

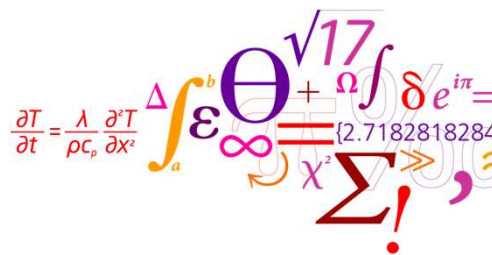
Plastiske Beregninger af Betonelementkonstruktioner

- Nye muligheder og udfordringer

Dansk Betondag, 27. Sept. 2018.

Linh C Hoang
Peter N Poulsen
Jesper H Sørensen
Morten A Herfelt

DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg



Grand Solutions projekt

<https://innovationsfonden.dk/da/investeringstype/grand-solutions>

Originaltitel

Partnere

OptumCS: Et værktøj til design og analyse af
betonelement-konstruktioner

Optum Computational Engineering
DTU Byg
Betonelement Foreningen

Investering

Periode

Innovationsfonden: 5,2 mio. kr.
Total budget: 8,9 mio. kr.

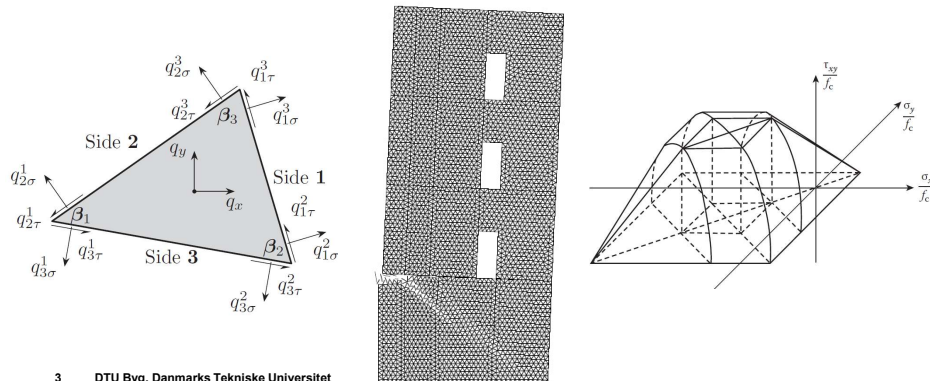


Plastiske beregningsprogrammer – Grundprincipper



Finite Element Limit Analysis (FELA)

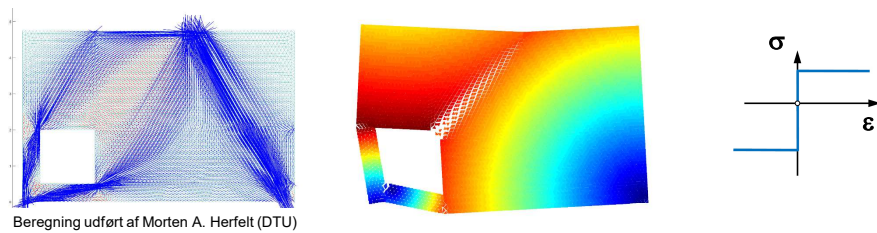
- Bruger elementmetoden til at finde nedre-værdi-løsninger (snitkraftfordeling i ligevægt indenfor flydefladen).
- Antager stift-plastisk materialeopførsel
- Bruger finite elementer med spændingsparametre og maksimerer lasten
- Problem løses som et konveks optimeringsproblem



