



LOCAFI+

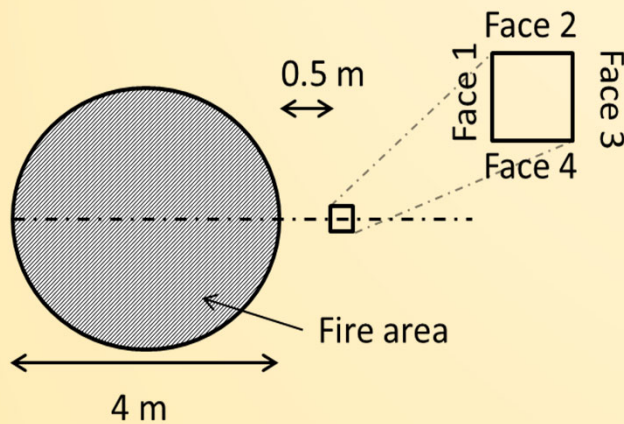
Temperatuur beoordeling van een verticaal lid onderworpen aan
LOCALised Fire
Informatie-verspreiding

Subsidieovereenkomst nr. 754072

7. Uitgewerkte voorbeelden

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand



Kolom sectie : HEB 300

Diameter van de vuurbron: 4m

Afstand tussen de brand en de kolom : 0,5m

Snelheid van de warmteafgifte dichtheid : 1000 kW.m^{-2}

Conische vlam

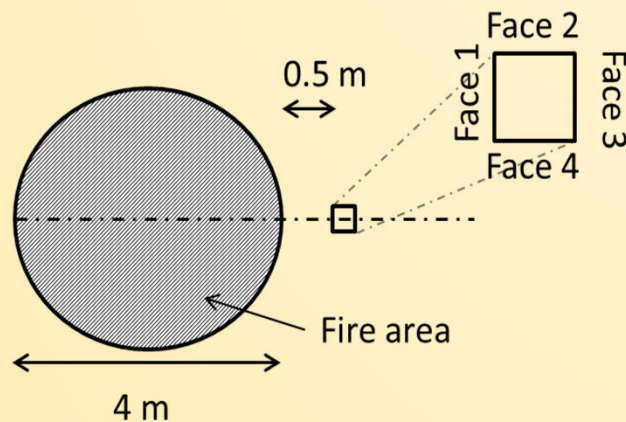
Kolom buiten de haard en de rooklaag

Geen plafond

Berekening is gemaakt voor $z = 1,0\text{m}$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand



$$D = 4 \text{ m}$$

$$Q = RHR * \frac{\pi}{4} * D^2 = 12566371 \text{ W}$$

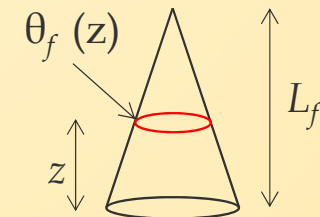
$$L_f = -1.02 D + 0.0148 Q^{0.4} = 6.15 \text{ m}$$

$$z_0 = -1.02 D + 0.00524 Q^{0.4} = -0.48 \text{ m}$$

Temperatuur van de vlam

$$\theta_f(z) = \min \left(900; 20 + 0.25(0.8Q(t))^{2/3} (z - z_0)^{-5/3} \right)$$

z (m)	T (°C)
0	900
0.5	900
1	900
1.5	900
2	900
2.5	900
3	900
3.5	900
4	900
4.5	827.9
5	708.4
5.5	614.8
6	540.0
6.5	479.3
7	429.1
7.5	387.2



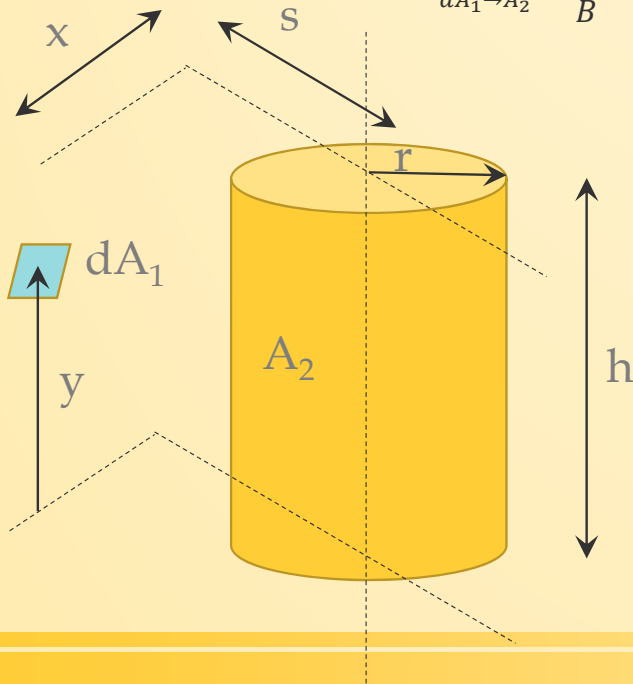
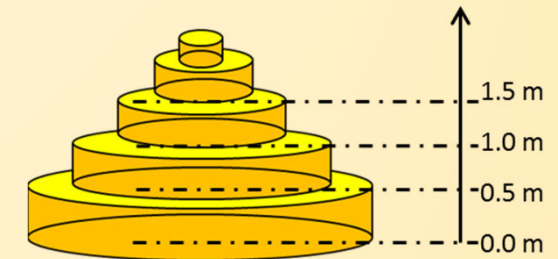
7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Zijde 1

$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{S}{B} - \frac{S}{2B\pi} \left\{ \begin{aligned} &\cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{A - 1} \right) + \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{C + B - 1} \right) \\ &- Y \left[\frac{A + 1}{\sqrt{(A - 1)^2 + 4Y^2}} \cos^{-1} \left(\frac{Y^2 - B + 1}{\sqrt{B}(A - 1)} \right) \right] \\ &- \sqrt{C} \frac{C + B + 1}{\sqrt{(C + B - 1)^2 + 4C}} \cos^{-1} \left(\frac{C - B + 1}{\sqrt{B}(C + B - 1)} \right) \\ &+ H \cos^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{B}} \right) \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} S &= s/r \\ X &= x/r \\ H &= h/r \\ A &= X^2 + Y^2 + S^2 \\ B &= S^2 + X^2 \\ C &= (H - Y)^2 \end{aligned}$$

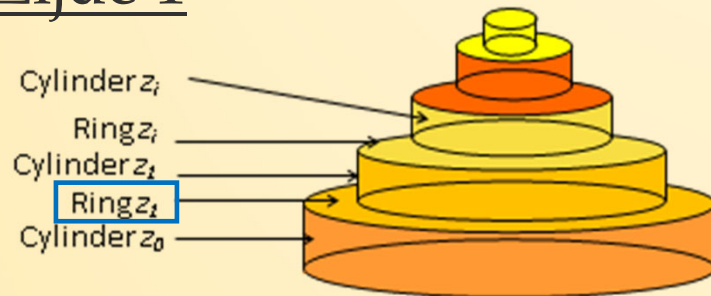


$$\begin{aligned} F_i &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = s_f, x = x_f, r = r_i, h = |z_i - z_f|) \\ F_{i+1} &= F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = s_f, x = x_f, r = r_i, h = |z_{i+1} - z_f|) \\ \left| \begin{aligned} &\text{if } z_i \geq z_f \text{ then } F = F_{i+1} - F_i \\ &\text{else } F = F_i - F_{i+1} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Zijde 1



$$z_f = 1.0m$$

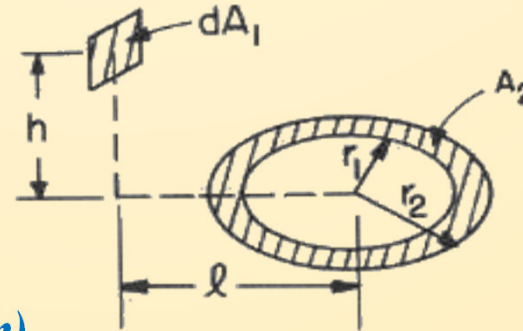
→ Rekening houden met 1 ring ($z_i = 0.5m$)

Buitenste radius $r_2 = 2.0m$

Binnenste radius $r_1 = (6.15 - 0.5)/6.15 * 2.0m = 1.84m$

Vereenvoudiging: $l = 2.5m$

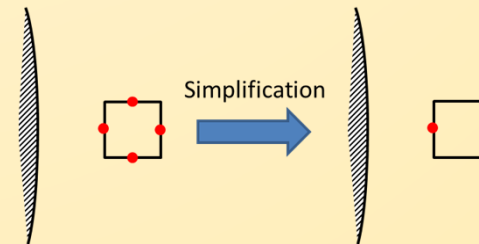
$$F_{dA_1 \rightarrow A_2} = \frac{H}{2} \left(\frac{H^2 + R_2^2 + 1}{\sqrt{(H^2 + R_2^2 + 1)^2 - 4R_2^2}} - \frac{H^2 + R_1^2 + 1}{\sqrt{(H^2 + R_1^2 + 1)^2 - 4R_1^2}} \right)$$



