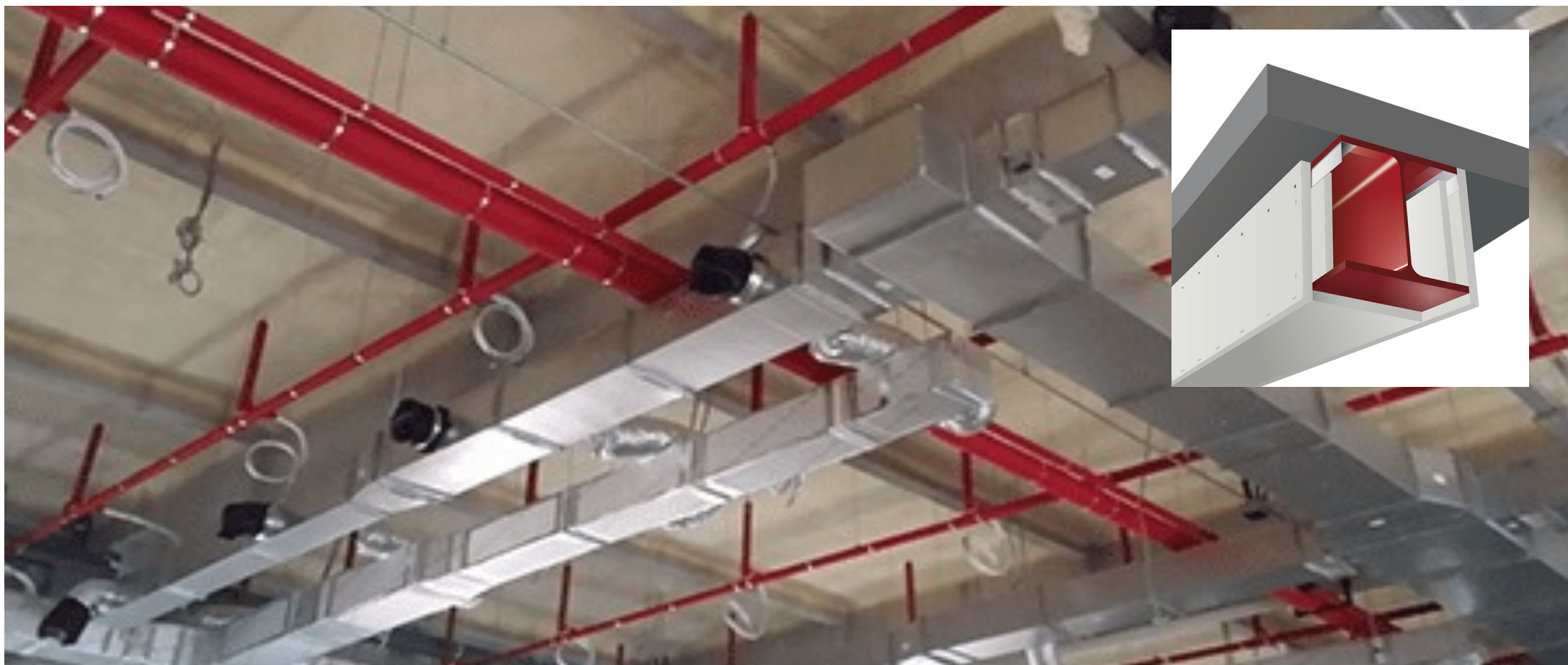


## Modelering FSE van constructies bij sprinklerinstallatie



# Vraagstelling

Hoe kan je het effect van een sprinklerinstallatie meenemen in de berekening van een staalconstructie?

# Presentatie

1. Gedrag staal bij brand
2. Wat is een sprinklerinstallatie
3. Doelen sprinklerinstallatie
4. Mogelijk effect sprinklerinstallatie op staalconstructie
5. Methoden
6. Samenvatting methoden

