



# Nye tider for betons styrke

Styrkeklasse ved 56d eller 91d i stedet for 28d





# Eurocode 2 er under revision

- Langvarig proces
- Forenklinger, bedre sammenhæng, mere fokus på numeriske beregninger, nye armeringstyper, bæredygtighedsfremmende tiltag, etc.

- Termin  $t_{ref} \geq 28d$

men  $\leq 91d$

**prEN 1992-1-1:2021 (E)**

(2) The value for  $t_{ref}$

(i) should be taken as 28 days in general; or

(ii) may be taken between 28 and 91 days when specified for a project.



# Perspektiver

- Betons styrkeklasse er forbundet med en termin mellem 28 og 91 døgns standardlagring – dog forventes det at 28d styrkeklassen altid skal være deklareret
- Designer skal tillade anvendelse af de nye terminer
- Som udgangspunkt gælder de sædvanlige EC2 regler og formler



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Eksempler på styrker  $> 28d$





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

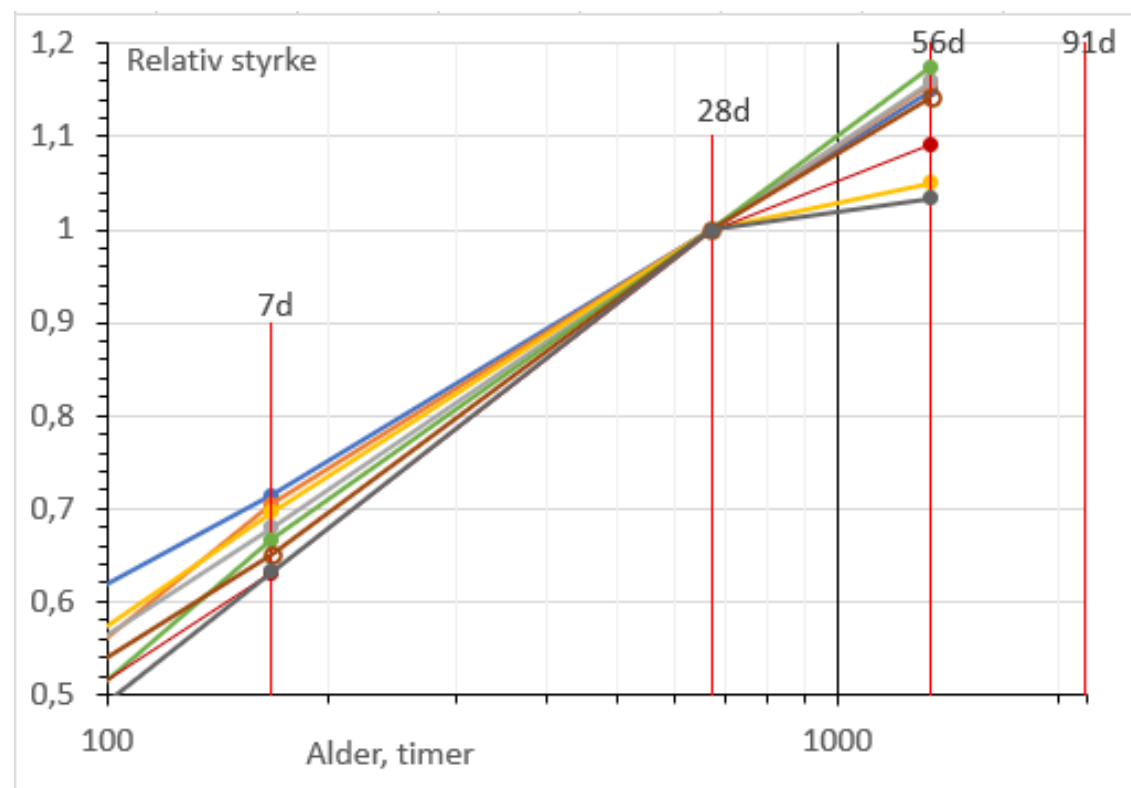
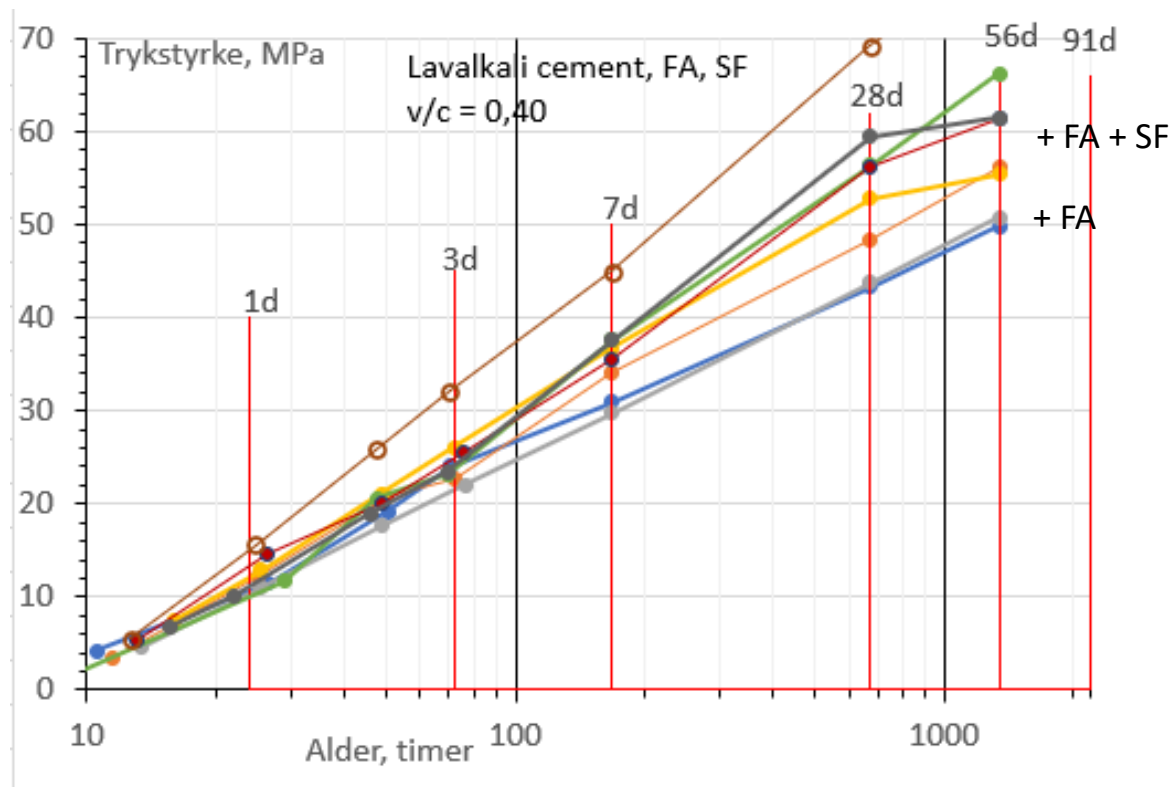
# Felteksponeeringsplads ved Rødbyhavn,