$$H = h/l = (1 - 0.5)/2.5 = 0.2$$

$$R_2 = r_2/l = 2/2.5 = 0.8$$

$$R_1 = r_1/l = 1.84/2.5 = 0.73$$



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

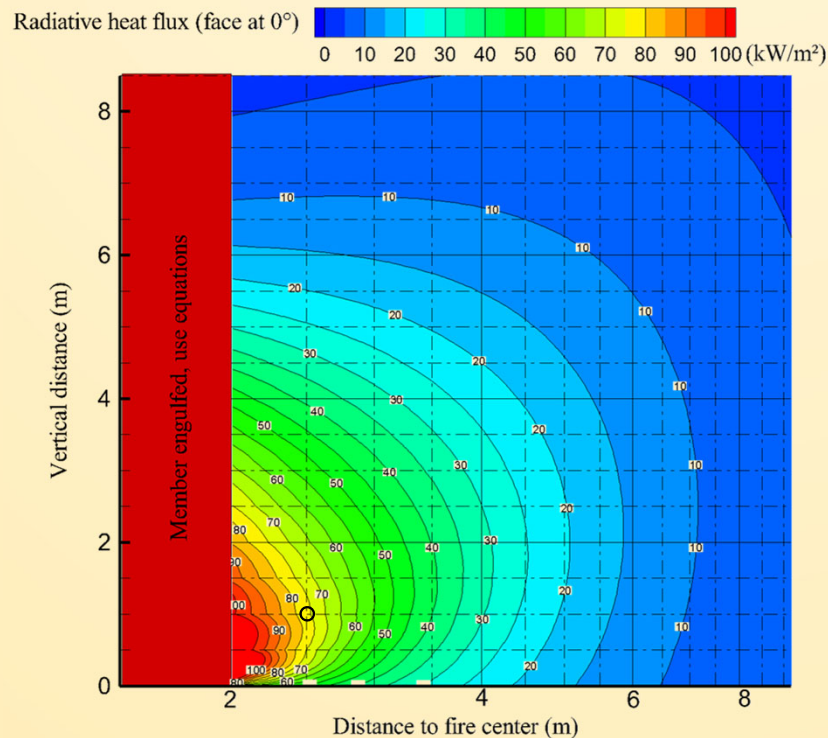
Zijde 1

	Input data					Constant				Section coordinate			Intermediate variables					
	HRR	Dfire	Q	Q	hf					sf	xf	zf						
	kW/m²	m	W	MW	m					m	m	m						
	1000	4	12566370.6	12.57	6.15					5.67E-08	273.15	2.5						
zi	Tf	ri	F _{cylinder_zi}	F _{ring_zi}	Flux _{face1}	Cylinder									Ring			
						Fi	Fi+1	S	X	A	Hi	Hi+1	zi-zf	zi+1-zf	H	Ri	Ri+1	
m	°C	m	-	-	kW/m²	-	-	-	-	-	-	-	m	m	-	-	-	
0	900	2.00	0.0726	0	7.79	0.3705	0.2979	1.25	0	1.56	0.50	0.25	1.00	0.50	0	0.00	0.00	
0.5	900	1.84	0.2374	0.0555	31.45	0.2374	0.0000	1.36	0	1.85	0.27	0.00	0.50	0.00	0.20	0.80	0.73	
1	900	1.67	0.1893	0	20.33	0.0000	0.1893	1.49	0	2.23	0.00	0.30	0.00	0.50	0	0.73	0.67	
1.5	900	1.51	0.0823	0	8.84	0.1514	0.2337	1.65	0	2.73	0.33	0.66	0.50	1.00	0	0.67	0.60	
2	900	1.35	0.0361	0	3.88	0.1953	0.2315	1.85	0	3.43	0.74	1.11	1.00	1.50	0	0.60	0.54	
2.5	900	1.19	0.0177	0	1.91	0.1958	0.2136	2.11	0	4.43	1.26	1.68	1.50	2.00	0	0.54	0.47	
3	900	1.02	0.0095	0	1.02	0.1797	0.1893	2.44	0	5.95	1.95	2.44	2.00	2.50	0	0.47	0.41	
3.5	900	0.86	0.0054	0	0.58	0.1564	0.1618	2.90	0	8.41	2.90	3.48	2.50	3.00	0	0.41	0.34	
4	900	0.70	0.0031	0	0.34	0.1296	0.1328	3.57	0	12.77	4.29	5.00	3.00	3.50	0	0.34	0.28	
4.5	828	0.54	0.0018	0	0.15	0.1009	0.1027	4.66	0	21.68	6.52	7.45	3.50	4.00	0	0.28	0.21	
5	708	0.37	0.0010	0	0.05	0.0711	0.0720	6.68	0	44.58	10.68	12.02	4.00	4.50	0	0.21	0.15	
5.5	615	0.21	0.0004	0	0.02	0.0405	0.0409	11.80	0	139.24	21.24	23.60	4.50	5.00	0	0.15	0.08	
6	540	0.05	0.0001	0	0.00	0.0095	0.0096	50.71	0	2571.11	101.41	111.55	5.00	5.50	0	0.08	0.02	
6.5	479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.50	6.00	0	0.02	0	
7	429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.00	6.50	0	0	0	
7.5	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.50	1.00	0	0	0	
		Incident heat flux on face 1			76.36	kW/m²												
		Absorbed heat flux on face 1			53.45	kW/m²												

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Zijde 1



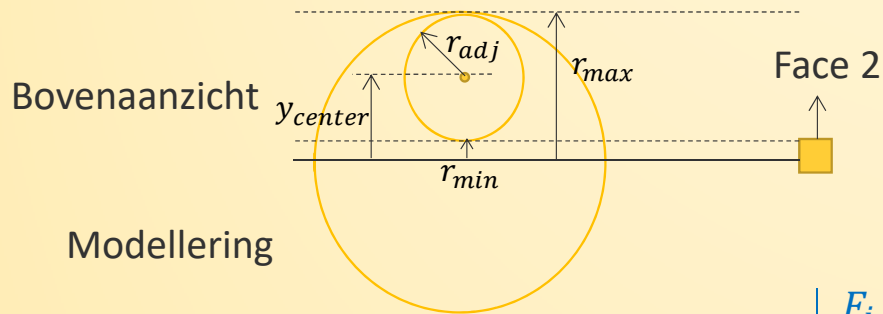
$$\begin{aligned}\text{Geabsorbeerde flux} &= \varepsilon * \varphi_{tot} \\ &= 0.7 * 77 \text{ kW/m}^2 \\ &= 53.9 \text{ kW/m}^2\end{aligned}$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Zijde 2

Gewijzigde cylinder



$z = 0$

$$r_{min} = \max(-r_i, x_f) = 0$$

$$r_{max} = r_i = 2.0 \text{ m}$$

$$y_{center} = \frac{r_{min} + r_{max}}{2} = 1.0 \text{ m}$$

$$r_{adjusted} = \frac{r_{max} - r_{min}}{2} = 1.0 \text{ m}$$

$$F_i = F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = y_{center} - x_f, x = s_f, r = r_{adjusted}, h = |z_i - z_f|)$$

$$F_{i+1} = F_{dA_1 \rightarrow A_2}(s = y_{center} - x_f, x = s_f, r = r_{adjusted}, h = |z_{i+1} - z_f|)$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

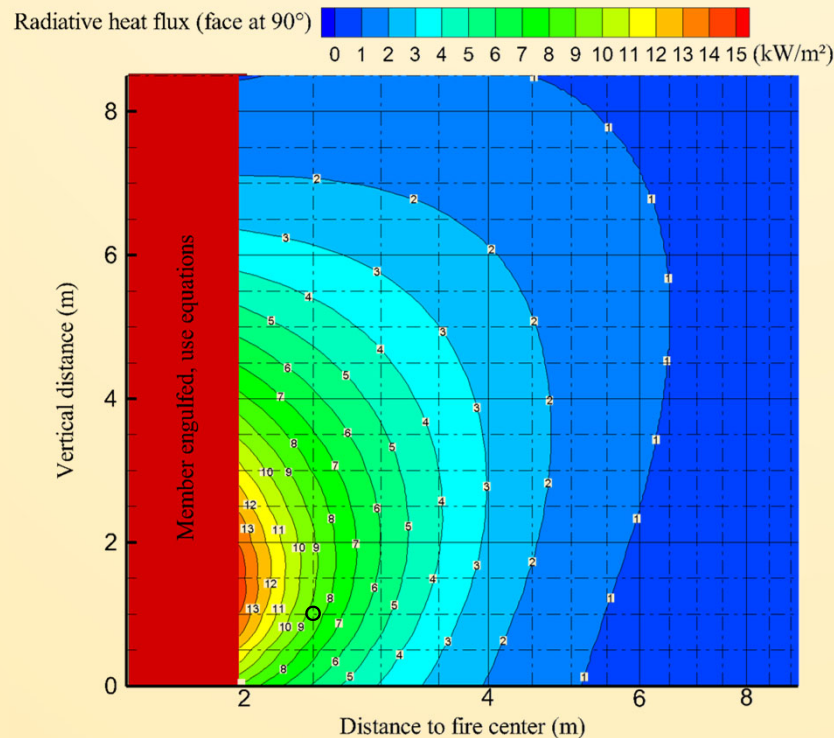
Zijde 2

						Ring							
zi	Tf	ri	F _{cylinder_zi}	F _{ring_zi}	Flux _{face2}	H	Ri	Ri+1	Input data				
m	°C	m	-	-	kW/m²	-	-	-	HRR	Dfire	Q	Q	hf
0	900	2.00	0.0175	0	1.88	0	0.00	0.00	kW/m²	m	W	MW	m
0.5	900	1.84	0.0193	0.0060	2.71	0.20	0.40	0.37	1000	4	12566370.6	12.57	6.15
1	900	1.67	0.0160	0	1.72	0	0.37	0.33					
1.5	900	1.51	0.0103	0	1.10	0	0.33	0.30					
2	900	1.35	0.0056	0	0.60	0	0.30	0.27					
2.5	900	1.19	0.0028	0	0.30	0	0.27	0.24					
3	900	1.02	0.0014	0	0.15	0	0.24	0.20					
3.5	900	0.86	0.0006	0	0.07	0	0.20	0.17					
4	900	0.70	0.0003	0	0.03	0	0.17	0.14					
4.5	828	0.54	0.0001	0	0.01	0	0.14	0.11					
5	708	0.37	0.0000	0	0.00	0	0.11	0.07					
5.5	615	0.21	0.0000	0	0.00	0	0.07	0.04					
6	540	0.05	0.0000	0	0.00	0	0.04	0.01					
6.5	479	0	0	0	0	0	0.01	0.00					
7	429	0	0	0	0	0	0	0					
7.5	387	0	0	0	0	0	0	0					
Incident heat flux on face 2					8.57	kW/m²							
Absorbed heat flux by face 2					6.00	kW/m²							

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

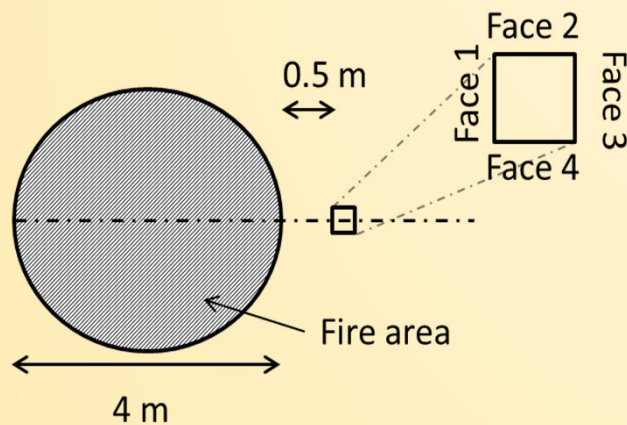
Zijde 2



$$\begin{aligned}\text{Geabsorbeerde flux} &= \varepsilon * \varphi_{tot} \\ &= 0.7 * 8.7 \text{ kW/m}^2 \\ &= 6.1 \text{ kW/m}^2\end{aligned}$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand



Geabsorbeerde warmte flux tijdens elke fase (aanname $\varepsilon = 0.7$)

Zijde 1 : 53.45 kW/m^2

Zijde 2 : 6.00 kW/m^2

Zijde 3 : 0.00 kW/m^2

Zijde 4 : 6.00 kW/m^2

→ Gemiddelde warmtestroom = 16.36 kW/m^2

$$0 = \underbrace{h(\theta - 20)}_{\text{Uitgezonden netto convectieve stroom}} + \underbrace{\sigma\varepsilon[(\theta + 273)^4 - (20 + 273)^4]}_{\text{Uitgezonden stralingsstroom}} - \underbrace{\varepsilon * \varphi_{tot}}_{\text{Geabsorbeerde stroom}}$$

$$h = 35 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}; \sigma = 5.67 * 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$$

θ (°C)	Uitgezonden stroom W/m ²
20	0
30	392.03
40	788.42
50	1189.49
...	...
280	12519.26
290	13145.11
300	13786.06
310	14442.65
320	15115.43
330	15804.96
340	16511.80
350	17236.55
360	17979.78

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Fire - Worked Example 1

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

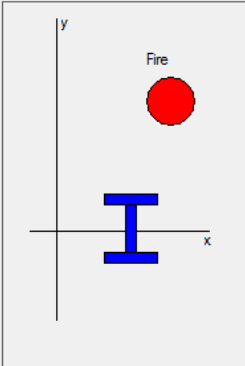
Fire	Diametre [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	4	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Ceiling Height: 10 m

