

FSE van constructies in praktisch perspectief

Ralph Hamerlinck



- Wat is FSE?
- Waarom FSE?
- Regelgeving / normen
- Methode in de Eurocode
- Conclusie



Fire Safety Engineering (FSE): wat? waarom?


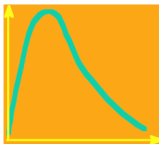

FSE is een breed veld van modellering van brandaspecten (rook, ontvluchting, temperatuur, constructiegedrag)

Voordelen:

- Meer inzicht in werkelijk gedrag
- Veiligheid te kwantificeren
- Meest effectieve maatregelen selecteren
- Minder geld voor gelijke veiligheid of meer veiligheid voor evenveel geld

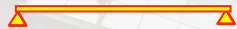
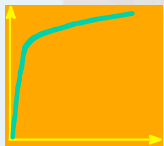
Nadelen: vergt kennis en inspanning

Wat is FSE?

	standaard brand	natuurlijke brand
		
component	 classificatie	FSE
stelsel	FSE	FSE

Waarom FSE?

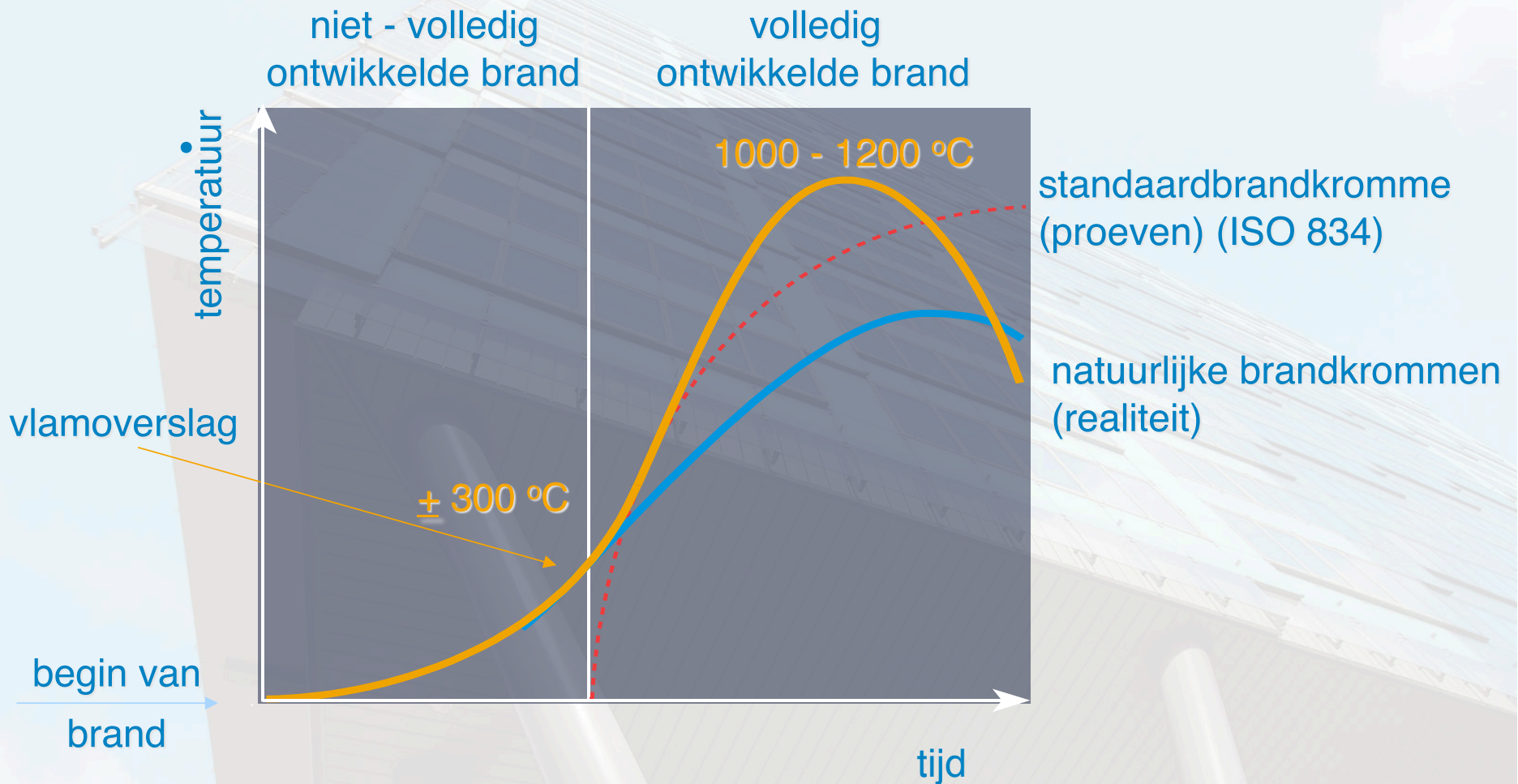
- Fire Safety Engineering (FSE)
 - Hoe doen we het nu?
 - Is dat niet goed?
 - Hoe kan het beter?



- Natuurlijke branden vs. standaard brand
- Gedrag van gehele constructies vs. onderdelen



Natuurlijke vs. Standaard brand

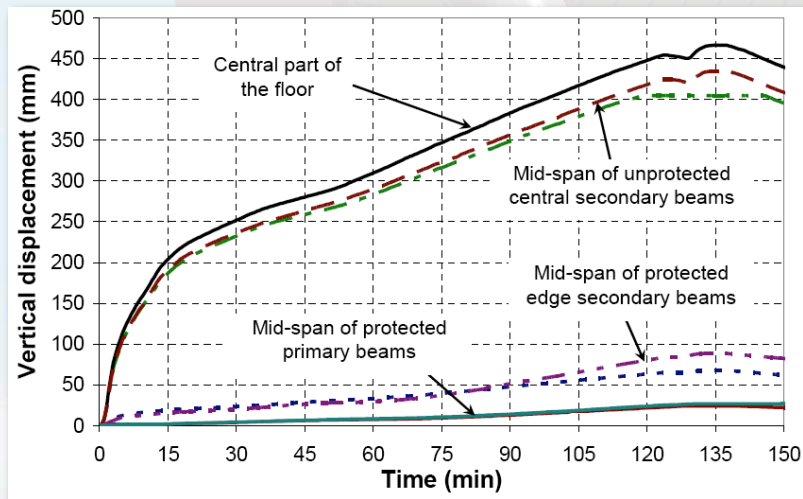
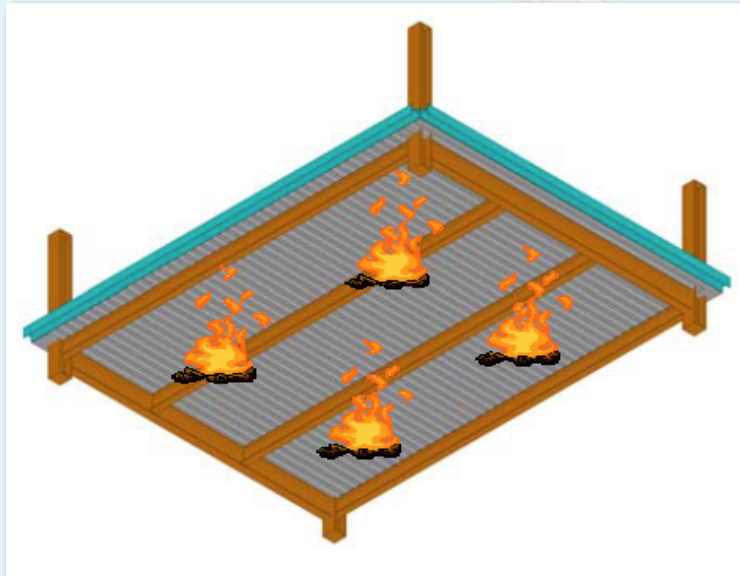


FSE Constructiegedrag

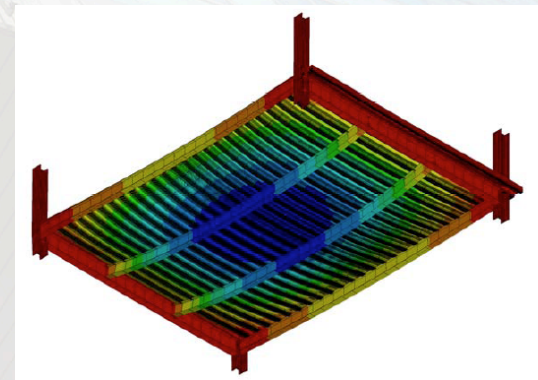


- Modelleren werkelijk gedrag constructie
- Aanleiding: brand in Broadgate
- Eigentijds 1 op 1 verdiepinggebouw in Zeppelinloods in Cardington (Engeland)
- Conclusie: constructie in samenhang veel sterker bij brand
- Liggers gaan aan vloer hangen!

FSE Constructiegedrag



- Proef jan'08 in Metz
- standaardbrandkromme
- 6,6 x 8,7 m vloerveld
- 2 liggers onbeschermd
- Staalplaat-betonvloer
- > 120 minuten brandwerend
- Ontwerptabellen en -software volgt
- 30-50% van bekleding kan vervallen!
- BmS 201



Regelgeving / normen

- Eurocodes vervangen Nederlandse normen (TGB) in 2010
- EN 1991-1-2: Belastingen op constructies bij brand; 1992-1-2 Beton; 1993-1-2 Staal, etc.
- Elk deel met Nederlandse vertaling en Nationale Bijlage
- Tot 2010 via gelijkwaardigheid (algemene statement van TNO / NEN / COB) met TGB's
- Volgende versie Bouwbesluit stuurt Eurocodes aan
- Brandwerendheidseisen blijven in Bouwbesluit

Brandwerendheid hoofddraagconstructie (art. 2.9 BB) u-bouw

- Onderscheid slaap- en niet-slaapgebouwen
- Invloed bovenste vloer verblijfsgebied



Wat is hoofddraagconstructie?