- 14 betonblokke blev etableret i 2011
- Lavalkali cement, flyveaske og mikrosilika
- Fire blokke med slaggecement
- Omfattende dokumentation



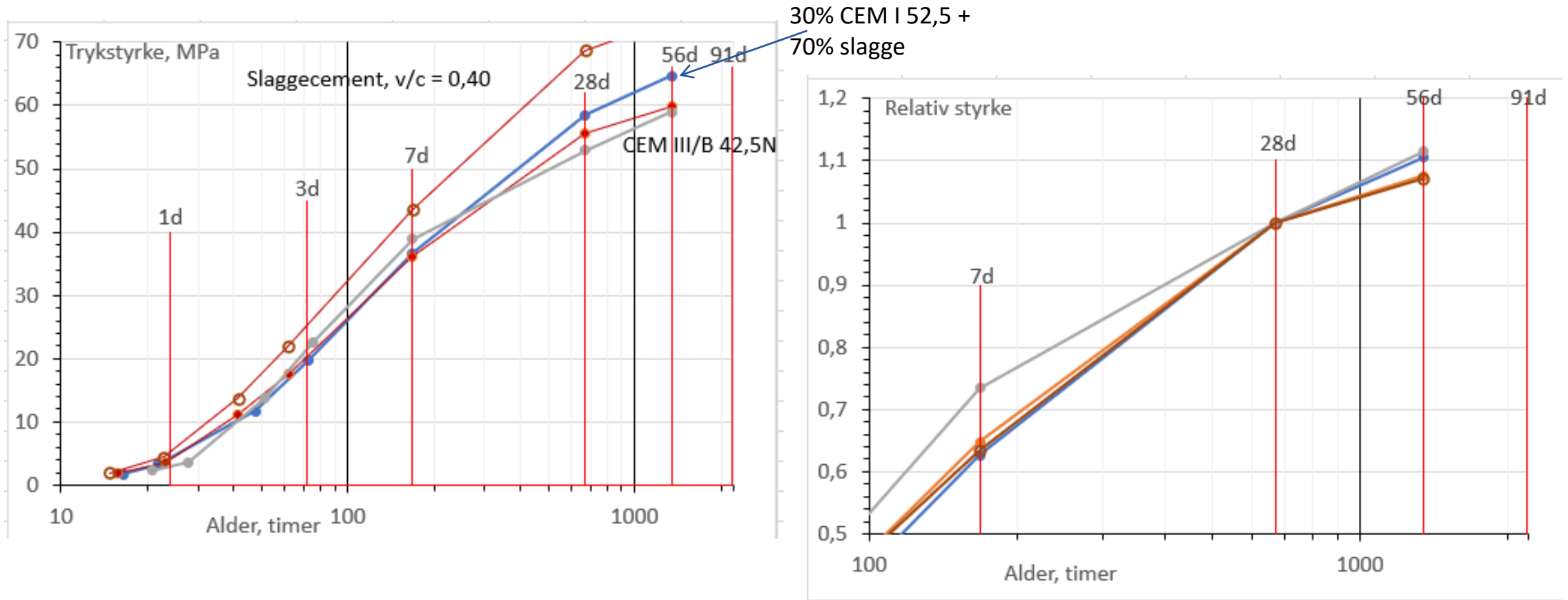


# Trykstyrker, Rødbyhavn



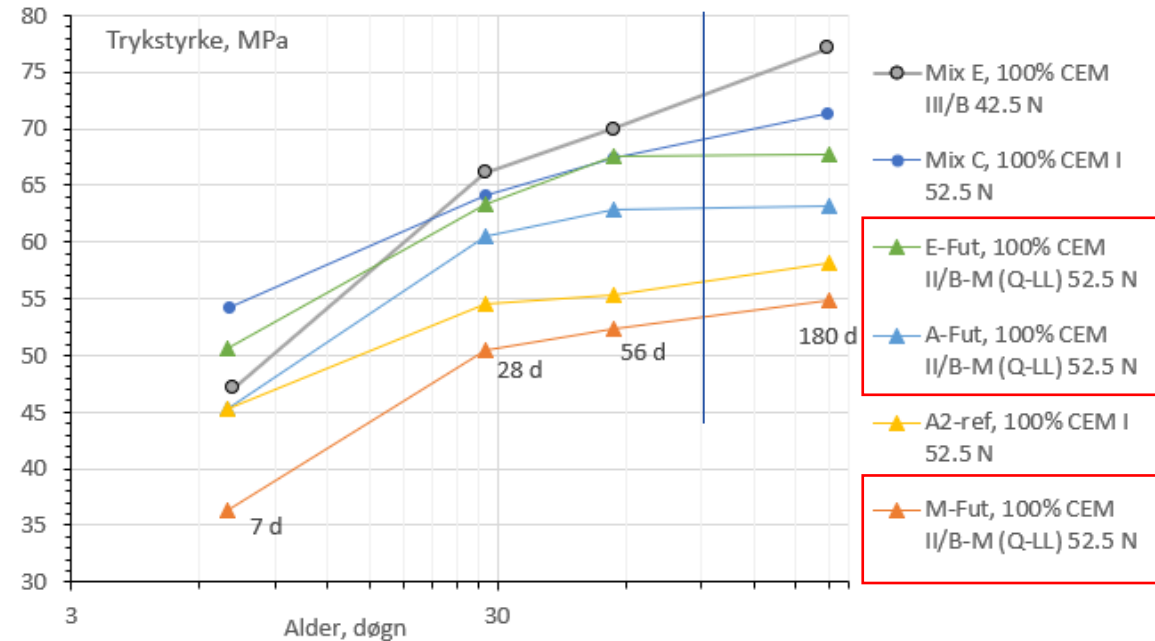
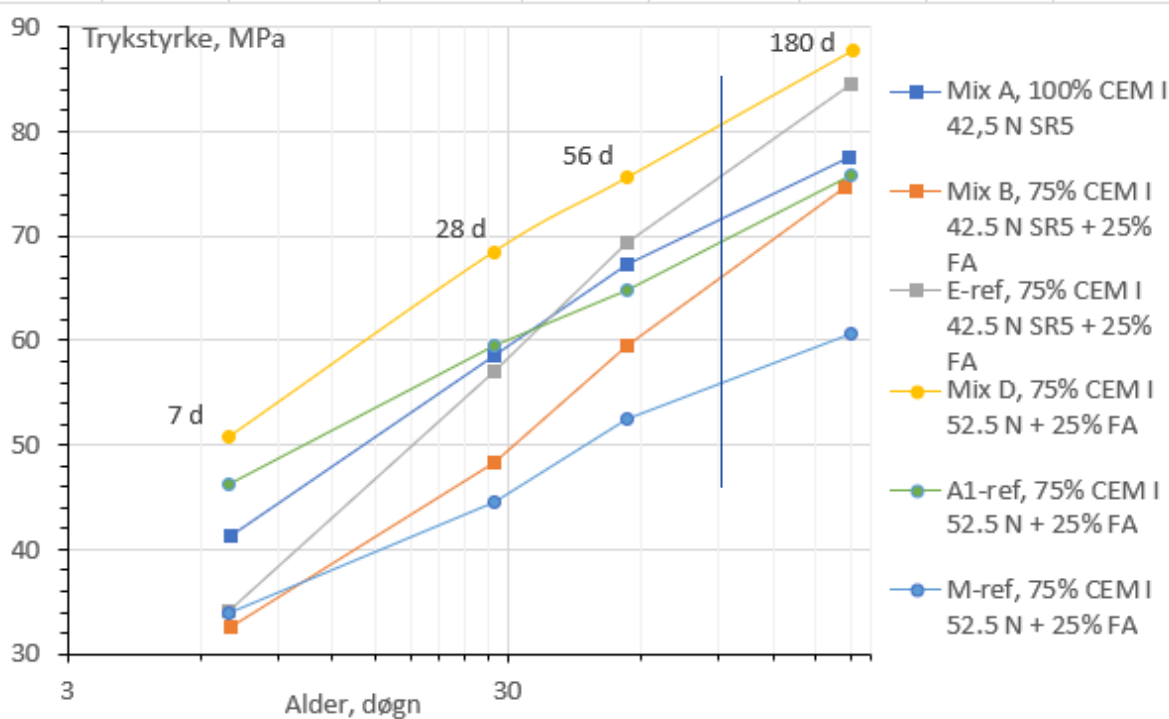