Distance on Axis (x): 2.5 m

Height on Axis (z): 1 m



	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	12.56
Point 2	20	12.56
Point 3		
Point 4		
Point 5		
Point 6		
Point 7		
Point 8		
Point 9		
Point 10		
Point 11		
Point 12		
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Fire - Worked Example 1

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	4	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Ceiling Height: 10 m

Distance on Axis (x): 2.5 m

Height on Axis (z): 1 m

Time [min]

RHR [MW]

Point	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	12.56
Point 2	20	12.56
Point 3		
Point 4		
Point 5		
Point 6		
Point 7		
Point 8		
Point 9		
Point 10		
Point 11		
Point 12		
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel

Heating - Worked Example 1

File Tools View Help

Profile Heated By

☐ Hot Zone Temperature ☐ ISO 853 Fire Curve

☒ Localised Fire Temperature ☐ ASTM E119 Fire Curve

☐ Maximum Between Both ☐ Hydrocarbon Fire Curve

Steel Profile - Worked Example 1

File Tools View Help

Cross Section

☒ Unprotected Cross Section ☐ Protected Cross Section

Steel Profile

Profile Type: HE

Profile: HE 300 B

Exposure

☒ Exposed on Four Sides ☐ Exposed on Three Sides

Encasement

☒ Contour Encasement ☐ Hollow Encasement

Protection Material

☒ From Catalog ☐ Constant Values ☐ Temperature Dependent

Thickness: mm

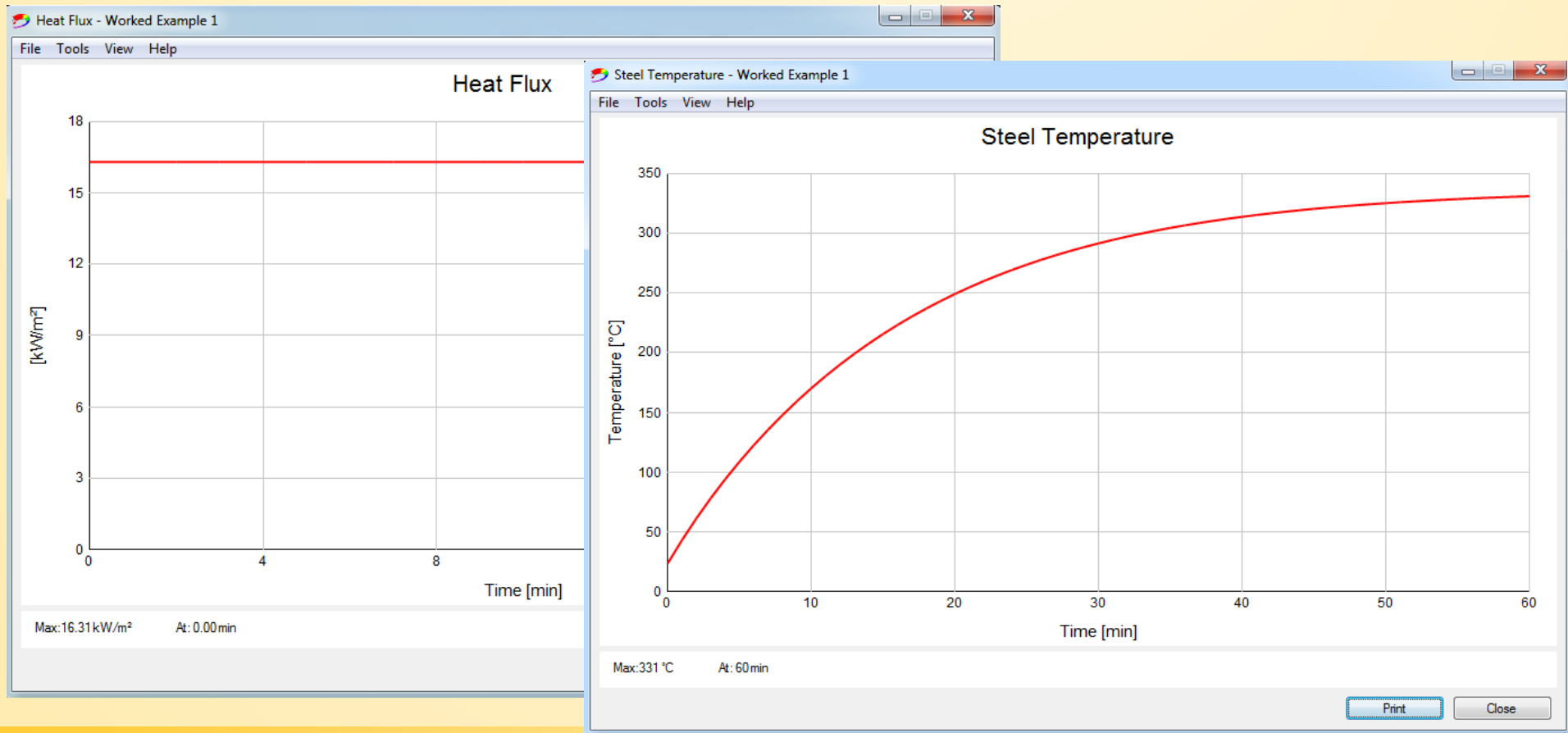
Material Name: Spray Mineral Fiber

Temperature °C	Unit mass kg/m³	Specific Heat J/kgK	Conductivity W/mK
300		1200	0.12

OK Cancel

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

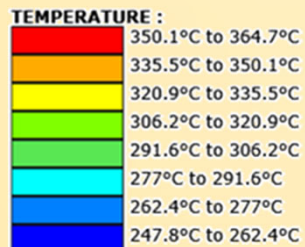
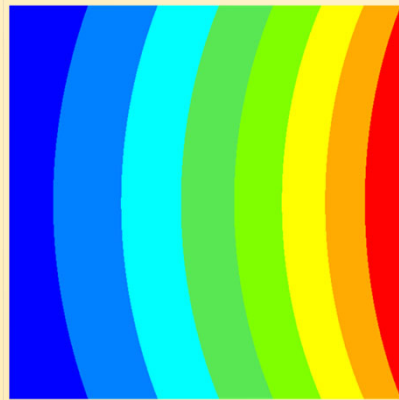


7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

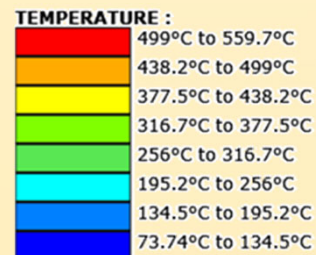
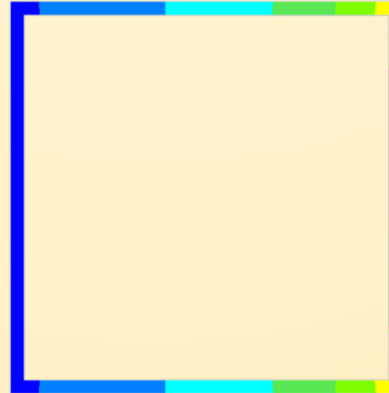
Verdeling van de temperatuur bij evenwicht (LOCAFI)

Vierkant 300x300



$$\frac{(T_{\max} + T_{\min})}{2} = 306^{\circ}\text{C}.$$

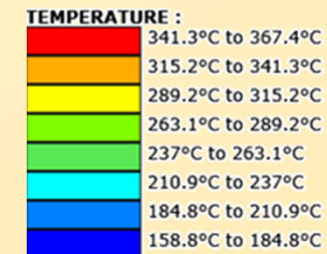
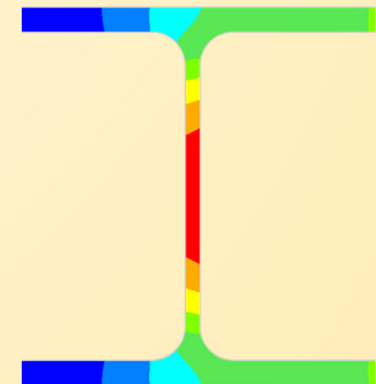
Buis 300x300x10



$$\frac{(T_{\max} + T_{\min})}{2} = 317^{\circ}\text{C}.$$

Grote verschillen over sectie

HEB 300



$$\frac{(T_{\max} + T_{\min})}{2} = 262^{\circ}\text{C}.$$

Model houdt rekening met schaduwfactoren

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

Fire - Worked Example 1b

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	4	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Ceiling Height: 10 m

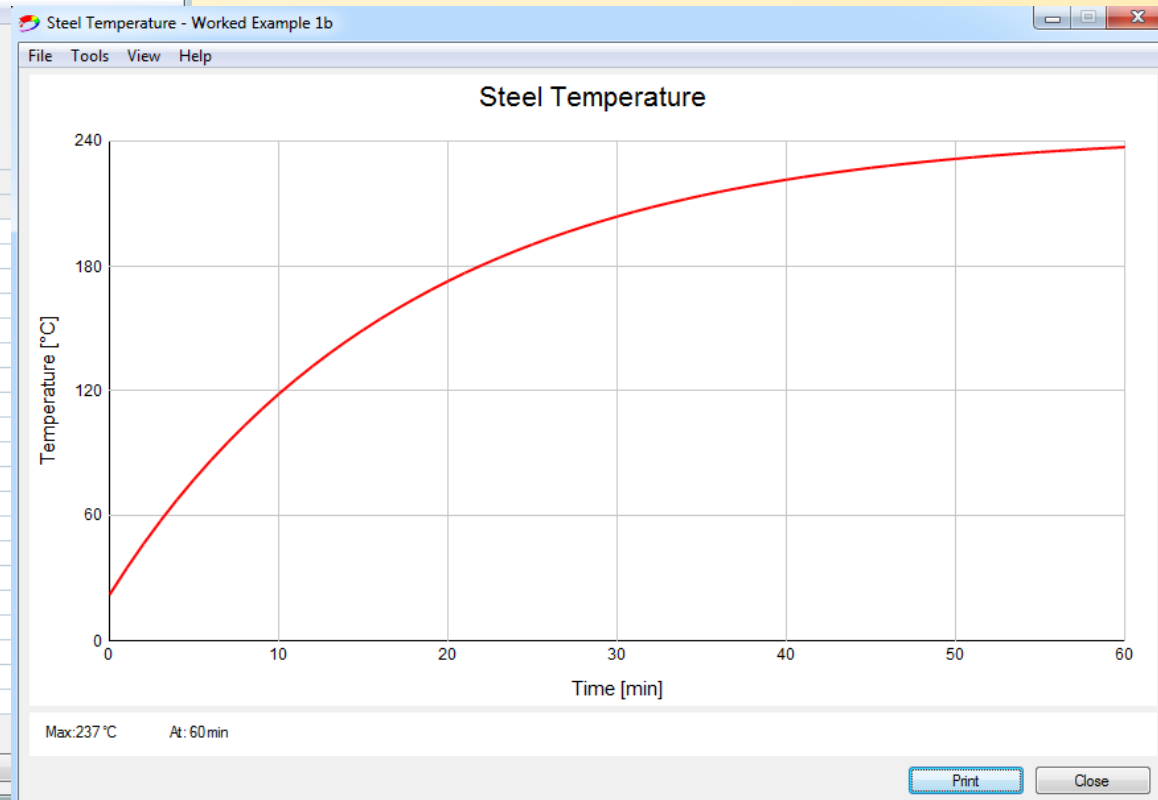
Distance on Axis (x): 2.5 m

Height on Axis (z): 3.5 m

Voorbeeld 1b
 $z = 3,5 \text{ m}$

	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	12.56
Point 2	20	12.56
Point 3		
Point 4		
Point 5		
Point 6		
Point 7		
Point 8		
Point 9		
Point 10		
Point 11		
Point 12		
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

