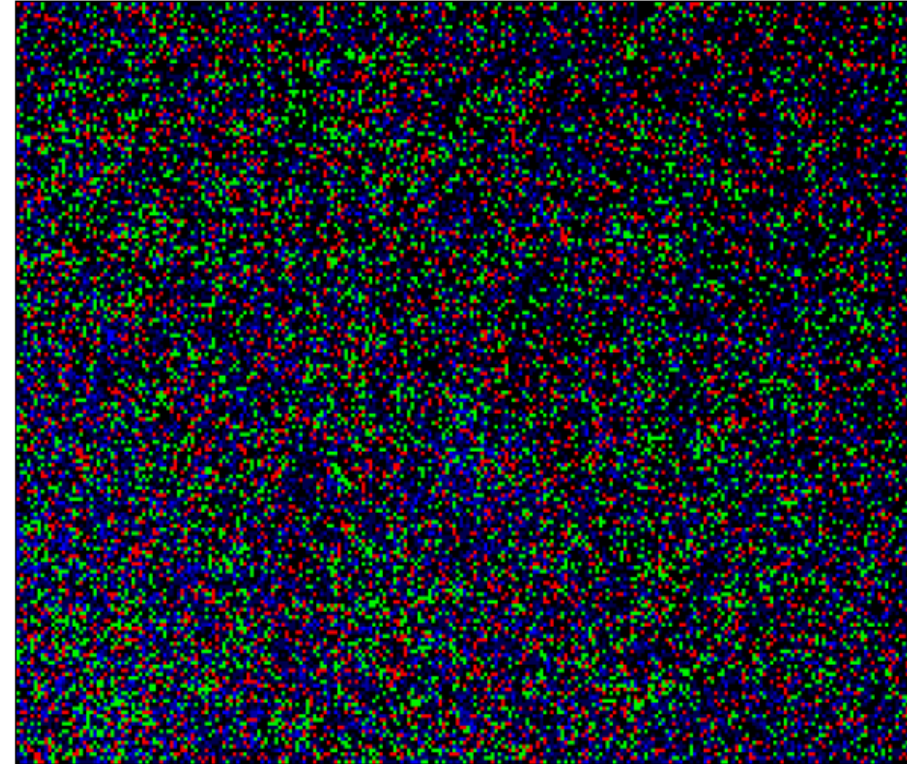


Den mineralogiske/kemiske sammensætning er ligeledes forskellig. I de mørke områder er fordelingen af calcium og silicium mere ensartet. Hydratiseringsprodukterne i de mørke områder syntes danne ved udfældning fra "den samme væske". Hydratiseringsprodukterne i de lyse områder er inhomogent fordelt p.g.a. varierende reaktionsbetingelser.