# Trykstyrker, Rødbyhavn





# Undersøgelse fra 2012 med langtidsstyrker

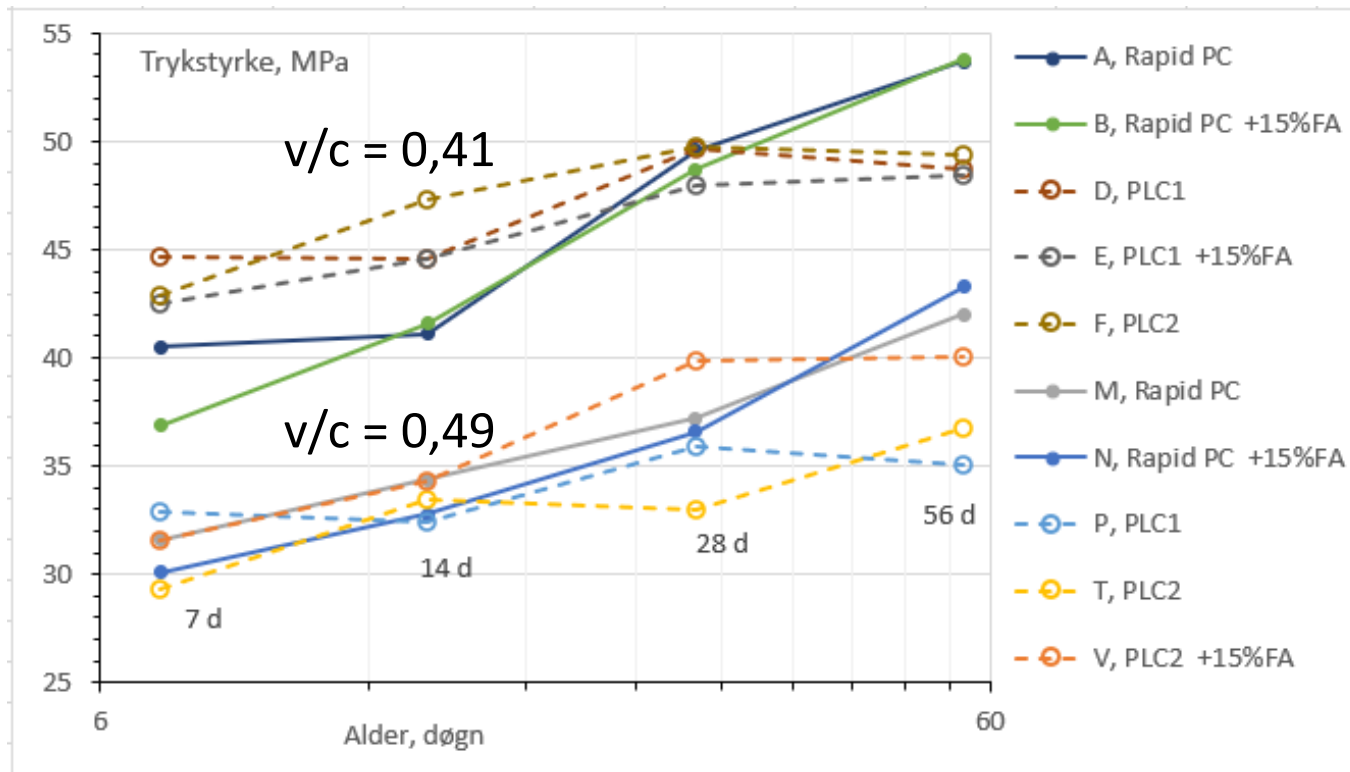


Suppleret med data fra dokumentationen af FutureCem fra 2019





# Elementproducenter anvender Basiscement (CEM II/A-LL 52,5R)



Dokumentation ifm.  
indførelsen af Basiscement  
tilbage i midten af 1990erne

Basiscement udviser kun en  
meget lille tilvækst efter 28d, hvis  
nogen overhovedet.