# Kritische staaltemperatuur



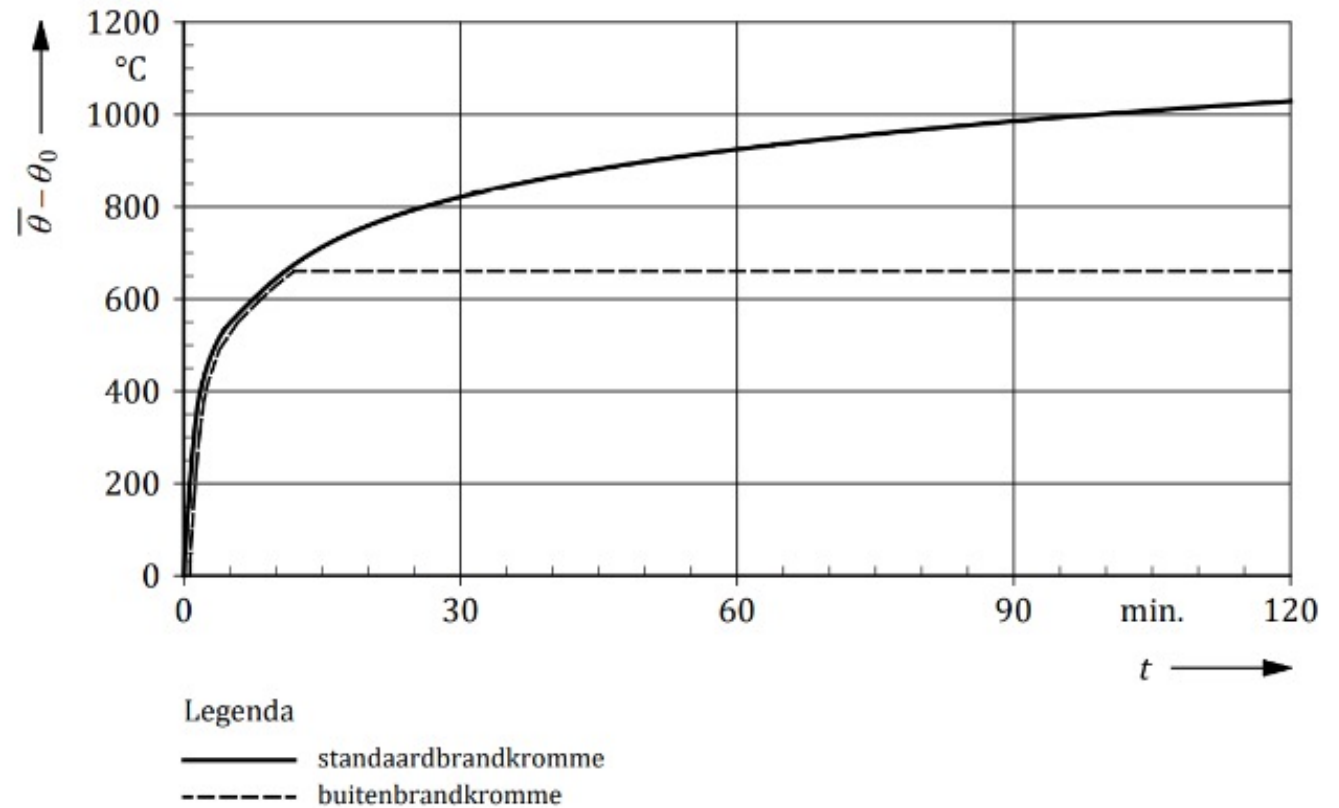
Temperatuur waarbij de staalconstructie de belasting niet meer kan dragen.

- kanaalplaat 400 met 640 kg/m<sup>2</sup> permanente belasting: 490 °C
- kanaalplaat 200 met 400 kg/m<sup>2</sup> permanente belasting: 510 °C
- slimline-vloer met 250 kg/m<sup>2</sup> permanente belasting: 525 °C

\* [https://www.brandveiligmetstaal.nl/pag/171/4a\\_pull\\_down\\_menu\\_kritieke\\_staaltemperatuur\\_van\\_kolommen.html](https://www.brandveiligmetstaal.nl/pag/171/4a_pull_down_menu_kritieke_staaltemperatuur_van_kolommen.html)