Ca = blå
Si = grøn
O = rød

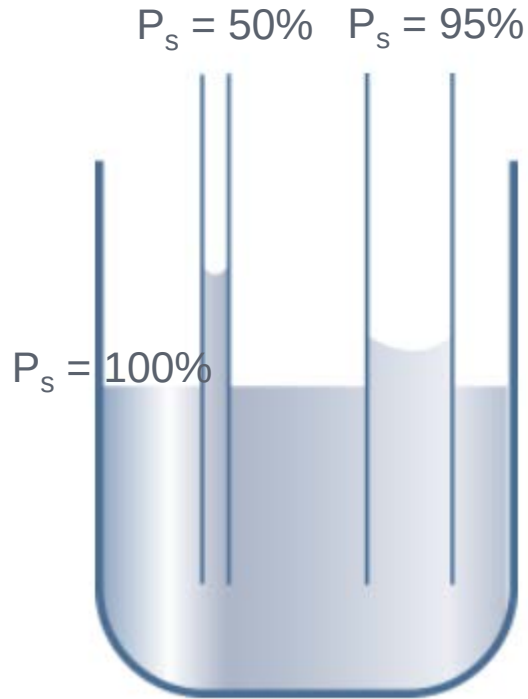


Lyst område



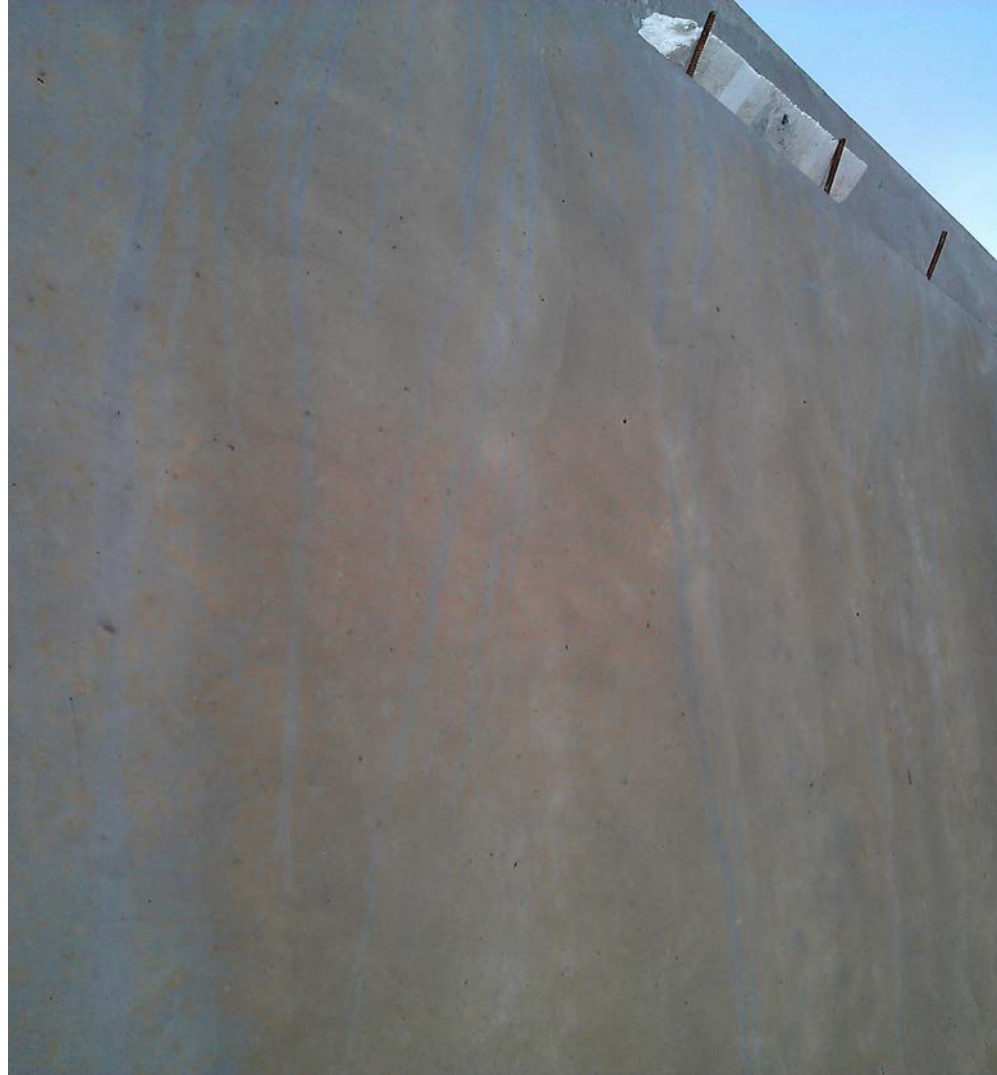
Mørkt område

Lyse og mørke områder



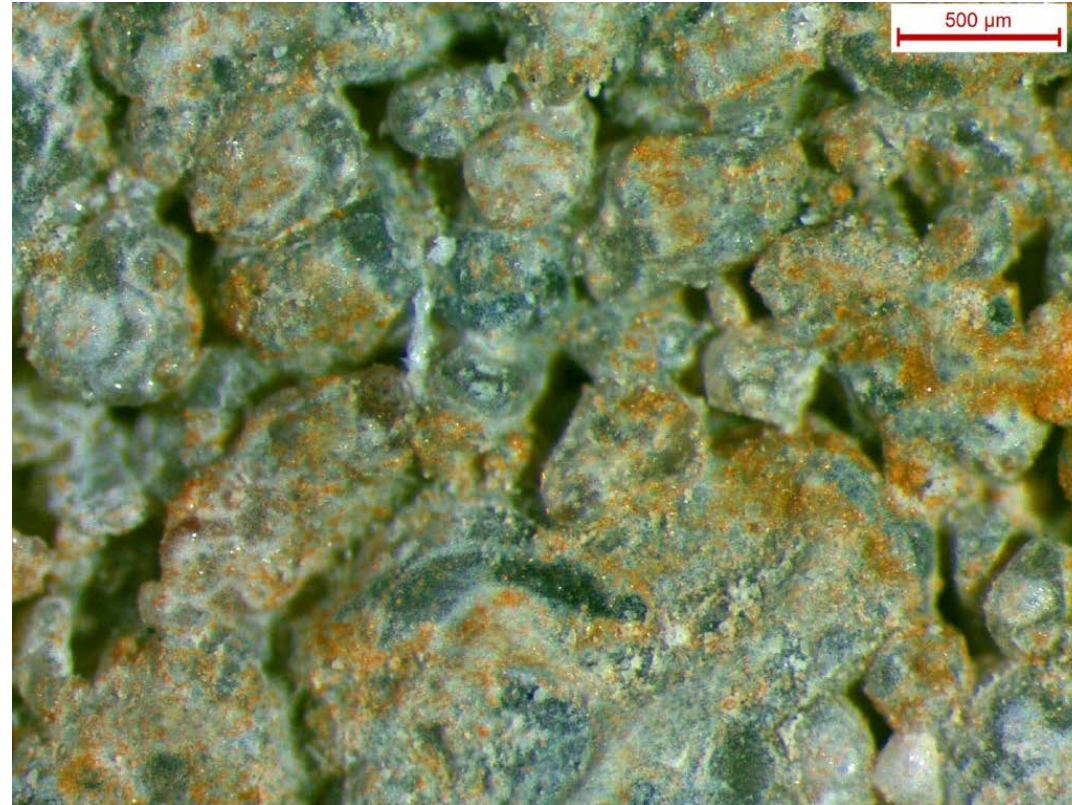
De mørke overfladeområder indeholder mere kapillarbundet vand p.g.a. af en finere porestruktur. Dette er med til at øge absorptionen af lys og gøre området mørkere.