- NEN 6702:2007:
 - U-bouw (brandcompartiment over maximaal 3 bouwlagen): geen bezwijken buiten het brandcompartiment



Artikel BmS 189

Brandveiligheid

‘Hoofddraagconstructie bij brand’ in NEN 6702 nu duidelijk omschreven

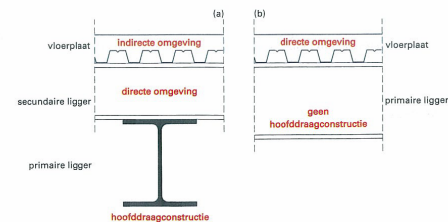
Het Bouwbesluit 2003 stelt eisen aan de brandwerendheid van de hoofdraagconstructie van gebouwen. Maar wat nu precies als hoofdraagconstructie moet worden beschouwd, was tot voor kort niet duidelijk omschreven. Dat leidde in de praktijk tot veel interpretatieverschillen en onnodige problemen. Wijzigingsblad A1 op NEN 6702 zorgde al voor verbetering, maar het nieuwe wijzigingsblad A2 biedt nu eindelijk de broodnodige duidelijkheid. Hierdoor zal het aantal discussies tussen enerzijds ontwerpers en indieners van bouwaanvragen en anderzijds de toetsers naar verwachting sterk afnemen.

Het Bouwbesluit 2003 verwijst voor de definitie van het begrip ‘hoofddraagconstructie’ naar NEN 6702, versie 2001. In deze versie én de vorige versie uit 1991 (gewijzigd in 1997) werd hoofddraagconstructie gedefinieerd als “een deel van de bouwconstructie waarvan het bezwijken leidt tot het bezwijken van constructieonderdelen die niet in de directe nabijheid van het bezwijken onderdeel zijn gelegen”. De strikte uitleg hiervan (naar de letter, in plaats van naar de geest) leidde er in de praktijk toe dat veel meer tot de hoofddraagconstructie werd gerekend dan de bedoeling was van de normcommissie én van de wetgever.

Een voorbeeld van een staalplaat-betonvloer met primaire en secundaire liggers maakt een en ander duidelijk (afb. 1). In de (foutieve) strikte uitleg ligt de secundaire ligger in dwarsdoorsnede (a) in de directe omgeving van de primaire ligger en de vloerplaat zelf (de geprofileerde staalplaat met beton) niet (tussen de vloerplaat en de primaire ligger zit immers

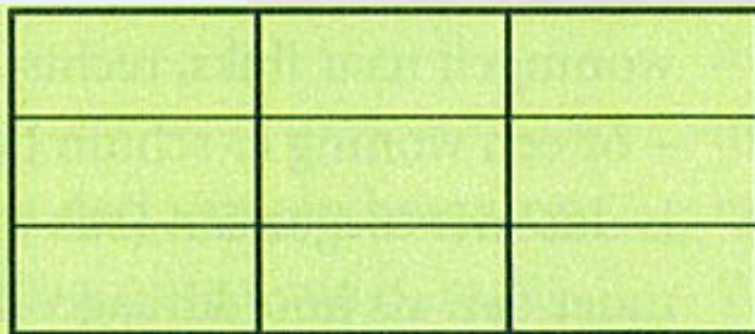
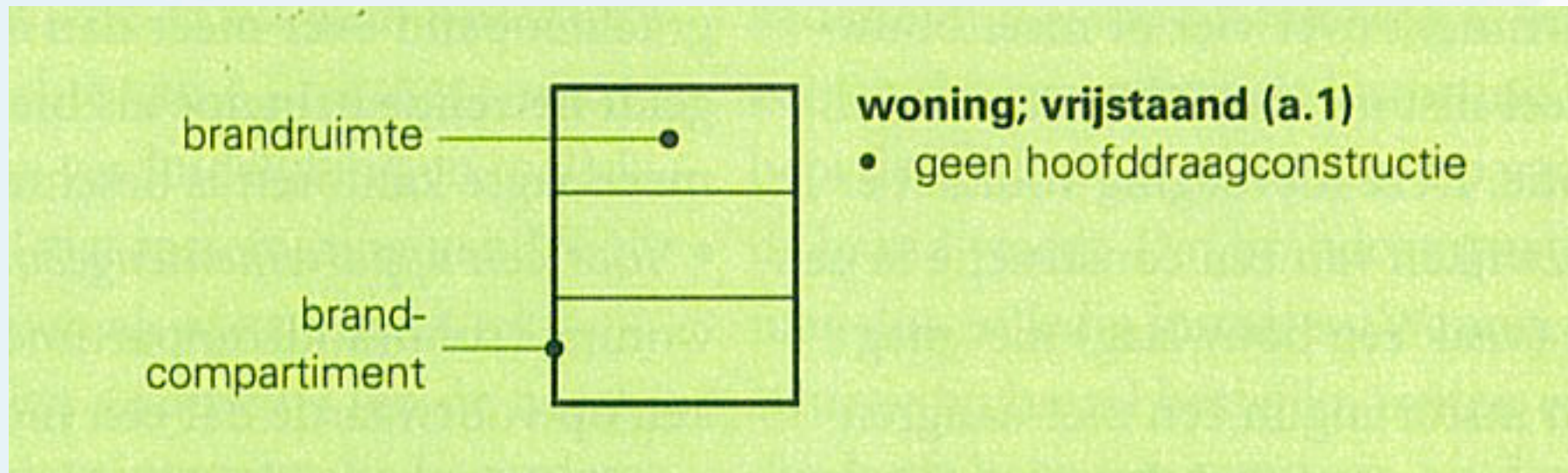
nog een secundaire ligger!). Met deze uitleg rekenden sommige constructeurs de primaire ligger van een staalplaat-betonvloer tot de hoofddraagconstructie, omdat bij bezwijken hiervan niet alleen de secundaire ligger in de directe nabijheid, maar ook de (niet in de directe nabijheid gelegen) vloerplaat zou bezwijken. Een staalplaat-betonvloer met uitsluitend primaire liggers (dwarsdoorsnede (b)) heeft in de nog steeds foutieve strikte uitleg dan geen hoofddraagconstructie, terwijl de brandwerendheid van beide varianten uiteraard aan dezelfde eisen moet voldoen. Het is ook nooit de bedoeling geweest van de normcommissie én van de wetgever om hoofddraagconstructie zo ‘eng’ te interpreteren. In art. 9.2 van NEN 6702 staat daarom: “Bij de beoordeling van onderdelen van de hoofddraagconstructie die bij bezwijken aanleiding geven tot voortschrijdende instorting, ...” Het gaat om het voorkomen dat het gebouw instort; het zogenaamde kaartenhuseffect.

dr.ir. A.F. Hamerlinck
dr.ir. N.P.M. Scholten
Ralph Hamerlinck is senior adviseur bij Bouwen met Staal en zelfstandig brandadviseur bij Adviesbureau Hamerlinck. Nico Scholten is senior expert van de Stichting Expertisecentrum Regelgeving Bouw. Beiden zijn lid van normsubcommissie 351.001.01 (TGB Basisnormen en Belastingen) van NEN.



1. Strikte, maar foutieve uitleg van het begrip ‘hoofddraagconstructie bij brand’ bij een staalplaat-betonvloer.

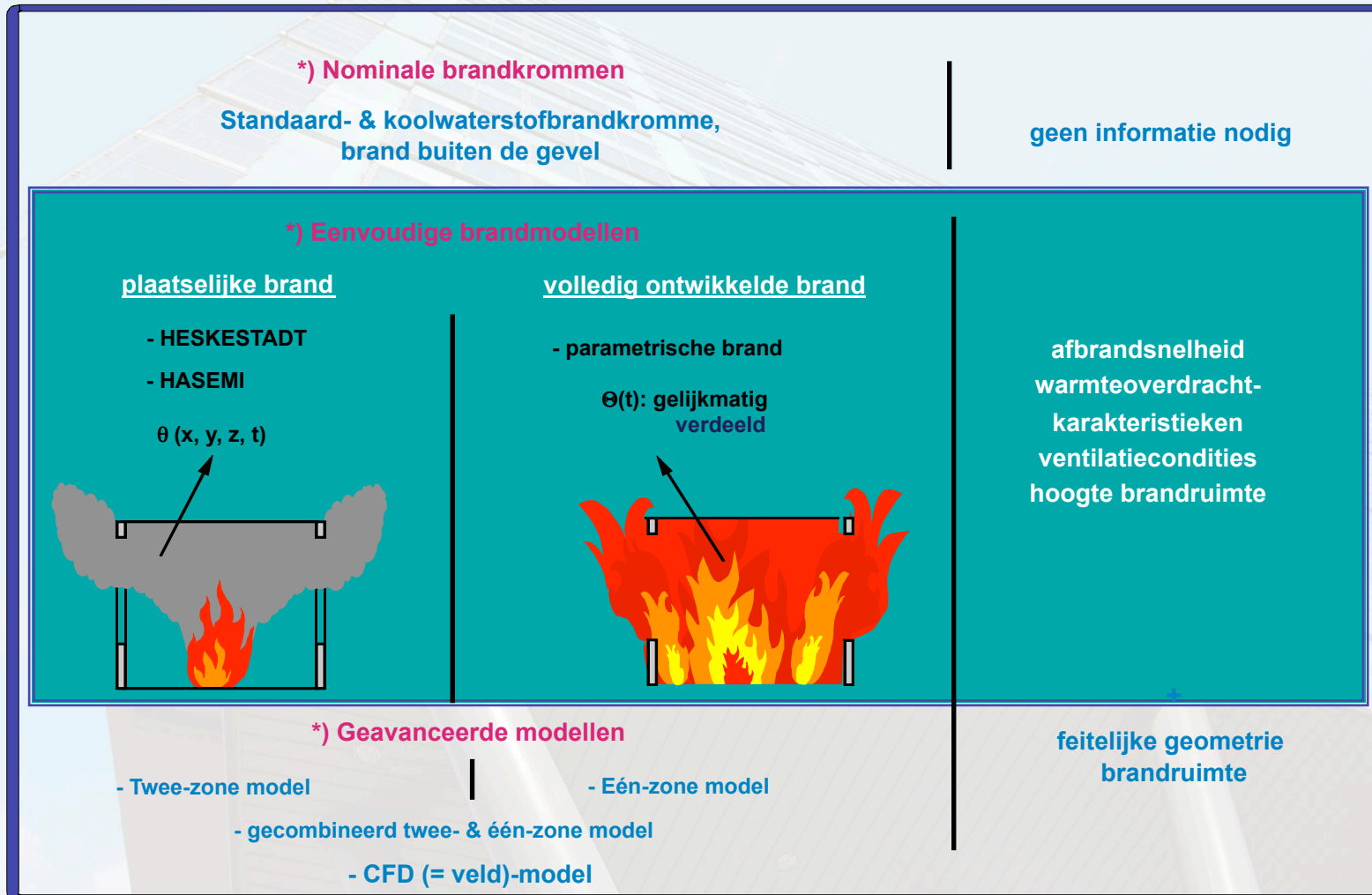
Wat is hoofddraagconstructie?



