

SYSTEEMBENADERING VAN DE BRANDWERENDHEID MET BETREKKING TOT BEZWIJKEN

TNO Bouw

Centrum voor Brandveiligheid

TU Delft

Faculteit Civiele Techniek & Geowetenschappen



Ton van Overbeek



Achtergrond onderzoek

- Het werkelijke constructieve brandveiligheidsniveau van hoogbouw is onbekend omdat de bestaande componentbenadering van constructieve brandveiligheid niet het werkelijke gedrag van een gebouw bij brand beschrijft



Indien t.b.v. een brandwerendheid als van t.m.v.
een betondekking toegepast wordt behorend
bij agressief milieu; behoeft geen aanvullende
berekening toegevoegd te worden.



Opbouw van de presentatie

- Inleiding
- Componentbenadering
- Systeembenadering
- Casestudy Delftse Poort



Inleiding

Componentbenadering

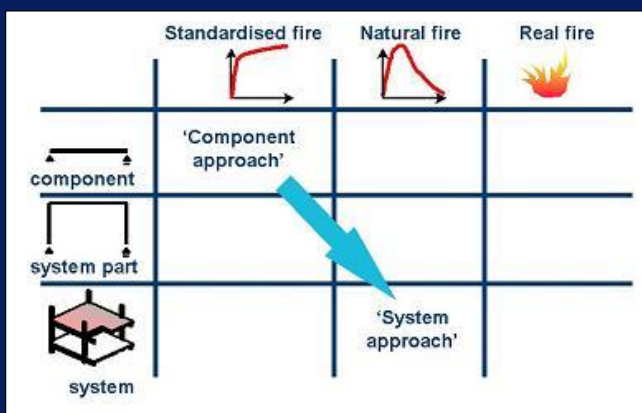
Systeembenadering

Casestudy Delftse Poort

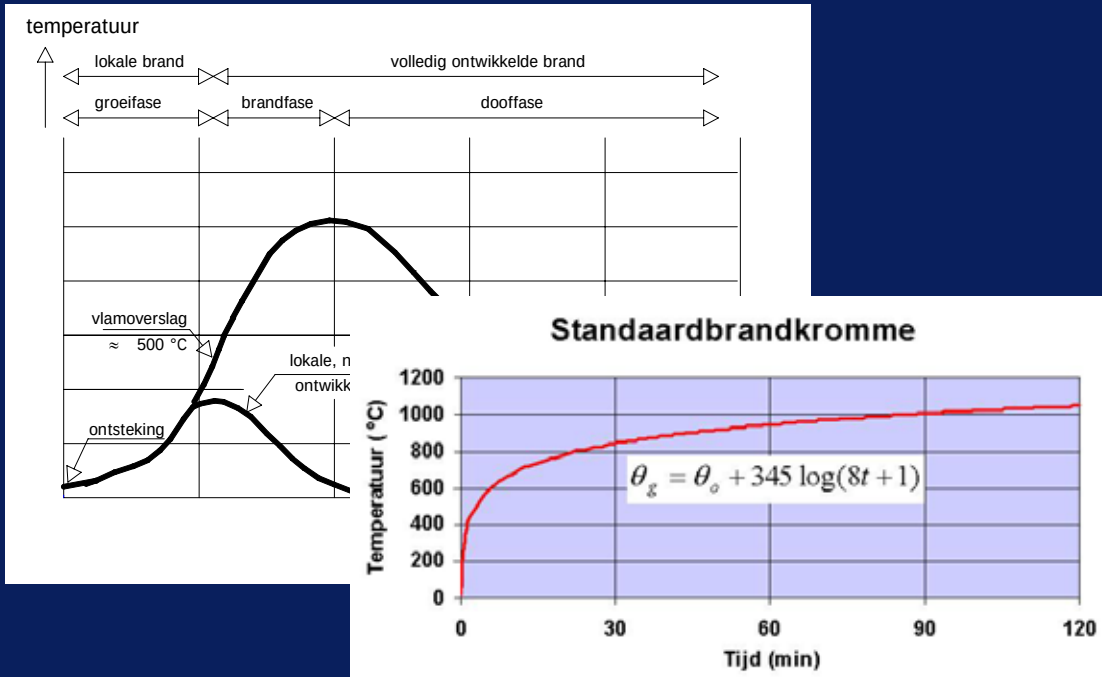
Brandwerendheid met betrekking tot bezwijken

- De tijdsduur gedurende welke een hoofddraagconstructie kan worden onderworpen aan brand zonder in te storten

2 Berekeningsbenaderingen:



Standaardbrandkromme vs. Natuurlijk brand model



Opbouw van de presentatie

- Inleiding
- **Componentbenadering**
- Systeembenadering
- Casestudy Delftse Poort

Componenten waaraan eisen gesteld worden

- Afzonderlijke componenten van de hoofddraagconstructie
- Constructieonderdelen die voor vluchten noodzakelijk zijn

Eis

- Componenten moeten worden voorzien van voldoende brandwerendheid zodat onder standaardbrandcondities (ISO 834), bij het speciale belastinggeval brand (NEN 6702), gedurende de ontwerptijd (Bouwbesluit) geen bezwijken optreedt

Bepalingsmethoden

- Rekenkundige bepalingmethode – Betonconstructies (NEN 6071)
 - Berekening
 - Analogie met behulp van tabellen

Indien t.b.v. een brandwerendheid eis van 1 uur een betondekking toegepast wordt behorend bij agressief milieu, behoeft geen aanvullende berekening toegevoegd te worden.

