



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

## Prøvningsmetoder til bestemmelse af *chloride* og *carbonation resistance classes*. Kommentarer og input fra workshop i Bruxelles den 22.-23. okt. 2014

Søren L. Poulsen, Teknologisk Institut

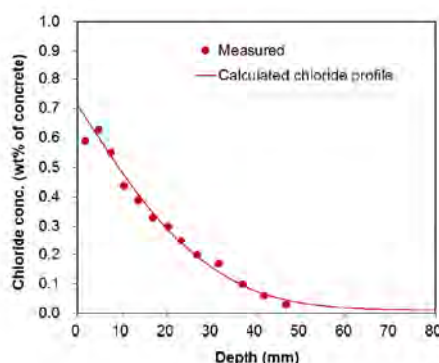
*Workshop om nyt koncept for durability design, 18. november 2014, Taastrup*

## Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Princippet:
  - Måling af chloridprofiler efter 35, 90 og 700 døgns eksponering til havvand
  - Bestemme chlorid diffusionskoefficient  $D_{nss}$  for disse terminer ved kurvefit af fejlfunktionsløsningen til Fick's 2. lov.



# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton

- Princippet:
  - Måling af chloridprofiler efter 35, 90 og 700 døgns eksponering til havvand
  - Bestemme chlorid diffusionskoefficient  $D_{nss}$  for disse terminer ved kurvefit af fejlfunktionsløsningen til Fick's 2. lov.
  - Beregne *ageing factor*  $\alpha$  ud fra  $D_{nss}$ -værdierne
  - Ekstrapolere  $D_{app}(50 \text{ år})$  ved brug af den beregnede *ageing factor*
  - Bestemmelse af *chloride resistance class* ud fra værdien af  $D_{app}(50 \text{ år})$

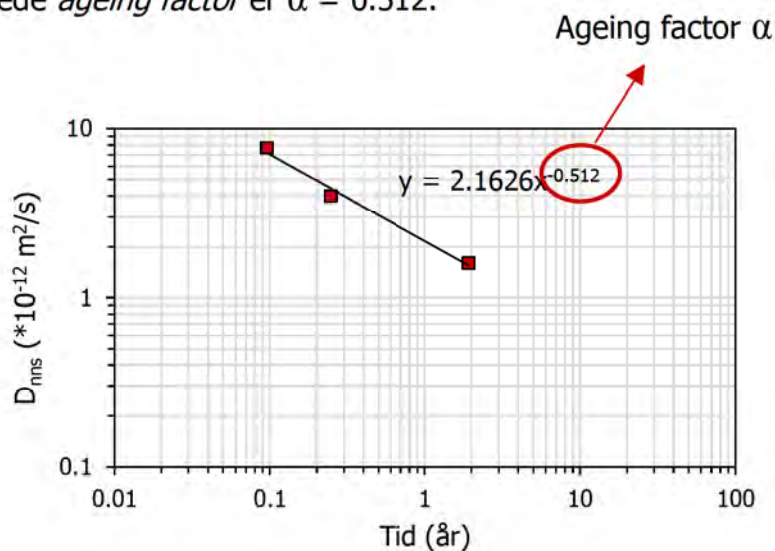
# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton

Chloride resistance class	RSD45 (high)	RSD60 (medium)	RSD75 (low)
$10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ for <b>CI 0.10</b>	$D_{app}(50 \text{ y}) \leq 0.22$	$0.22 \leq D_{app}(50 \text{ y}) \leq 0.39$	$0.39 \leq D_{app}(50 \text{ y}) \leq 0.61$



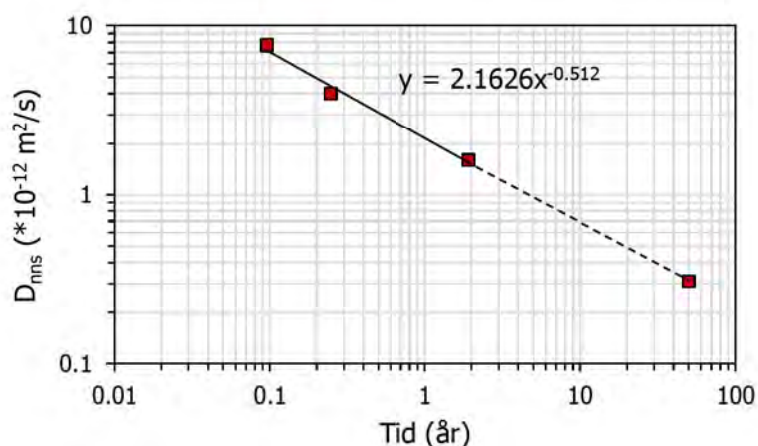
# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton: Eksempel

- $D_{nss}(35 \text{ d}) = 7.7 * 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
- $D_{nss}(90 \text{ d}) = 4.0 * 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
- $D_{nss}(700 \text{ d}) = 1.6 * 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
  
- Den beregnede *ageing factor* er  $\alpha = 0.512$ .



# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton: Eksempel

- Ekstrapolering fra  $D_{nss}(700 \text{ d})$  til 50 år giver  $D_{app}(50 \text{ y}) = 0.31 * 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
- $D_{app}(t) = D_{app}(t_0) * (t_0/t)^\alpha = 0.31 * 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$
- Betonen opfylder dermed kravene til *chloride resistance class* RSD60.
- En *chloride resistance class* er bestemmende for det minimale dæklag, der kræves i en given eksponeringsklasse for at opnå en given levetid.



# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton

- Kommentarer/bekymringer fra workshop i Bruxelles den 22.-23. oktober 2014:
  - En testperiode på 700 dage er meget lang tid. Hvem har tid til at vente så længe på testresultater?
  - Alternative opfyldelse af kravene til en *chloride resistance class*: Anvendelse af *deemed-to-satisfy* værdier for w/c-forhold. Vil sandsynligvis ofte blive valgt frem for den *performance*-baserede eftervisning.
  - Mange diskussioner om anvendelsen af *deemed-to-satisfy* værdier. Generel bekymring angående inddelingen i cementtyper, som flere mener er for grov.

# Bestemmelse af *chloride resistance class* for beton

- Kommentarer/bekymringer fra workshop i Bruxelles den 22.-23. oktober 2014 (fortsat):
  - Er en ekstrapolering fra 700 døgn til 50 år (eller måske 100 år) overhovedet troværdig? Der mangler data til at eftervise pålideligheden af denne metode til fremskrivning af  $D_{app}$ .
  - Er metoden gyldig for nye betontyper, f.eks. med nye typer af bindermaterialer?
  - Der efterlyses en hurtigere prøvningsmetode til at eftervise, at kravene til en bestemt *chloride resistance class* er opfyldt. En metode baseret på resistivitetsmålinger blev foreslået.

# Bestemmelse af *carbonation resistance class* for beton

- Princippet:
  - Mindst to betonprøver fremstilles og placeres i et klimakammer med en CO<sub>2</sub>-koncentration på 0.035%±0.005%, T = 20°C±2°C og RH = 65%±5%.
  - Efter 140 dages og efter 1 års eksponering måles den gennemsnitlige karbonatiseringsdybden på afbrækkede skiver fra betonprøverne ved spray med phenolphthalein-indikator, og der udregnes en karbonatiseringshastighed.

# Bestemmelse af *carbonation resistance class* for beton

- Klassifikation ud fra målt karbonatiseringshastighed

Carbonation resistance class	RC20 (high)	RC30 (medium)	RC40 (low)
Rate of carbonation (mm/year <sup>1/2</sup> )	≤ 2.83	2.83 ≤ 4.24	4.24 ≤ 5.66



# Bestemmelse af *carbonation resistance class* for beton

- Kommentarer/bekymringer fra workshop i Bruxelles den 22.-23. oktober 2014:
  - Som ved bestemmelse af *chloride resistance class* en ganske lang testvarighed ( $\geq 1$  år).
  - Alternativ opfyldelse af kravet til en bestemt *carbonation resistance class*: Anvendelse af en *deemed-to-satisfy* værdi for w/c-forholdet. Vil nok ofte blive valgt fremfor en *performance*-baseret eftervisning af, at kravet til en *carbonation resistance class* er opfyldt.
  - Generel kommentar: Inddelingen i cementtyper i tabel med *deemed-to-satisfy* værdier er for grov.

# Bestemmelse af *carbonation resistance class* for beton

- Kommentarer/bekymringer fra workshop i Bruxelles den 22.-23. oktober 2014 (fortsat):
  - Der er behov for et bedre datagrundlag for at øge tilliden til de angivne *deemed-to-satisfy* værdier for de forskellige *carbonation resistance classes*.
  - Det blev påpeget, at Det Europæiske Kemikalieagentur foreslår at phenolphthalein klassificeres som '*a substance of very high concern on the basis of its classification as a carcinogen category 1B*'.
  - Forbud mod anvendelsen af phenolphthalein indført i Spanien.
  - Der ledes efter et alternativ til phenolphthalein, måske thymolphthalein?

# Bestemmelse af *resistance class* for beton

- Kommentarer/bekymringer fra workshop i Bruxelles den 22.-23. oktober 2014 (fortsat):
  - Diskussion af problematikken vedrørende, hvor ofte det skal dokumenteres at en bestemt betonrecept opfylder kravene til en bestemt *resistance class*.
  - Skal en *performance test* gentages med en bestemt frekvens, eller er en eftervisning af at kravene til er opfyldt gyldig på ubestemt tid?