

Voorspellen van bezwijken van metaalconstr. bij brand

Dr. Ir. Johan Maljaars

TNO | Kennis voor zaken



Fire safety engineering

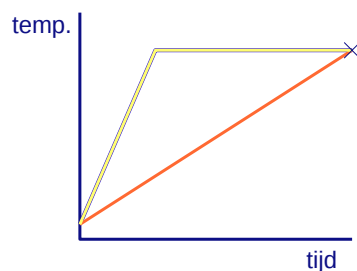
	Fire model	Generalised fire curves	Natural fire safety concept	CFD
Model of the structure				
Components				
Parts of the structure				
Entire structure				

2



Materiaalgedrag bij brand van metalen

- Niet brandbaar
- Opwarming
- Thermische uitzetting
- Teruggang sterkte
- Kruipgedrag
- Dus: spanning-rekrelatie afhankelijk van temperatuurverloop in de tijd

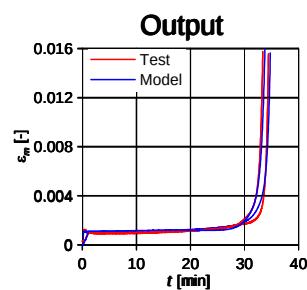
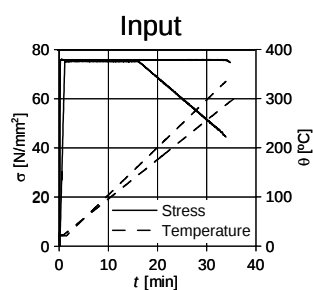


3



Constitutief model

- Bepaald op basis van kruipproeven
- Gevalideerd met proeven bij brandomstandigheden (transient state proeven)



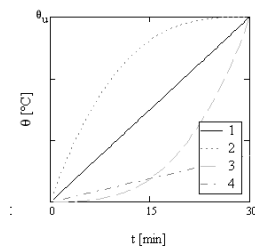
4



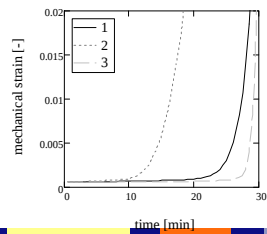
Invloed opwarmsnelheid

- Opwarmsnelheid kan significante invloed hebben (voorbeeld staal)

input



output



5



Constitutief model

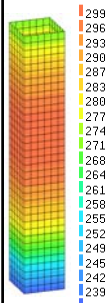
- 1-D: met excel te bepalen
- 2-D of 3-D: User Supplied Subroutine in DIANA

6

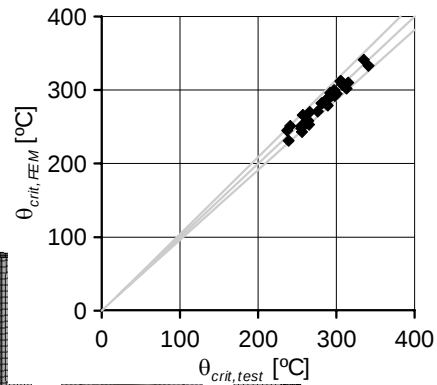


Validatie voor enkele staven (1)

Plooi van korte kolommen

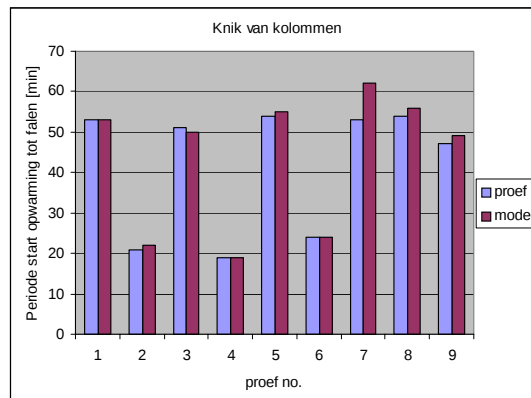
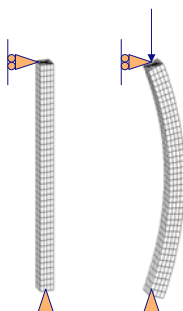