OZone v3.0 - Worked Example 1c

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	4	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Ceiling Height: 3.5 m

Distance on Axis (x): 2.5 m

Height on Axis (z): 3.5 m

Time [min] RHR [MW]

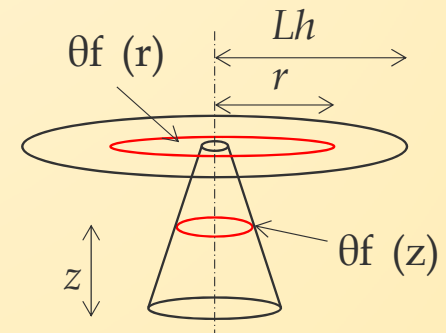
Point 1	0	12.56
Point 2	20	12.56
Point 3		
Point 4		
Point 5		
Point 6		
Point 7		
Point 8		
Point 9		
Point 10		
Point 11		
Point 12		
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel

Voorbeeld 1c

$$z = 3,5 \text{ m}$$

$$z_{\text{ceiling}} = 3.5 \text{ m}$$



$$L_h = H(2.9Q_H^{0.33} - 1) = 4.54 \text{ m}$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

HASEMI (EN 1991-1-2 - Annex C)

$$Q_D^* = \frac{Q}{1.11 \cdot 10^6 \cdot D^{2.5}} = 0.3536$$

$$z' = 2.4 \cdot D \cdot (Q_D^{*2/5} - Q_D^{*2/3}) = 1.535$$

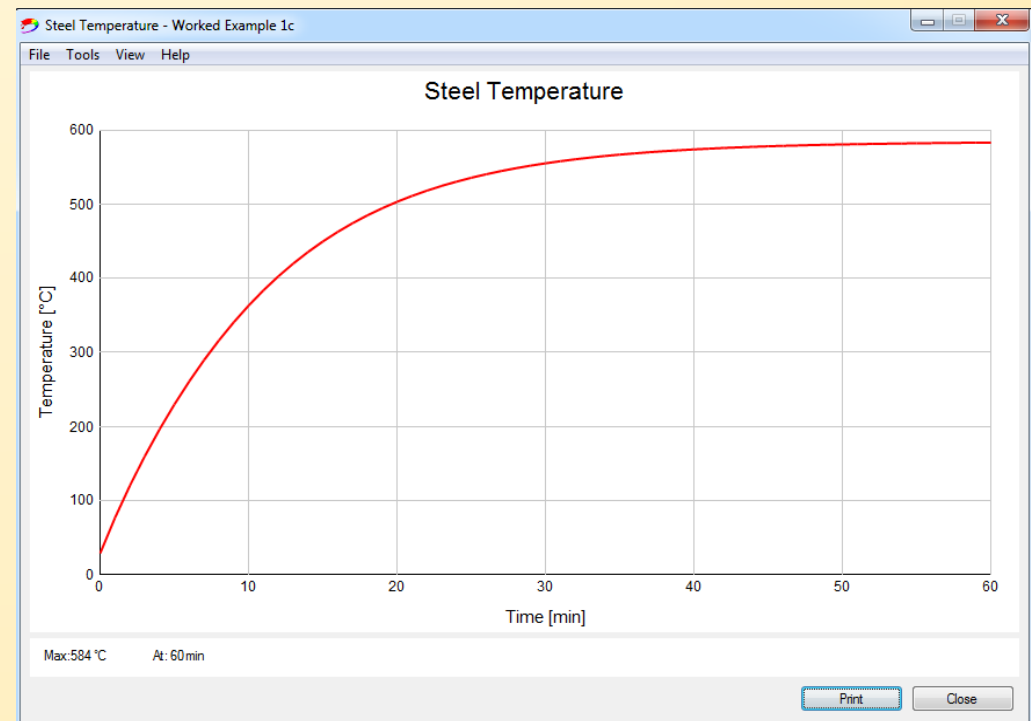
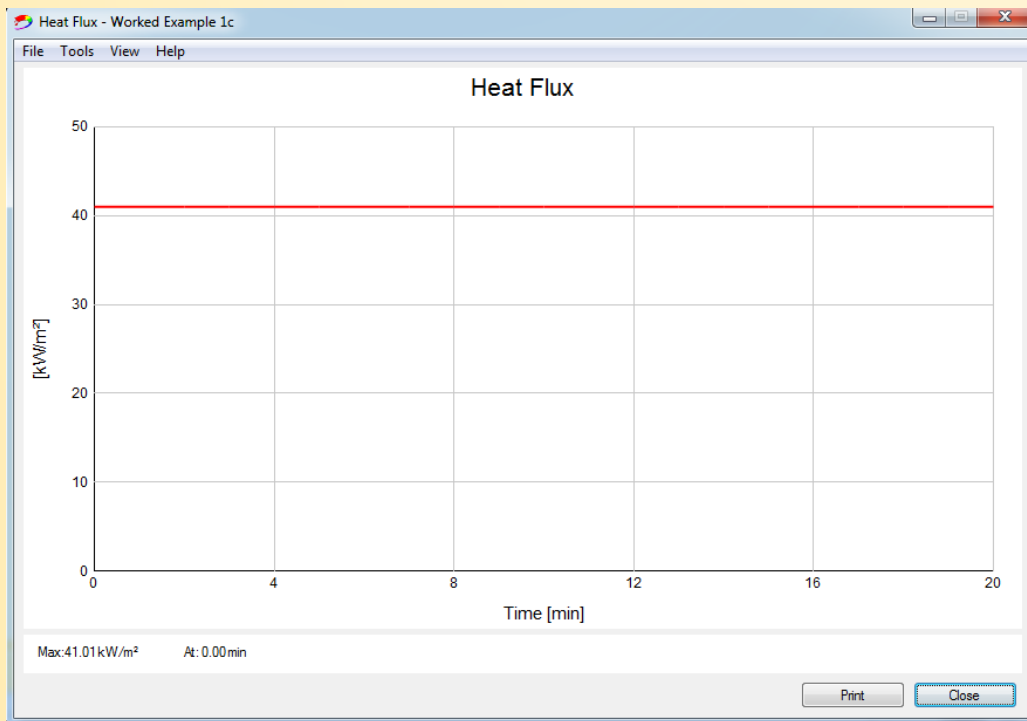
$$y = \frac{r + H + z'}{L_h + H + z'} = 0.787$$

$$0.3 < y < 1 \rightarrow \dot{h} = 136300 - 121000 y$$
$$\rightarrow \dot{h} = 41073 \text{ W/m}^2$$



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

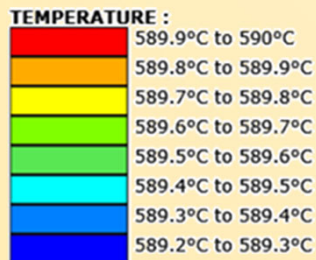
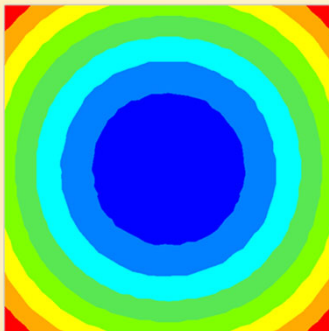


7. Uitgewerkte voorbeelden

7.1. Voorbeeld 1 : Stralingsstromen bij lokale brand

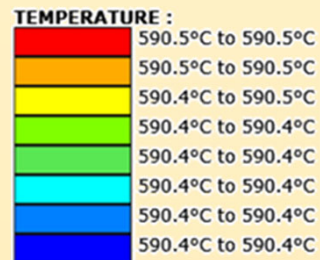
Verdeling van de temperatuur bij evenwicht (HASEMI)

Vierkant 300x300



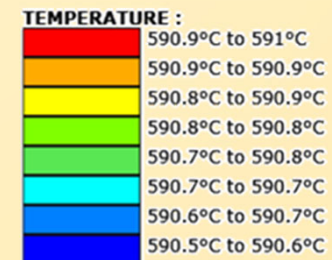
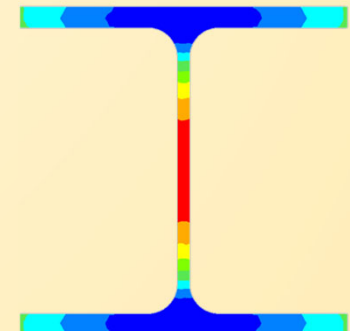
$T_{\text{aver}} = 589^{\circ}\text{C}$

Buis 300x300x10



$T_{\text{aver}} = 590^{\circ}\text{C}$

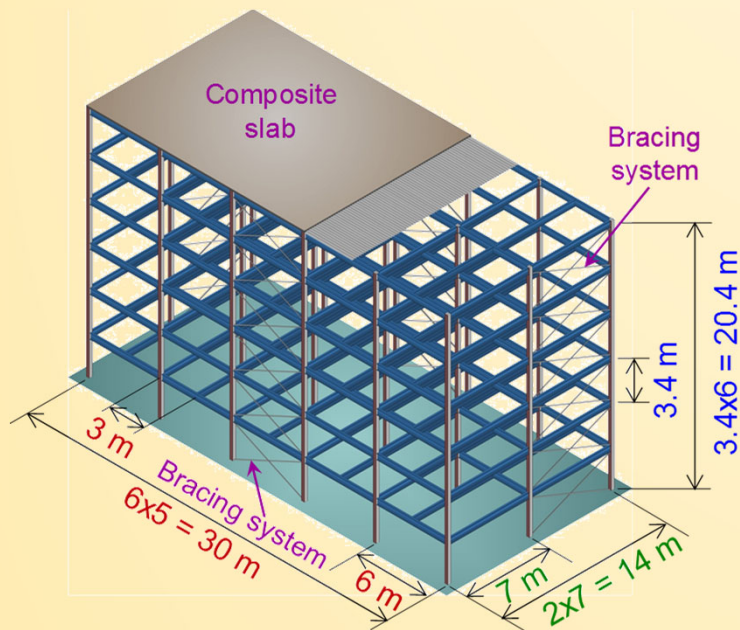
HEB 300



$T_{\text{aver}} = 591^{\circ}\text{C}$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw

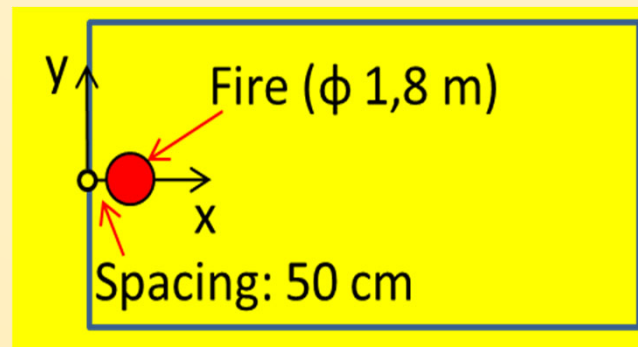


Brandhaard ligt op van 0,5 m van de kolom

Plafond : 3,5 m

Brandhaard : 500 kg papier (17,5 MJ/kg) op een oppervlakte van 2,5 m²

$RHR_{max} = 1000 \text{ kW/m}^2$

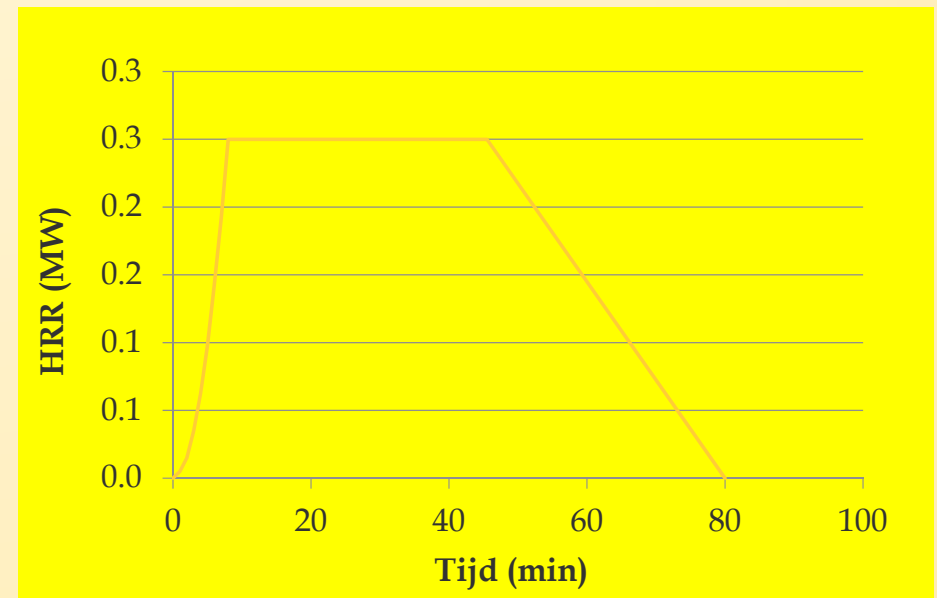


7. Uitgewerkte voorbeelden

7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw

Ontwikkeling van de brand volgens bijlage E van EN 1991-1-2

- Groeifase : $Q(t) = 10^6 * (t/t_\alpha)^2$
- Ontwikkelingssnelheid : Gemiddeld
→ $RHR = 1 \text{ MW}$ after $t_\alpha = 300 \text{ sec}$
- $RHR_{max} = 2.5 \text{ m}^2 * 1000 \text{ kW/m}^2 = 2.5 \text{ MW}$
- Uitdooffase start nadat 70% van de brandstof is opgebruikt.



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	1.8	1.4	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Compartment Height: 3.5 m

Distance on Axis (x): 0 m

Height on Axis (z): 2.5 m

Time [min]

RHR [MW]

Point	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	0
Point 2	1	0.05
Point 3	2	0.15
Point 4	3	0.35
Point 5	4	0.625
Point 6	5	0.975
Point 7	6	1.425
Point 8	7	1.925
Point 9	8	2.5
Point 10	45	2.5
Point 11	45.5	2.5
Point 12	80	0
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel

Positie x : $0,5\text{m} + 1,8\text{m}/2 = 1,4\text{m}$



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	1.8	1.4	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

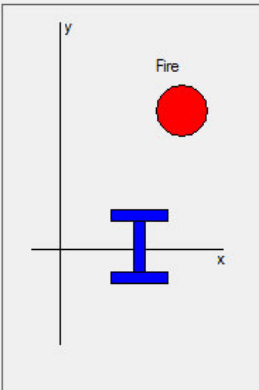
Geometrical Data

Compartment Height: 3.5 m

Distance on Axis (x): 0 m

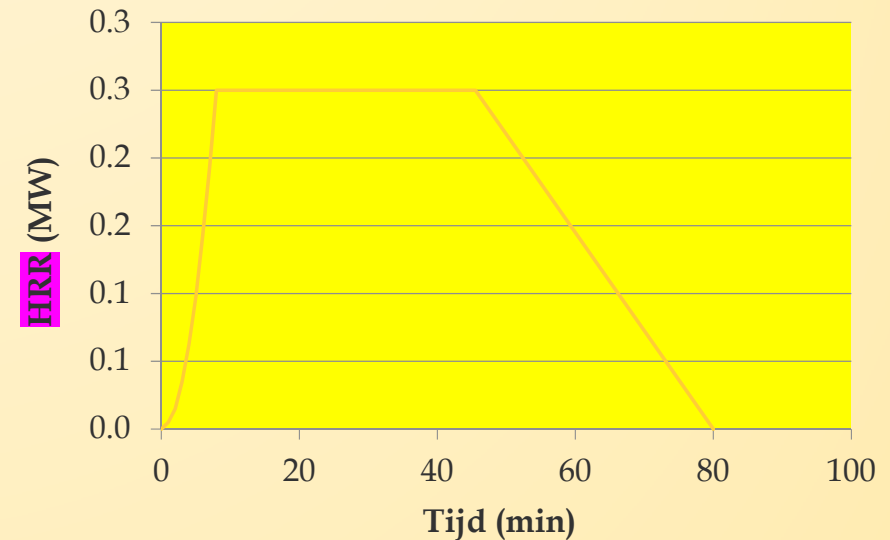
Height on Axis (z): 2.5 m

Fire



	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	0
Point 2	1	0.05
Point 3	2	0.15
Point 4	3	0.35
Point 5	4	0.625
Point 6	5	0.975
Point 7	6	1.425
Point 8	7	1.925
Point 9	8	2.5
Point 10	45	2.5
Point 11	45.5	2.5
Point 12	80	0
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw

File Tools View Help

Cross Section

☒ Unprotected Cross Section

☐ Protected Cross Section

Steel Profile

Profile Type: HE - HL

Profile: HE 260 A

Exposure

☒ Exposed on Four Sides ☐ Exposed on Three Sides

Encasement

☒ Contour Encasement ☐ Hollow Encasement

Protection Material

☒ From Catalog

☐ Constant Values

Thickness: 0 mm

☐ Temperature Dependent

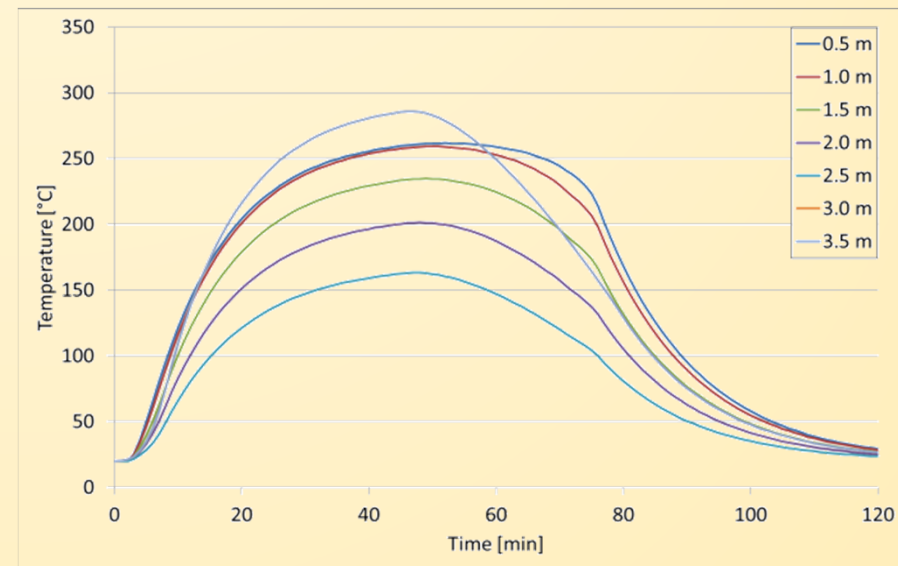
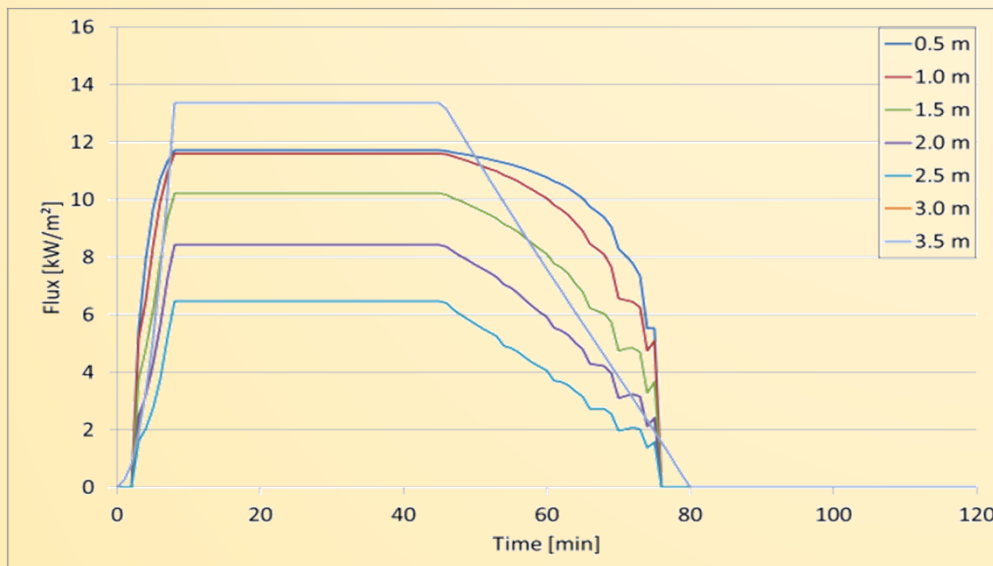
Material Name: Spray Mineral Fiber

Temperature	Unit mass	Specific Heat	Conductivity
°C	kg/m³	J/kgK	W/mK
300		1200	0.12

OK Cancel

7. Uitgewerkte voorbeelden

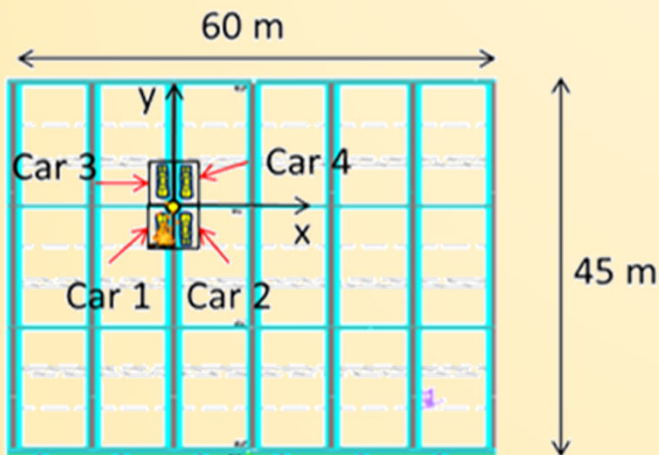
7.2. Voorbeeld 2 : Kolom van een kantoorgebouw



