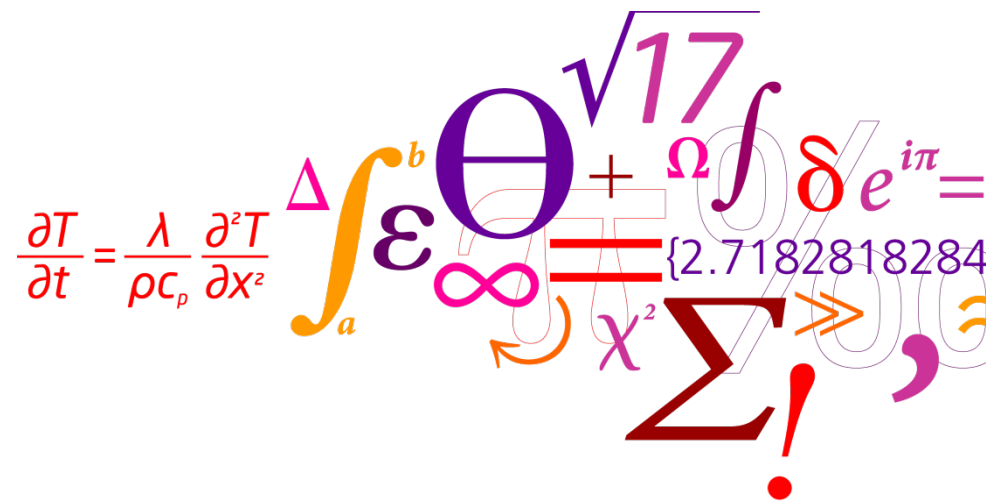


Gennemlokning

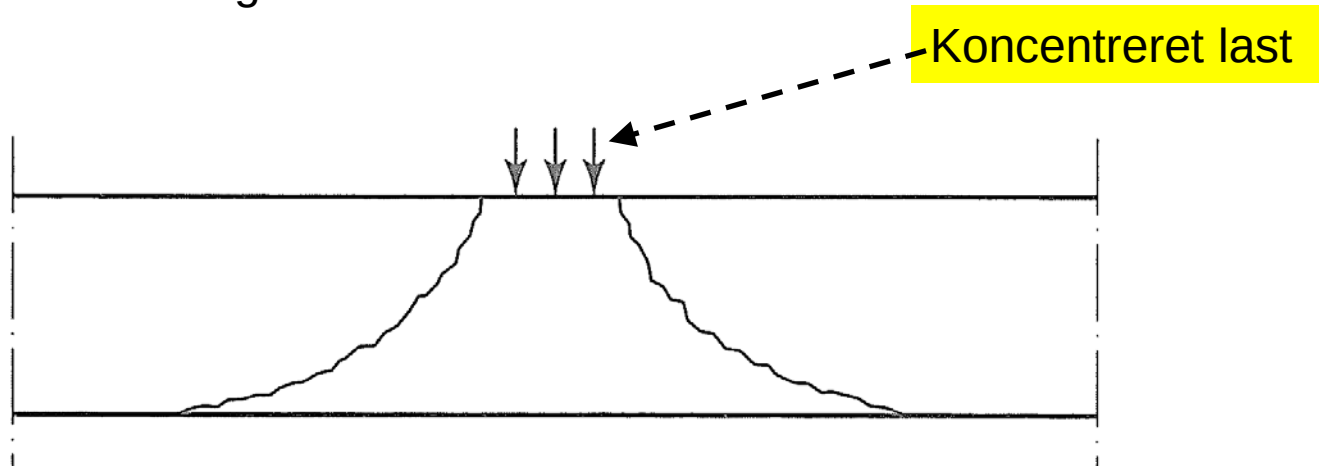
Per Goltermann



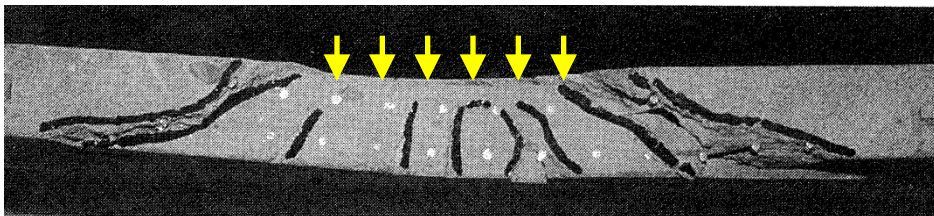
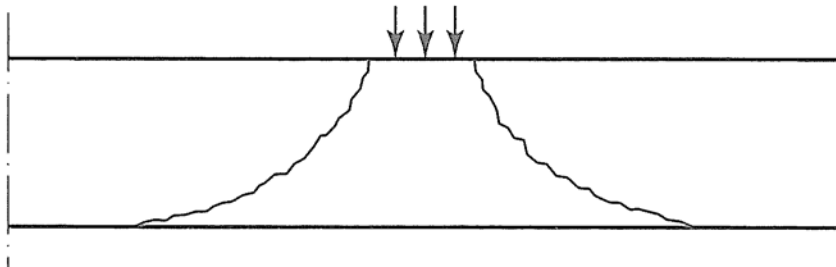
A collage of colorful mathematical symbols and expressions. The central element is the heat equation: $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c_p} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$. Surrounding it are various other symbols: a definite integral $\int_a^b$, Greek