Brunlige misfarvninger



Brunlige misfarvninger

Brunlige misfarvninger er typisk udfældninger der indeholder jern – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ "rust"



Andre misfarvninger



Guirlander ses på lodrette støbeflader er bølgede vandrette linjer hvor det yderste cementslamlag delvist mangler. Sandkornene i disse områder er delvist frilagt.



Andre misfarvninger



Rustpletter på overfladen.

Forurening med rust/jern-partikler
fra armeringsjern.



Farvevariationer for nystøbt beton

- Farvevariationer – hvad ser vi?

- Lyse og mørke område
 - Brunlige misfarvninger
 - Andet

- Hvad er den fysiske forandring i betonens overflade?

- Porøsitet
 - Udfældning
 - Forurening
 - Separation og inhomogenitet

- Hvordan opstår (og undgås) farvevariationer?

- Forme og formolie
 - Hærdning og udtørring
 - Betonens delkomponenter
 - Friskbeton egenskaber
 - Afsyring og frilægning

Lyse og mørke områder

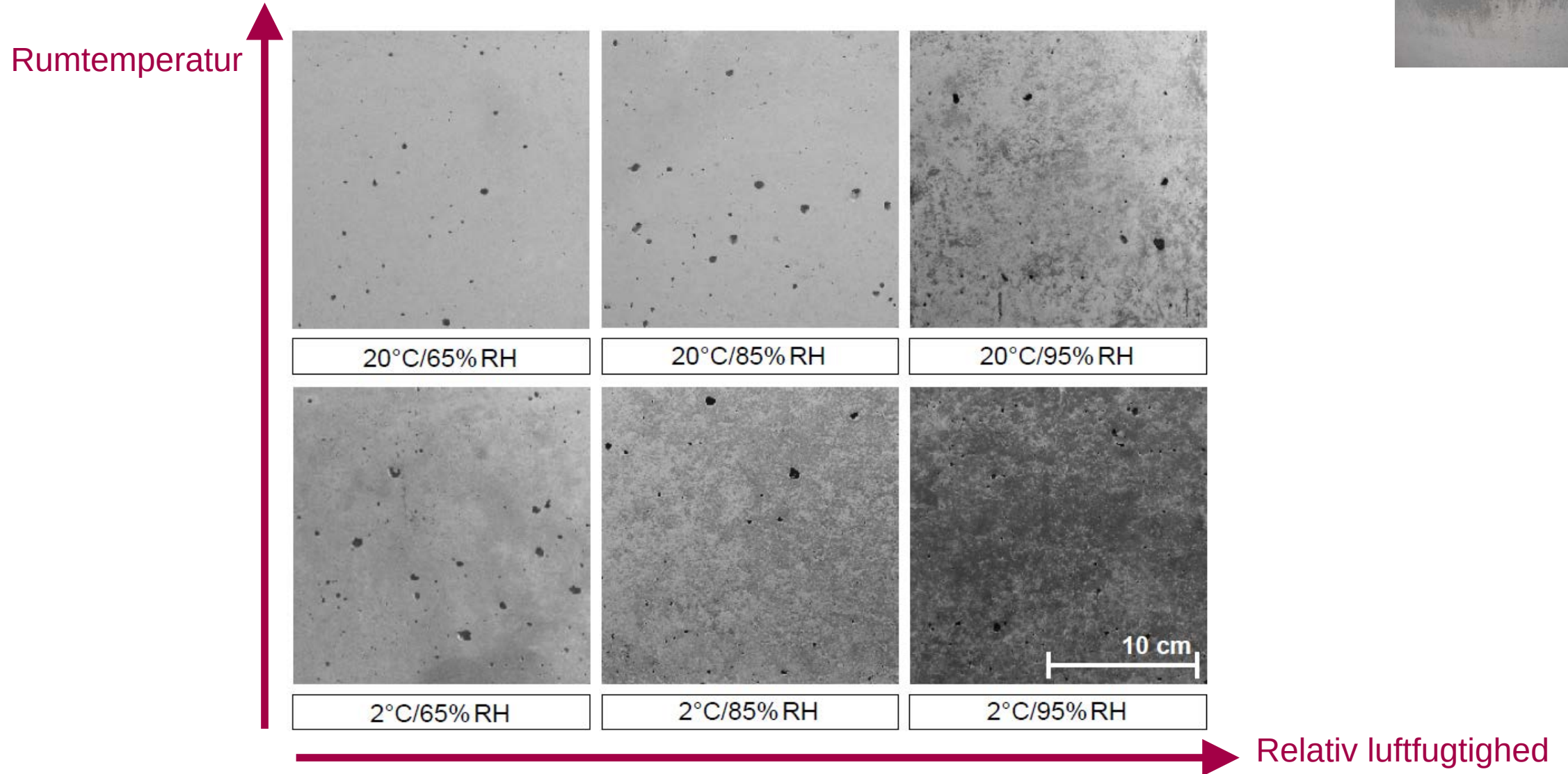


Lyse og mørke områder skyldes forskellig struktur af cementens hydratiseringsprodukter. Som følge heraf forskellig porøsitet og mængde af kapillar-bundet vand

Hvordan opstår det?