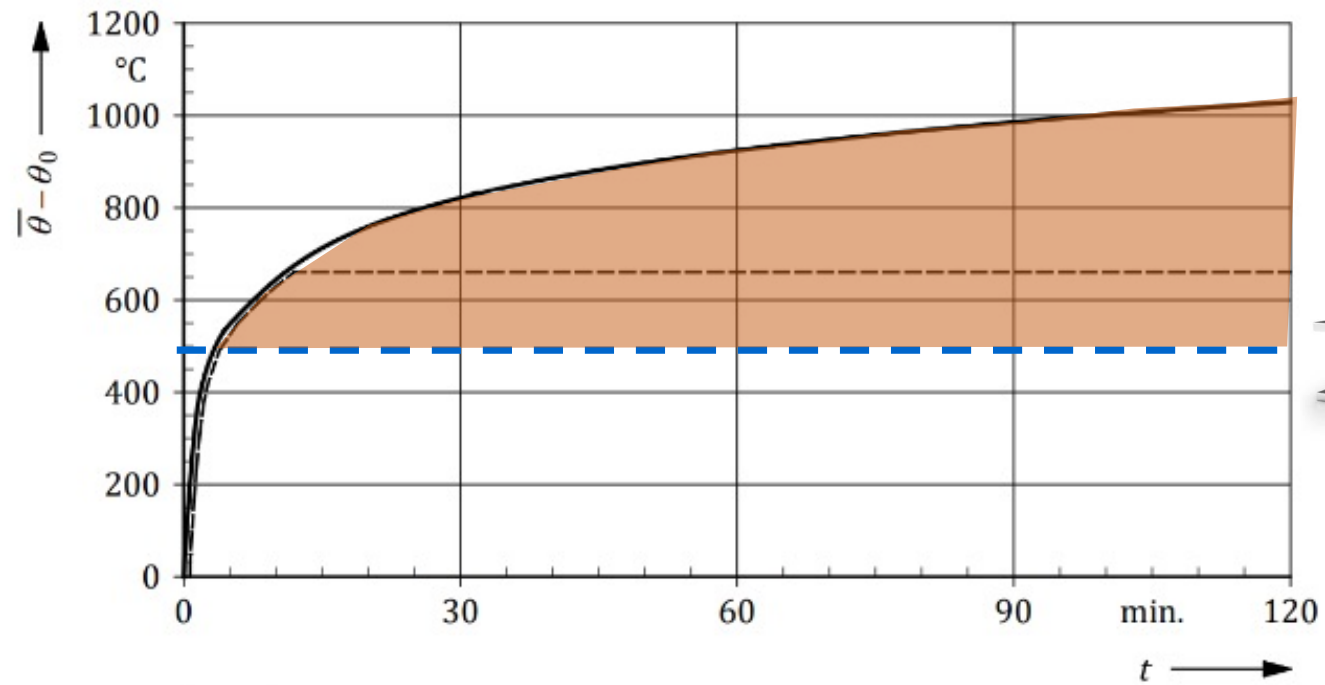
## Temperaturen brand: standaard brandkromme

30 minuten: 822 °C  
60 minuten: 925 °C  
90 minuten: 986 °C  
120 minuten: 1.029 °C