letters Δ , ε , Θ , Ω , ∞ , χ^2 , Σ , δ , $e^{i\pi}$, $\sqrt{17}$, and the number $\{2.7182818284\}$. There are also arrows, a comma, and a red exclamation mark.

Gennemlokning

Ved **store, koncentrerede laster eller reaktioner** kan der ske et lokalt gennemlokningsbrud.

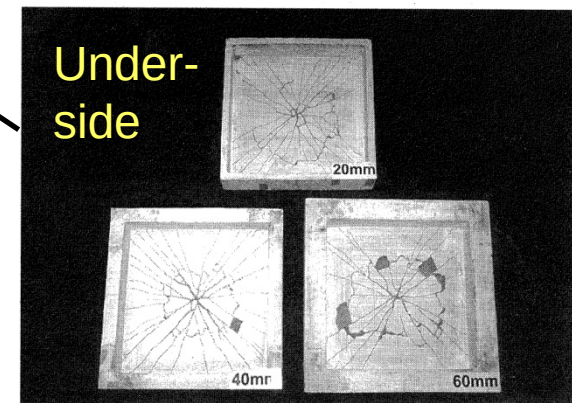
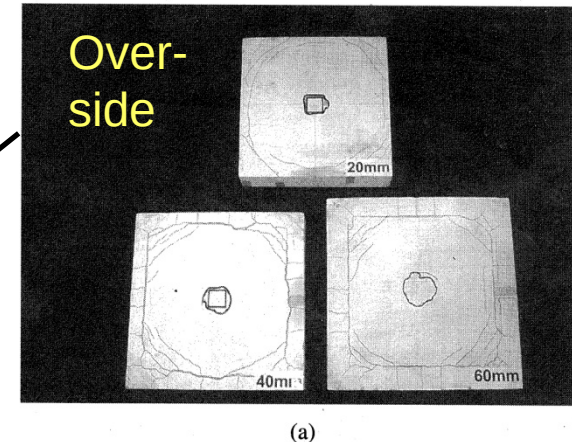


Gennemlokning

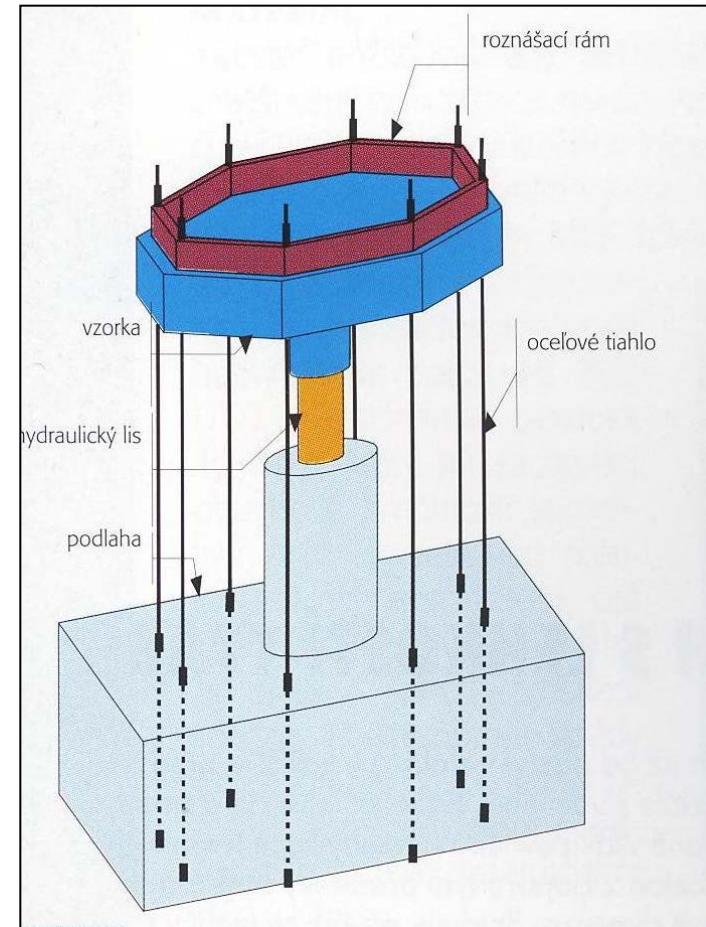


Til illustration: Laborieforsøg med koncentreret last på kvadratisk plade.

