

Hoe kunnen we bij Hoogbouw een projectgerichte benadering toepassen?

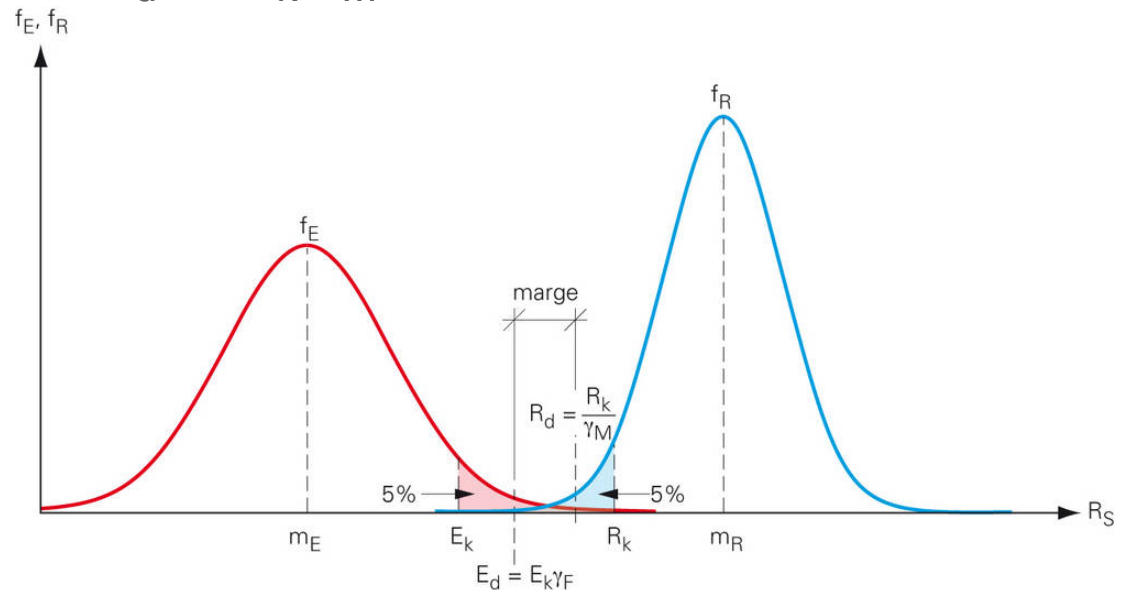
Ralph Hamerlinck (Bouwen met staal)

Onderwerpen

- Introductie constructieve veiligheid met Eurocode
- Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode
- Natuurlijk brandconcept
- Casus
- Conclusie

Introductie constructieve veiligheid met Eurocode

- ❑ Belastingen E (wind, sneeuw, personen, enz.) bepaald met een lage overschrijdingskans: $E_d = \gamma_F \cdot E_k$
- ❑ Sterkte van constructie R berekenen met een lage onderschrijdingskans: $R_d = R_k / \gamma_M$
- ❑ Veiligheidsfactoren
- ❑ $R_d \geq E_d$



Introductie constructieve veiligheid met Eurocode

- ❑ Elke constructie heeft een bezwijkkans, hoe klein ook: orde van grootte $1 \cdot 10^{-6}$ over levensduur
- ❑ Maximaal toegestane bezwijkkans is lager wanneer de effecten van bezwijken groter zijn: brug, hoogbouw of theaterzaal vs. eengezinswoning, industriehal of stal
- ❑ Eurocode: indeling in gevolgklassen CC1, CC2, CC3
- ❑ Per hogere klasse ± 10 x lagere bezwijkkans

Onderwerpen

- ✓ Introductie constructieve veiligheid met Eurocode
- Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode
- Natuurlijk brandconcept
- Casus
- Conclusie

Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode

Eurocodedelen 1-2 gaan over brand:

1991-1-2 Het buitengewone belastinggeval brand

1992-1-2 Beton bij brand

1993-1-3 Staal bij brand

1994-1-2 Staal-beton bij brand


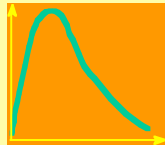

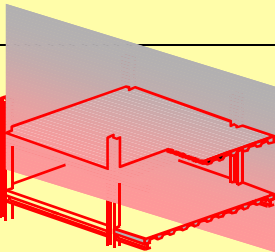
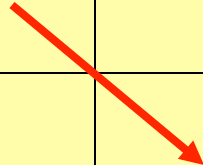
1995-1-2 Hout bij brand