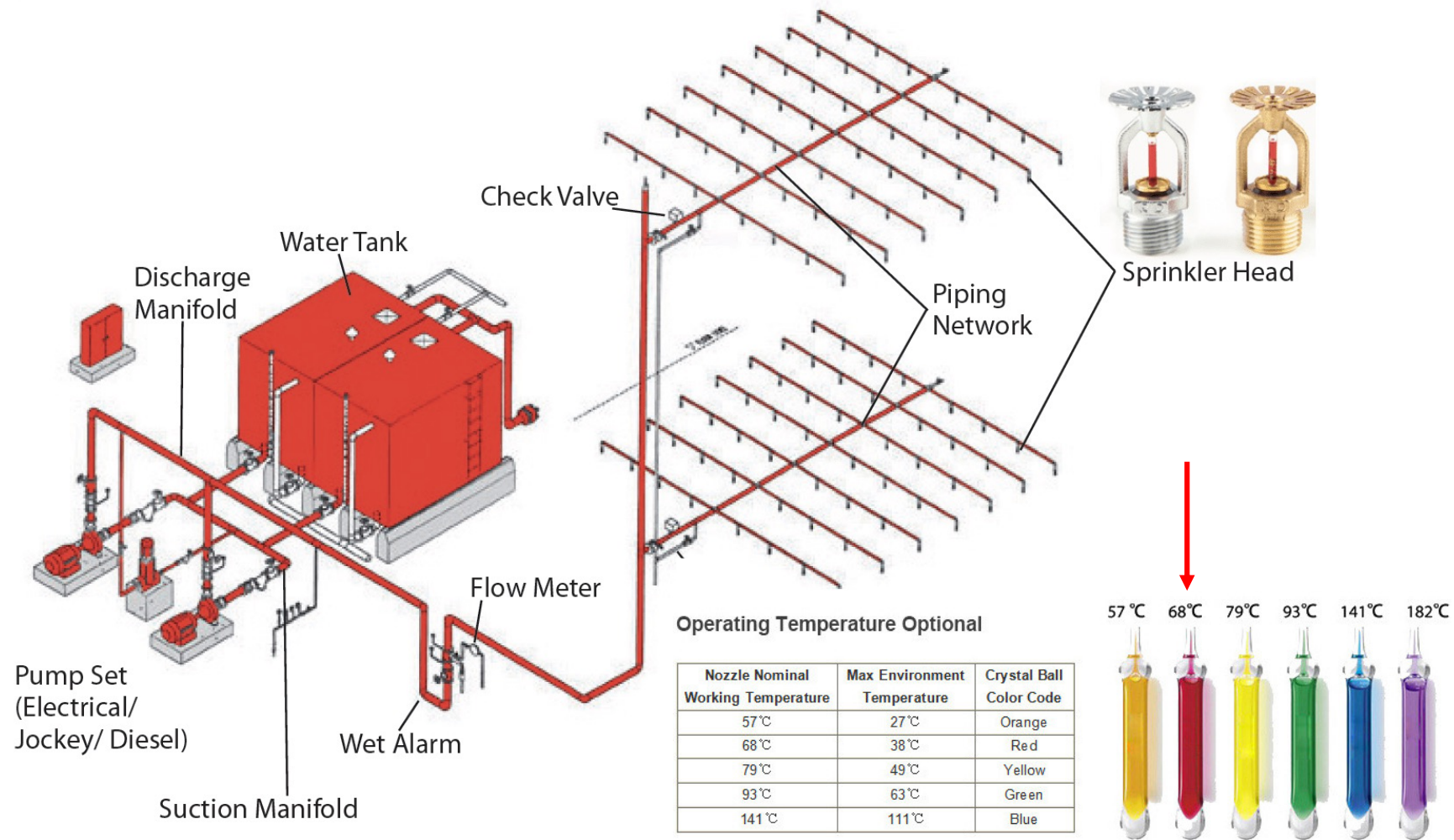


**Figuur A.1 — De standaardbrandkromme en de buitenbrandkromme**

# Staalconstructie bij brand



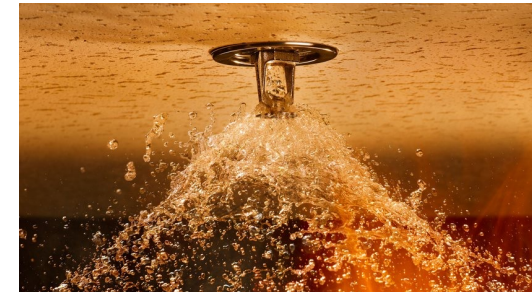
# Principe sprinklersysteem



# Doelstelling: afgeleide doelstellingen

## CCV schema VBB systemen

| Systeem             | Uitgangspunt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Te hanteren afgeleide doelstelling                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sprinkler of sproei | Beheersen van een brand / schade beperking <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brandcompartimenten groter dan toegestaan volgens het Bouwbesluit en/of;</li> <li>- systemen door verzekeraars geëist en/of;</li> <li>- systemen door de gebruiker / eigenaar geëist en/of;</li> <li>- systemen op basis van CPR / PGS.</li> </ul>       | Een beginnende brand in een vroeg stadium detecteren, signaleren en onder controle houden zodat het bestrijden ervan door de interne en externe brandbestrijdingsorganisaties kan plaatsvinden waardoor schade wordt beperkt, binnen de context van het basisontwerp <sup>1)</sup>           |
|                     | Life-safety / persoonlijke veiligheid                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Een beginnende brand in een vroeg stadium detecteren, signaleren en onder controle houden zodat veilig vluchten mogelijk is (life safety) binnen de context van het basisontwerp <sup>1)</sup>                                                                                               |
|                     | Exposure protection <ul style="list-style-type: none"> <li>- voorkomen/beperken van brandoverslag en/of;</li> <li>- voorkomen/beperken branddoorslag en/of;</li> <li>- verhogen brandwerendheid en/of;</li> <li>- beschermen hoofdconstructie en/of;</li> <li>- gelijkwaardigheid voor functiebehoud van bekabeling en ophanging.</li> </ul> | Het verhogen van de bescherming van een bouwwerk en/of object in geval van blootstelling aan een brand (exposure protection) waardoor de kans op brandoverslag wordt geminimaliseerd en schade aan het bouwwerk en/of object wordt beperkt, in de context van het basisontwerp <sup>1)</sup> |



## Samenvatting: doelstellingen

Beheersen van brand = beperkte omvang brand

Exposure protection = iets beschermen tegen gevolgen van brand

## Temperatuur rooklaag

Bij een sprinklerinstallatie wordt de benodigde hoeveelheid water bepaald door de risicoklasse. Hieruit volgt:

$$\text{Sproeidichtheid} * \text{maximumsproeivlak} * \text{sproeitijd}$$

Het uitgangspunt is dat er niet meer sprinklerkoppen activeren dan het maximumsproeivlak\*.

\*Onder andere: 84, 72, 139, 144, 242, 300, 360, 450 m<sup>2</sup>

Buiten dit vlak zal er daarom geen sprinkler geactiveerd worden (normaliter 68°C). Buiten dit gebied zal de rooklaagtemperatuur dus ook niet hoger kunnen zijn.