Temperatur og fugtighed i betonoverfladen er afgørende!

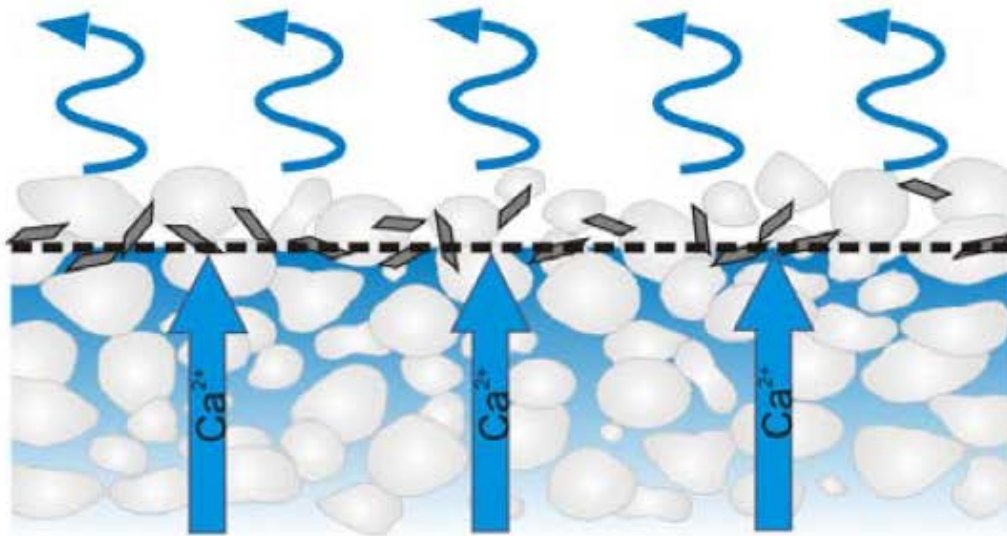
Temperatur og fugtighed



Temperatur og fugtighed

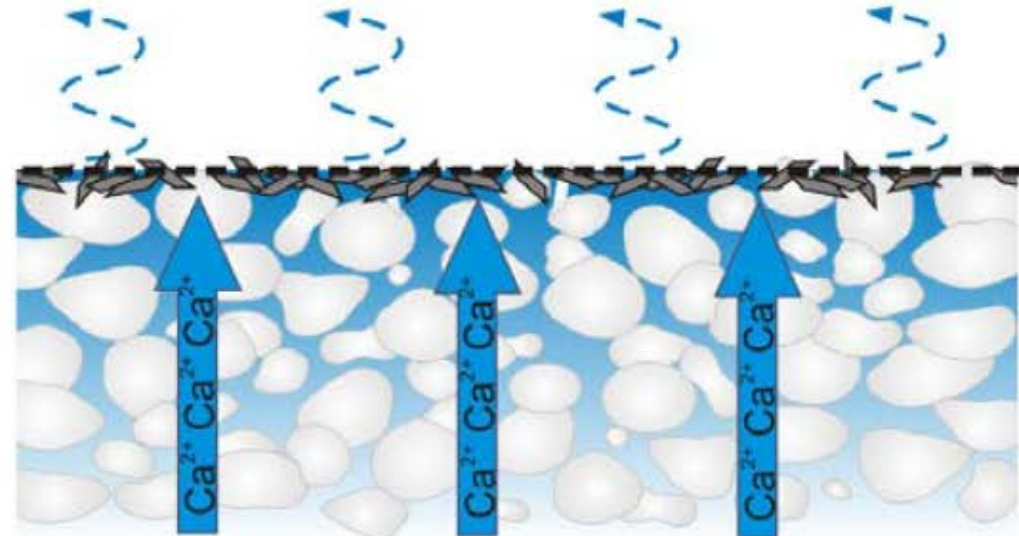


Høj temperatur og lav fugtighed



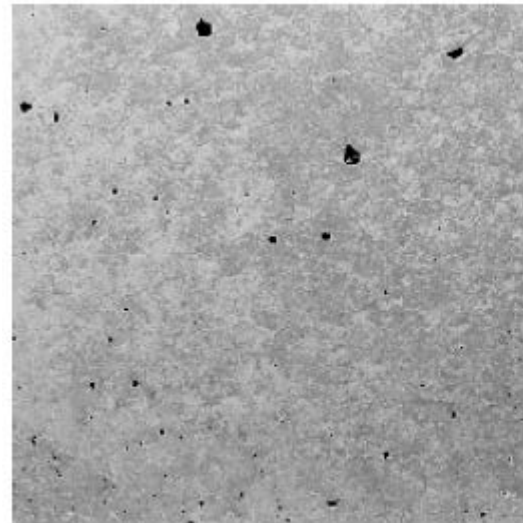
Giver lys overflade

Lav temperatur og høj fugtighed

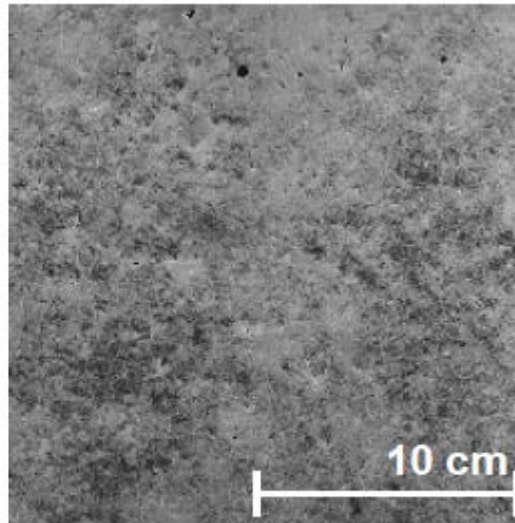


Giver mørk overflade

Udtørningsbeskyttelse



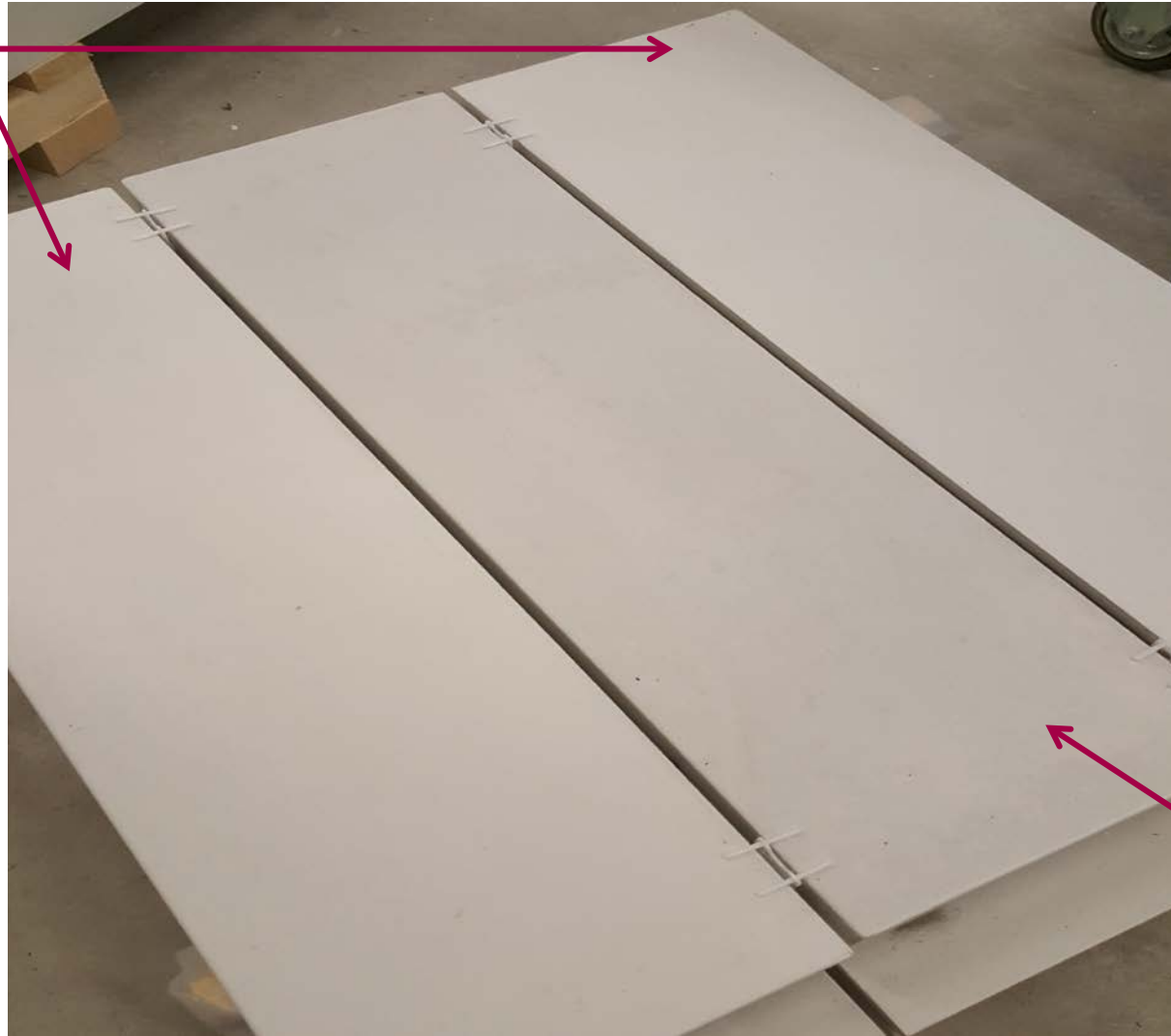
Uden tildækning



Tildækket med plastik

Afformningstidspunkt

Afformet efter
20 timer



Afformet efter
72 timer

Form og formolie



Form og formolie



Formmaterialer

Sugende materialer:

- træplader
- Spånplader
- Krydsfiner
- Fiberdug

Ikke sugende materialer:

- Stål
- Gummi
- Plastik

Formolier (slipmidler)

Reaktive:

- Indeholder fedtsyre

Fysiske:

- Mineralske olier
- Vegetabilske olier
- Syntetiske olier
- Voks
- Vandige emulsioner af olier

10 gode råd til at minimere lyse og mørke farvevariationer

Det grundlæggende princip skal altid være, at det skal tilstræbes, at betonoverfladen har ens hærdebetingelser.