1996-1-2 Metselwerk bij brand

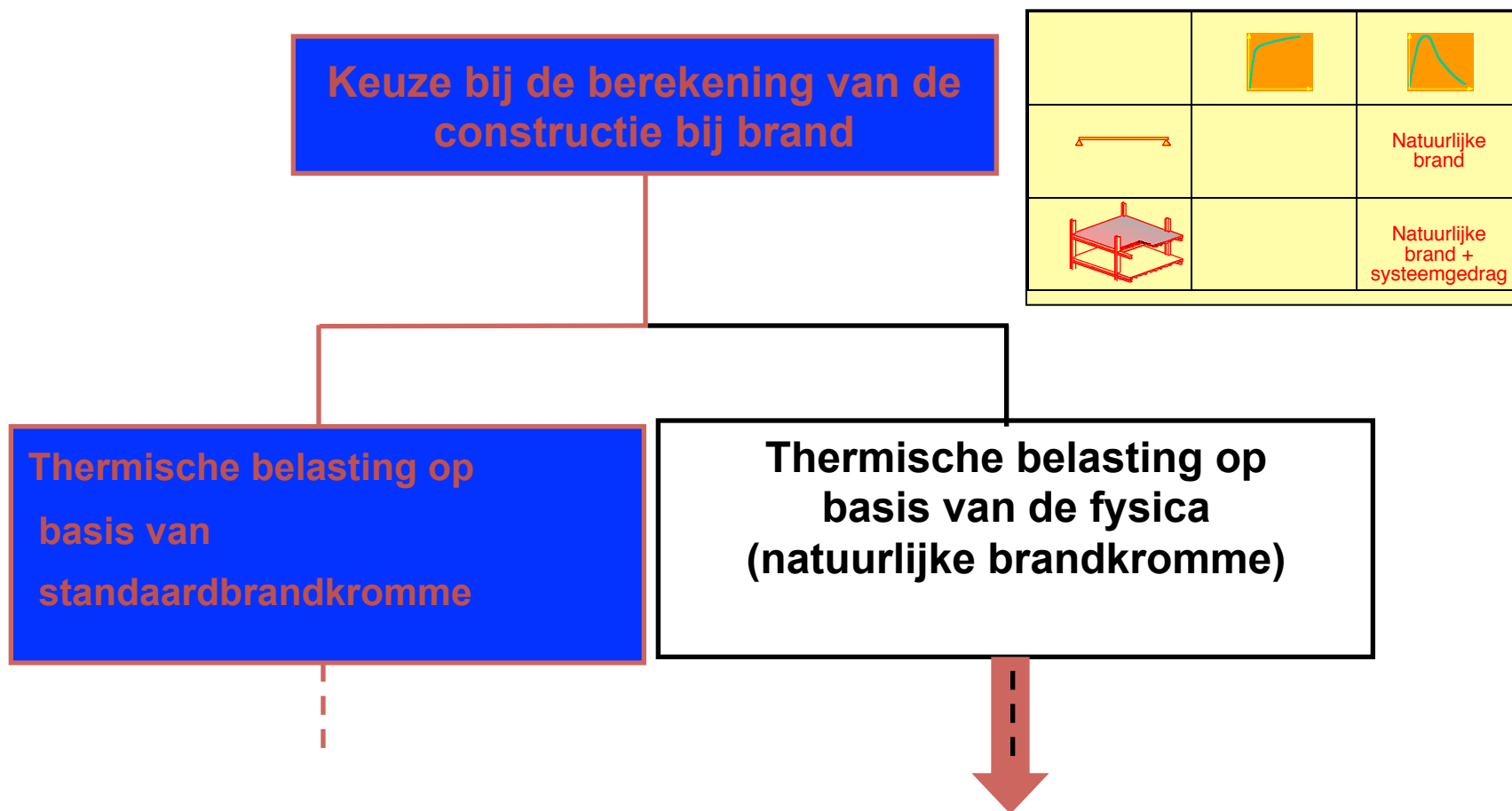
1999-1-2 Aluminium bij brand

Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode

Waarom van classificatiesysteem naar Fire Safety Engineering (FSE)?

	standaard	natuurlijke
	brand	brand
		
component	 classificatie	FSE
systeem	 FSE	 FSE

Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode



Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode

Brandveiligheidontwerp

Thermische belasting op basis van de fysica

niet - volledig ontwikkelde brand volledig ontwikkelde brand

temperatuur

1000 - 1200 °C

standaardbrandkromme (conventie)

natuurlijke brandkrommen (realiteit): soms grote verschillen!