- Maximale geabsorbeerde warmtestraling in de warme rooklaag
- Warme rooklaag ($z = 3,5\text{m}$) : temperatuur bereikt 290°C
- Buiten de rooklaag ($z = 0,5\text{m}$ en $z = 1\text{m}$) : $\sim 250^{\circ}\text{C}$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.3. Voorbeeld 3 : Kolom van een parkeergarage



HEA 300-kolom

Plafond : 3,5 m

*Afmetingen van het parkeervak : 2,5m*5m*

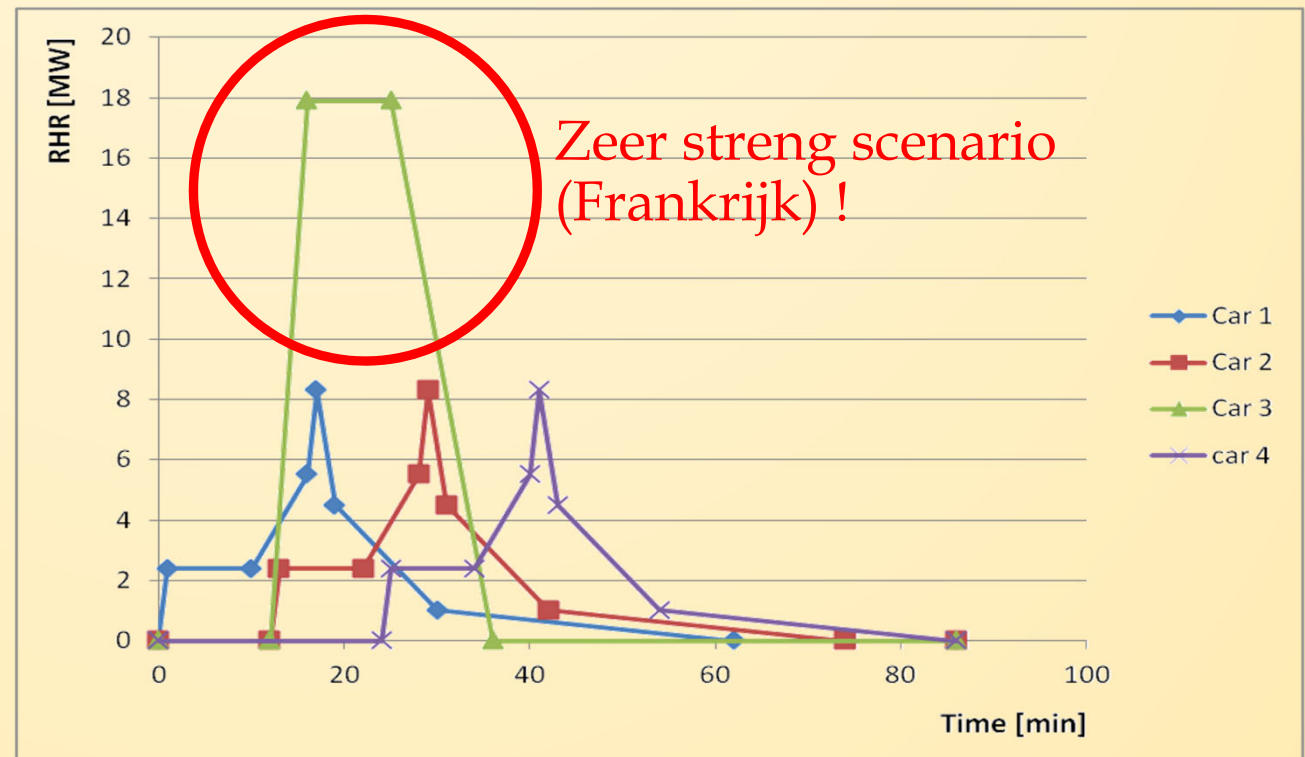
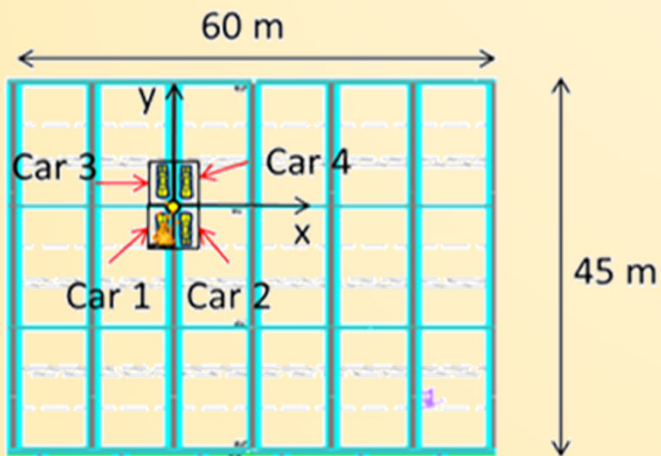
→ Equivalente diameter van de brand : 4 m

Brandscenario : 3 wagens + 1 bestelwagen (risicoanalyse - zeer strenge aanname)

Ontstekingstijd tussen twee opeenvolgende auto's : 12 minuten

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.3. Voorbeeld 3 : Kolom van een parkeergarage



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.3. Voorbeeld 3 : Kolom van een parkeergarage

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 4

Select fire: 1

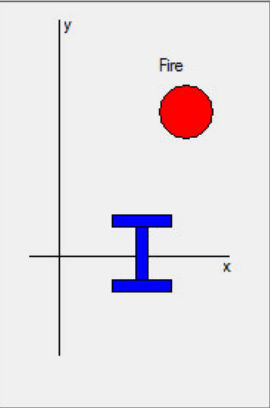
Fire	Diametre [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	4	-1.25	-2.5
Fire 2	4	1.25	-2.5
Fire 3	4	-1.25	2.5
Fire 4	4	1.25	2.5
Fire 5			

Geometrical Data

Compartment Height: 3.5 m

Distance on Axis (x): 0 m

Height on Axis (z): 0.5 m



Point	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	0
Point 2	1	2.4
Point 3	10	2.4
Point 4	16	5.5
Point 5	17	8.3
Point 6	19	4.5
Point 7	30	1
Point 8	62	0
Point 9	86	0
Point 10		
Point 11		
Point 12		
Point 13		
Point 14		
Point 15		
Point 16		
Point 17		
Point 18		
Point 19		
Point 20		

OK Cancel

File Tools View Help

Cross Section

☒ Unprotected Cross Section

☐ Protected Cross Section

Steel Profile

Profile Type: HE - HL

Profile: HE 300 A

Exposure

☒ Exposed on Four Sides

☐ Exposed on Three Sides

Encasement

☒ Contour Encasement

☐ Hollow Encasement

Protection Material

☒ From Catalog

☐ Constant Values

☐ Temperature Dependent

Thickness: 0 mm

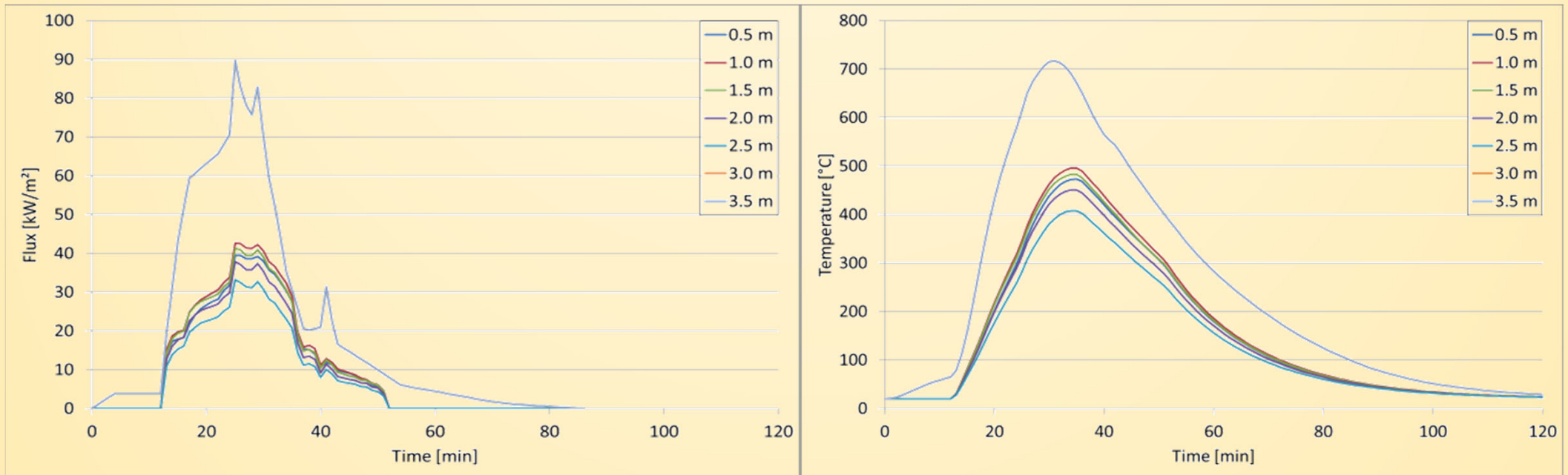
Material Name: Spray Mineral Fiber

Temperature °C	Unit mass kg/m³	Specific Heat J/kgK	Conductivity W/mK
	300	1200	0.12

OK Cancel

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.3. Voorbeeld 3 : Kolom van een parkeergarage



- Buiten de warme rooklaag ($z = 1 \text{ m}$) : $t_{\text{max}} = 500^{\circ}\text{C}$
- In de warme rooklaag ($z = 3,5 \text{ m}$) : $t_{\text{max}} = 718^{\circ}\text{C}$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw

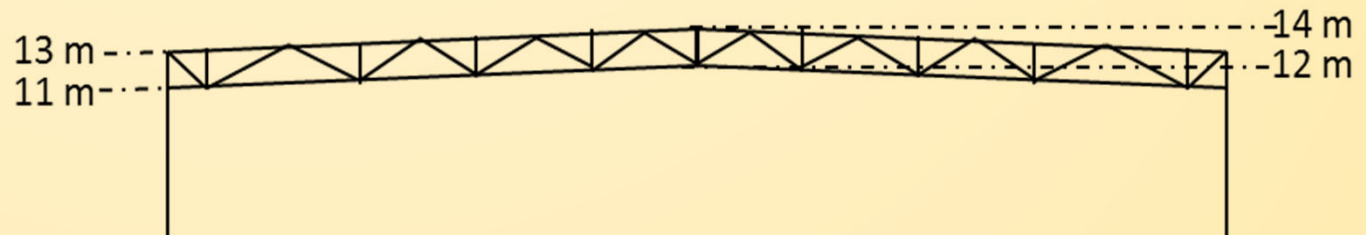
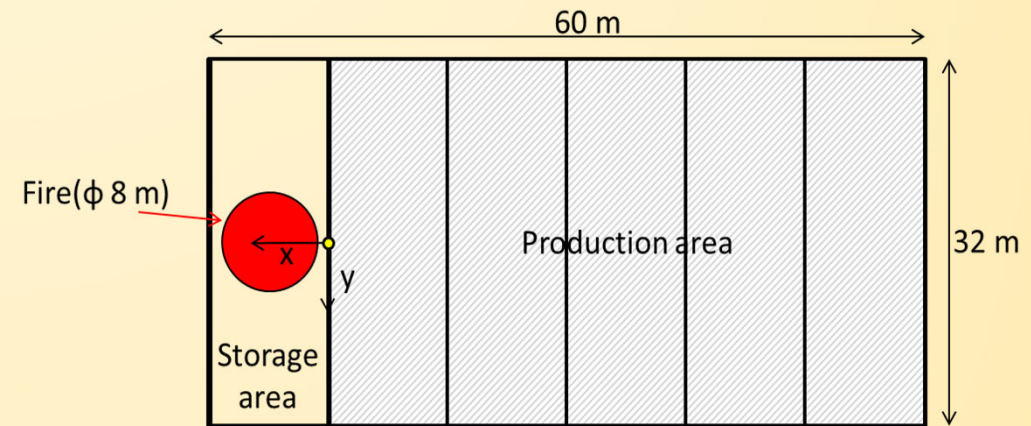
Beschrijving van de structuur :