# Konsekvenser

- Bedre udnyttelse af beton og mindre CO2 aftryk
- Samme betonrecept kan evt. gå en styrkeklasse op, eller der kan spares cement
- ...
- Matcher slutstyrken udførelsesfasen og byggetakten?
- Længere tid mellem produktion og dokumentation – større risiko
- Større behov for modtage-kontrol og kommunikation mellem producent og bestiller
- Kan man regne med de sædvanlige betonegenskaber?



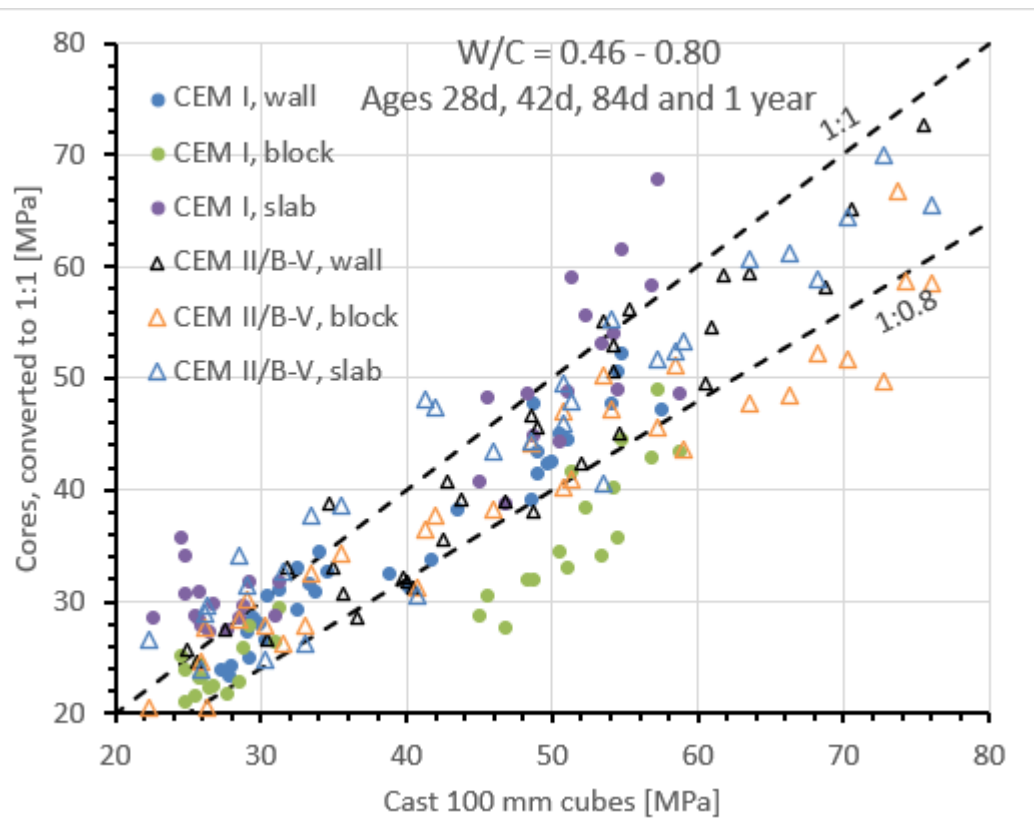
TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Eksempler på andre mekaniske egenskaber