vlamoverslag

begin van

brand

tijd

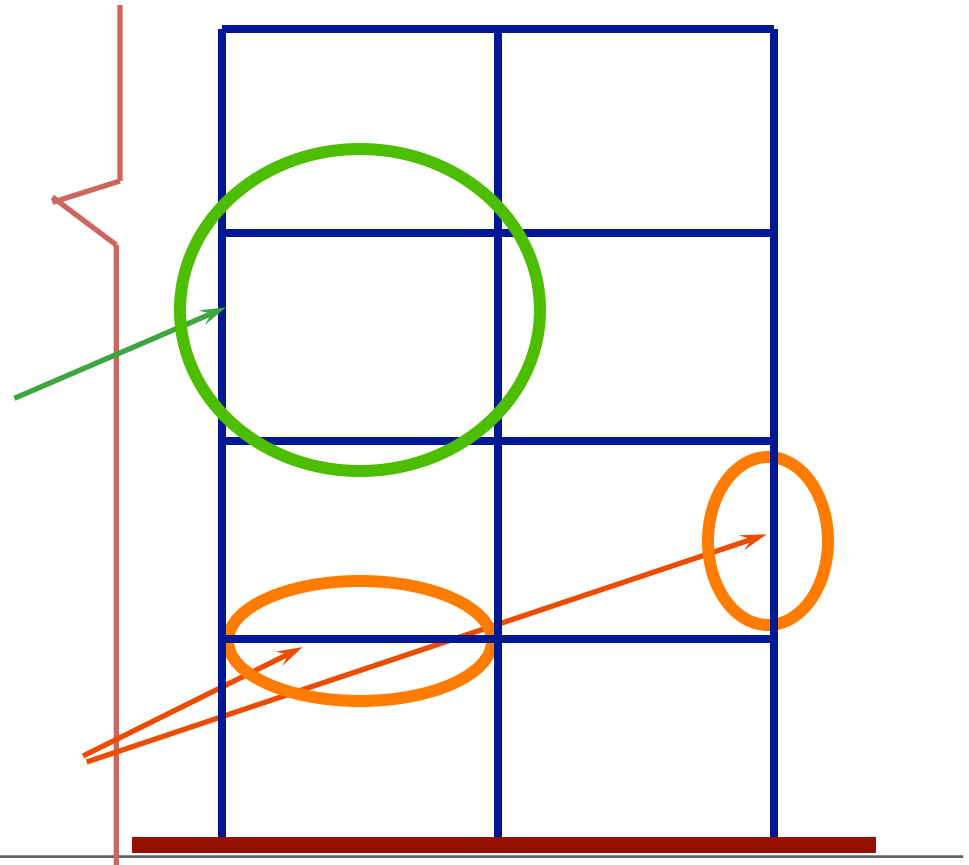
Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode

NEN-EN 1991-1-2 + Nationale Bijlage: Belasting bij brand: Mechanische belasting

**beoordeling van de
constructie als geheel**




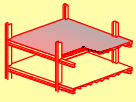
**beoordeling van
onderdelen van de
constructie**

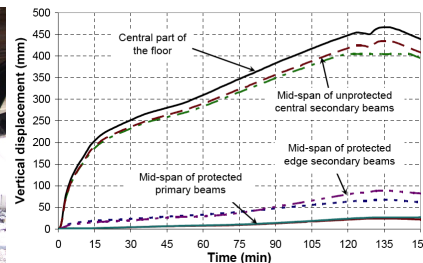
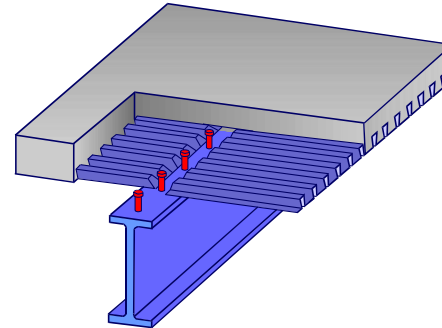
**beoordeling van
componenten (vrnl. bij
toetsing standaard
brandwerendheidseisen)**



Tool MACS+: gebruik membraanwerking in staalplaat-betonvloer, waardoor deel van de liggers onbekleed kan blijven

- mindset: brand in Broadgate, Londen
- 1 : 1 testfaciliteit in Zeppelinhanger
- constructie als een systeem veel sterker
- liggers hangen aan de vloer!
- standaard brandkromme
- Metz: 6,6 x 8,7 m vloerveld
- 2 liggers onbekleed
- > 120 minutes brandwerend
- ontwerptool en achtergronddocumenten
- www.macsfire.eu (18 talen) en www.brandveiligmetstaal.nl
- NL primeur in Timmerhuis Rotterdam

		
		