Sectie boven- en onderligger : HEA 220

*Sectie diagonalen vakwerk : 2 L60*60*6*

Afstand tussen 2 stalen spanten: 10 m

Nokhoogte : 14 m



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw

Brand scenario :

Brandvlak : 50 m^2 (centrum van opslagruimte)

→ Equivalente diameter : 8 m

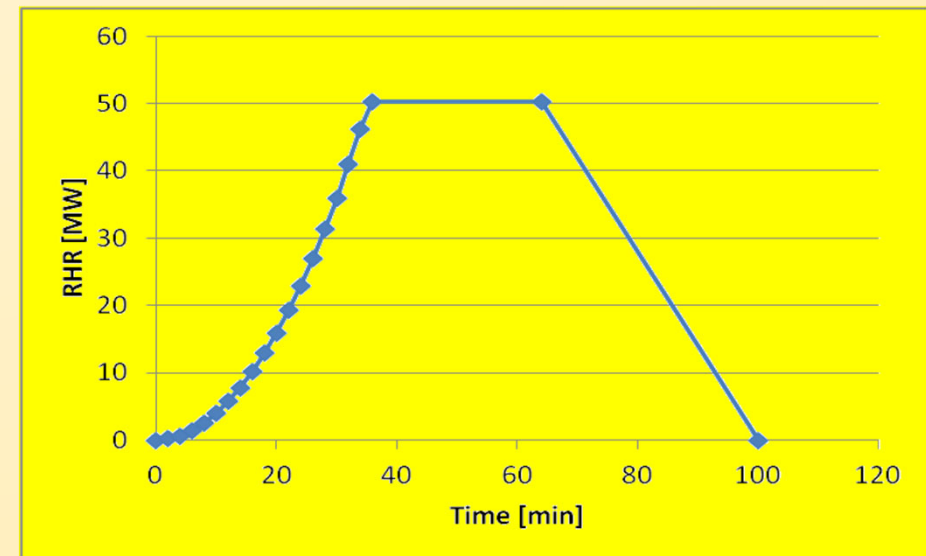
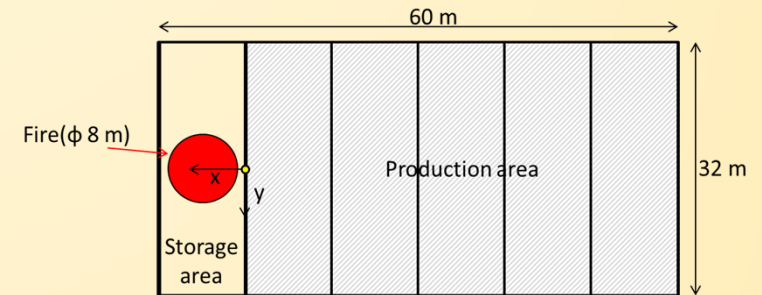
Ontwikkelingssnelheid : Gemiddeld

→ $RHR = 1 \text{ MW}$ na $t_\alpha = 300 \text{ sec.}$

*$RHR_{max} = 1000 \text{ kW/m}^2 * 50 \text{ m}^2 = 50 \text{ MW}$*

Brandlast : 10 T (cellulose-achtig)

*→ $Q = 17.5 \text{ MJ/kg} * 10000 \text{ kg} = 175000 \text{ MJ}$*



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

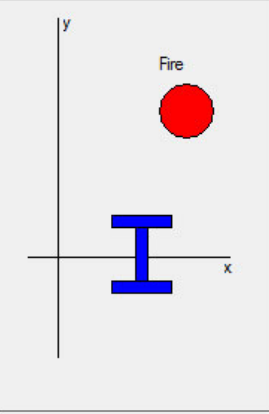
Fire	Diametre [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	8	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Compartment Height: 14 m

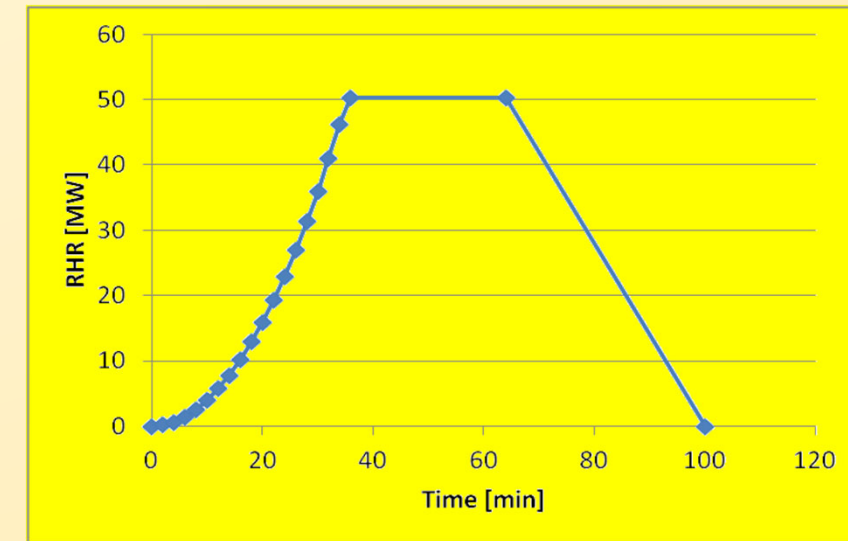
Distance on Axis (x): 5 m

Height on Axis (z): 12.1 m



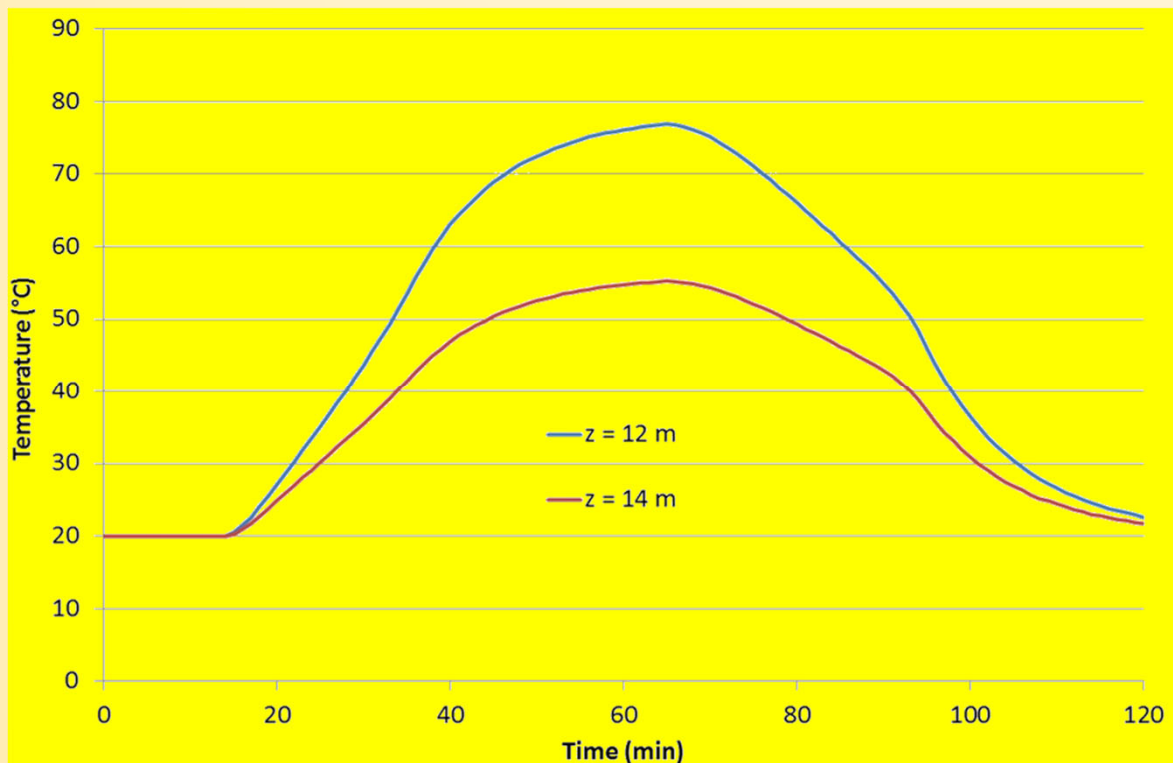
	Time [min]	RHR [MW]
Point 1	0	0
Point 2	2	0.15
Point 3	4	0.65
Point 4	6	1.45
Point 5	8	2.55
Point 6	10	4
Point 7	12	5.75
Point 8	14	7.8
Point 9	16	10.2
Point 10	18	12.9
Point 11	20	15.9
Point 12	22	19.25
Point 13	24	22.9
Point 14	26	26.9
Point 15	28	31.2
Point 16	30	35.8
Point 17	32	40.75
Point 18	34	46
Point 19	36	50
Point 20	64	50

OK Cancel



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw



Vlamhoogte = 9,7m

**De vakwerken bevinden zich
boven de vlam**

**Max. temperatuur van de
vakwerken = 210°C**

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw

Fire - Worked Example 4

File Tools View Help

Compartment Fire: ☐ Annex E (EN 1991-1-2) ☐ User Defined Fire

Localised Fire: ☒ Localised Fire

Number of fires: 1

Select fire: 1

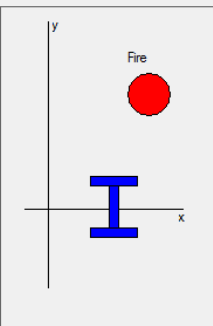
Fire	Diameter [m]	Pos X [m]	Pos Y [m]
Fire 1	8	0	0
Fire 2			
Fire 3			
Fire 4			
Fire 5			