7



Validatie voor enkele staven (2)

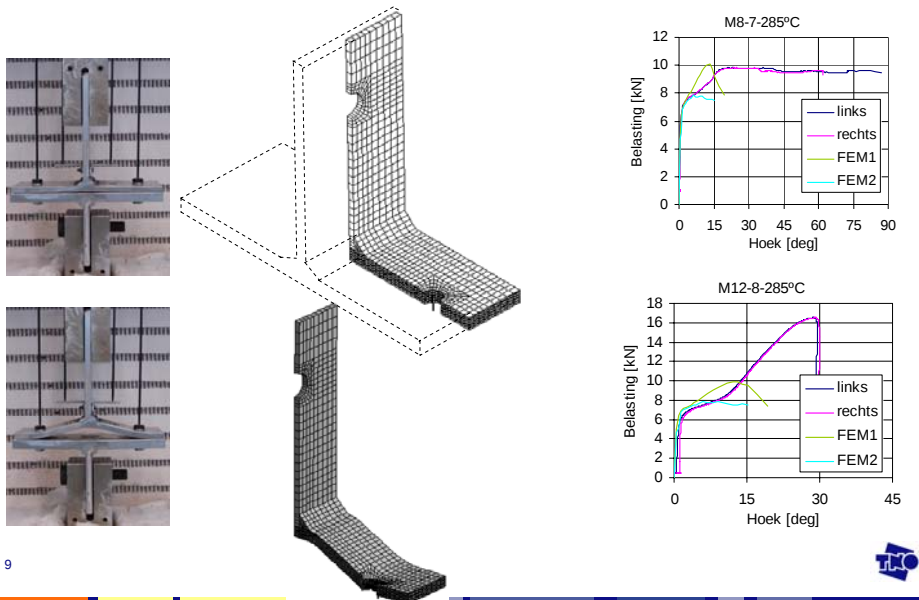
Knik van lange kolommen



8



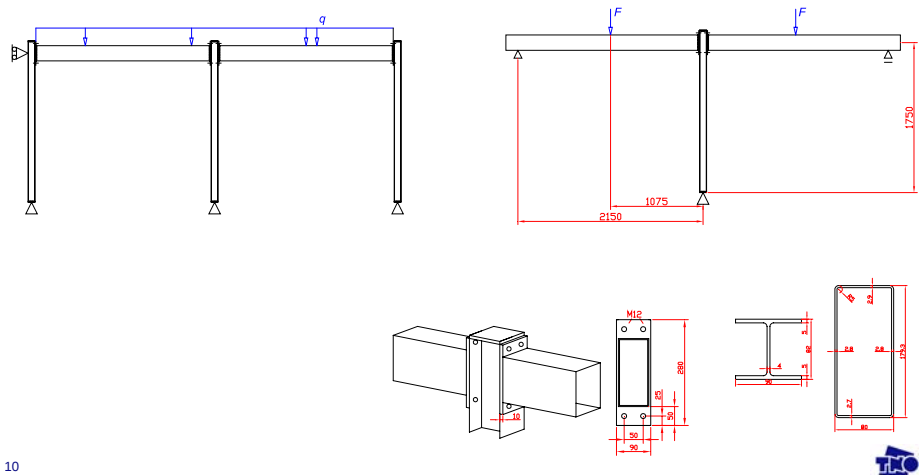
Validatie verbindingen



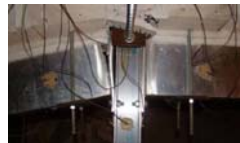
Validatie raamwerken (1)

• Gepland

Uiteindelijk getest



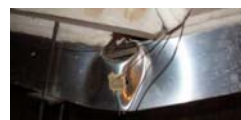
Validatie raamwerken (2)