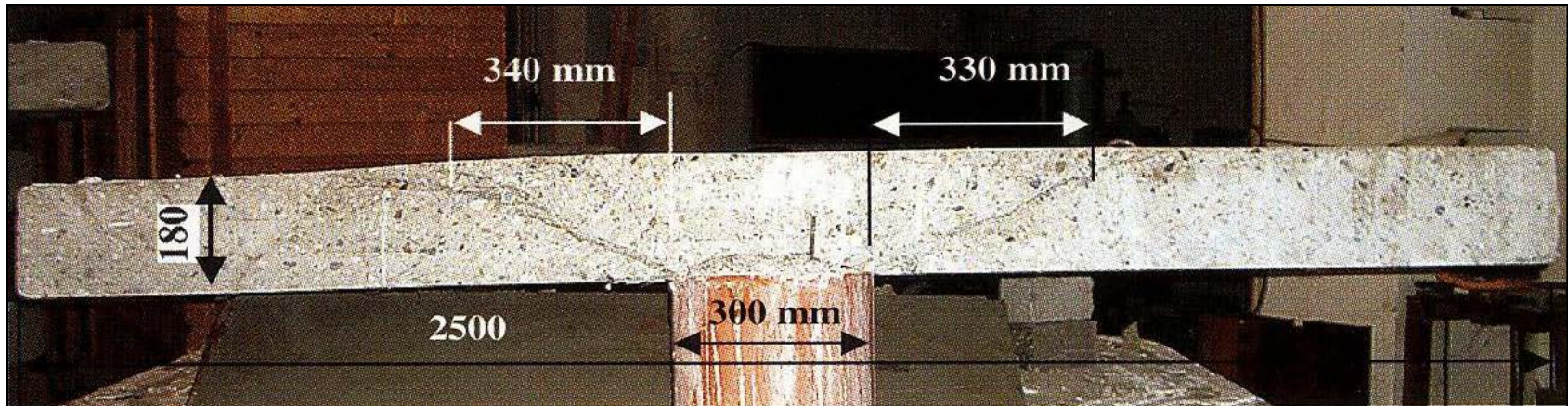
Tværsnit igennem plade efter brud (ovenfor),
set fra oversiden (øverst, til højre),
set fra undersiden (nederst, til højre)



Gennemlokning, forsøg



Gennemlokning, forsøg



Umiddelbart ser et gennemlokningsbrud i ethvert snit ud som et forskydningsbrud – det er bare flerdimensionelt – og revnerne kan IKKE ses fra siden, kun ovenfra i bedste fald – dvs. det er et meget uvarslet brud

Gennemlokning, eksempler



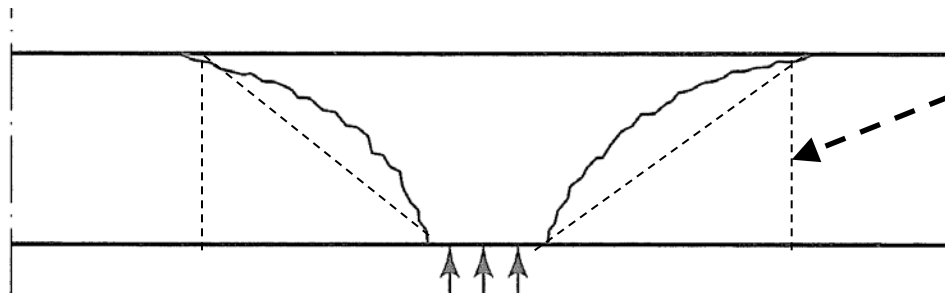
Brodæk ramt nedenfra –
resulterede i gennemlokning.