	Systeem-gedrag vloer + liggers	



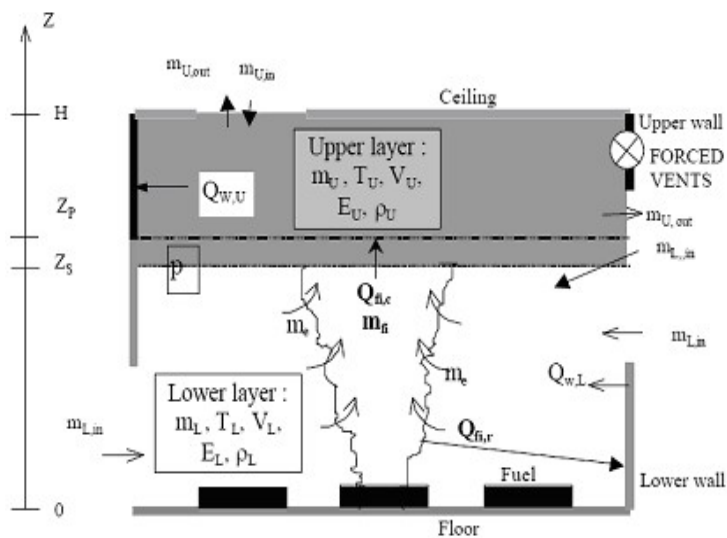
Onderwerpen

- ✓ Introductie constructieve veiligheid met Eurocode
- ✓ Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode
- Natuurlijk brandconcept**
- Casus
- Conclusie