woning; rijtje (a.1)

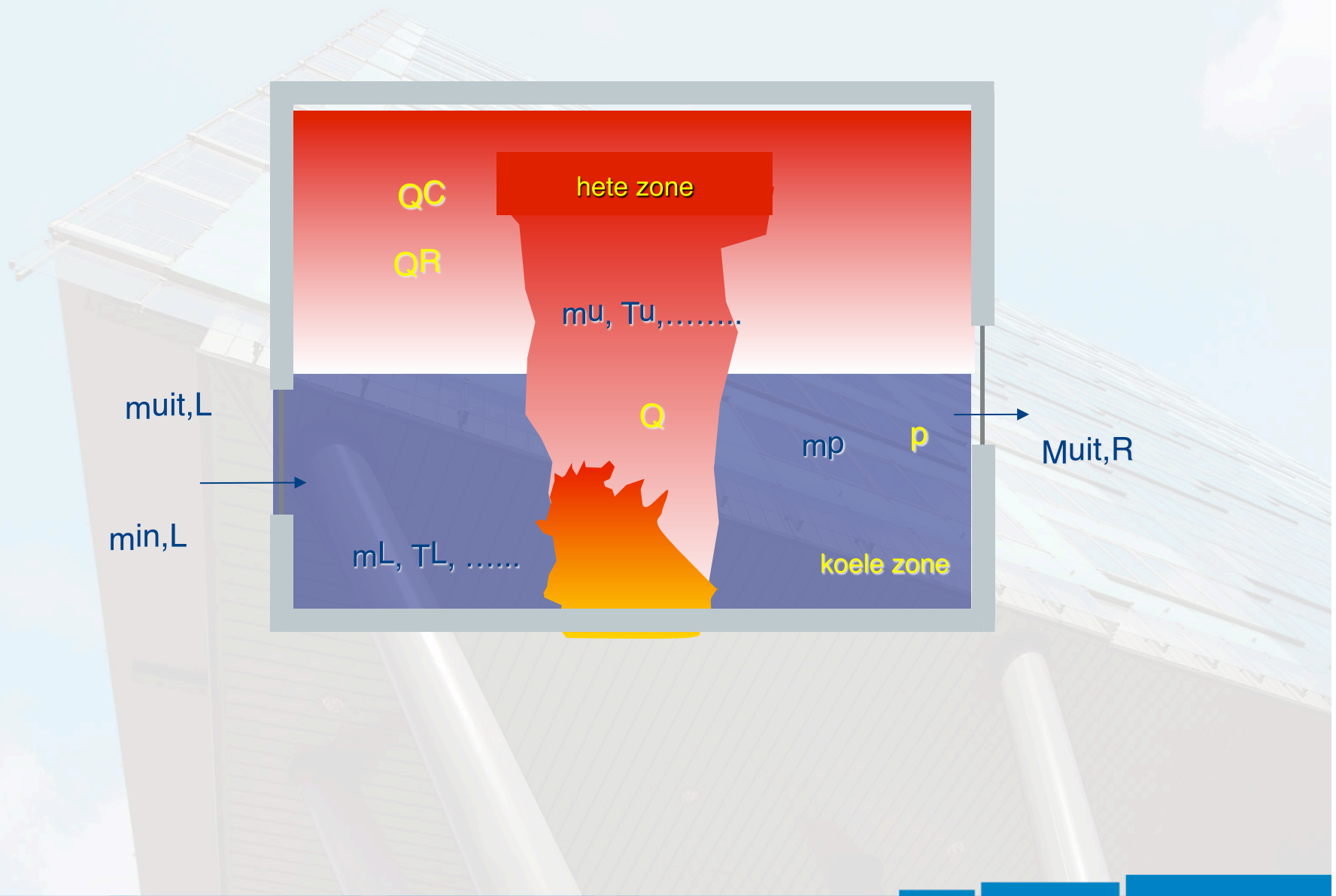
- geen hoofddraagconstructie, mits door bezwijken woning geen bezwijken andere woningen

- Naast eisen aan hoofddraagconstructie ook eisen aan draagconstructie:
 - onbruikbaar worden rookvrije vluchtroute: 30 minuten (art. 2.9)
 - brandoverslag naar andere gebouwen: 30 minuten
 - compartimentering binnen gebouw: 60 (30 als $h_{\text{vloer}} < 5 \text{ m}$)