Bepalingsmethoden

- Rekenkundige bepalingmethode – Betonconstructies (NEN 6071)
 - Berekening
 - Analogie met behulp van tabellen
- Experimentele bepalingmethode - Betonconstructies (NEN 6069)



Opbouw van de presentatie

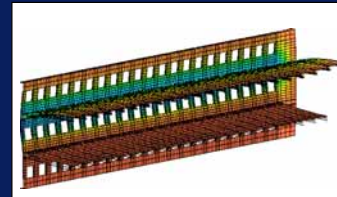
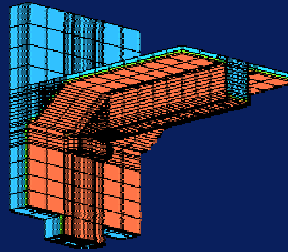
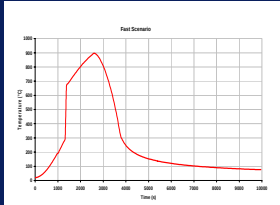
- Inleiding
- Componentbenadering
- **Systeembenadering**
- Casestudy Delftse Poort

Overzicht drie modellen

Natuurlijk brandmodel

Warmteoverdrachtsmodel

Mechanisch EEM

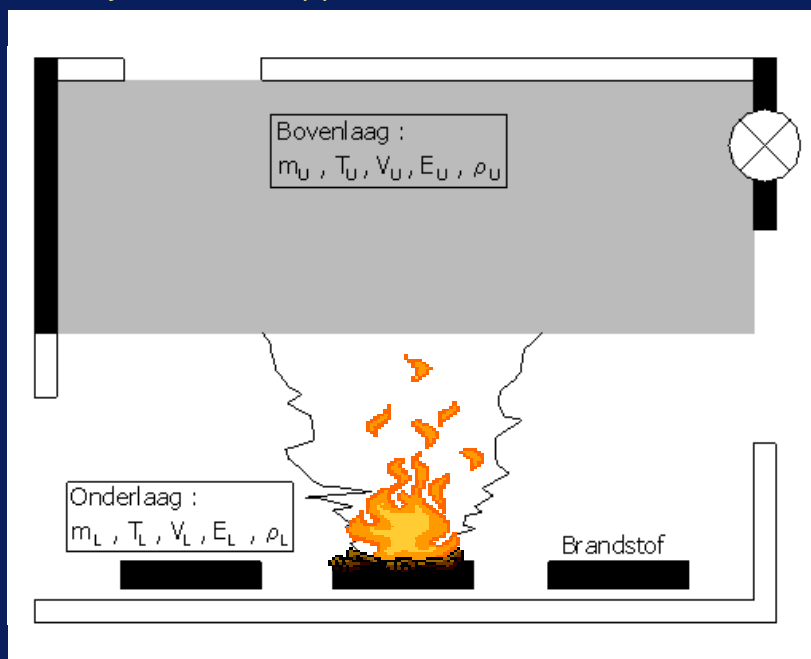


OZONE

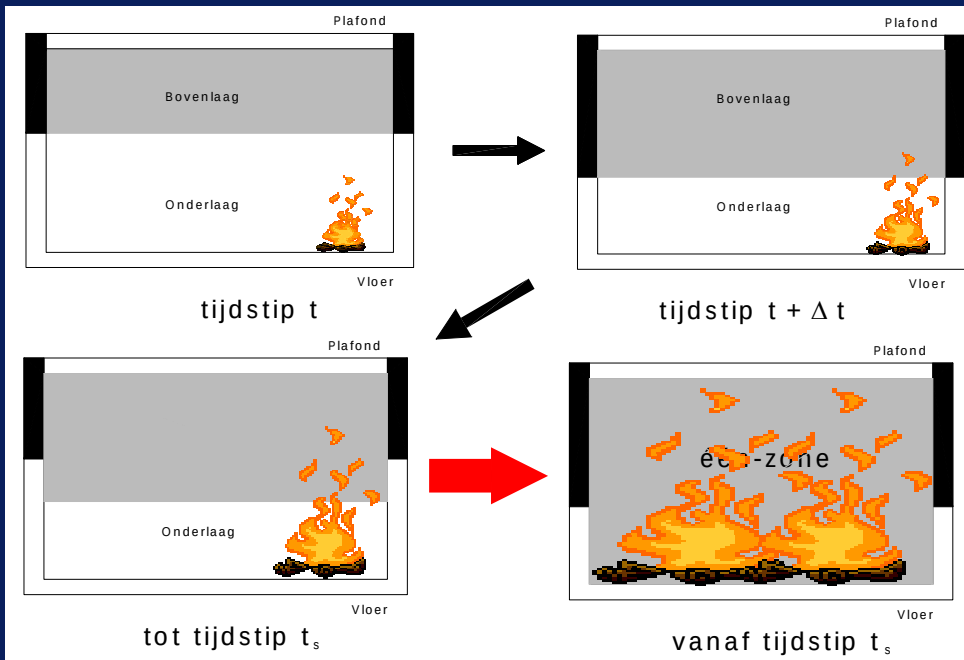
DIANA Potential Flow

DIANA Nonlin

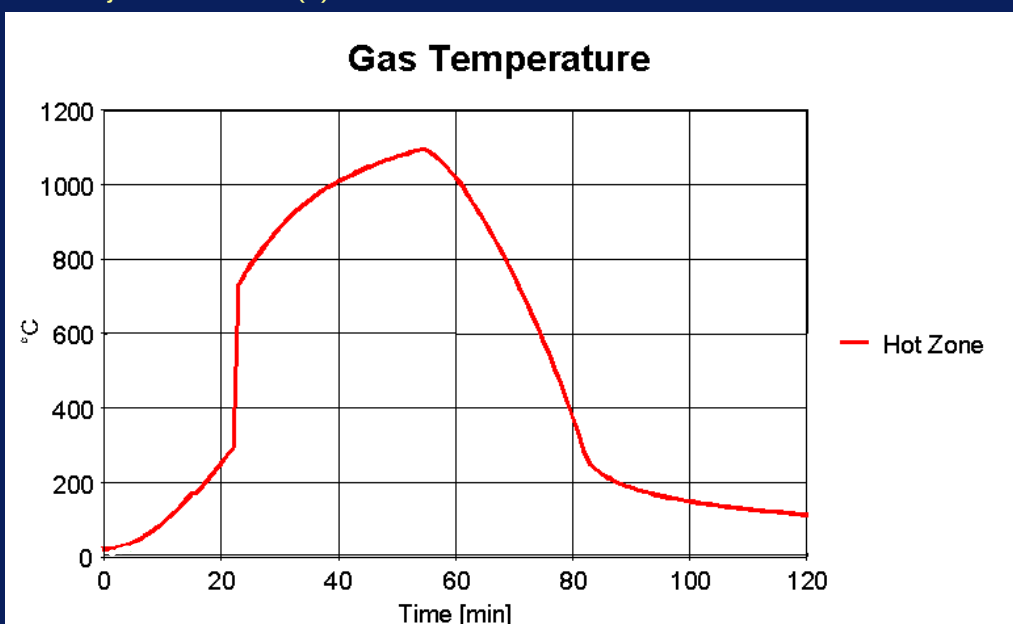
Natuurlijk brandmodel (1)



Natuurlijk brandmodel (2)



Natuurlijk brandmodel (3)