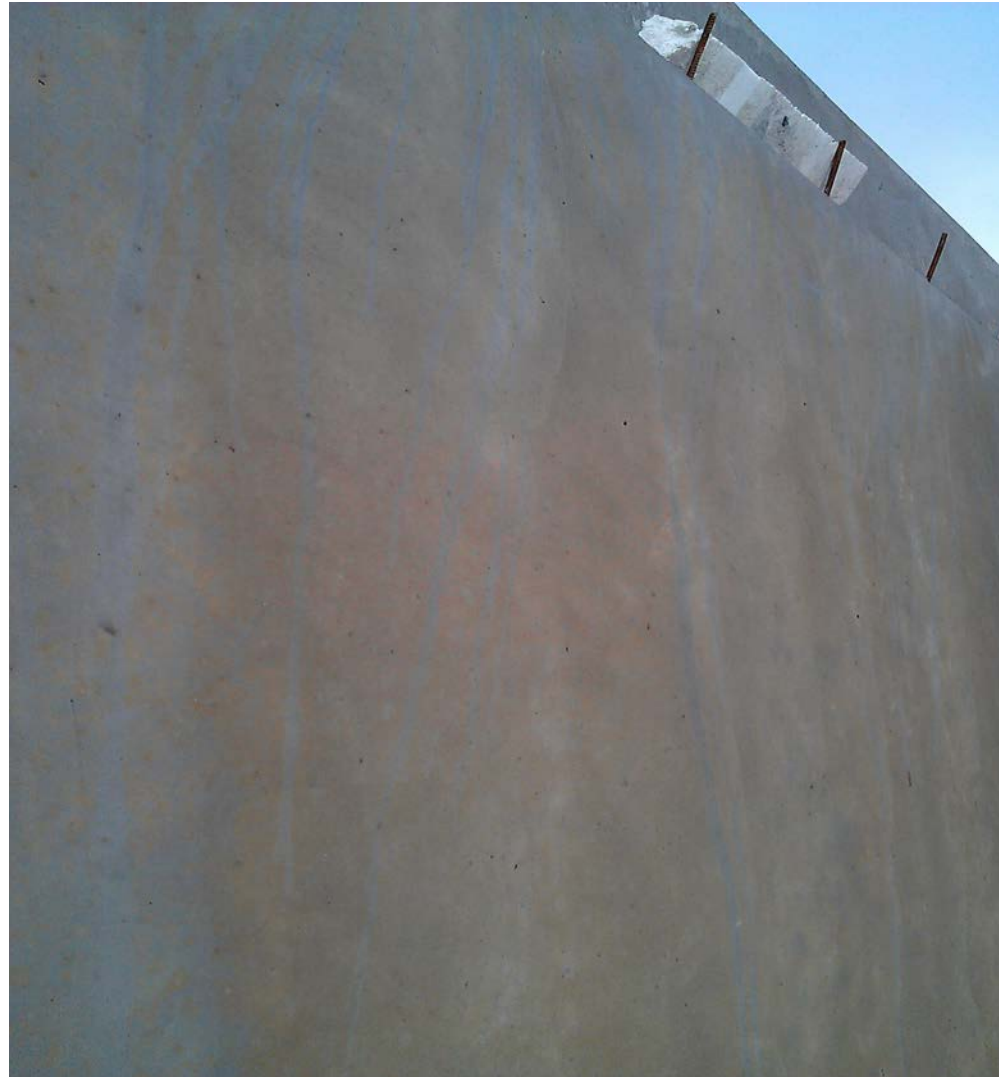
Derfor

1. Formolien skal være helt ensartet påført formen.
2. Formmaterialet skal have samme sugsevne overalt
3. Formen skal være helt ren før støbning
4. Betonen skal have samme hærdetemperatur hver gang
5. Rumtemperaturen og luftfugtigheden skal være den samme de første døgn efter afformning
6. Betonelementer skal afformes efter det samme antal timer hver gang.

Derudover

7. Afprøv forskellige formolier for at finde den bedst egnede.
8. Høj rumtemperatur og lav luftfugtighed efter afformning giver færre mørke misfarvninger
9. Tildæk ikke betonelementer efter afformning (kun hvis påkrævet i.h.t. DS/EN 13369), men undgå regn og anden vejrlig.
10. Lang hærdetid og dermed høj modenhed før afformning af betonelement giver mindre risiko for lyse og mørke farvevariationer

Brunlige misfarvninger



Brunlige misfarvninger



Brunlige misfarvninger skyldes udfældning af jernholdige forbindelser på betonoverfladen – typisk $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Hvordan opstår det?