Natuurlijk brandconcept

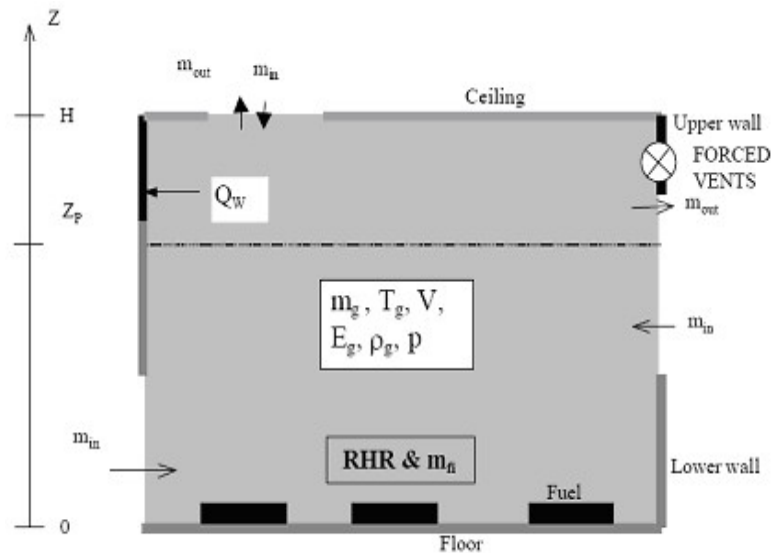
Zonemodel als basis

Vóór flashover: twee zones



flashover

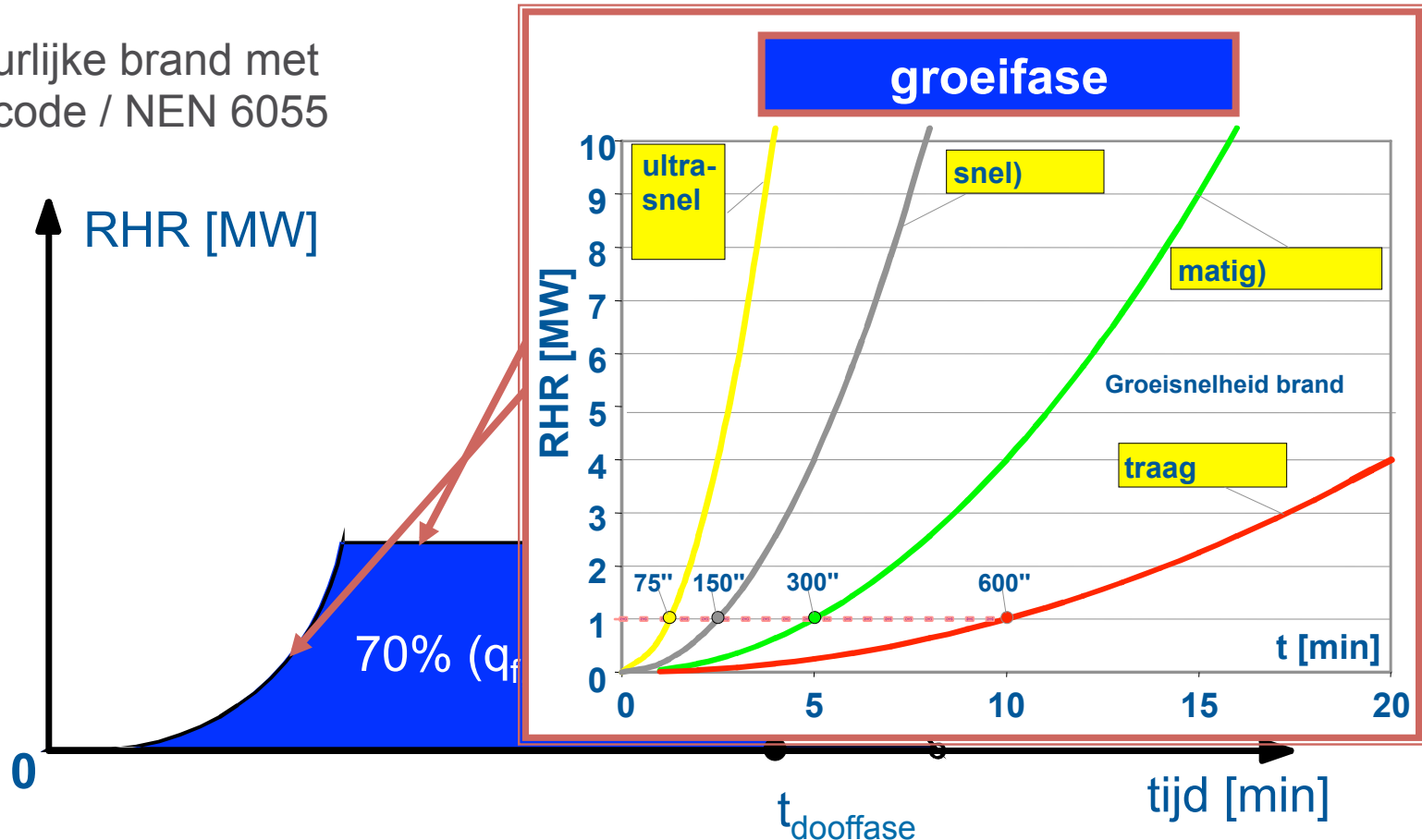
Ná flashover: één gemengde zone



overgangsvoorwaarden

Natuurlijk brandconcept

Natuurlijke brand met
Eurocode / NEN 6055



RHR: afbrandsnelheid of brandvermogensdichtheid

Veiligheidsfactoren in Eurocode

vloeroppervlak brandruimte A_f [m ²]	activeringsrisico δ_{q1}	activeringsrisico δ_{q2}	voorbeelden van gebruik
25	1,10	0,78	museum, zwembad
250	1,50	1,00	woning, hotel, kantoor
2500	1,90	1,22	machinefabriek
5000	2,00	1,44	chemische fabriek, verfwinkel, textielwerkfabriek

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \prod \delta_{ni} \cdot m \cdot q_{f,k}$$

automatische blussing		automatische melding		handmatige blussing				
automatisch watersysteem	onafhankelijke watertoevoer	automatische melding & alarm	automatische doormelding naar de brandweer	bedrijfsbrandweer	gemeentebrandweer	veilige toegang	brandblusmiddelen	rookafvoer
δ_{n1}	0 1 2 δ_{n2}	door hitte δ_{n3} door rook δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}	δ_{n10}
0,61	1,0 0,87 0,7	0,87 or 0,73	0,87	0,61 or 0,78		0,9 or 1 1,5	1,0 1,5	1,0 1,5