Warmte-overdrachtsmodel

Warmtetransport naar constructie

- Totaal

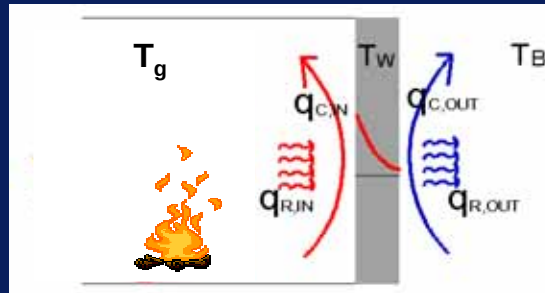
$$q_{tot,in} = q_{c,in} + q_{r,in}$$

- Convectie

$$q_{c,in} (T_g - T_w)$$

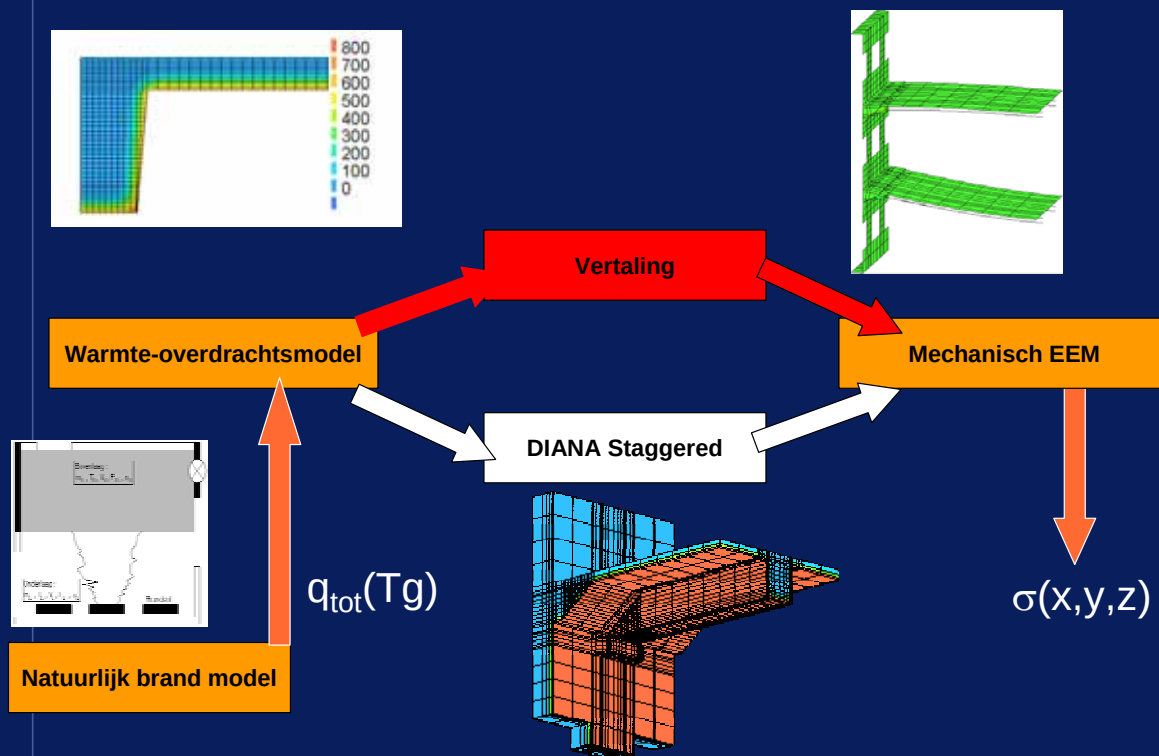
- Radiatie

$$q_{r,in} (T_g - T_w)^4$$



Temperatuurverdeling in de doorsnede is afhankelijk van:

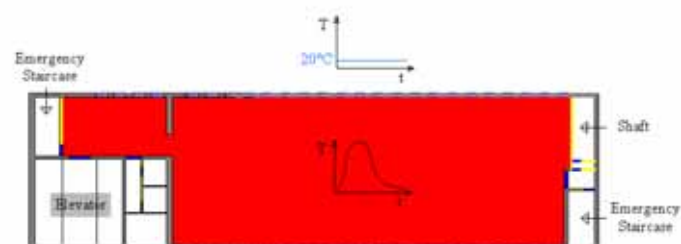
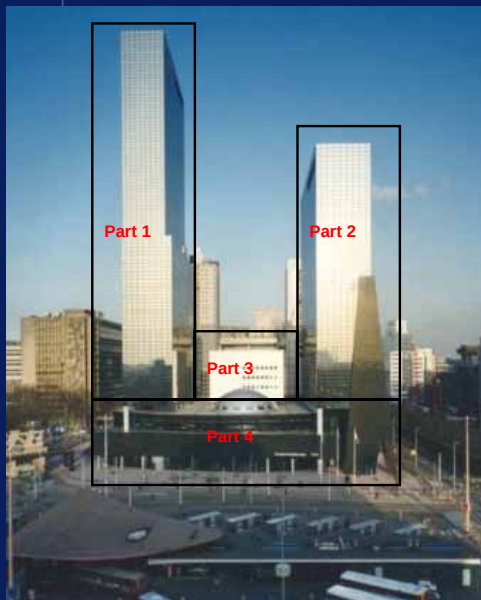
- Snelheid van opwarmen
- Geleiding
- Soortelijke warmte

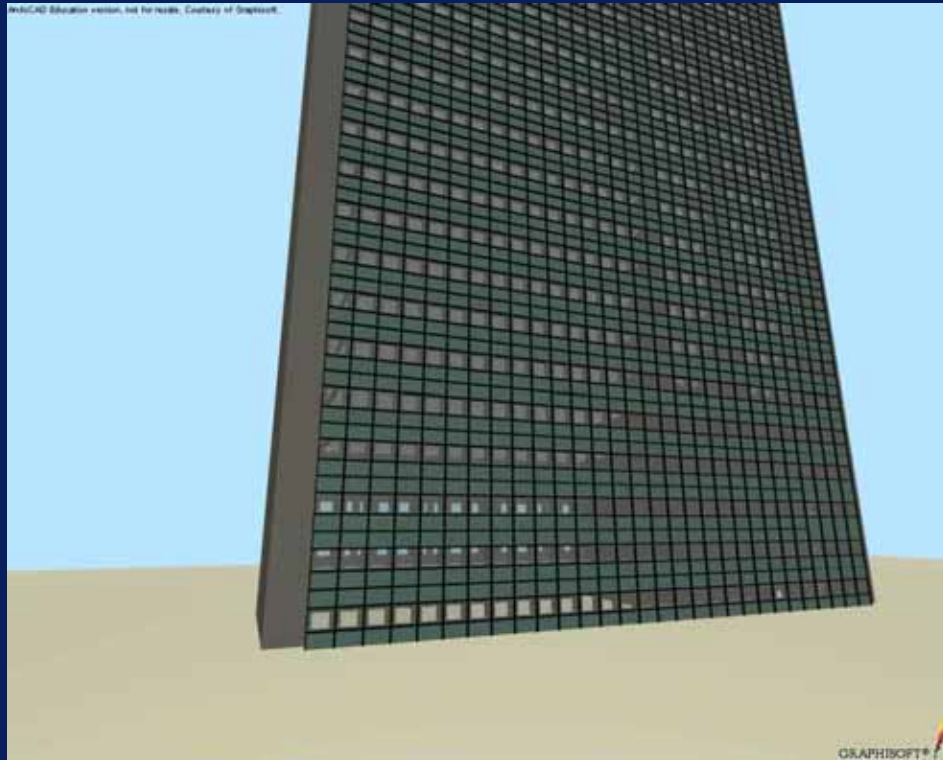


Opbouw van de presentatie

- Inleiding
- Componentbenadering
- Systeembenadering
- **Casestudy Delftse Poort**