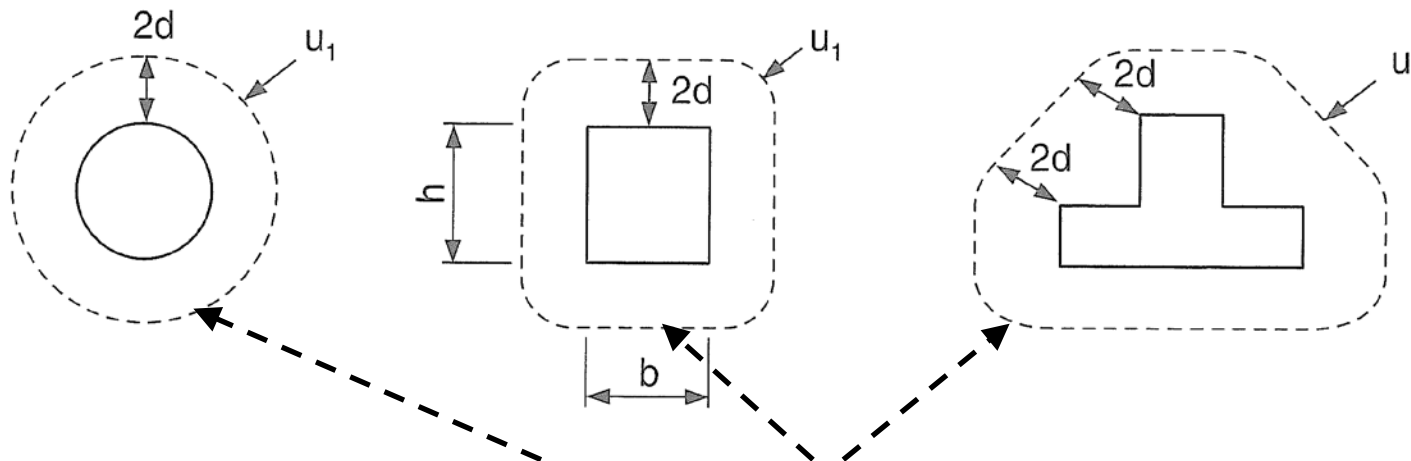
Storebæltsbroen ramt nedenfra
(gentagne gange) – resulterede
i gennemlokning og knusning.

Gennemlokning

Bruddet minder noget om et forskydningsbrud –
men brudfladen er mere 3-dimensionel end de normale forskydningsbrud.



Vi regner med brud langs en kontrolperimeter



Vi regner med brud langs kontrolperimeteren u_1

Gennemlokkningsbrud, beregning

Den generaliserede forskydningsspænding fordeles over hele kontrolperimeteren (u_1) og den effektive højde d :

$$\tau = \frac{P}{u_1 d}$$

I en plade **uden forskydningsarmering** kan der overføres en max. kraft eller reaktion V_{Rd} på

$$V_{Rd} \leq u_1 d \cdot \tau_{Rd}$$

$$\tau_{Rd,c} = \frac{0,18k}{\gamma_c} (100\rho_l f_{ck})^{1/3} + 0,1\sigma_{cp} \geq 0,035k^{1/3} f_{ck}^{1/2} + 0,1\sigma_{cp}$$

$$\tau_{Rd,max} = 0,5\nu_v f_{cd} \quad \nu_v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad \rho_l = \sqrt{\rho_{ly}\rho_{lz}} < 0,02$$

Gennemlokkningsbrud, beregning

I en plade **med forskydningsarmering** kan der overføres en max. kraft eller reaktion V_{Rd} på

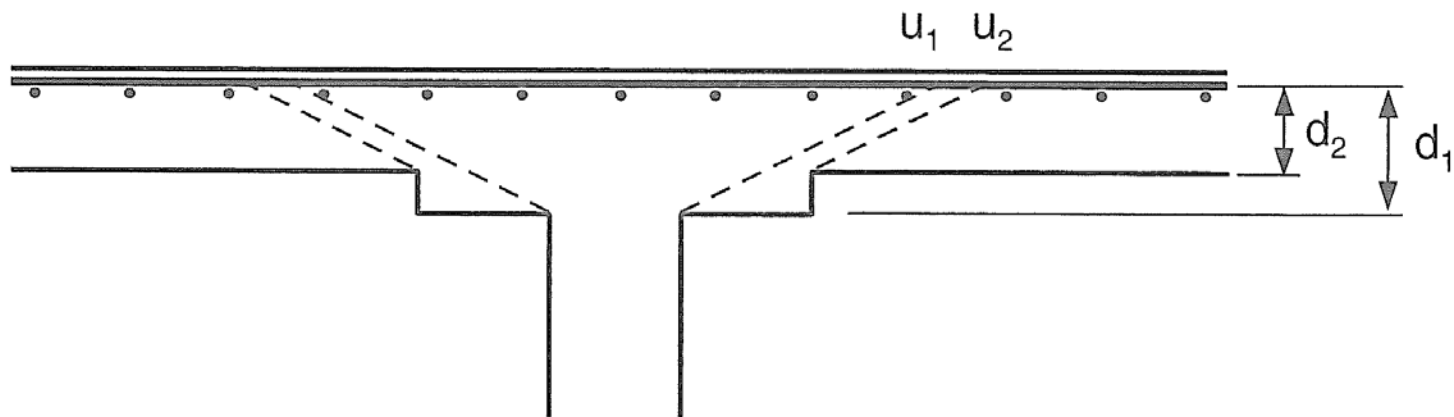
$$V_{Rd} = u_1 d \cdot \tau_{Rd,cs} \quad \tau_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + \frac{A_{sw} f_{ywd,ef}}{u_1 d} \Rightarrow$$
$$V_{Rd} = 0,75 u_1 d \cdot \tau_{Rd,c} + A_{sw} f_{ywd,ef}$$