Forhøjet koncentration af jern i porevæsken!

Jern i opløsning

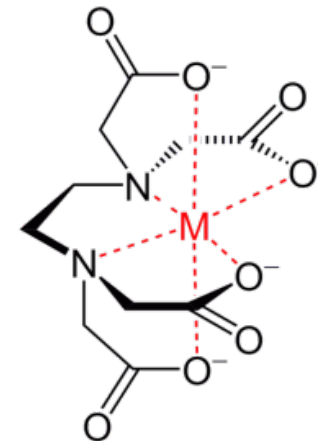


Det er uden betydning, hvor meget jern der er i betonen. Det afgørende er, hvor meget jern der er opløst i porevæsken.

Koncentrationen af jern i porevæsken er overvejende påvirket af væskens pH værdi og indhold af kompleksbindende stoffer (ligander).

Eksempel på ligander:

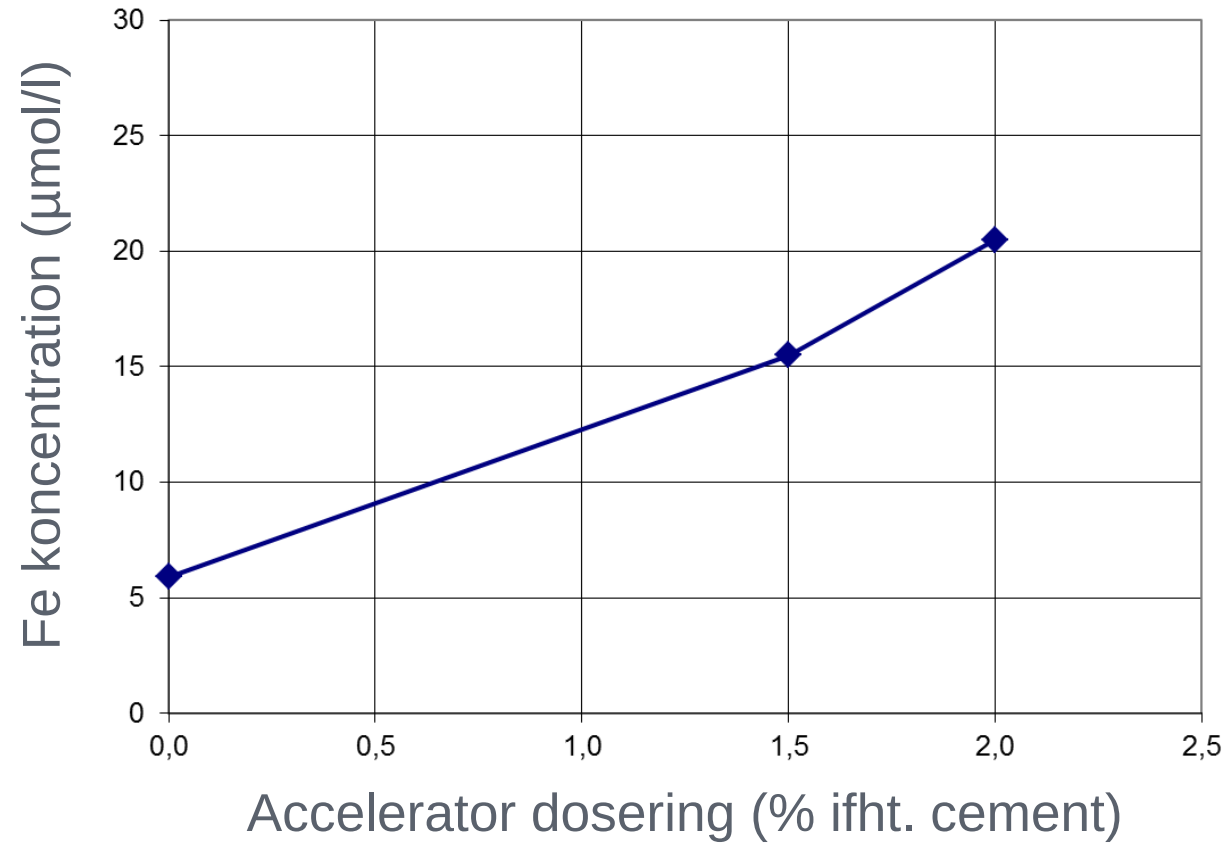
- Citrat-ion
- Thiocyanat-ion
- Oxalat-ion
- Chlorid-ion



Jern i opløsning



Mørtel med varieret indhold af accelererende tilsætningsmiddel



3 gode råd til at minimere brunlige misfarvninger

Som udgangspunkt skyldes brune misfarvninger på betonoverfladen udfældning af jernholdige forbindelser som følge af forhøjet indhold af jern opløst i porevæsken

Derfor

1. Undersøg om der er stoffer i betonen eller i kontakt med betonen der kan virke som ligand og øge opløseligheden af jern. F.eks.