Ruimtelijk en constructief ontwerp





Brandwerendheid volgens componentbenadering

60 minuten volgens tabellen

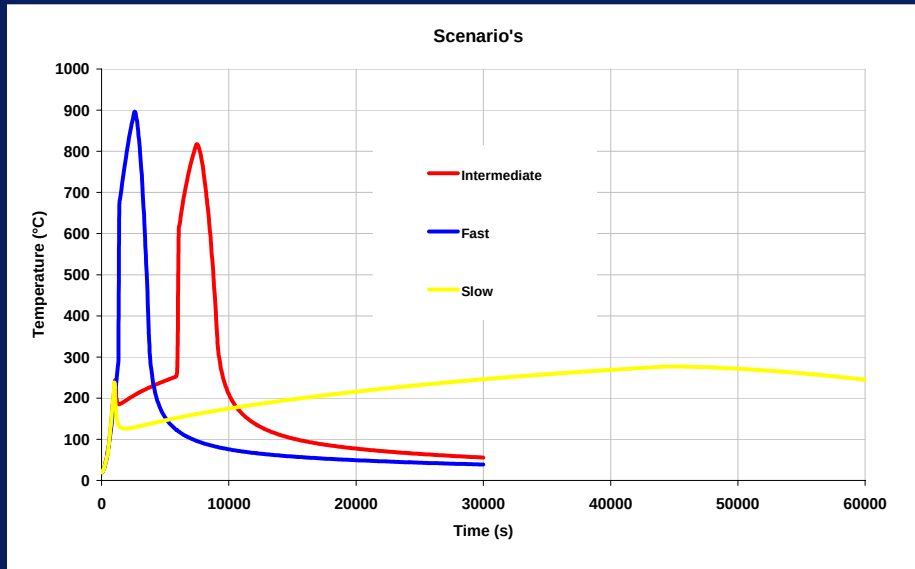
Tabel A.5 — Minimumwaarden voor de wapeningsafstand "a" en de dikte van massieve dragende wanden

Wapening	$\frac{a_{\text{min}}}{d_{\text{eff}}}$	Wapeningsafstand "a" in mm				Minimale afmeting in mm			
		Brandwerendheid in min							
		30	60	90	120	30	60	90	120
met betonstaal gewapende wanden	$\leq 0,2$	10	15	25	35	120	120	140	160
	$> 0,2 \leq 0,4$	15	25	35	45	120	140	170	220
ongewapende wanden	$\leq 0,4$					120	140	170	220

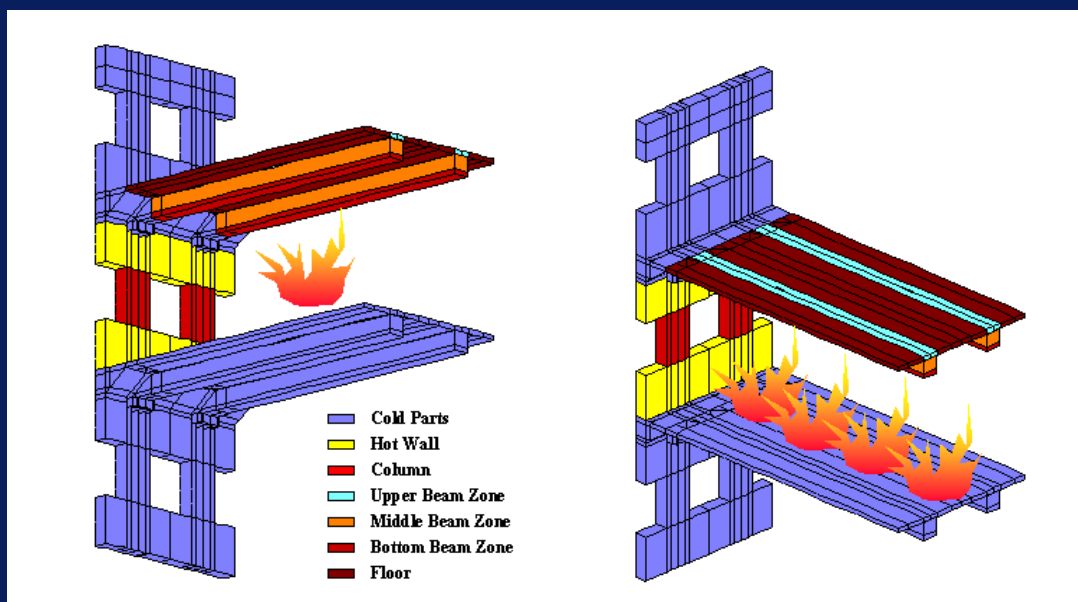
Indien t.b.v. een brandwerendheid eis van 1 uur een betondekking toegepast wordt behorend bij agressief milieu; behoeft geen aanvullende berekening toegevoegd te worden.