# In-situ styrken ligger typisk lavere end standardstyrken

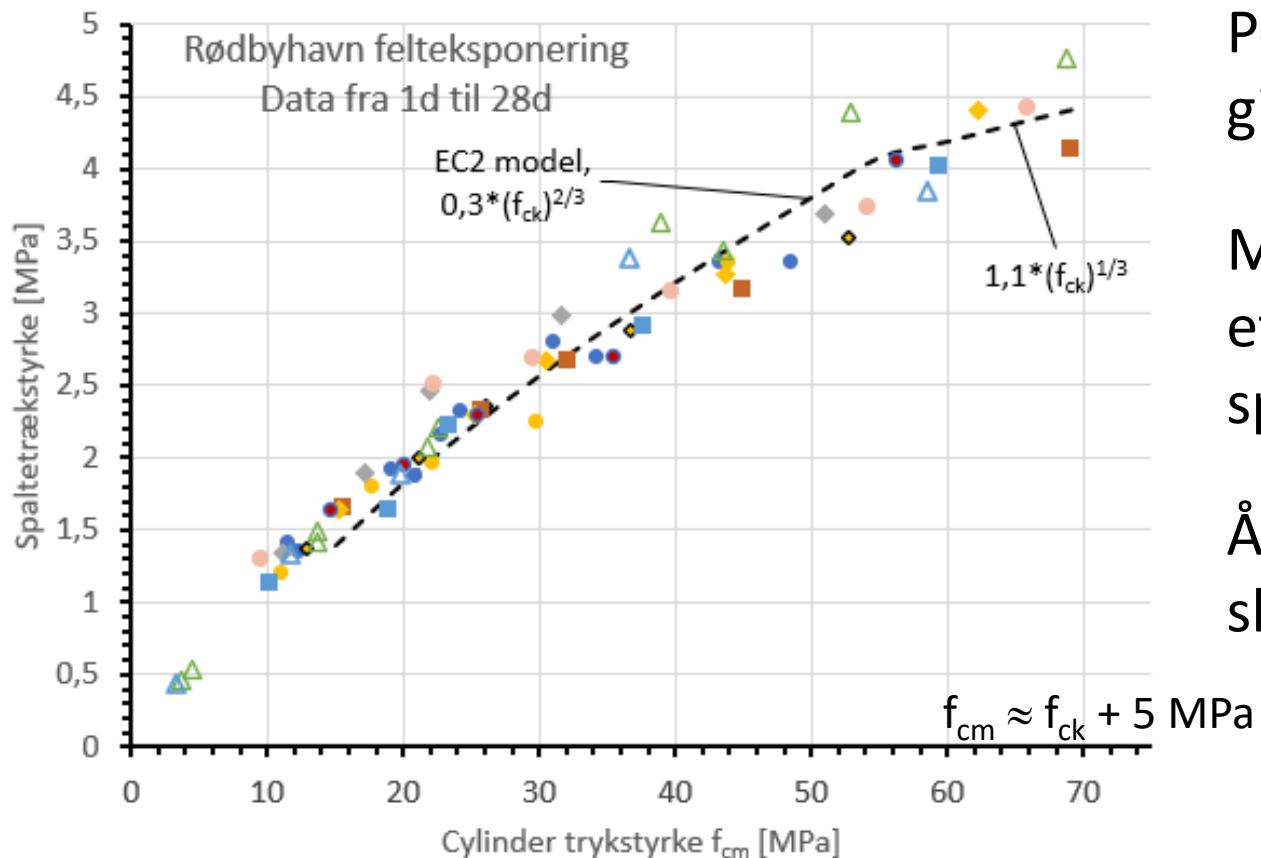


Data taget fra det engelske  
The Concrete Society, "In situ  
Concrete Strength". 2004

Mindre in-situ styrker som følge af  
forskellig curing, temperaturforhold,  
kompaktering, udførelse mv.



# Trækstyrker målt ved spalteforsøg



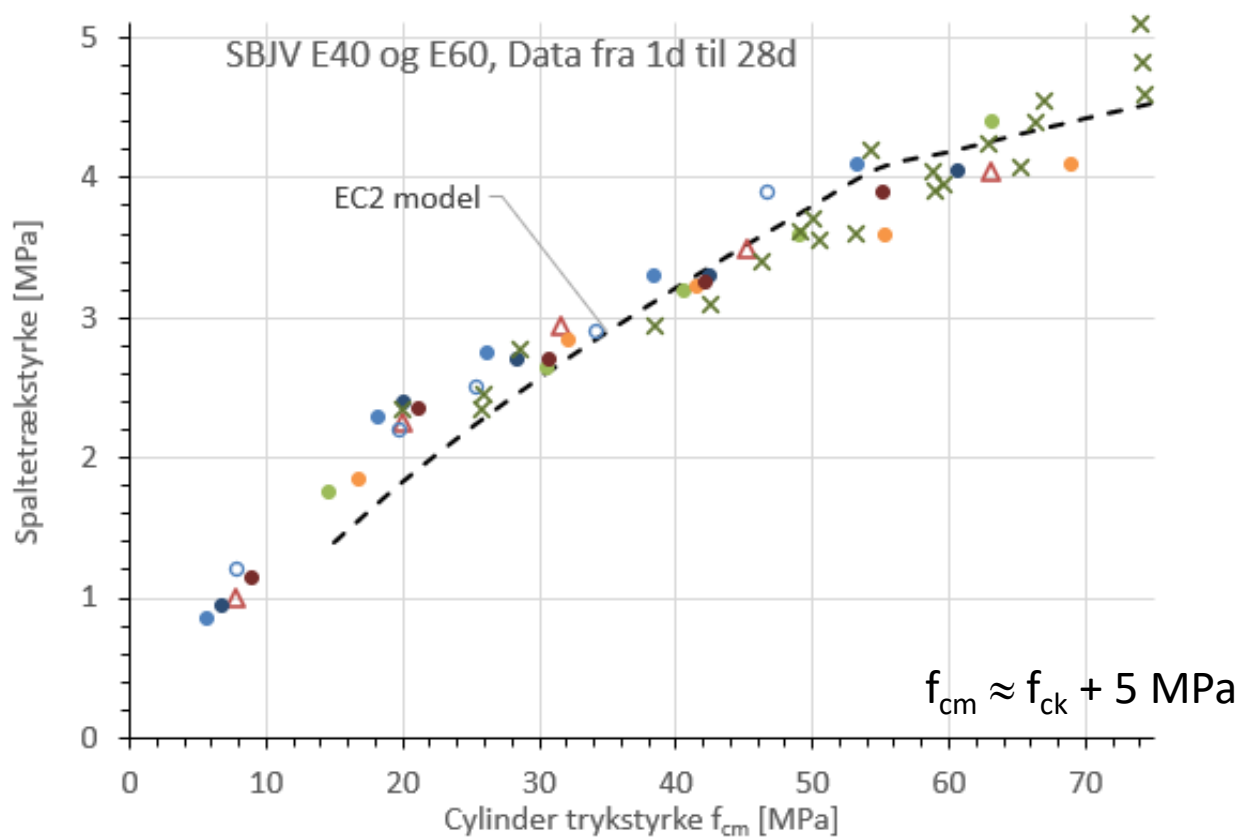
Potensmodel taget fra Eurocode 2  
giver sammenhæng mellem  $f_{ctm}$  og  $f_{ck}$