Eurocode + NB

Onderbouwing

Eurocodemethode: meerjarig

Europees

onderzoeksprogramma

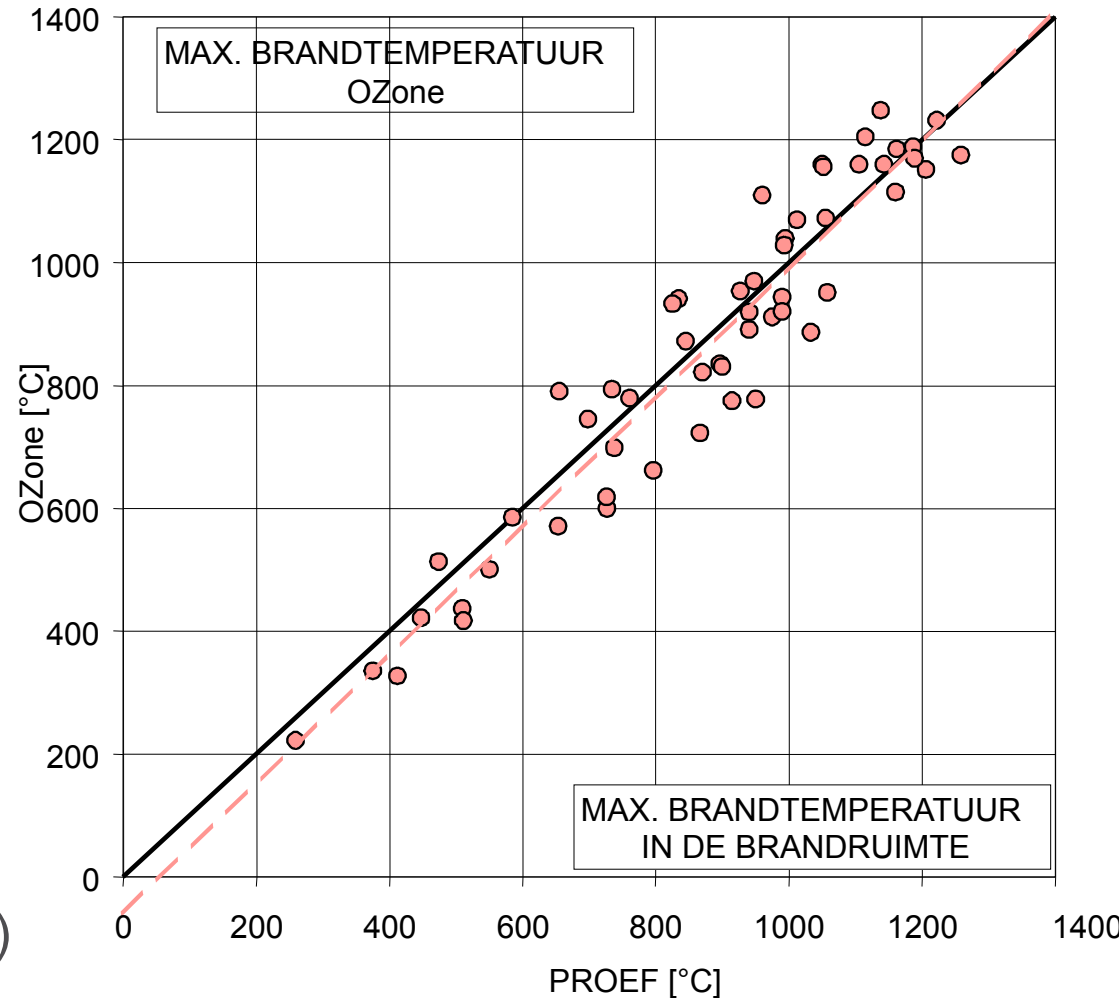
Statistisch onderzoek

Validatie met proeven

NB met aansluiting op
Nederlands veiligheidsniveau,
aangetoond in project:

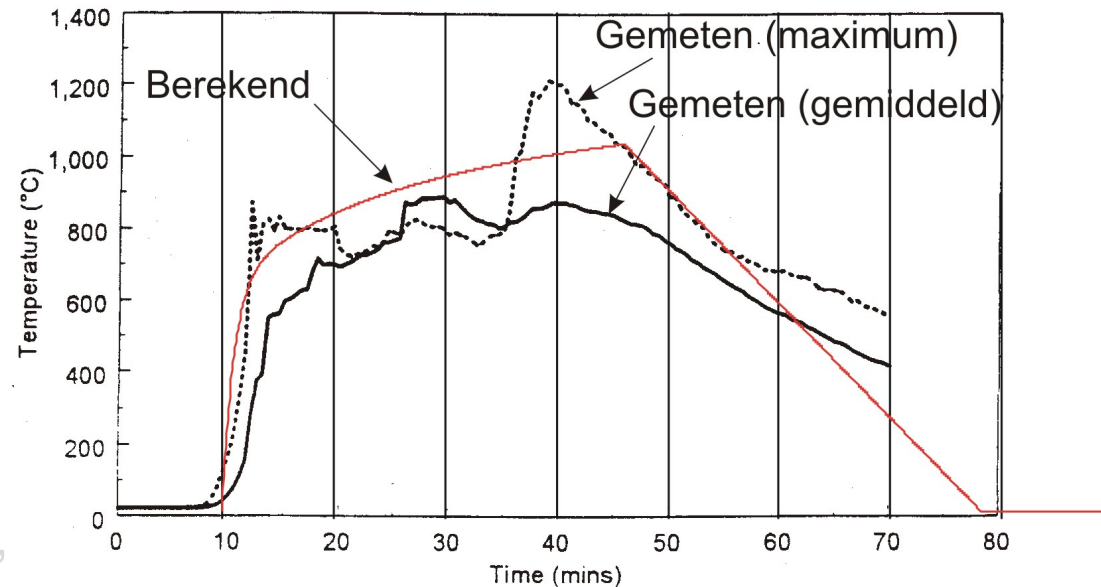
fase 1 'thermisch' (2009):
robuust systeem

fase 2 'mechanisch' (2014):
aanpassing aan EC (CC1-2-3)