Natuurlijk brandmodel

- 3 Scenario's

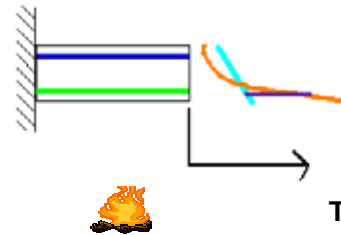
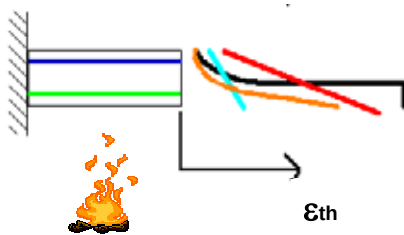


Opbouw warmte-overdrachtmodel

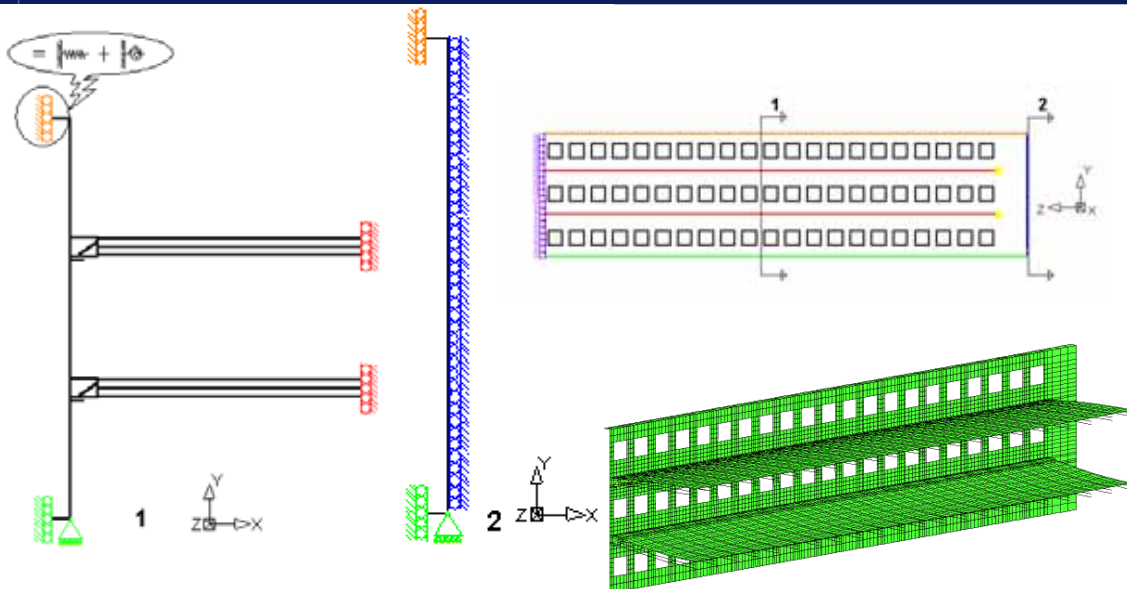


Vertaling van warmte-overdrachtsmodel naar mechanisch EEM

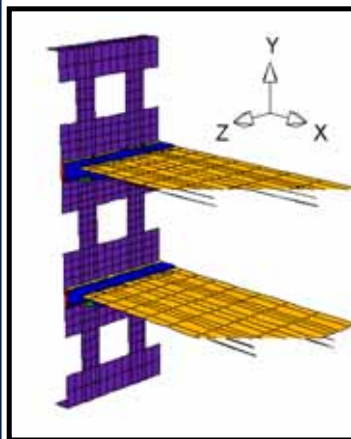
- Doelen
 - Materiaaleigenschappen beton zo goed mogelijk beschrijven $f_c(T)$
 - Thermische rek beton zo goed mogelijk beschrijven $\varepsilon_{th}(T)$
 - Materiaaleigenschappen wapening zo goed mogelijk beschrijven
 - Thermische rek wapening zo goed mogelijk beschrijven



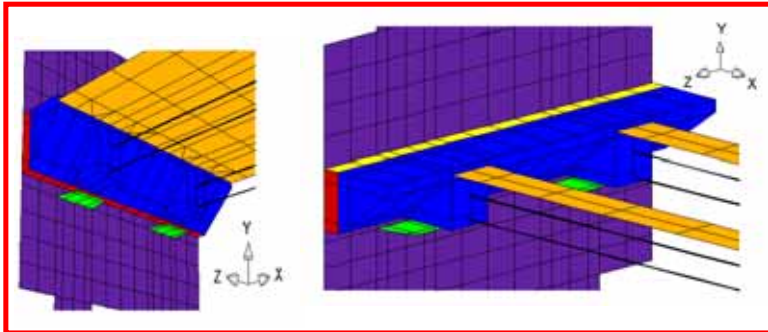
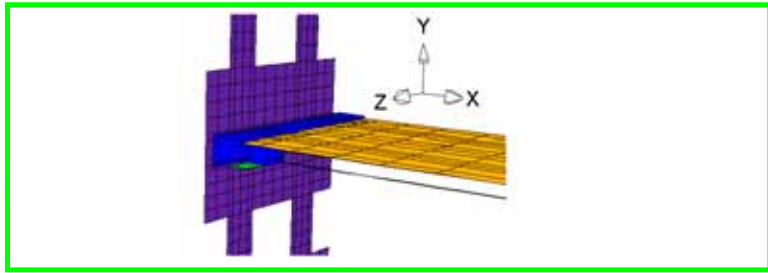
Randvoorwaarden