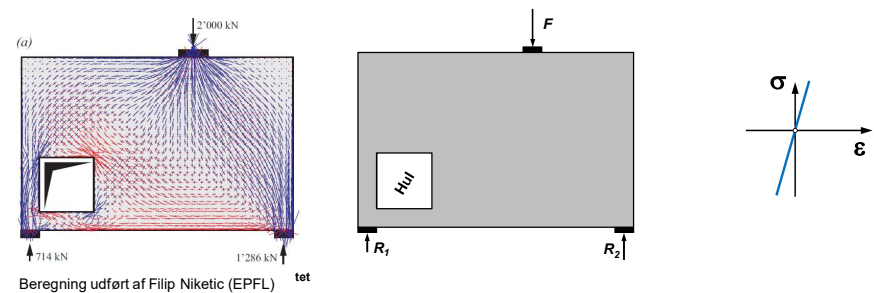
Forskellige FE-modeller



Stift-Plastisk model



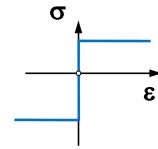
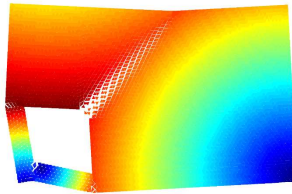
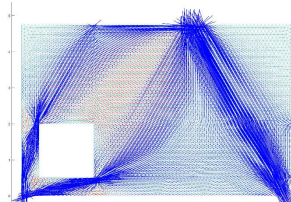
Lineær-elastisk, urevnet model



Forskellige FE-modeller

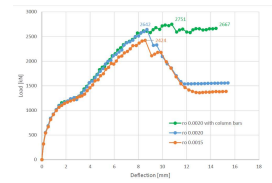
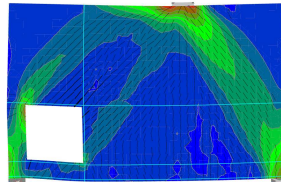
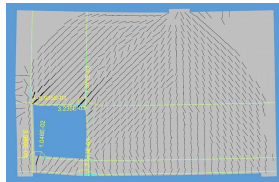


Stift-Plastisk model



Beregning udført af Morten A. Herfelt (DTU)

Ikke-lineær, brudmekanisk model



Beregning udført af Mikael Hallgren (Tyrens)

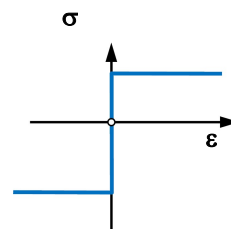
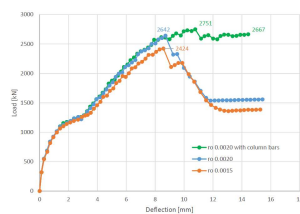
Fordele og ulemper



Ikke-lineær model

kontra

Stift-Plastisk model



Last-flytningskurve

Info om spændingsomlejninger & duktilitetsbehov (effekt af lasthistorie)

Risiko for numerisk instabilitet

Lang beregningstid (relativt)

Beregner kun bæreevnen

Finder kun brudformen (ingen info om nødv. duktilitet)

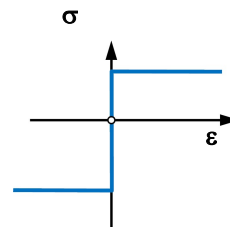
Numerisk stabil

Kort beregningstid (relativt)

Muligheder og udfordringer i fremtiden



Stift-Plastisk model



Udfordringer

Beregner kun bæreevnen

Finder kun brudformen (ingen info om nødv. duktilitet)

Muligheder

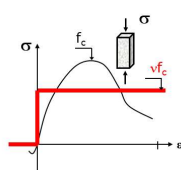
Numerisk stabil

Kort beregningstid (relativt)

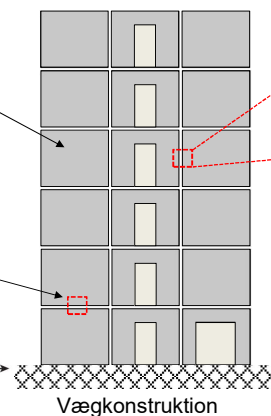
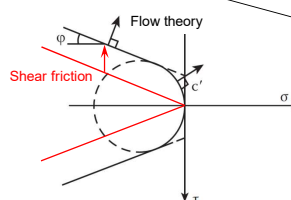
Stift-plastiske FE-beregninger af betonelementkonstruktioner



Effektiv trykstyrke i betonelement?