Model og data matcher fint over  
et bredt styrkeinterval, men  
spredningen stiger med styrken.

Åbne trekantsymboler er  
slaggecement.



# Trækstyrker målt ved spalteforsøg

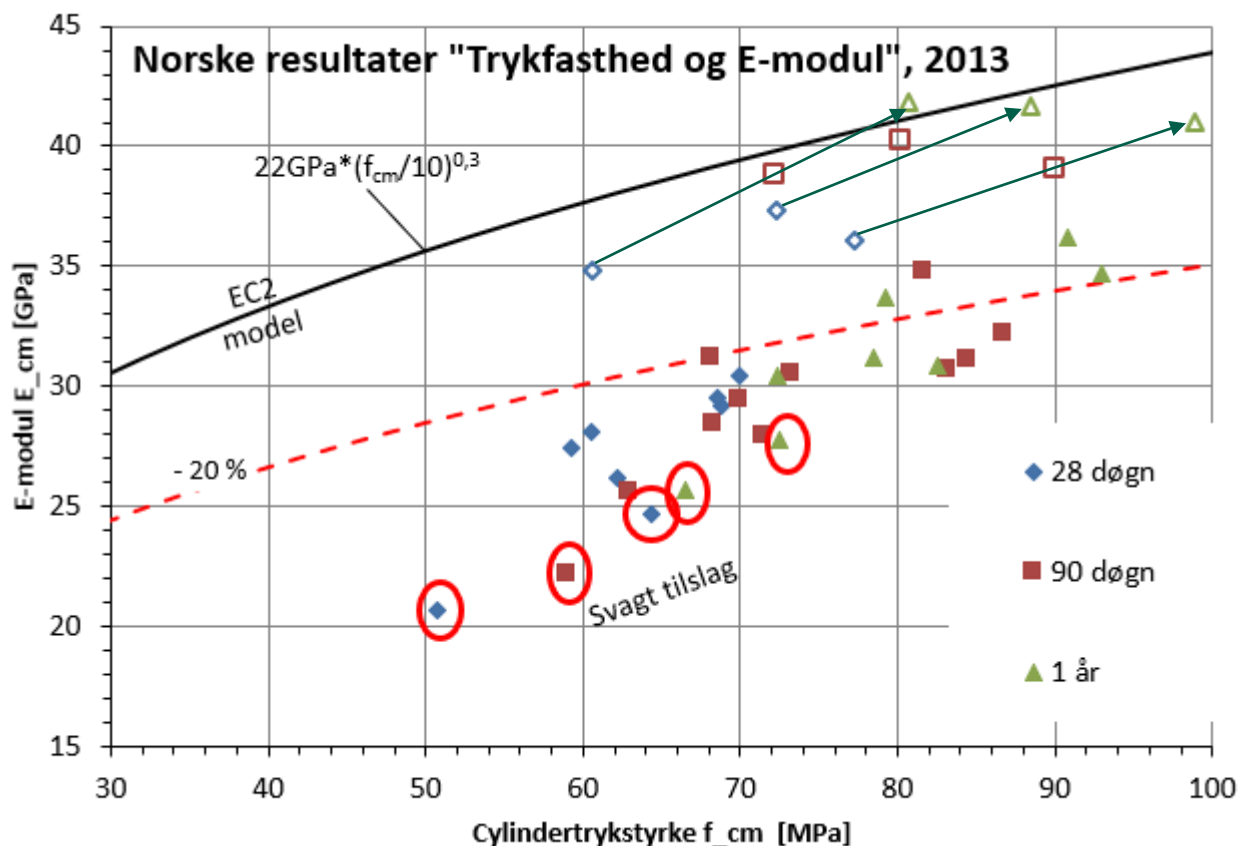


Betonrecepter baseret på  
Lavalkaliment, Aalborg White  
cement, flyveaske og mikrosilika