Model

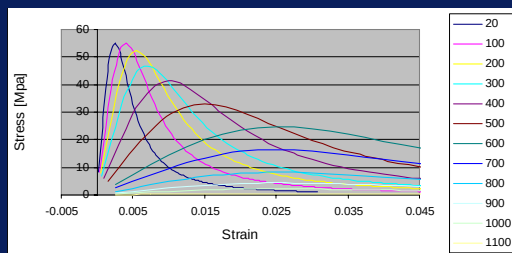


- Wall CQ40S
- Interface CQ48I
- Cam CQ40S
- Bodies CHX60, CTP45
- Floor CQ40S
- Interface (Reinfo) CL12I

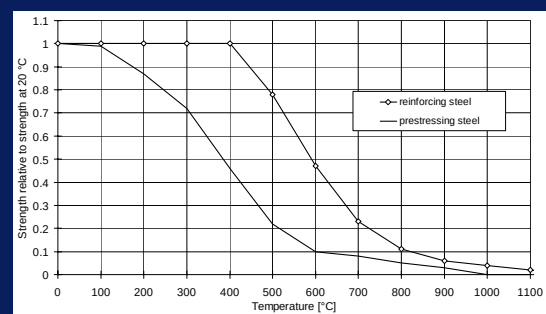


Materiaaleigenschappen

Beton B55

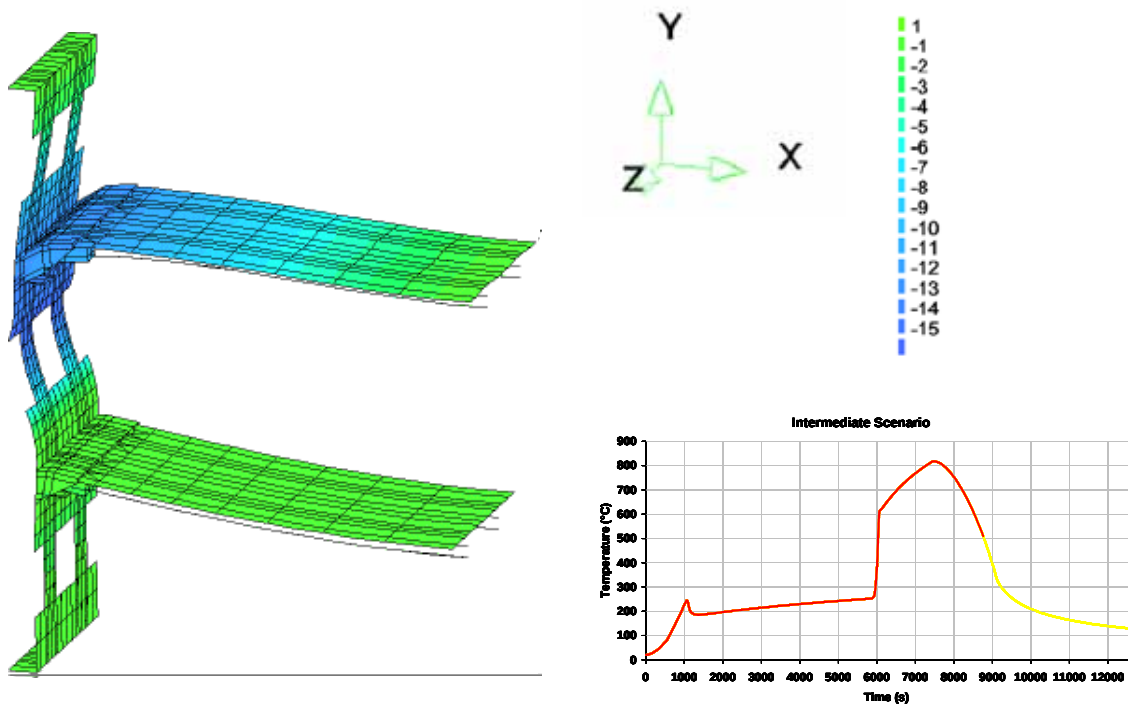
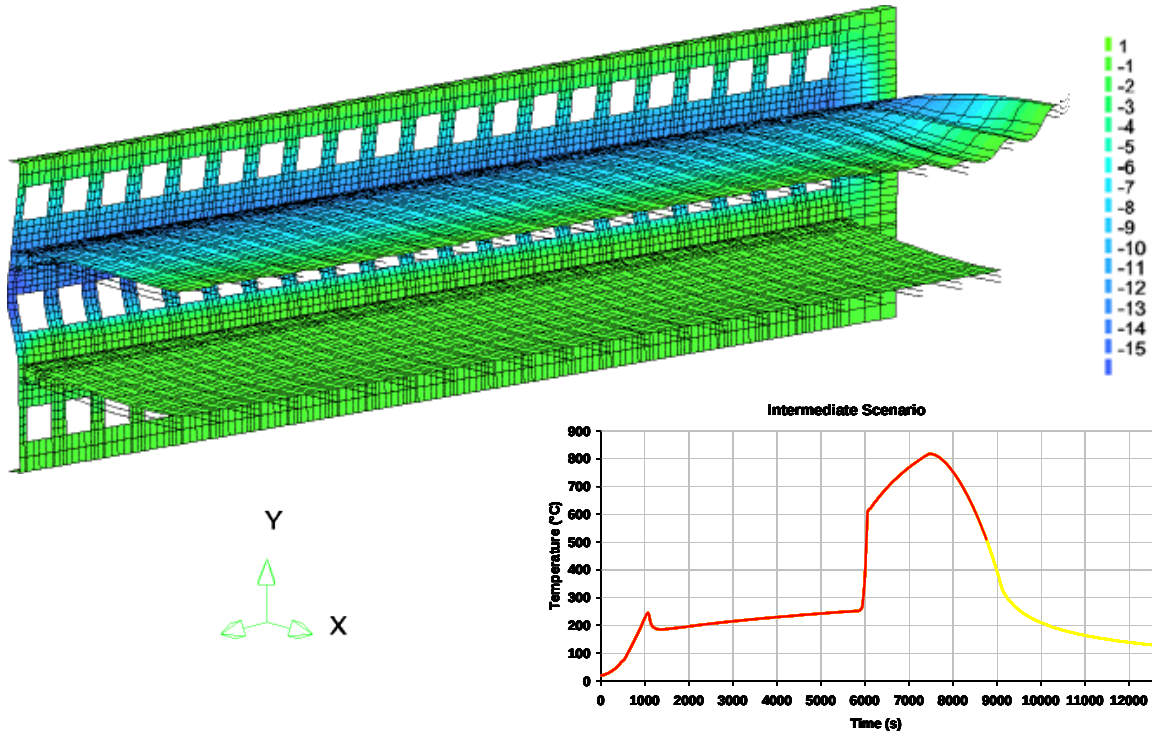