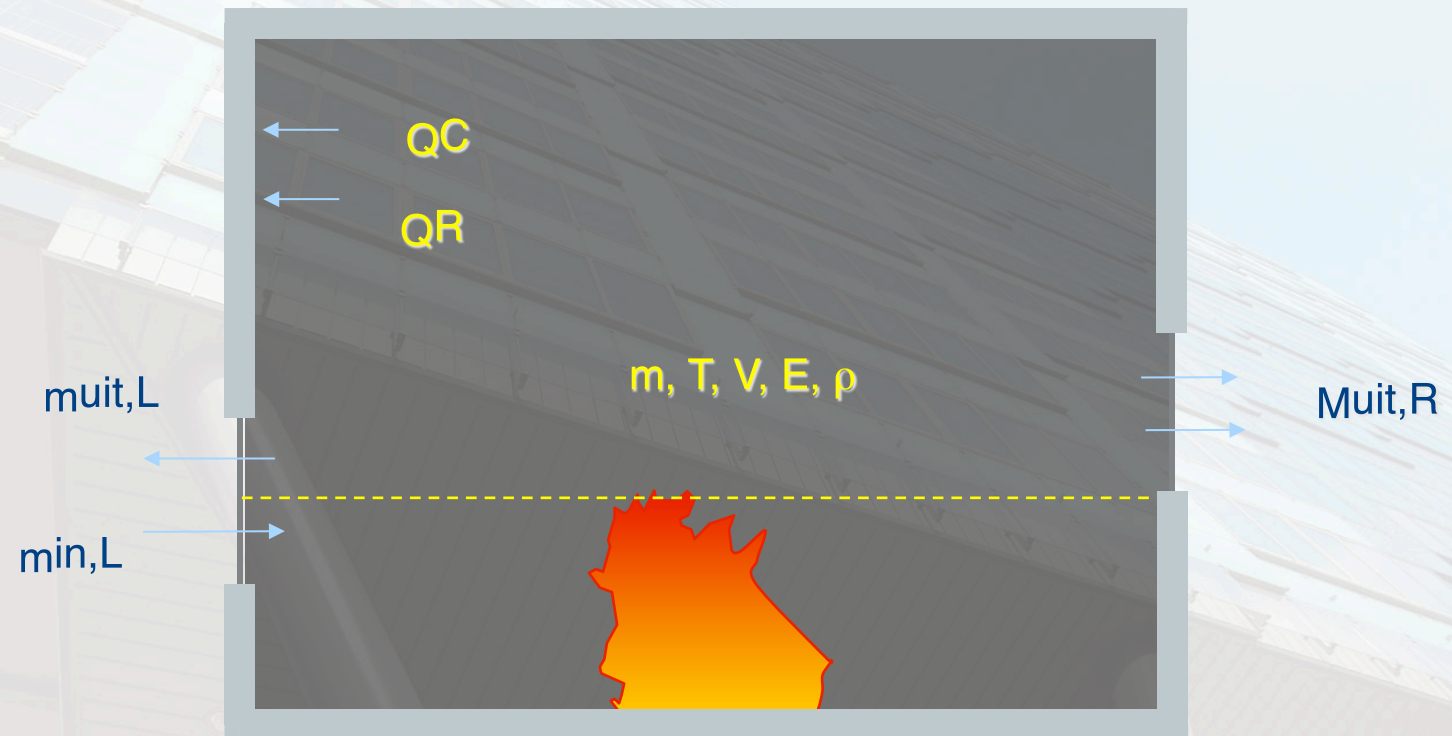
Methode: twee-zone model

-

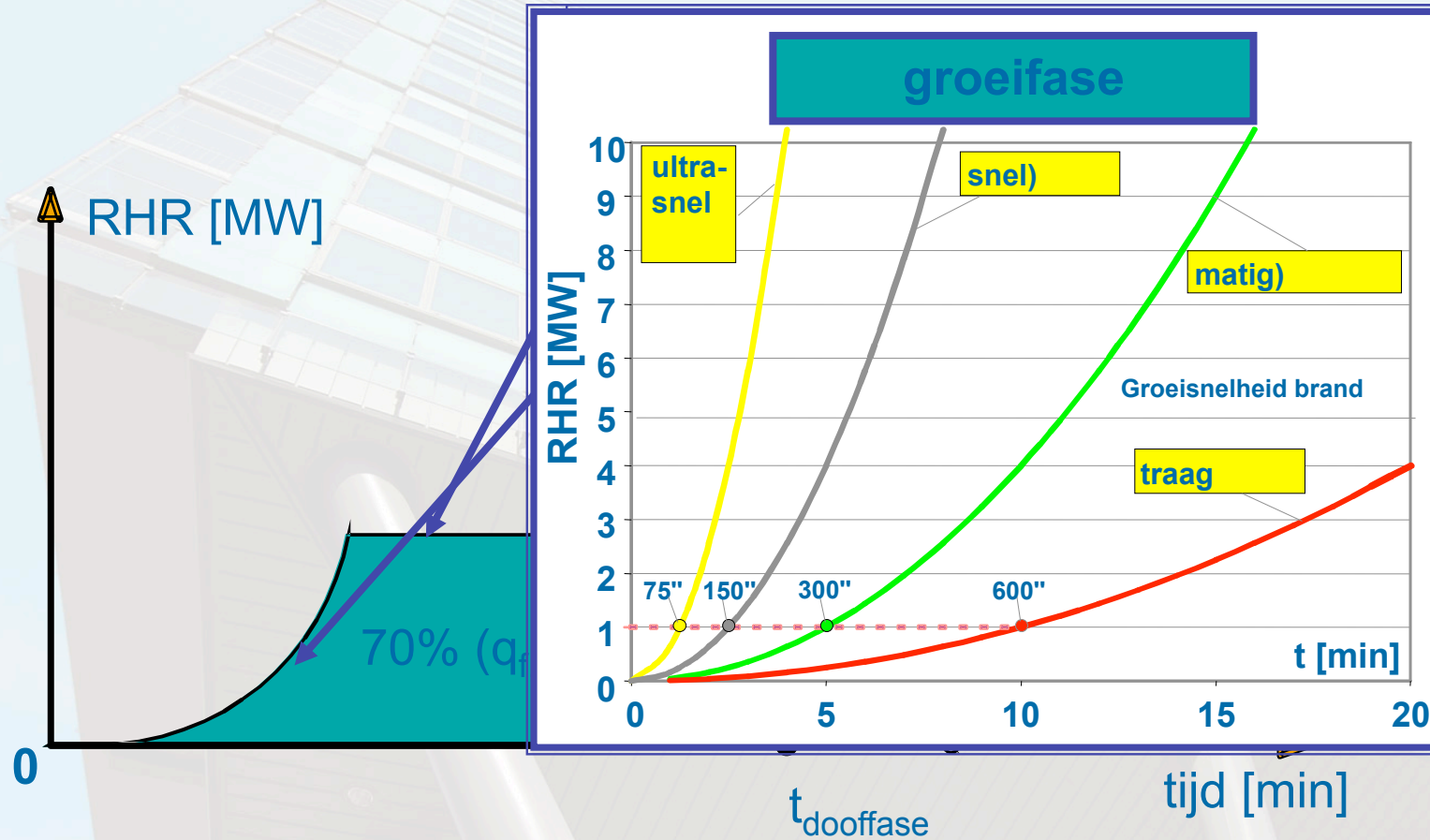


Methode: één-zone model

-



Natuurlijke brand: de verschillende fasen



NB: Rate of Heat Release (RHR): afbrandsnelheid of brandvermogensdichtheid

Natuurlijke brand (Eurocodes)

- Veiligheidsbenadering
- Gebaseerd op principe van partiële veiligheidsfactoren (zoals gebruikelijk bij constructies)
- Effect van actieve brandveiligheidsmaatregelen wordt in rekening gebracht
- → Rekenwaarde voor de vuurbelasting & brandvermogen

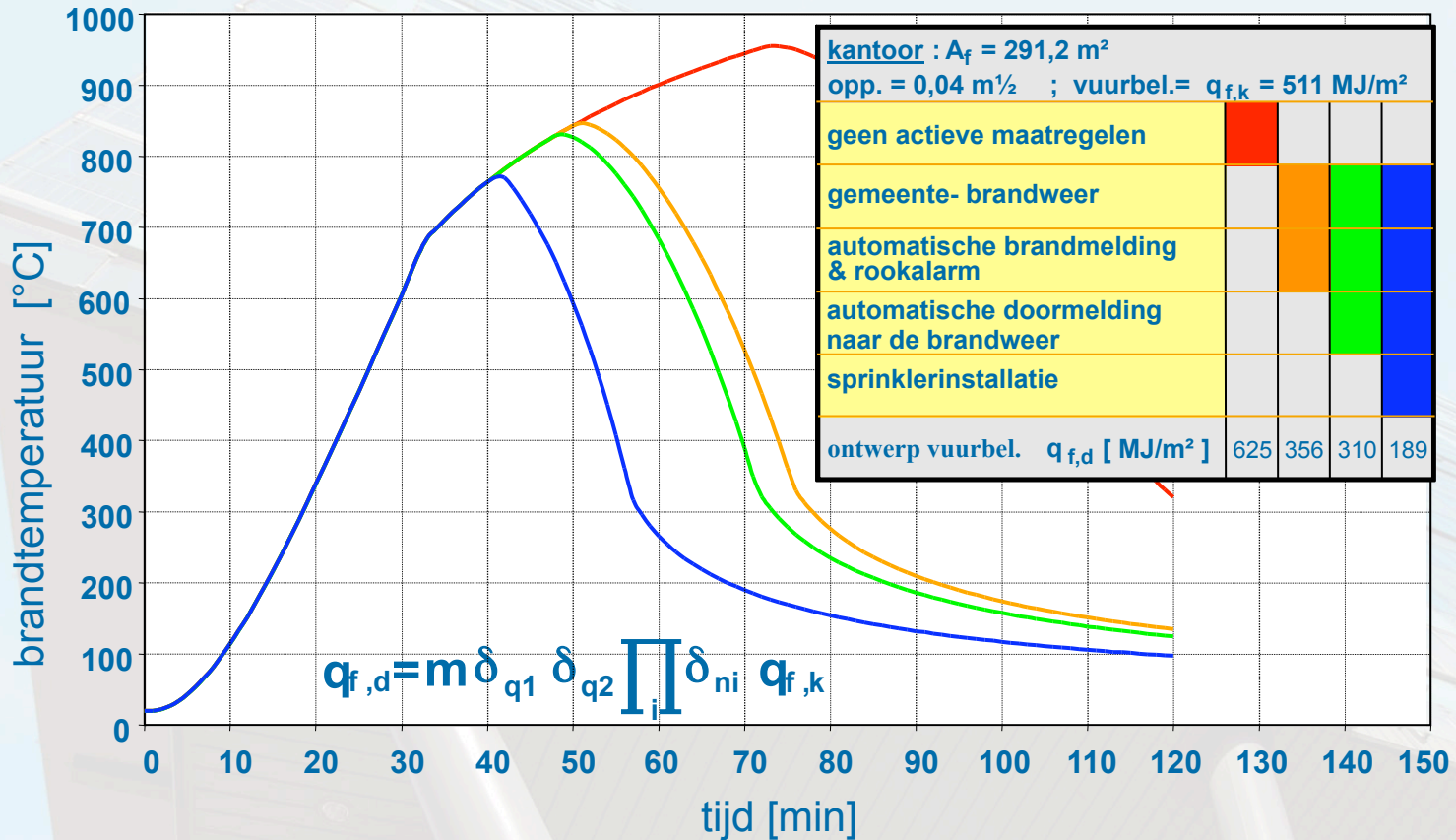
Natuurlijke brand in Eurocodes met vuurbelasting

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, vuurwerkfabriek

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

automatische blussing		automatische melding		handmatige blussing					
automatisch water-blussysteem	onafhankelijke water-toevoer	automatische melding & alarm	automatische doormelding naar de brandweer	bedrijfs-brandweer	gemeente-brandweer	veilige toegang	brandblusmiddelen	rookafvoer	
n1	0 1 2 n2	door hitte n3	door rook n4	n5	n6	n7	n8	n9	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	

Effect actieve brandveiligheidsmaatregelen



Uitwerking voor NL praktijk wijkt iets af; volgt na praktijkvb.

Dank voor uw aandacht



FSE van constructies in úw praktijk

Ralph Hamerlinck

bouwen met
staal

VEELZIJDIG • FLEXIBEL • DUURZAAM

www.bouwenmetstaal.nl

- Behandeld: Methode in de Eurocode
- NL Praktijk (Nationale Bijlage)
 - Waarom anders?
 - Verschillen
 - Stappenplan met Ozone
 - Demo kantoor
- Praktijkvoorbeelden
 - Hal Stabilo
 - Parkeergarage Nieuwegein
- Conclusie

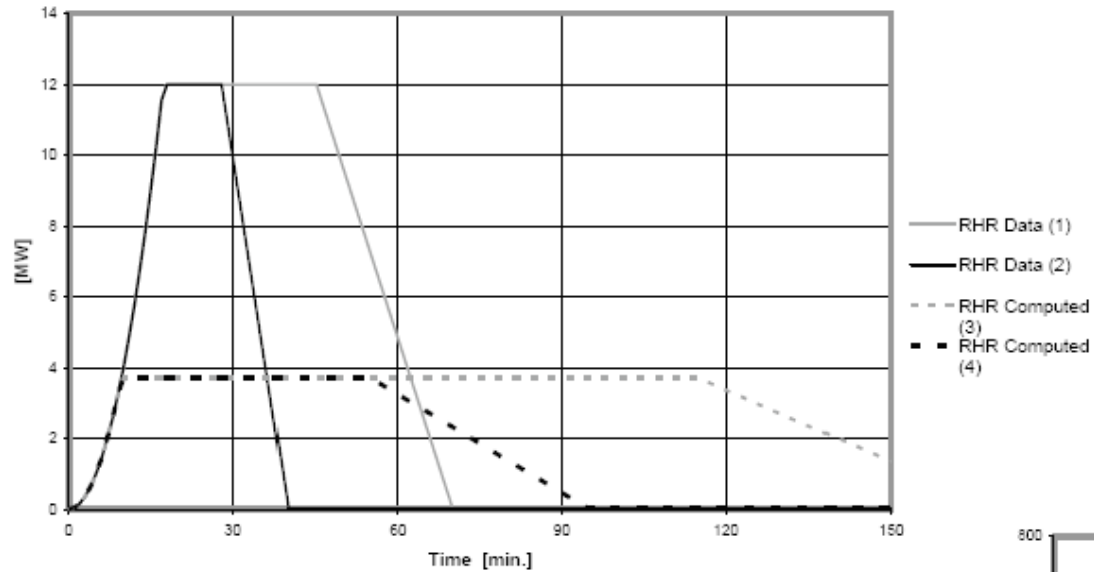


Waarom NB (NL) anders?