## Samengevat: effect sprinkler op constructie

In een gesprinklerd gebied is de temperatuur buiten het sproeivlak lager dan de activatietemperatuur van het sprinklersysteem.

Binnen het sproeivlak kan de sprinkler geactiveerd zijn en het gebied koelen.

# Uitgangspunt sprinklervoorschriften

Een geactiveerde sprinklerinstallatie beperkt de warmteontwikkeling. Hierdoor hoeft de (staal) constructie die de installatie ondersteunt niet bekleed te worden.

Er zijn uitzonderingen!



## NEN-EN 12845 + NEN 1073: HHS

### 7.2.2 Beveiliging uitsluitend aan dak of plafond

| NEN 1073:2010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Om de goede werking van de sprinklerbeveiliging in gebieden met opslag hoger dan 4,5 m te kunnen garanderen, moeten de kolommen van de gebouwconstructie een brandwerendheid hebben van 90 min of door aanvullende gerichte sprinklers als volgt worden beveiligd:                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Het oppervlak van een kolom moet ten minste enkelzijdig met sprinklers te worden aangesproeid die een sproeidichtheid leveren van ten minste 10 mm/min. Een sprinkler kan maximaal 4,5 m kolomlengte met een ononderbroken waterfilm koelen. De voor deze beveiliging benodigde hoeveelheid water moet, binnen het maximumsproeivlak, in de totale waterbehoefte worden meegenomen.</li><li>- Rond de kolommen moet een vrije ruimte van ten minste 75 mm worden aangehouden.</li></ul> |

## NFPA 13

### 20.18.2 Columns Within Rubber Tire Storage.

#### 20.18.2.1

Where fireproofing is not provided, steel columns shall be protected as follows:

- (1) Storage exceeding 15 ft through 20 ft (4.6 m through 6.1 m) in height — one sidewall sprinkler directed to one side of the column at a 15 ft (4.6 m) level
- (2) Storage exceeding 20 ft (6.1 m) in height — two sidewall sprinklers, one at the top of the column and the other at a 15 ft (4.6 m) level, both directed to the side of the column

# NEN-EN 1991-1-2

Aanwezigheid sprinklerinstallatie inzetten in berekening volgens NEN-EN 1991-1-2 “Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand”.

Bijvoorbeeld te berekenen in Ozone\*

Hiermee kan je met reductie van parameters met een lager vermogen rekenen, die effect heeft op de staaltemperatuur.

Tabel E.2 — Factoren  $\delta_{fi}$

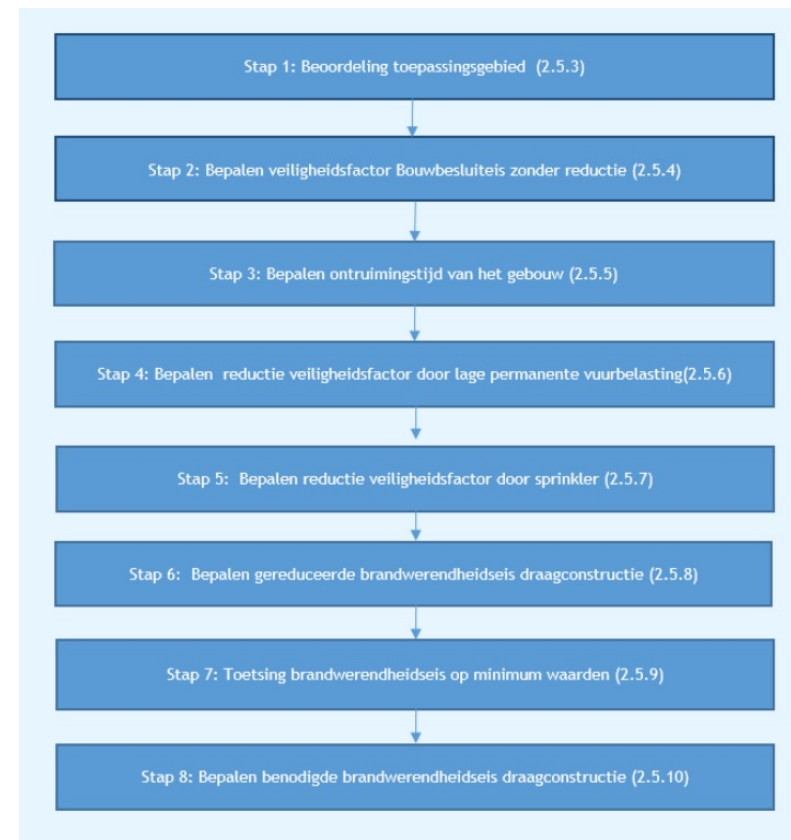
| $\delta_{fi}$ Functie van actieve brandbeveiligingssystemen |                             |                                            |      |                                         |                             |                    |                       |                      |                     |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| Automatische brandbestrijding                               |                             | Automatische branddetectie                 |      |                                         | Handmatige brandbestrijding |                    |                       |                      |                     |
| Automatisch brandblussysteem                                | Onafhankelijke watertoevoer | Automatische branddetectie en -alarm door: |      | Automatische alarmmelding bij brandweer | Bedrijfs-brandweer          | Openbare brandweer | Veilige aanrij-routes | Brand-bluss-middelen | Rook-afvoer-systeem |
| $\delta_{fi1}$                                              | 0   1   2                   | hitte                                      | rook | $\delta_{fi5}$                          | $\delta_{fi6}$              | $\delta_{fi7}$     | $\delta_{fi8}$        | $\delta_{fi9}$       | $\delta_{fi10}$     |
| 0,61                                                        | 1,0   0,87   0,7            | 0,87 of 0,73                               |      | 0,87                                    | 0,61 of 0,78                |                    | 0,9 of 1 of 1,5       | 1,0 of 1,5           | 1,0 of 1,5          |