- Accelererende tilsætningsstoffer

- Retarderende tilsætningsstoffer

- Lak og lim i forbindelse med formmaterialet

- Rester af rengøringsmidler på formen

- Formolie

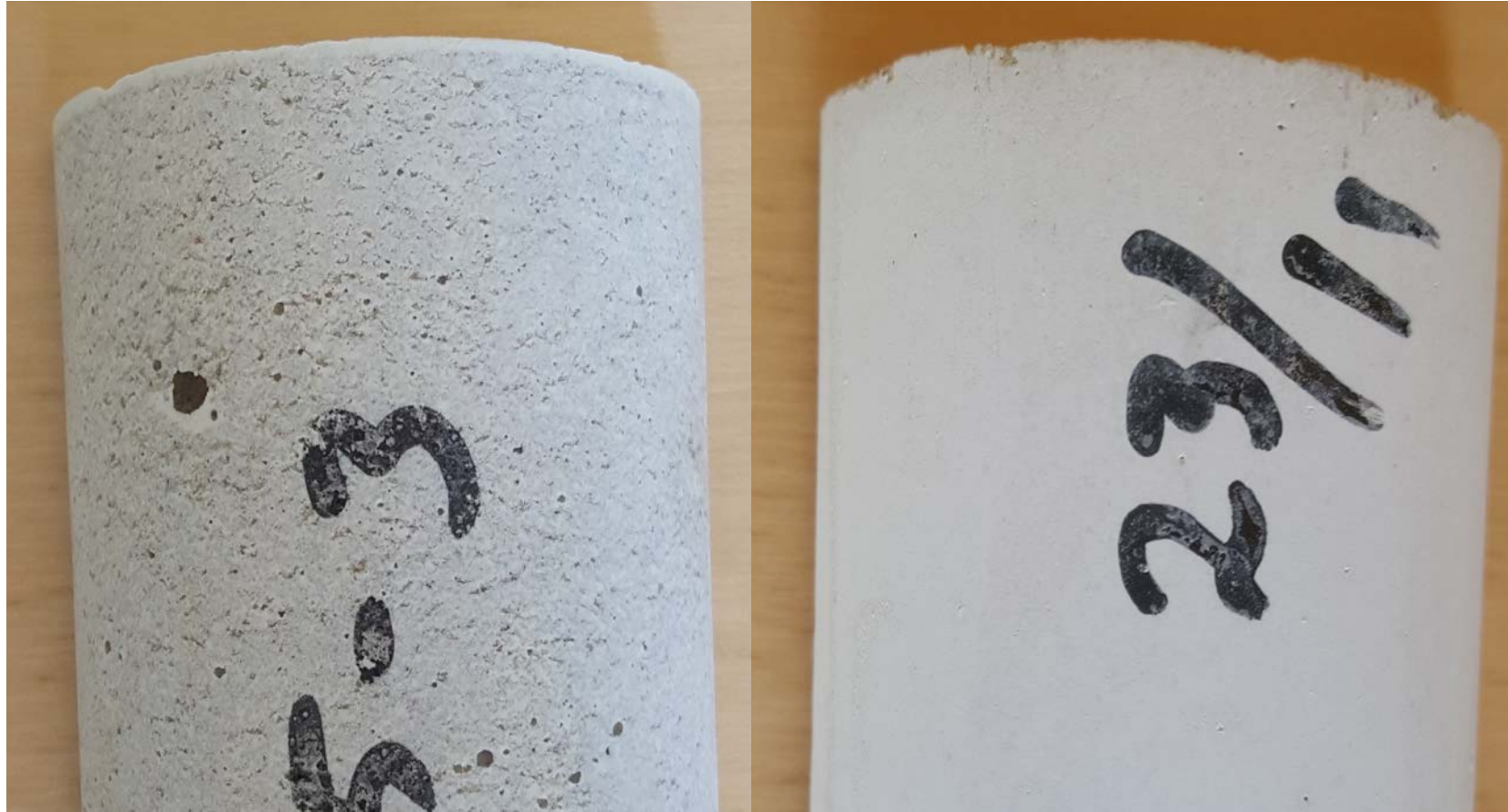
Derudover

2. Høj rumtemperatur og lav luftfugtighed efter afformning giver færre misfarvninger
3. Tildæk ikke betonelementer efter afformning (kun hvis påkrævet i.h.t. DS/EN 13369), men undgå regn og anden vejrlig.

Andre misfarvninger



Guirlander på lodrette støbeflader opstår som følge af at betonen separerer p.g.a. overvibrering eller ustabil selv-kompakterende beton.



Afslutning

Farven af en betonoverflade er vanskelig at gøre helt ensartet. Små variationer i formolie-påførelse, i hærdetid og udtørningsbeskyttelse, i temperatur og fugtighed m.v. påvirker overfladen, så der opstår forskellige farvevariationer.

Farvevariationer kan begrænses/minimeres ved passende foranstaltninger og tiltag i forbindelse med støbning, afformning og lagring af betonelementer.



Eftertanke – Hvor meget skal vi egentlig stræbe efter den ensfarvede betonoverflade? Er det i virkeligheden en del af betonens særlige karakteristika og kendetegn at overfladen varierer i både struktur og farve?



Tak
og så er det tid
til spørgsmål