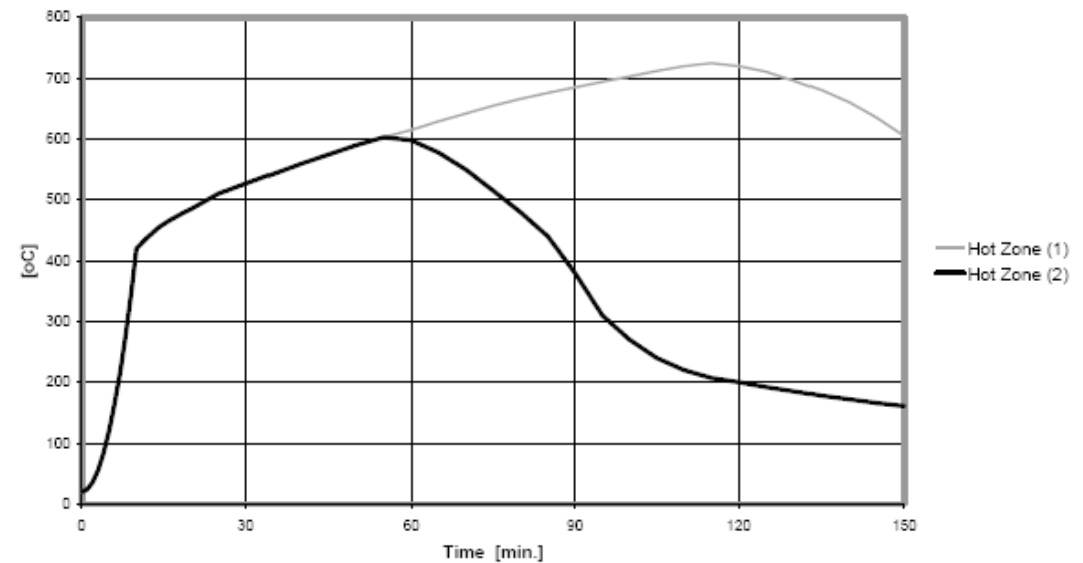
- Resultaat beoordeling afhankelijk maken van Nederlandse eisen: 30, 60, 90, 120 minuten
- Link met gebruiksfuncties
- Risicobenadering op het brandvermogen in plaats van op de vuurbelasting
- Zuiverdere benadering bij combinatie van maatregelen

EN: veiligheidsfactor op vuurbelasting

Rate of Heat Release

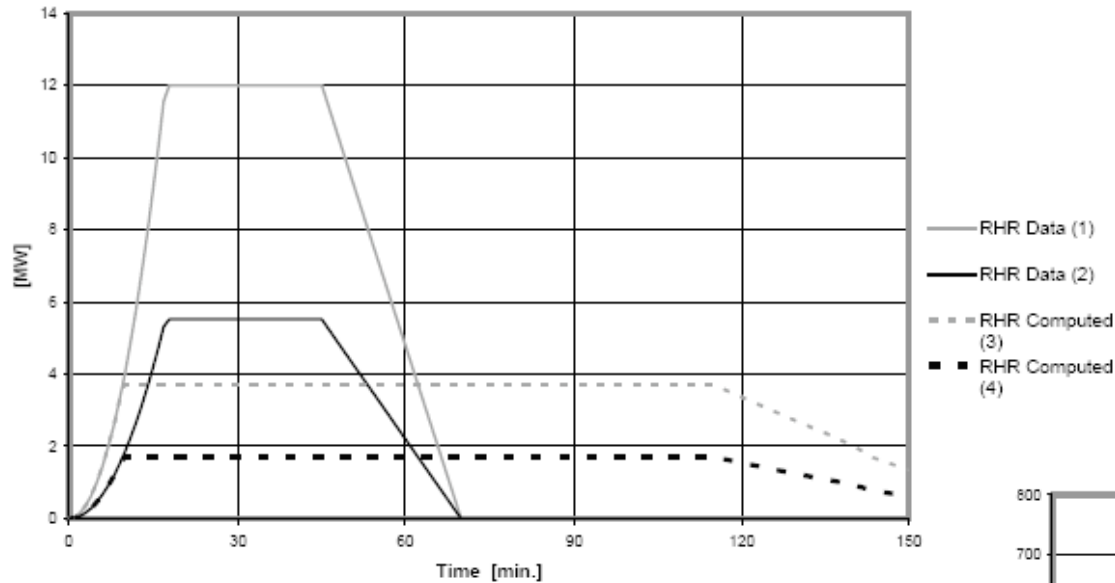


Gas Temperature



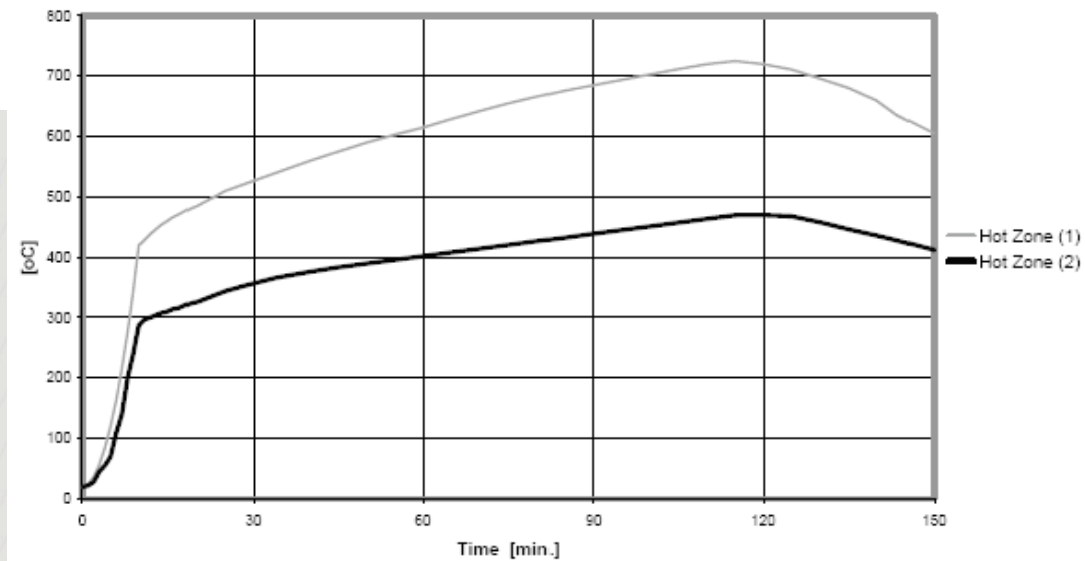
NB: veiligheidsfactor op brandvermogen

Rate of Heat Release



effect sprinkler

Gas Temperature



NB: Wijzigingen tov EN

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

- Rekenwaarde voor de vuurbelasting & brandvermogen

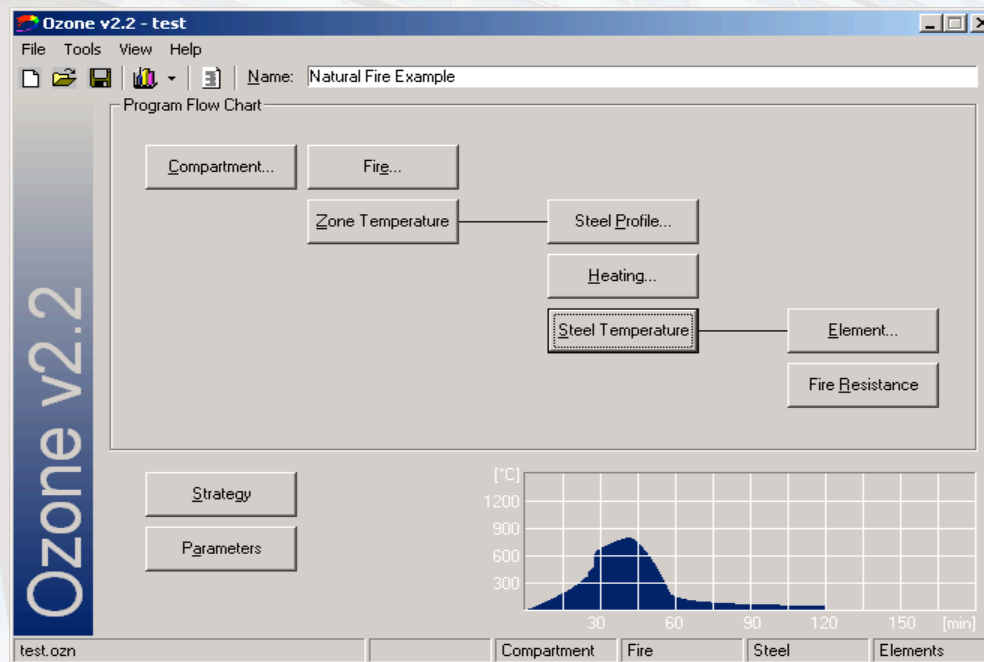
$$q_{f,r} = \delta_{qf} \cdot m \cdot q_{f,k} \cdot \delta_r$$

$$RHR_{f,r}(t) = RHR_{f,d}(t) \cdot \delta_{qf}$$

- correctiefactor δ_r afhankelijk van de brandwerendheidseis: 1,0 bij 60', 1,5 bij 90', 2,0 bij 120' en 0,3 bij 30' (nadere studie om dit in volgende NB anders te regelen)
- Globale risicofactor δ_{qf} op basis van partiële kansen p_1 , p_2 en p_{ni} , overeenkomstig de partiële risicofactoren δ_{q1} , δ_{q2} en δ_{ni} uit EN

Twee-zone computermodel 'OZone V2.5'