The screenshot shows the 'Fire' software interface with the following settings:

- Compartment Fire:** Annex E (EN 1991-1-2)
- Localised Fire:** Localised Fire
- Occupancy:** Fire Growth Rate, RHR [kW/m²], Fire Load of k, 80% Fractile [MJ/m²], Danger of Fire Activation
- Active Fire Fighting Measures:**
  - ☒ Automatic Water Extinguishing System ( $\delta_{fi,1}=0,61$ )
  - ☒ Independent Water Supplies ( $\delta_{fi,2}=0,87$ )
  - ☐ Automatic Fire Detection by Heat ( $\delta_{fi,3}=1$ )
  - ☐ Automatic Fire Detection by Smoke ( $\delta_{fi,4}=1$ )
  - ☐ Automatic Alarm Transmission to Fire Brigade ( $\delta_{fi,5}=1$ )
  - ☐ Work Fire Brigade ( $\delta_{fi,6}=1$ )
  - ☐ Off Site Fire Brigade ( $\delta_{fi,7}=1$ )
  - ☐ Safe Access Routes ( $\delta_{fi,8}=1,5$ )
  - ☐ Staircases Under Overpressure in Fire Alarm ( $\delta_{fi,9}=1,5$ )
  - ☐ Fire Fighting Devices ( $\delta_{fi,10}=1,5$ )
  - ☐ Smoke Exhaust System ( $\delta_{fi,10}=1,5$ )
- Fire Info:**
  - Max Fire Area:  m²
  - Fire Elevation:  m
  - Fuel Height:  m
- Design Fire Load:**
  - Fire Risk Area:  m²,  $\delta_{q,1}^*$
  - Danger of Fire Activation:  $\delta_{q,2}^*$
  - Active Measures:  $\alpha_{f,d} = \delta_{q,1} \delta_{q,2} \prod \delta_{fi,j}$  m q<sub>f,k</sub> = MJ/m²
- Combustion:**
  - Combustion Efficiency Factor: 0,8
  - Combustion Model: Extended fire duration
  - Stoichiometric Coefficient: 1,27

\* [https://sections.arcelormittal.com/repo/Sections/4\\_19\\_Setup\\_OZONE.zip](https://sections.arcelormittal.com/repo/Sections/4_19_Setup_OZONE.zip)

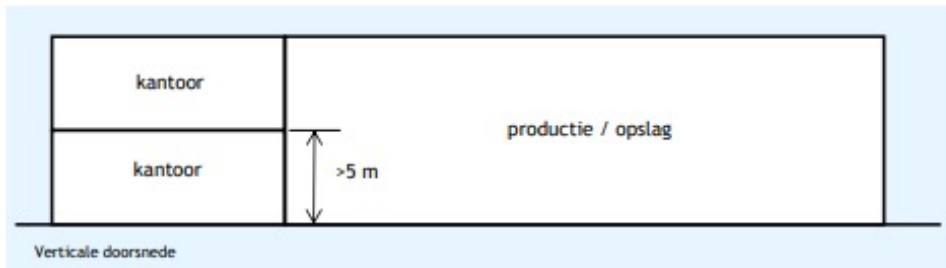
# Methode VEBON-NOVB + Bouwen met staal



\*[https://www.brandveiligmetstaal.nl/pag/1010/sprinklers\\_en\\_staalconstructies.html](https://www.brandveiligmetstaal.nl/pag/1010/sprinklers_en_staalconstructies.html)