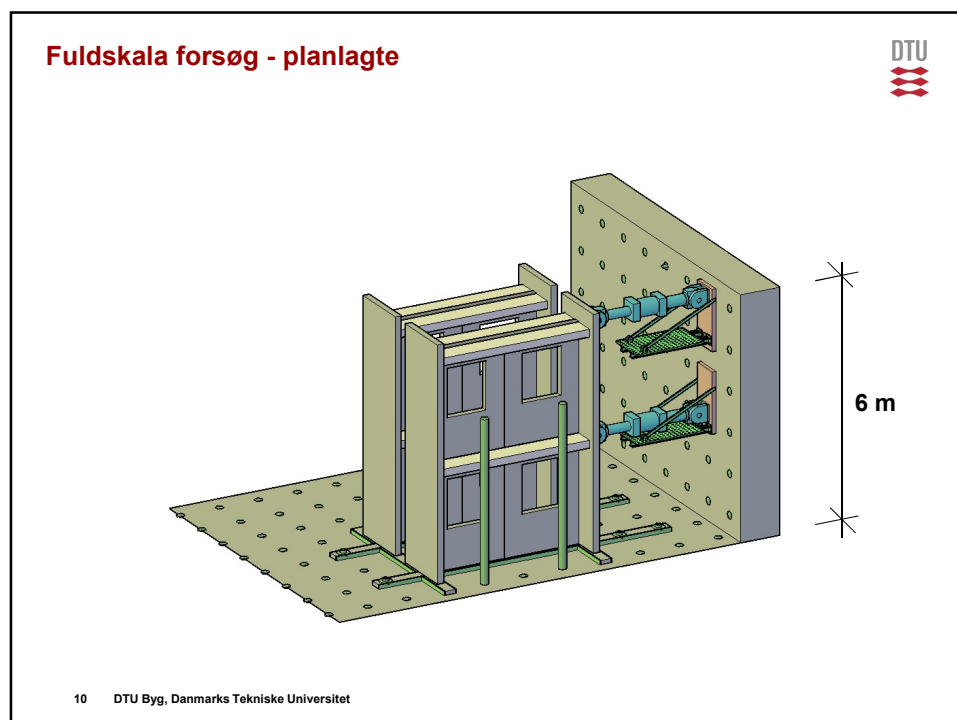
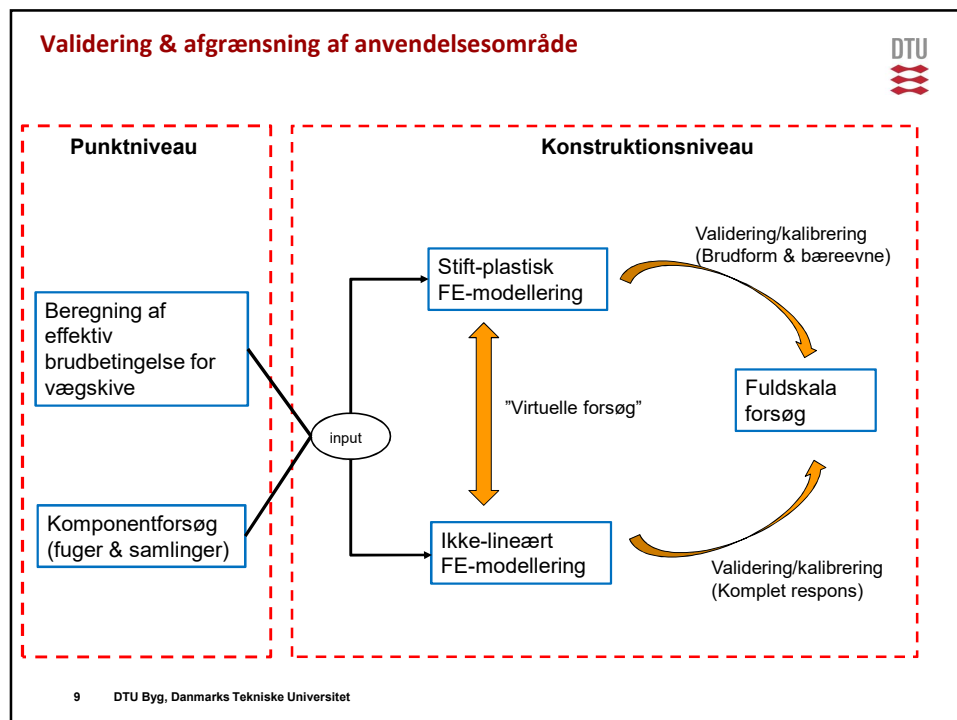


Vandret støbeskel - friktion uden dilatation?



Tilstrækkelig sejhed i fortandede fuger?