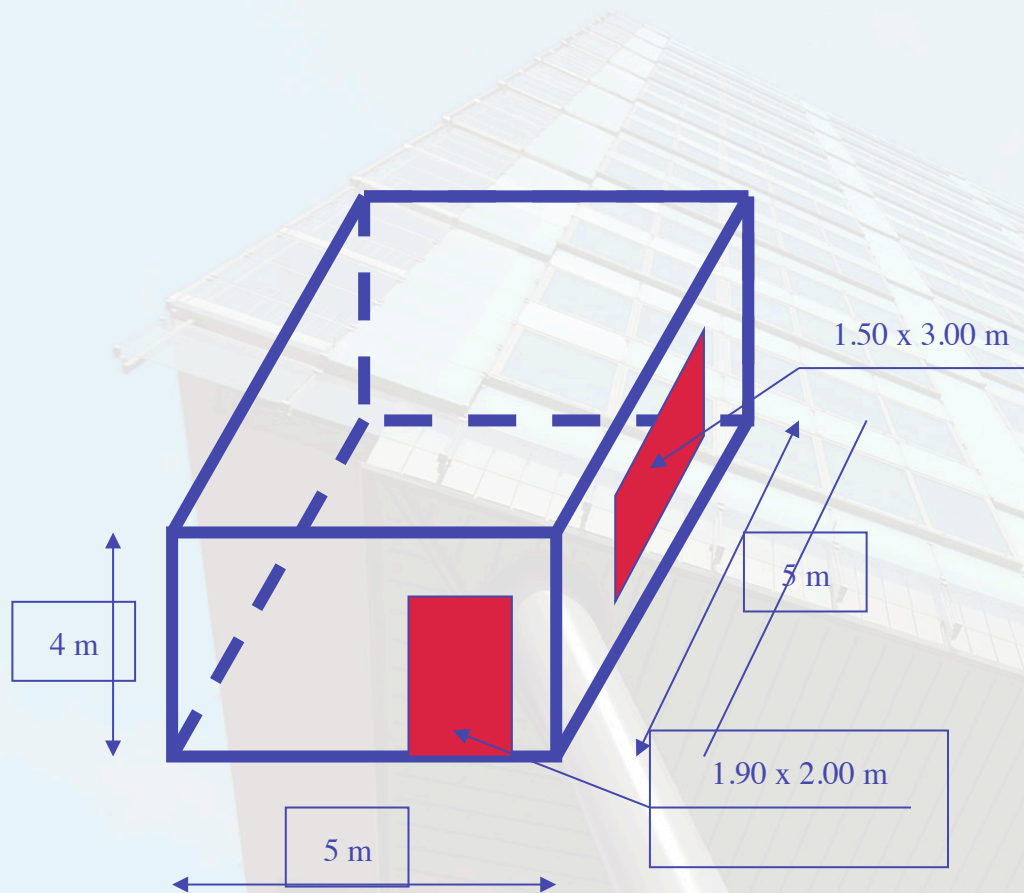
- Download van www.arcelormittal.com/sections onder 'download center' (online registratie met per direct login per e-mail)
- Omwerken Ozone databestand met Scilab-script. Scilab te downloaden van www.scilab.org . Scilab-script te downloaden van www.brandveiligmetstaal.nl



NEN-EN+NB berekening met 'OZone V2.5'

1. Bepaal risicofactor δ_{qf} en correctiefactor δ_r (tabel E.1 en E.2)
2. Maak basisberekening Ozone met
 - Vuurbelasting volgens gebruiksfunctie x correctiefactor δ_r
 - Alle risicofactor op 1
 - Uitvoer data naar bestand op 60 sec (Scherm 'parameters')
3. Voer Scilab-script uit met de risicofactor δ_{qf} (stap 1)
4. Maak berekening Ozone met output uit stap 3

Demonstratie OZONE



Kenmerken:

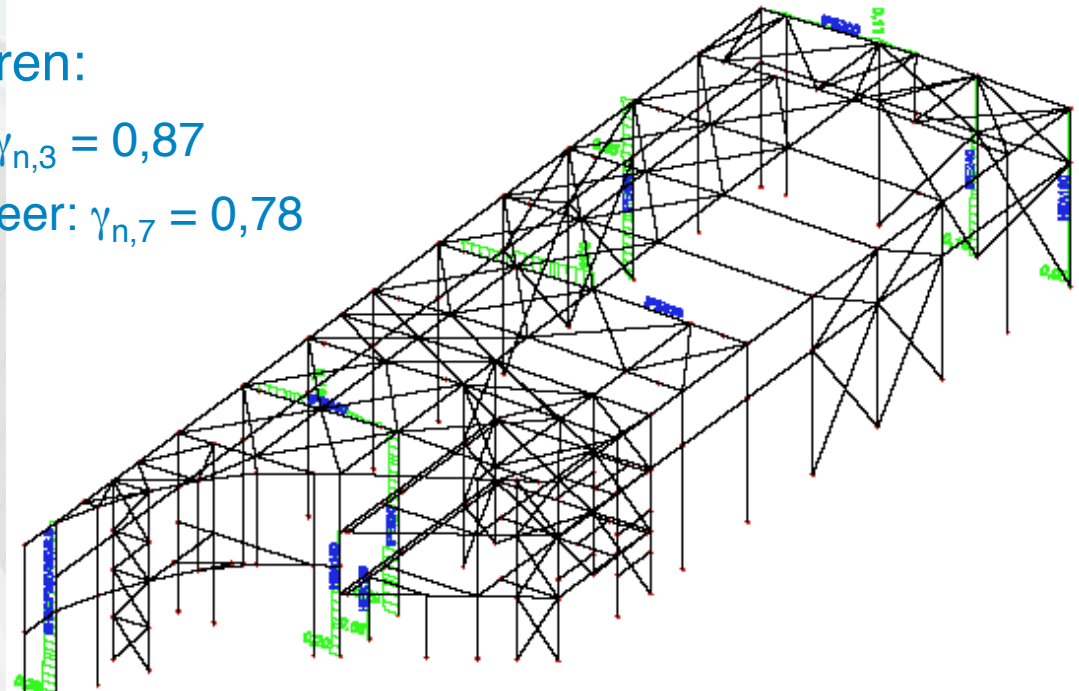
- 1, 2 zone brandmodel
- response staal (EC3-1.2)
- flexibel
- gebruikersvriendelijk
- extra stap door NB-aanpassing
- Voorbeeld kantoor
- [NFSC Ozone\NB.ozn](#)

Praktijkvoorbeeld Ozone: Hal Stabilo

- Hal met brandwerendheidseis van 30 minuten ivm 'gevel op de perceelsgrens'
- 54x30 m; 10 m hoog
- In dak 90 m² daklichten (polycarbonaat), aanname: opening ontstaat lineair tussen 150 en 200 °C
- 1 kopgevel met 2 overheaddeuren 4 x 4,5 m
- 1 langsgevel met 2 loopdeuren 1 x 2,3 m
- Vloer 15 cm beton; dak 0,75 mm staal, 100 mm steenwol, 1,2 mm kunststof
- 2 wanden met 140 mm beton; 2 met 130 mm steenwol sandwichpaneel (tussen 2x 0,75 mm staalplaat)

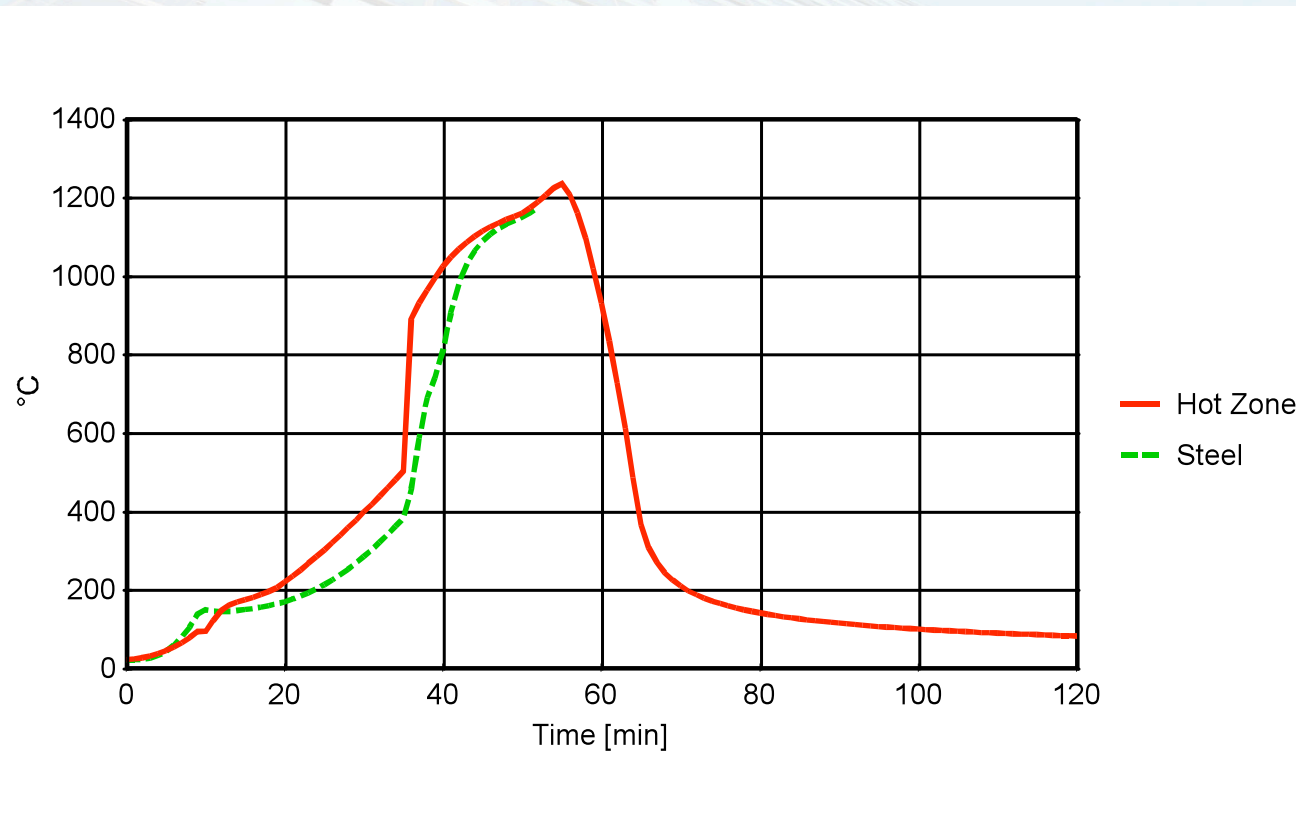
Praktijkvoorbeeld Ozone: Hal Stabilo

- Opslag en opbouw van tentoonstellingsmateriaal
- Vuurbelasting bepaald op 760 MJ/m²
- Veilige aannamen:
 - uitbreidingsnelheid 'snel': $t_{\alpha} = 150$ s.
 - Brandvermogensdichtheid: 500 MJ/m²
- Partiële veiligheidsfactoren:
 - Brandalarminstallatie: $\gamma_{n,3} = 0,87$
 - Gemeentelijke brandweer: $\gamma_{n,7} = 0,78$