Forskydningsarmeringen kan kun udnyttes til en vis øvre grænse

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,2d \leq f_{ywd}$$

Gennemlokkningsbrud, kritiske snit

I visse tilfælde, kan der forekomme en
hel del snit, som skal gennemregnes:



Eksempler på forstærkning: DR Byen



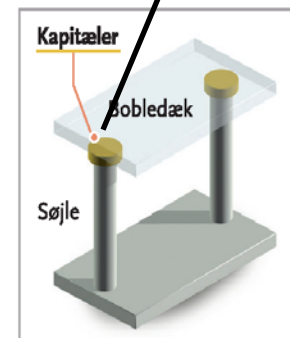
Kilde: Ugebladet Ingeniøren, 5 februar 2014 til alle foto og tegninger.

I DR-byen opførtes etageadskillelserne som bobledæk (dvs. betonplader med store "bobler" indstøbt – en **regnefejl** gør det nødvendigt at forstærke mod gennemlokning med kapitæler og extra søjler

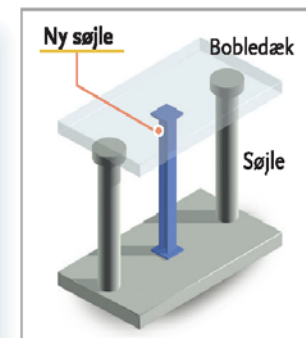


SÅDAN FORSTÆRKES BOBLEDÆKKENE

Bobledækkenes konstruktion forstærkes på fire måder:



Bærende søjler påstøbes kapitæler (søjlehoveder), der giver en større flade mod dækket.

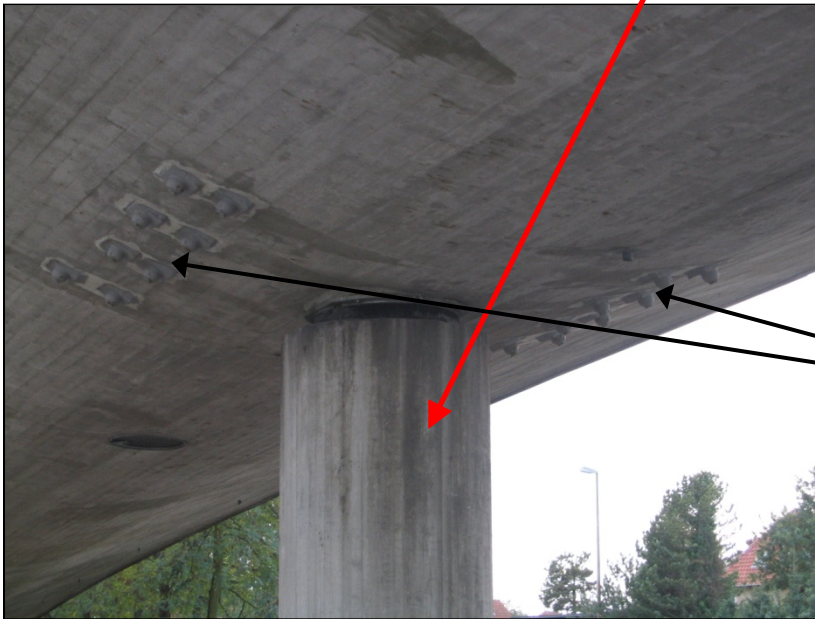


Ekstra bærende søjler i form af Heb-profiler indsættes imellem de eksisterende betonsøjler.

Eksempler på forstærkning: Tuborgvej



Ved inspektion af broen over Lyngbyvejen ved Tuborgvej konstanteres der begyndende gennemlokningsbrud med allerede startet revneudvikling – problemet skyldtes en **projekteringsfejl**.



Der blev ført bolte igennem bundpladen i brodrageren ved samtlige søjler for at øge styrken overfor gennemlokning.