Krydser angiver resultater for E60



# E-modul målt ved forskellig termin



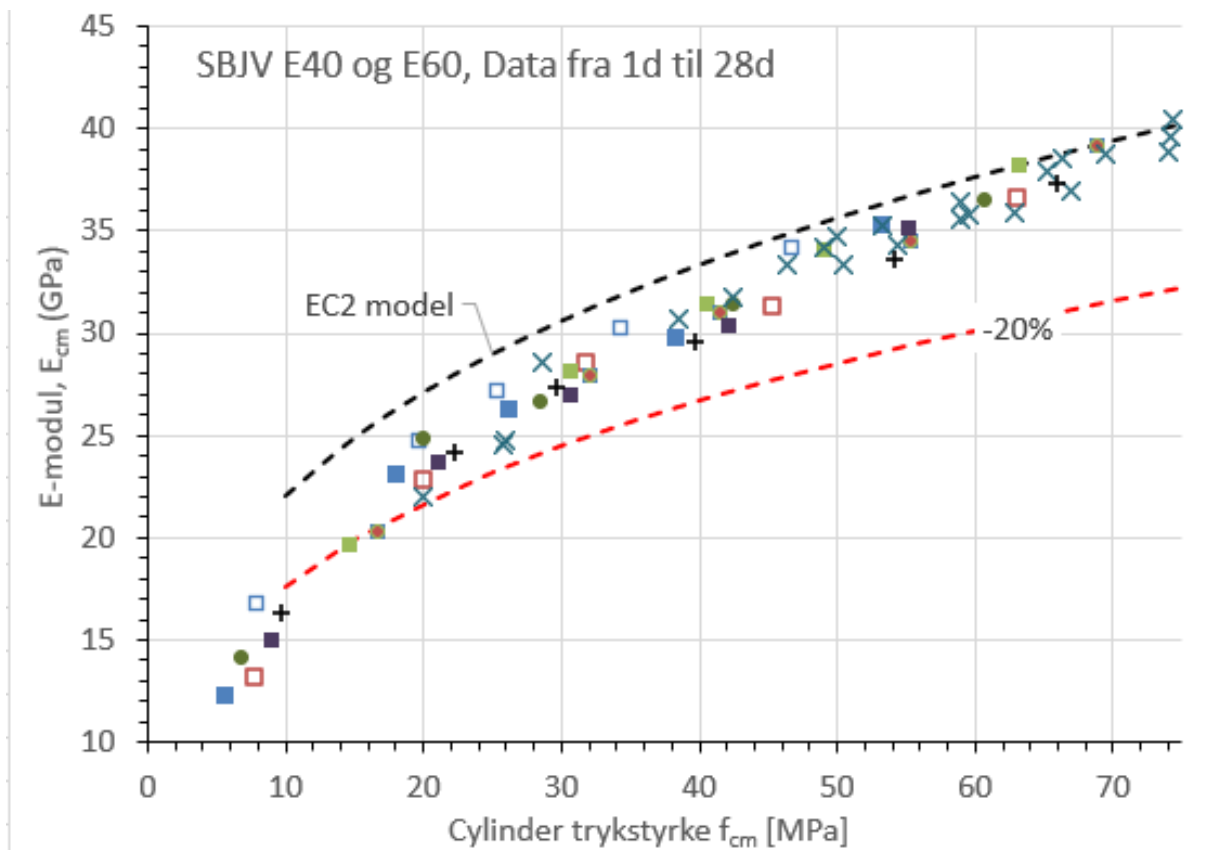
Potensmodel taget fra Eurocode 2 giver sammenhæng mellem  $E_{cm}$  og  $f_{ck}$

EC2 Model overvurderer generelt E-modul med 10-20% for danske betoner, se fx præsentation fra Dansk Betondag 2014

a



# E-modul som funktion af trykstyrken



Betonrecepter baseret på  
Lavalkalicerment, Aalborg White  
cement, flyveaske og mikrosilika

x angiver resultater for E60.

+ angiver resultater for et mix  
design fra Rødbyhavn op til 56d.





# Afsluttende kommentarer

- Anvendelse af senere terminer fx 56d eller 91d kan give mening for nogle betonrecepter – afhænger af cement og binder
- Deklaration af 28d styrkeklassen vil fortsat eksistere og skal anvendes til nogle designparametre – fx krybning
- De gængse egenskaber følger de normale formler
- Større fokus på faktiske styrker og ikke kun på styrkeklassen



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Spørgsmål...?