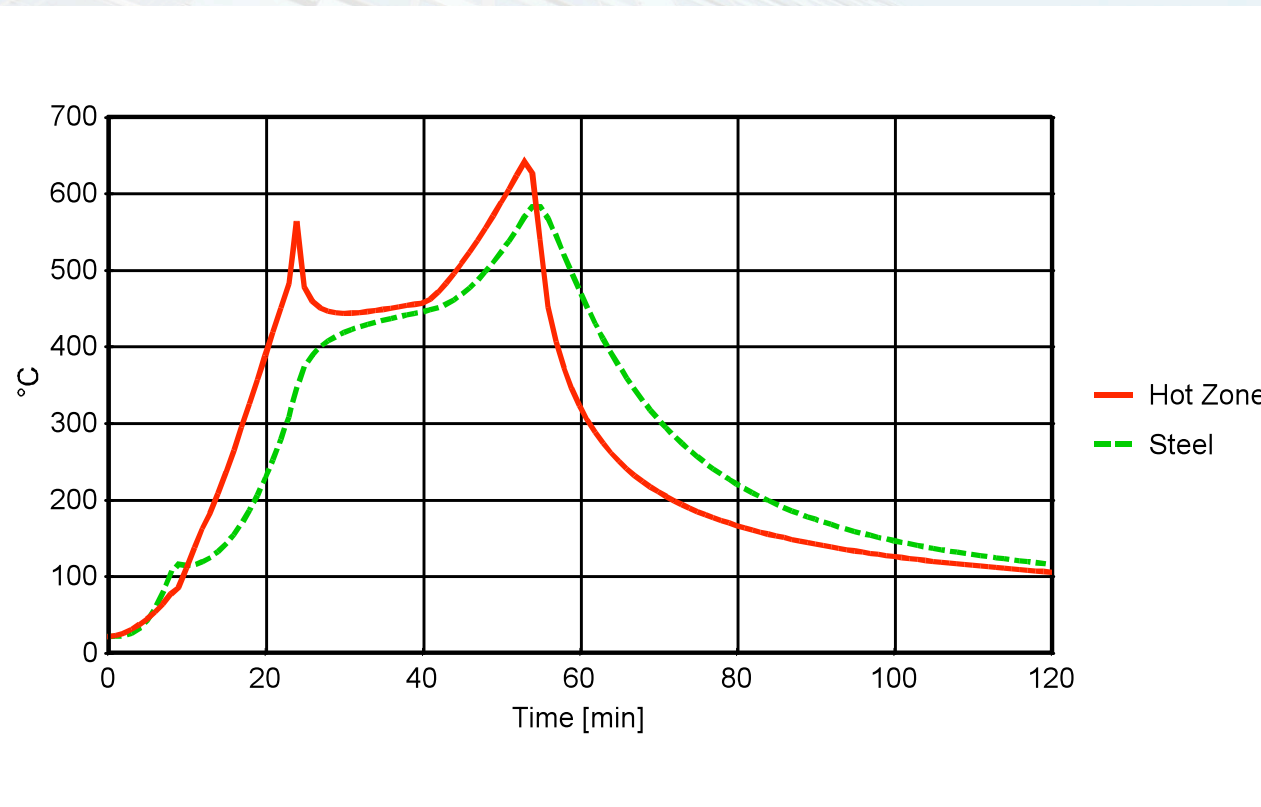
Praktijkvoorbeeld Ozone: Hal Stabilo

- Scenario 1 met alle deuren open / IPE 300 liggers:
 $\theta_{30} = 283 \text{ °C} < \theta_{cr} = 505 \text{ °C}$



Praktijkvoorbeeld Ozone: Hal Stabilo

- Scenario 2 met alle deuren dicht / IPE 300 liggers:
 $\theta_{30} = 337 \text{ °C} < \theta_{cr} = 505 \text{ °C}$



Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

verkeersnet.nl
de grootste verkeerssite van nederland

Home

Vacatures

Adviseurs

Adverteren

Info

Eerste parkeergarage gededemonteerd en elders weer opgebouwd

22 juni 2009 | Parkeren | totaal 519 keer bekeken, 2 keer vandaag | Stuur door | Print



De tijdelijke parkeergarage Balast Nedam is ook permanent in te zetten.

De parkeergarage die in 2007 is gebouwd in Nieuwegein bij het St. Antonius Ziekenhuis (520 auto's) is buiten gebruik gesteld omdat een nieuwe garage in gebruik is genomen. De parkeergarage is nu ingezet om de tijdelijke parkeerproblemen op een ontwikkellocatie in Eindhoven op te vangen. Het is de eerste garage in Nederland die wordt hergebruikt.

Dit zegt Jaap Schreiber van Ballast Nedam in het tijdschrift Vexpansie. Het parkeerconcept Modu-Park dat hier is gebruikt, is door Ballast Nedam samen met Grontmij Parkconsult ontwikkeld.

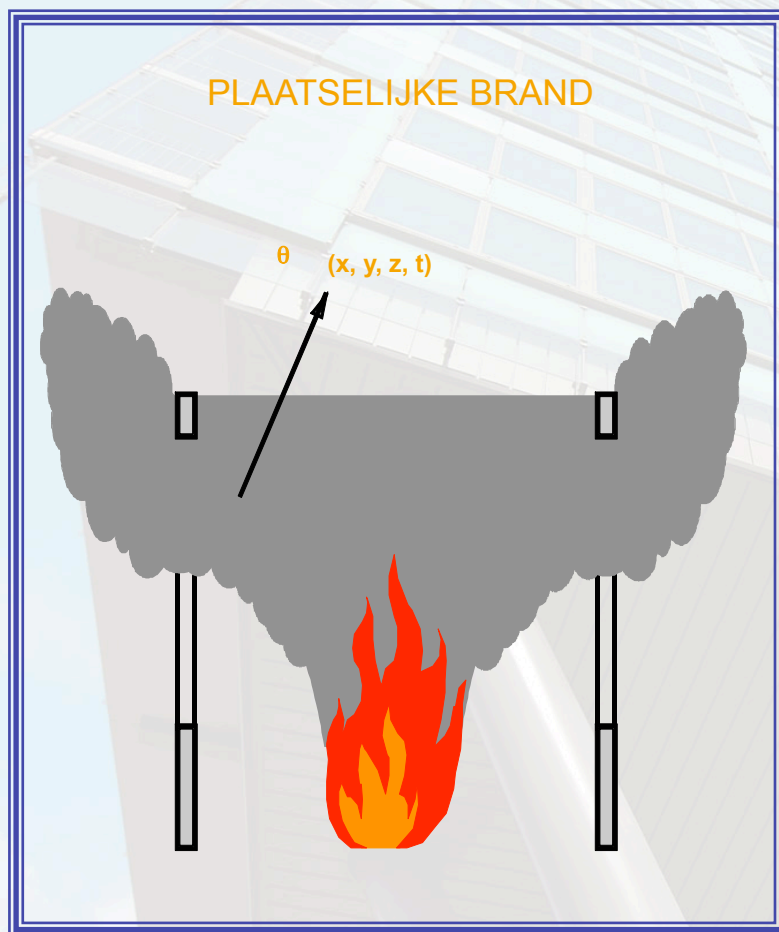
De garage wordt opgebouwd met een eenvoudig koppelingssysteem van stalen verticale frames en horizontale betonnen platen. De stalen frames worden ingevuld met TT-liggers van prefab beton met een vrije overspanning van 16 meter. Dat zijn ideale standaardmaten voor het verkeerssysteem van 5 plus 6 plus 5-meter, namelijk twee keer vijf meter om te parkeren en zes meter om heen en weer te rijden.

De modulaire parkeergarage is zowel te huur als te koop. Zo heeft het Sint Antonius Ziekenhuis in Nieuwegein de garage gekocht met terugkoopgarantie. De huurop optie is vooral interessant voor ondernemers die tijdens het gebruik van de parkeergarage geldelijke inkomsten hebben. Hun cashflowprobleem wordt gereduceerd.

De tijdelijke garages worden soms ook permanent ingezet. Het is een stuk goedkoper, aldus Schreiber. Een conventionele parkeerfaciliteit kost al snel € 10.000 per plek. Met een tijdelijke parkeergarage zijn de kosten tot circa € 6.000 per parkeerplek te beperken.