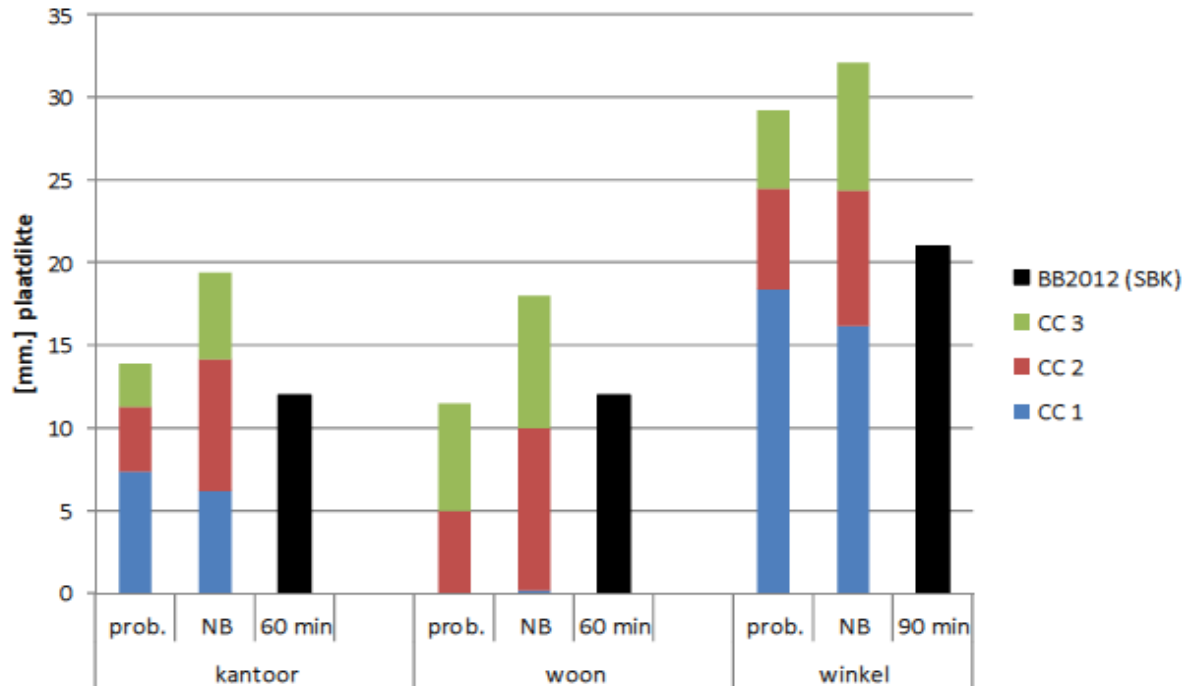
Brandveiligheid van constructies

Onderbouwing
Eurocodemethode: meerjarig
Europees
onderzoeksprogramma
Statistisch onderzoek
Validatie met proeven
NB met aansluiting op
Nederlands veiligheidsniveau,
aangetoond in project:
fase 1 'thermisch' (2009):
robuust systeem
fase 2 'mechanisch' (2014):
aanpassing aan EC (CC1-2-3)



Resultaten natuurlijke vs. standaard brand

Bekleding stalen kolom



Figuur 3. Bekledingsdikte van de stalen kolom in mm op basis van het natuurlijk brandconcept volgens de nationale bijlage (NB) en de probabilistische berekening (prob.) in vergelijking met de standaard brandkromme (BB2012 SBK) voor de drie casussen.

Natuurlijk brandconcept

- Nieuwe tekst NB nav projectresultaat NEN
- Bijlage E van informatief naar normatief (voor staal dat 'vrij kan uitzetten')
- Vervangen van δ_r (als functie van brandwerendheidseis) door p_{CC} (als functie van de gevolgklasse)
- $p_{CC} = 0,1$ (CC1), $p_{CC} = 1$ (CC2), $p_{CC} = 10$ (CC3)
- Aangepaste tekst E.0 Inleiding met toelichting en voorwaarden

Onderwerpen

- ✓ Introductie constructieve veiligheid met Eurocode
- ✓ Rekenen aan constructieve brandveiligheid met Eurocode
- ✓ Natuurlijk brandconcept