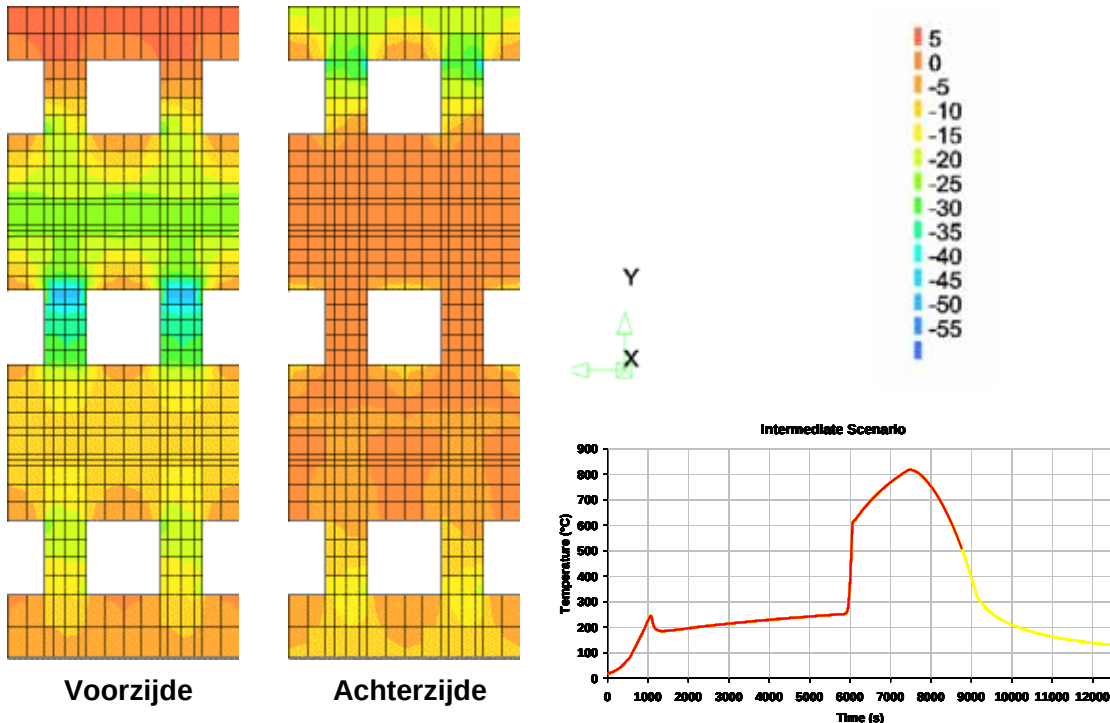
Staal FeB 500 en FeP 1860



- Interface CQ48I

Maximaal opneembare schuifspanning 0,25 N/mm²





Conclusies en aanbevelingen

- Zowel het beeld van verplaatsingen als spanningen en rekken zien er verklaarbaar uit en geven inzicht in het werkelijke gedrag
- Systeembenadering leidt tot identificatie van zwakke plekken
- Kansen voor verzekeraars en eigenaren om risico's in te schatten en investeringen sterk te optimaliseren
- Vertaling temperaturen van PF naar NONLIN bepalend voor zowel uitkomst als bruikbaarheid DIANA
- Noodzaak om niet lineaire temperatuurgradiënten in balken en schalen op te kunnen geven