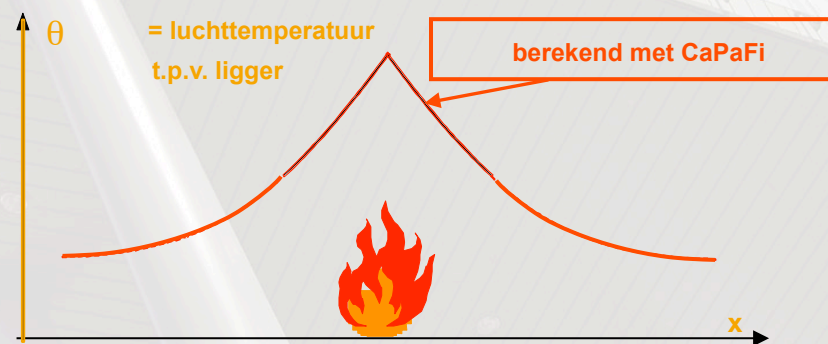
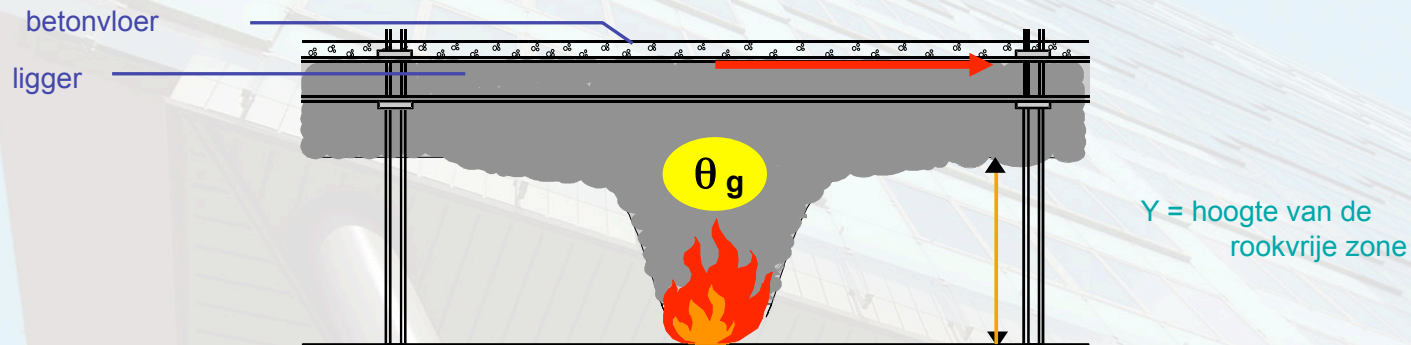
Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein



Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

Model plaatselijke brand
Methode van HASEMI

EN 1991-1-2, bijlage C:
Vlam bereikt het plafond ($L_f > H$)



Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

- Aanpak open Parkeergarage (1)
 - Europees onderzoek: hoeveelheid brandbaar materiaal in een auto (1)

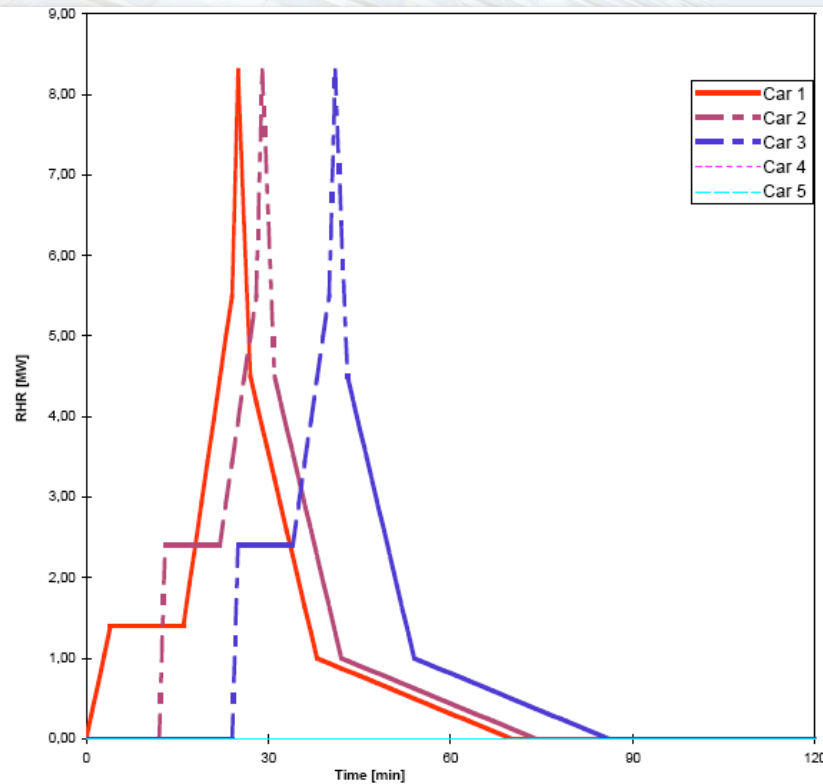


Type	Voorbeeld Opel	Gewicht auto	Massaverlies na brand	Vuurlast
1	Corsa	850 kg	200 kg	6000 MJ
2	Astra	1000 kg	250 kg	7500 MJ
3	Vectra	1250 kg	320 kg	9500 MJ
4	Omega	1400 kg	400 kg	12000 MJ
5	Frontera	1400 kg	400 kg	12000 MJ

Tabel 1 Verbrandingswaarden van moderne Europese auto's

Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

- Aanpak open Parkeergarage (2)
 - Brandvermogens 3 auto's

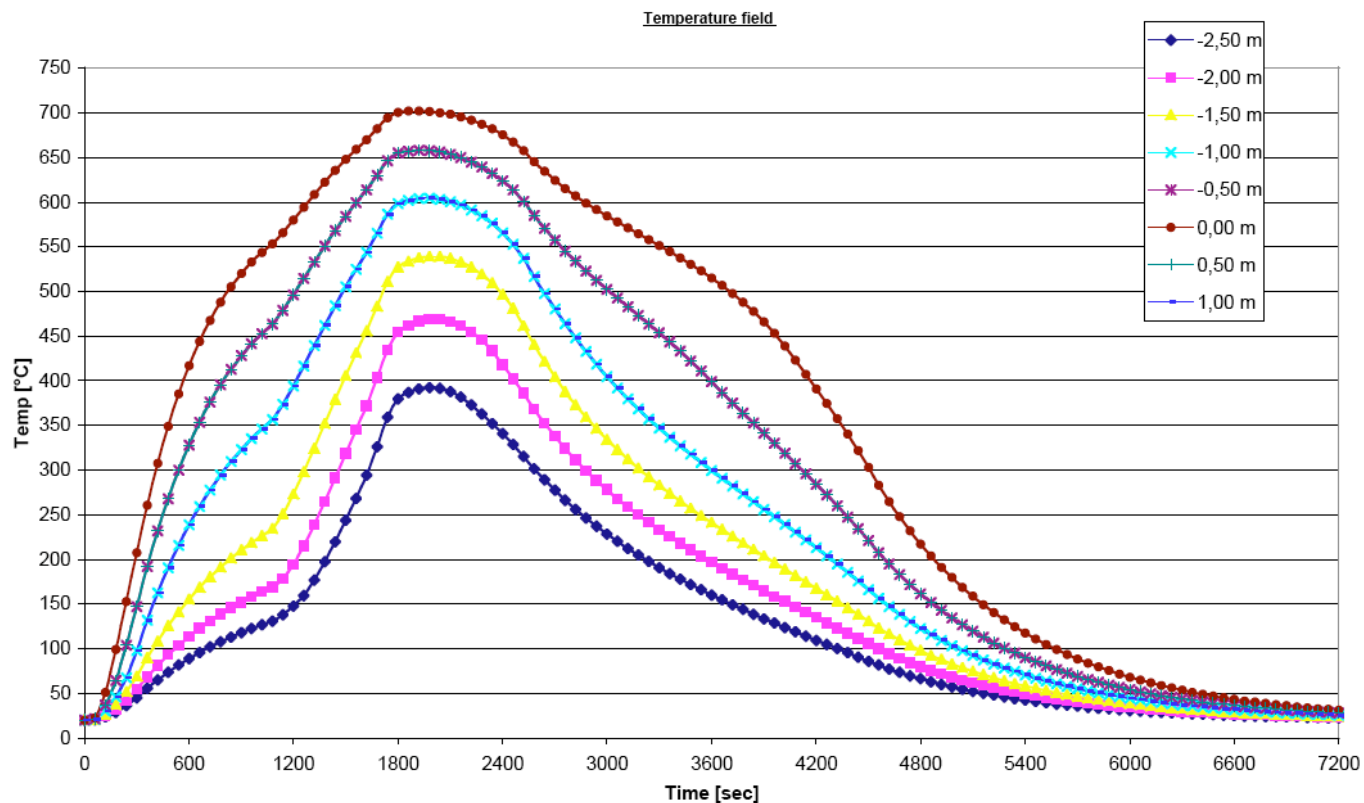


Afbeelding 1 Referentie brandvermogens van drie brandende auto's in scenario 1 (elk 9500 MW)

Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

- Aanpak open Parkeergarage (3)
 - T_{staal} afhankelijk van positie tov brandende auto's

C3 Temperaturen als functie van de tijd scenario 2 voor de liggers



Praktijkvoorbeeld CaPaFi: P Nieuwegein

- Aanpak open Parkeergarage (4)

Berekening	1	2	3	4	5
Scenario	1	1	2	2	2
Parkeervak	X	X			
Rij-/hellingbaan			X	X	X
Aantal auto's	3	3	1	1	1
Brandvermogen auto's	9500 MJ	9500 MJ	12000 MJ	12000 MJ	12000 MJ
Staalement	Ligger IPE 360	Randkolom 250x250x10	Ligger IPE 360	Randkolom 250x250x10	Middenkolom 250x250x12,5
Staaltemperatuur na 30 minuten	397 °C	464 °C	701 °C	560 °C	507 °C
Staaltemperatuur na 60 minuten	321 °C	305 °C	515 °C	285 °C	308 °C
Maximale staaltemperatuur	441 °C	489 °C	702 °C	572 °C	544 °C
Tijdstip van bereiken maximale staaltemperatuur	43 min	33 min	31 min	34 min	36 min
Kritieke staaltemperatuur	754 °C	648 °C	754 °C	648 °C	572 °C
60 minuten brandwerend?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Tijdstip van bezwijken	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

- Brand blijft lastig, maar er zijn goede oplossingen en technieken
- FSE van lab naar ontwerp bureau
- Eerste ervaringen met FSE in de praktijk zijn positief
- NEN-project fase 1 (Nieman): NB geeft robuuste oplossingen; fase 2 (2010): beter aansluiten op Eurocode-methode
- Brand Info Systeem voorziet in behoefte (aparte module FSE)