Casus

Conclusie

Casus Anna van Bueren, Den Haag

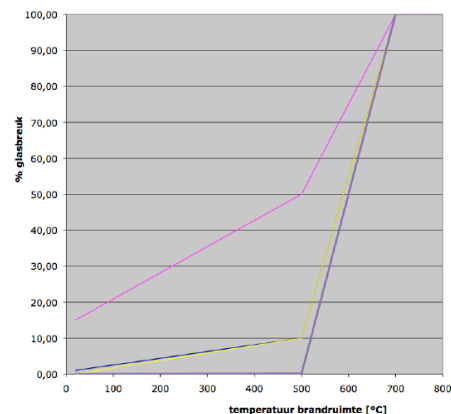
- ❑ Hoogte 'net geen' 70m; wonen (studenten) boven 4^e verdieping > FSE (natuurlijk brandconcept)
- ❑ Publieke functies tot 4^e verdieping (standaard brandberekeningen van kritieke staaltemperatuur $\theta_{a;cr}$; bekleding met brandwerende spuitmortel en plaat)
- ❑ Staalplaat-betonvloeren; geïntegreerde vloerliggers (SFB).
- ❑ Vierkante stalen buiskolommen in metal stud wanden



Casus Anna van Bueren, Den Haag

FSE van woonunits

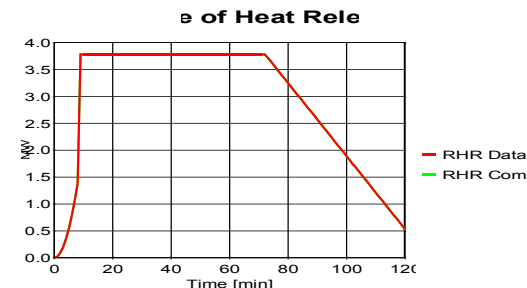
- 120 minuten brandwerendheid
- Sprinkler in rekening gebracht
- NEN-EN 1991-1-2 + NB (Ozone)
- Unit 8 x 3,5 m, h = 2,7 m
- Variatie van ventilatie (ventilatie-rooster, voordeur naar de unit, ramen h = 2,05/2,35 m) met verschillende scenario's van glasbreuk
- Gevoeligheidsanalyse
- Enkele liggers moesten overgedimensioneerd of bekleed



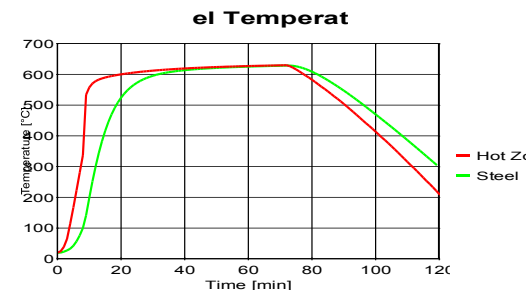
Casus Anna van Bueren, Den Haag

Maatgevende scenario D2:

- $h_{\text{gevel}} = 2,05 \text{ m}$; terrasdeur en gesloten deel 10% bij $500 \text{ }^\circ\text{C}$ tot 100 % bij $700 \text{ }^\circ\text{C}$;
- voordeur gesloten en ventilatierooster (3x0,05 m) open
- $\theta_{a;\text{max}} = 629 \text{ }^\circ\text{C}$ na 72'
- $\theta_{a;\text{cr}} = 600 \text{ }^\circ\text{C}$, $633 \text{ }^\circ\text{C}$ en $656 \text{ }^\circ\text{C}$ (SFB typen) en 644 en $654 \text{ }^\circ\text{C}$ (THQ typen)
- Kolommen:
 - onbeschermd: $\theta_{a;\text{max}} = 629 \text{ }^\circ\text{C} > \theta_{a;\text{cr};\text{min}} = 481 \text{ }^\circ\text{C}$
 - beschermd met 2x12,5 mm gips: $\theta_{a;\text{cr};\text{min}} = 428 \text{ }^\circ\text{C}$



s Name: AvBa berekening



s Name: AvBa berekening

Conclusie

- ❑ Projectgerichte benadering met natuurlijke branden is via Bouwbesluit en Eurocodes aangestuurd
- ❑ Voor hoogbouw hoger veiligheidsniveau: 10x (CC3)
- ❑ Methode leidt tot meer differentiatie in eisen (naar gebouwhoogte en gebruiksfuncties), dus geleidelijkere overgang in voorzieningen, dus minder gebouwen van 69 m
- ❑ Methode leidt tot meer 'maatwerk'
- ❑ Optimalere brandveiligheid (kostenefficiënter) geborgd
- ❑ Methode is ingewikkelder, bedoeld voor specialisten (aan beide zijden van de tafel): kennisopbouw!

Conclusie

- ❑ De enige mogelijkheid om écht grip te krijgen op risico's en daarop afgestemde efficiënte maatregelen te treffen, is de brand beter te beschrijven dan de standaard brand én meer het systeemgedrag te doorgronden dan het componentgedrag

Dank voor uw aandacht!

Veel informatie beschikbaar, o.a.:

BmS-boek Brand

www.brandveiligmetstaal.nl