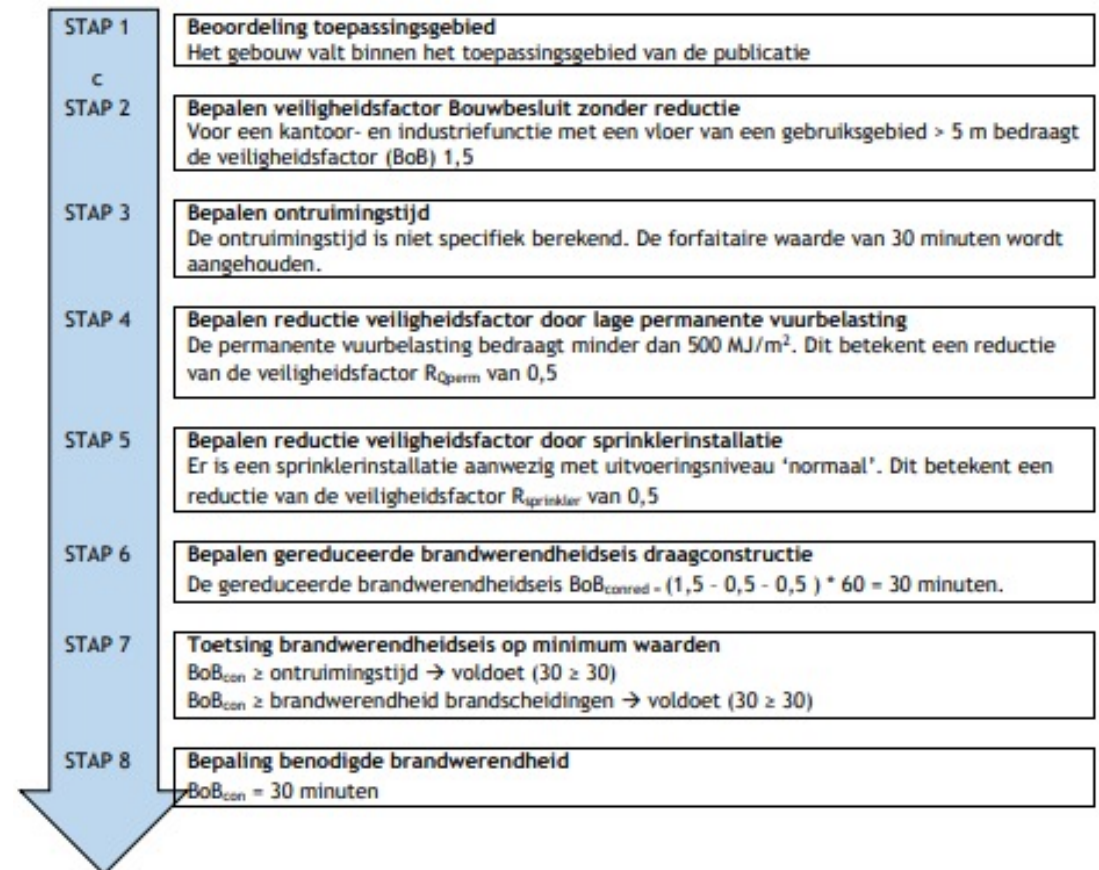
# Uitwerking voorbeeld

Voorbeeld 1: industriegebouw met twee lagen kantoorfunctie



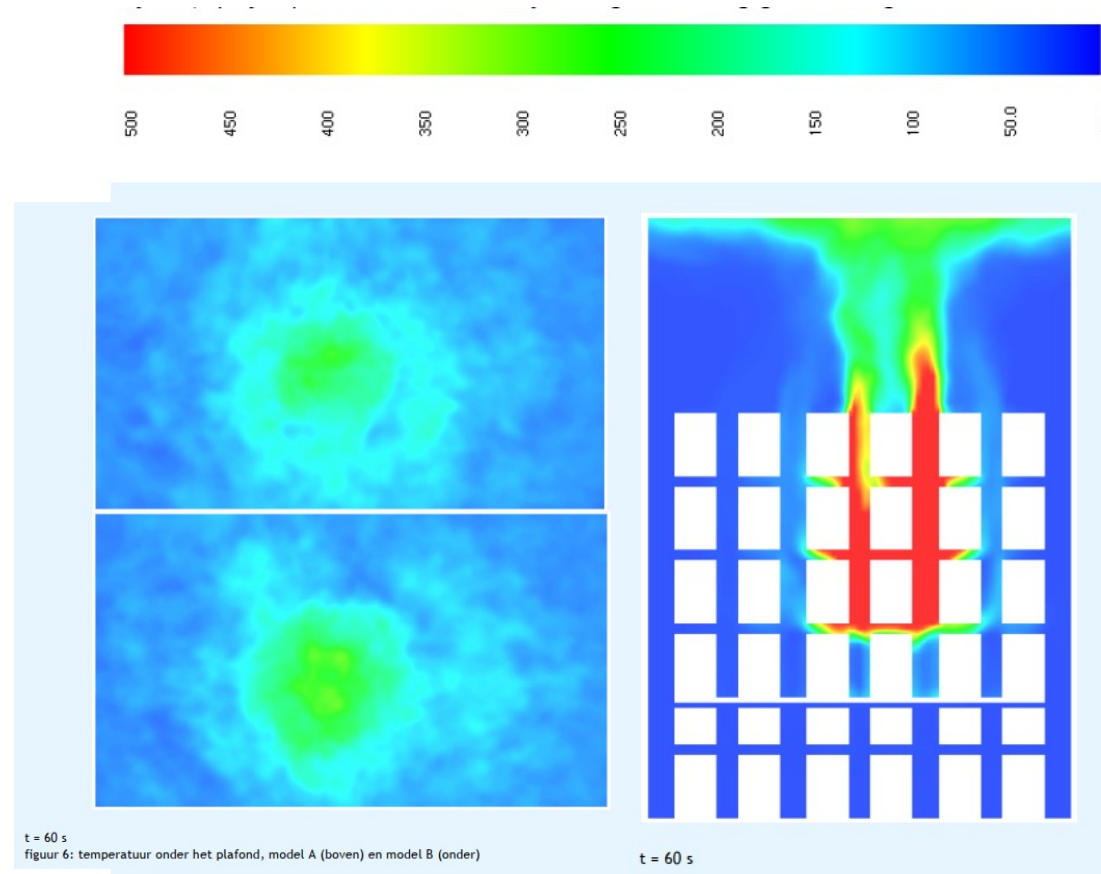
**Gegeven:**

Aanwezige brandscheidingen: 30 minuten brandwerend rondom het trappenhuis  
 Permanente vuurbelasting:  $< 500 \text{ MJ/m}^2$   
 Sprinkler: volledige gebouw gesprinklerd, uitvoeringsniveau 'normaal'  
 Ontruimingstijd: niet berekend



# Computational Fluid Dynamics (CFD)

CFD is een methode om met behulp van computersimulaties luchtstromingen te berekenen.



# Computational Fluid Dynamics (CFD)

Wel:

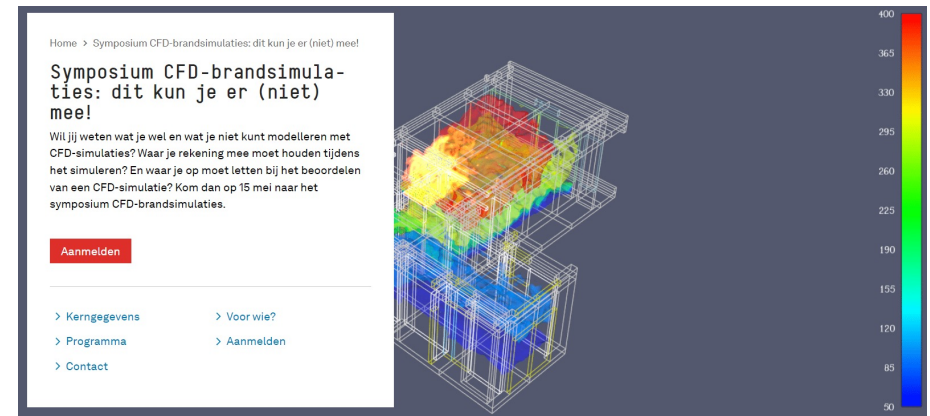
Bepalen temperatuur op basis van vrijkomend vermogen, en dus ook effect van sprinklerkoeling

(nog) Niet:

- Effect van een druppel op verbranding
- Volledig proces van pyrolyse per onderdeel
- Exacte temperatuuropbouw in constructie a.g.v. gespreinklerde brand

Belangrijk:

Input en modellering



# Samenvatting methoden

## Eurocode (NEN-EN 1991-1-2)

Aanwezigheid sprinkler leidt met reductiefactor tot lager vermogen dus verlaging staaltemperatuur. Dit doet niet altijd recht aan het gegeven dat een locale brand niet leidt tot bereiken kritische staaltemperatuur

## Stappenplan VEBON-NOVB/BMS

Relatief eenvoudige methode om sprinklersysteem aan voorkant te waarderen met mogelijke reductie eisen BBL

## CFD

Modelleren van vermogen dat vrijkomt bij brand en effect hiervan op temperatuursontwikkeling. Relatief complexe modellering, die een goed beeld kan geven van het temperatuurverloop.