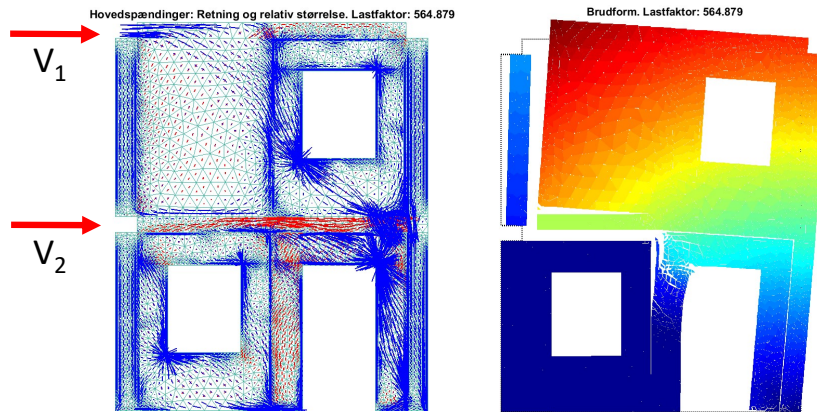
Forskydningsstyrke vs. normal- træk/tryk?



Stift-plastisk modellering af fuldskala forsøg

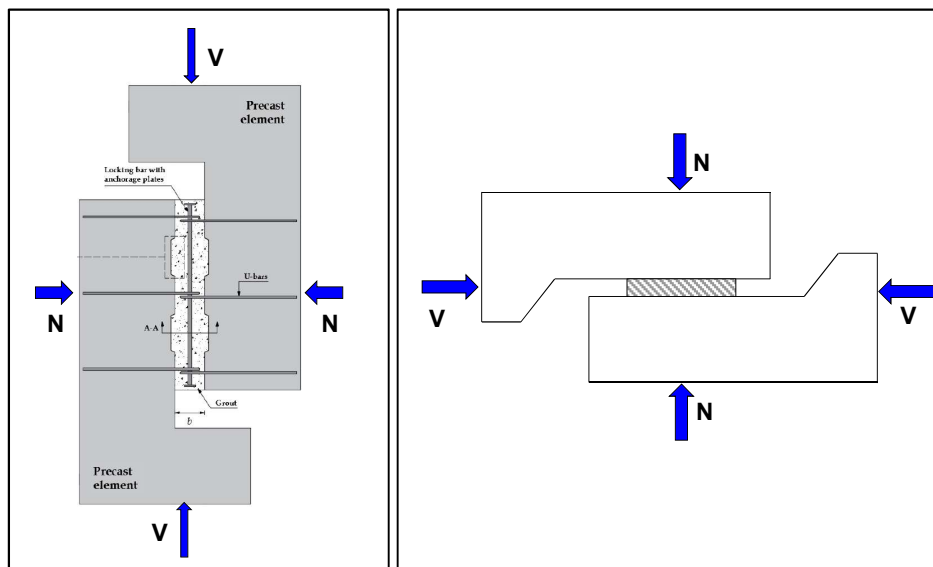


Et blandt mange undersøgte eksempler..



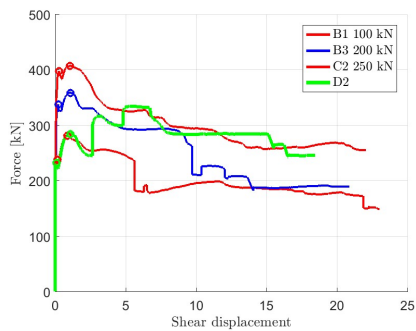
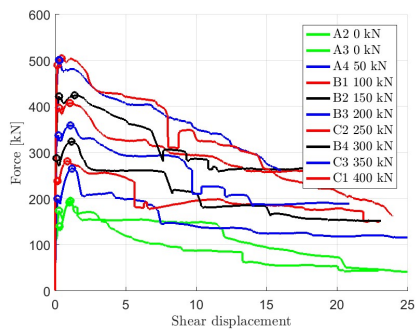
11 DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet

Komponent forsøg – fortandede fuger og glatte støbeskel



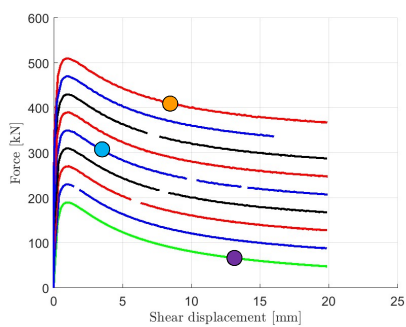
12 DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet

Forsøgsresultater – fortandede fuger

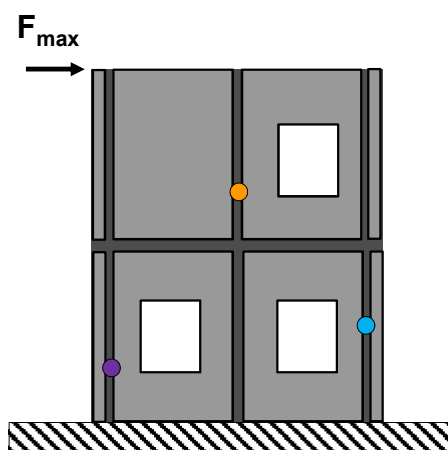


13 DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet

Forsøgsresultater – fortandede fuger

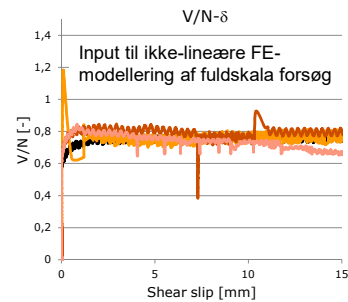
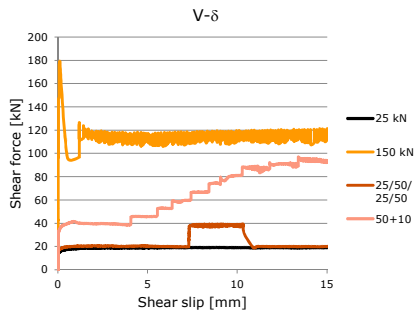
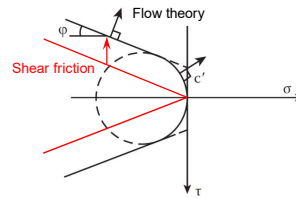
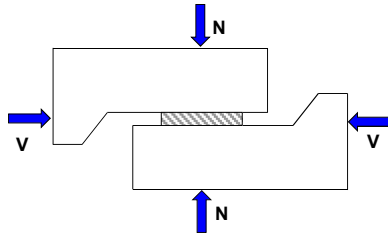


Input til ikke-lineært FE-modellering af fuldskala forsøg.



14 DTU Byg, Danmarks Tekniske Universitet

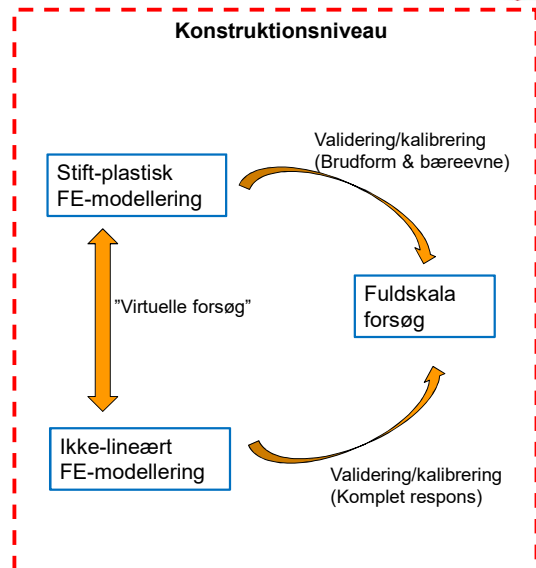
Forsøgsresultater – glat støbeskel



Validering & afgrænsning af anvendelsesområde

Søger svar på:

- Deformationer i fuger? (forventet størrelsesorden)
- Effektiv styrke i fuger? (forventet størrelsesorden)
- Effekt af lodret efterspænding kontra alm. stringeramering?
- Kan brudformen fra stift-plastisk beregning bruges som grundlag for vurdering af løsningens anvendelighed?



Validering & afgrænsning af anvendelsesområde



Søger svar på:

- Deformationer i fuger?
(forventet størrelsesorden)
- Effektiv styrke i fuger?
(forventet størrelsesorden)
- Effekt af lodret efterspænding
kontra alm. stringerarmering?
- Kan brudformen fra stift-
plastisk beregning bruges som
grundlag for vurdering af
løsningens anvendelighed?

Periode



**Vi bliver klogere
om to år !**