11



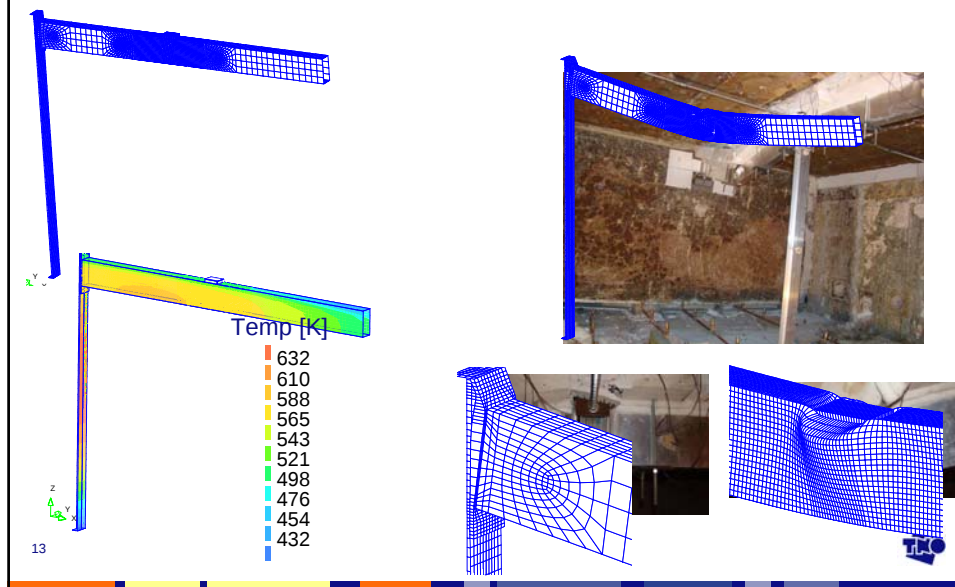
Validatie raamwerken (2)



12

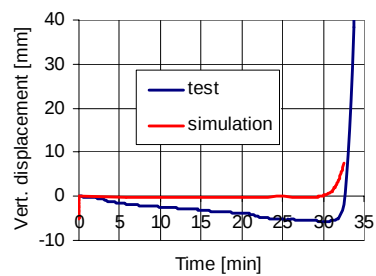


Validatie raamwerken (3)



Validatie raamwerken (3)

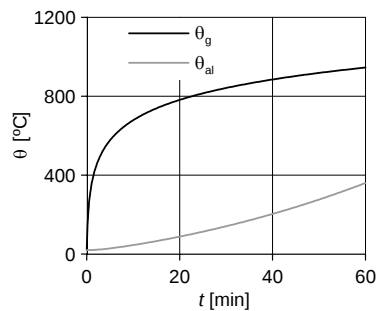
- Bezwijktemperatuur komt goed overeen
- Vervorming niet → reconstructie geeft aan dat de opnemer te warm werd → ligt aan de proef, niet aan het model



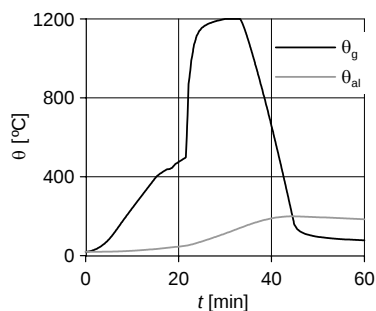
Voorbeeld van toepassing (1)

- Kantoorgebouw

Traditioneel (standaardbrand)



Fire safety engineering

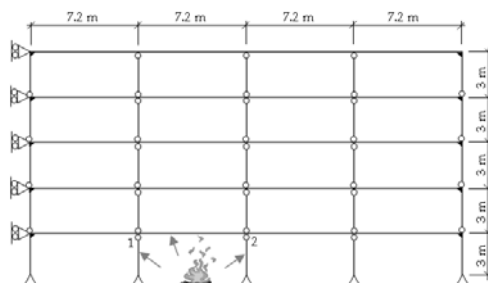


15



Voorbeeld: Kolom in een kantoorgebouw (1)

- Waarschuwing: Bepaling betrouwbaarheidsniveau is key aspect in fire safety engineering, maar niet bepaald in dit voorbeeld
- Brandwerendheidseis 60 min.
- Externe belasting op kolom $F_{s,fi} = 180$ kN



Part	Shape	Dimensions
Columns		$b = 197$ mm $t = 4.34$ mm
Beams		$h = 430$ mm $b = 260$ mm $t = 7$ mm

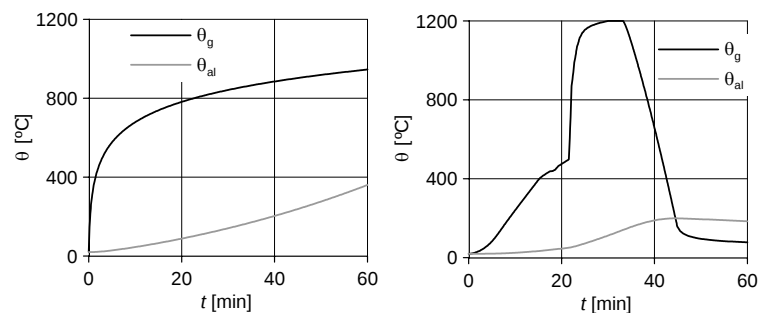
16



Voorbeeld: Kolom in een kantoorgebouw (2)

- Temperatuurontwikkeling

Traditioneel (standaardbrand) Fire safety engineering



17

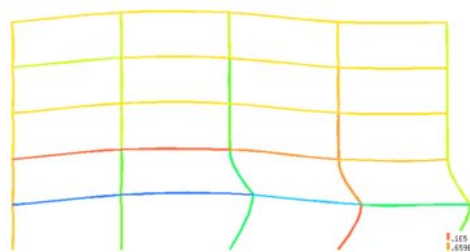


Voorbeeld: Kolom in een kantoorgebouw (3)

- Herverdeling krachten door thermische respons

Traditioneel (standaardbrand) Fire safety engineering

Hoef niet



18

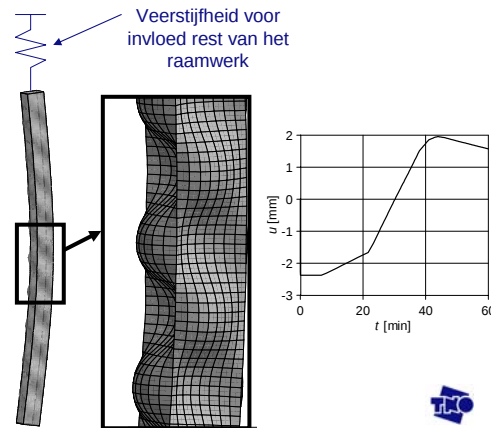


Voorbeeld: Kolom in een kantoorgebouw (3)

- Mechanische respons

Traditioneel (standaardbrand) Fire safety engineering

Eenvoudige toetsingregels
Opgenomen in normen



19

Voorbeeld: Kolom in een kantoorgebouw (4)

- Resultaat

Traditioneel (standaardbrand) Fire safety engineering

Brandwerendheid < 60 min. Kolom overleeft de brand

20

Conclusies

- Constitutief model voor metalen bij hoge temperaturen ontwikkeld
- Model in USS routine in DIANA blijkt robuust
- Gevalideerd voor:
 - Plooi van kolommen
 - Knik van kolommen
 - Bezijken van T-stuk verbindingen (maar niet voor zeer grote vervormingen)
 - Portalen
- Toegepast in voorbeeld van ontwerpberekeningen

21



Vragen?



22