Geometrical Data

Ceiling Height: 14 m

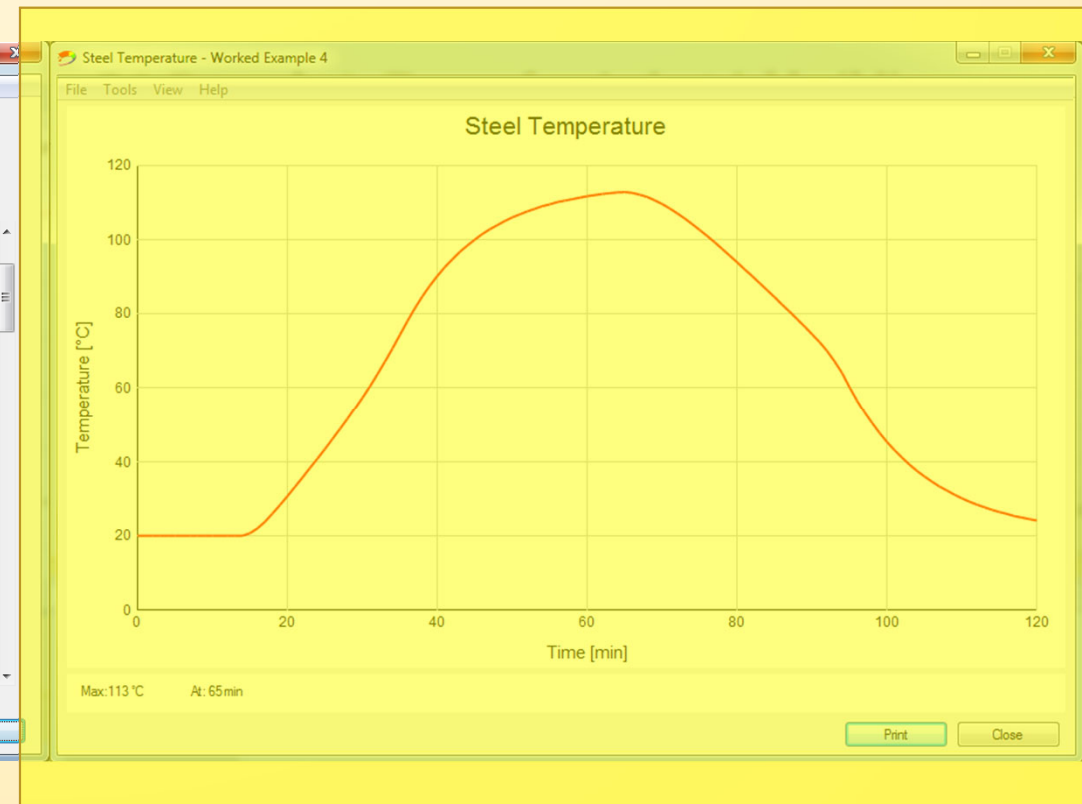
Distance on Axis (x): 5 m

Height on Axis (z): 10 m



	Time [min]	RHR [MW]
Point 7	12	5.75
Point 8	14	7.8
Point 9	16	10.2
Point 10	18	12.9
Point 11	20	15.9
Point 12	22	19.25
Point 13	24	22.9
Point 14	26	26.9
Point 15	28	31.2
Point 16	30	35.8
Point 17	32	40.75
Point 18	34	46
Point 19	36	50
Point 20	64	50
Point 21	100	0
Point 22		
Point 23		
Point 24		
Point 25		
Point 26		

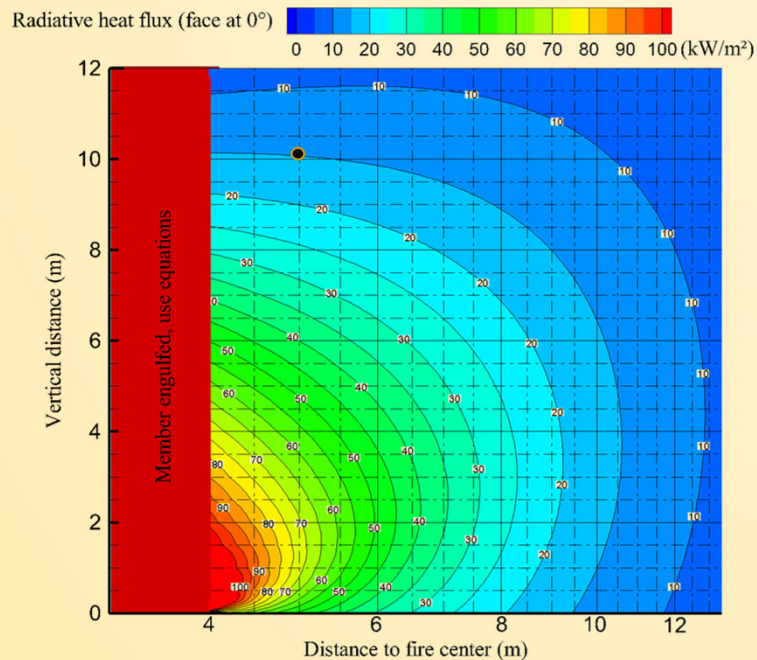
OK Cancel



7. Uitgewerkte voorbeelden

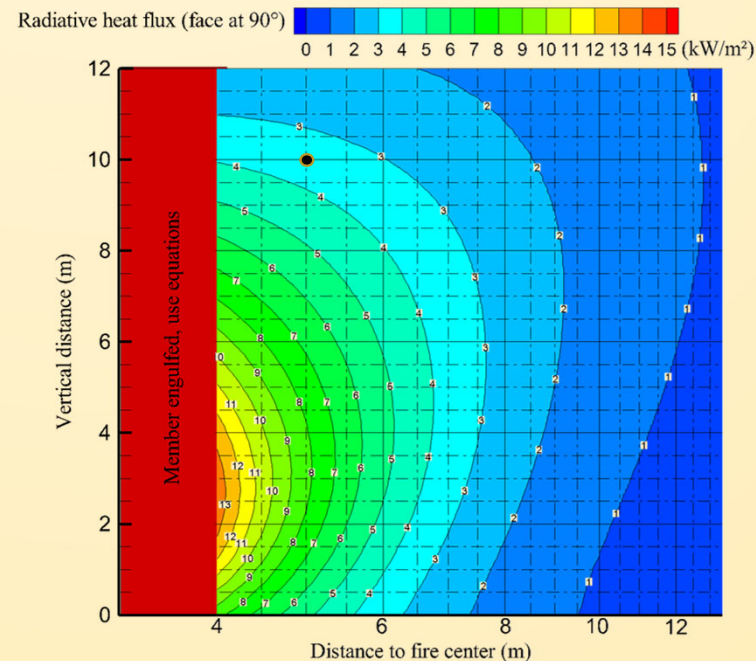
7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw

Zijde 1



$$\varepsilon * \varphi_{tot} = 0.7 * 15 \text{ kW/m}^2 = 10.5 \text{ kW/m}^2$$

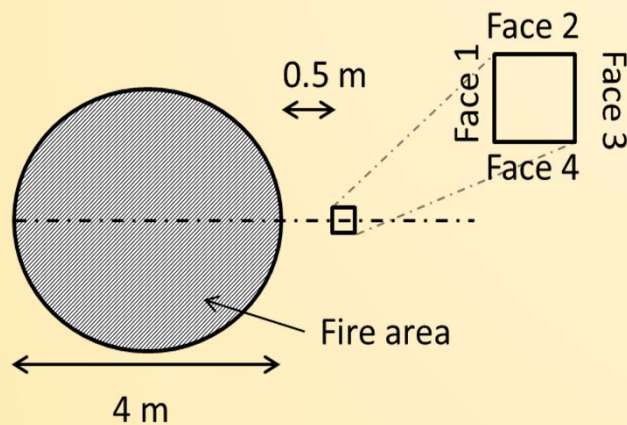
Zijde 2



$$\varepsilon * \varphi_{tot} = 0.7 * 3.5 \text{ kW/m}^2 = 2.45 \text{ kW/m}^2$$

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.4. Voorbeeld 4 : Vakwerk in een industrieel gebouw



Warmtestraling in elke fase (assumptie $\varepsilon = 0.7$)

Zijde 1 : 10.5 kW/m^2

Zijde 2 : 2.45 kW/m^2

Zijde 3 : 0.00 kW/m^2

Zijde 4 : 2.45 kW/m^2

→ Gemiddelde warmtestraling = 3.85 kW/m^2

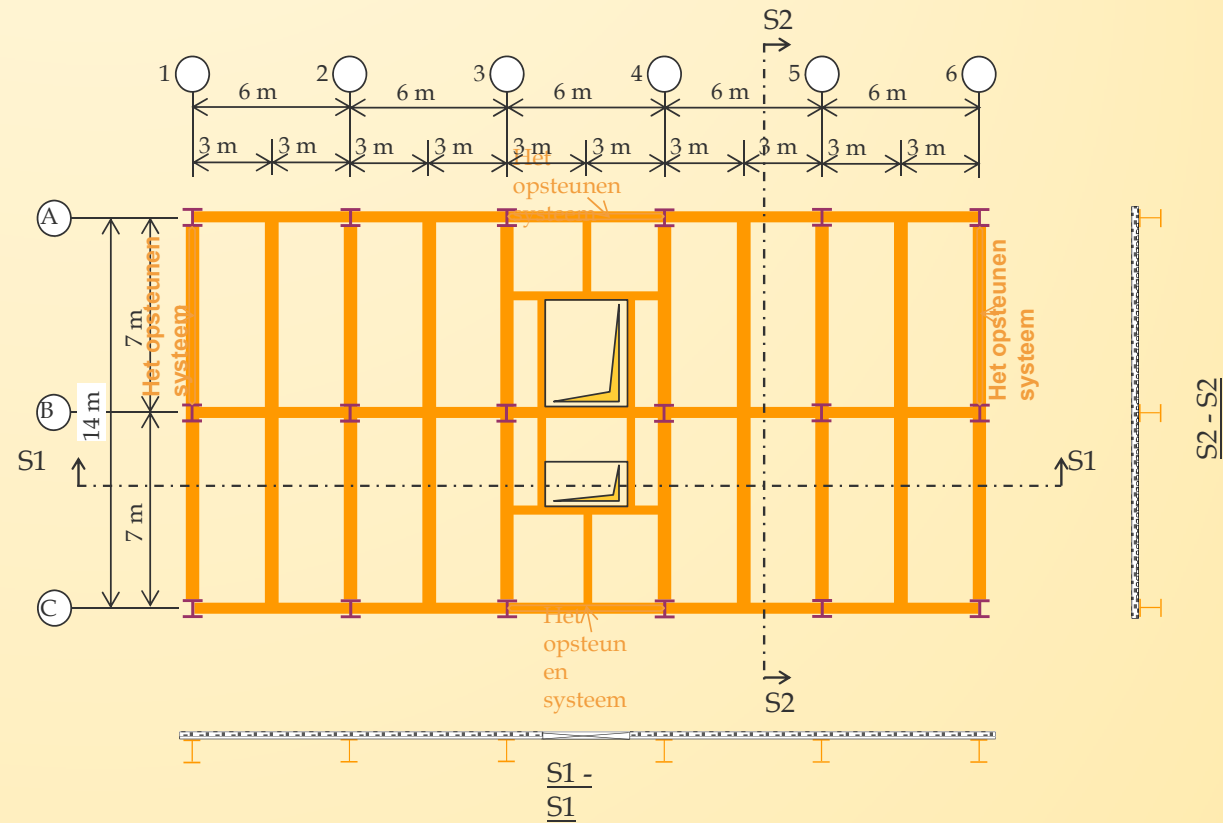
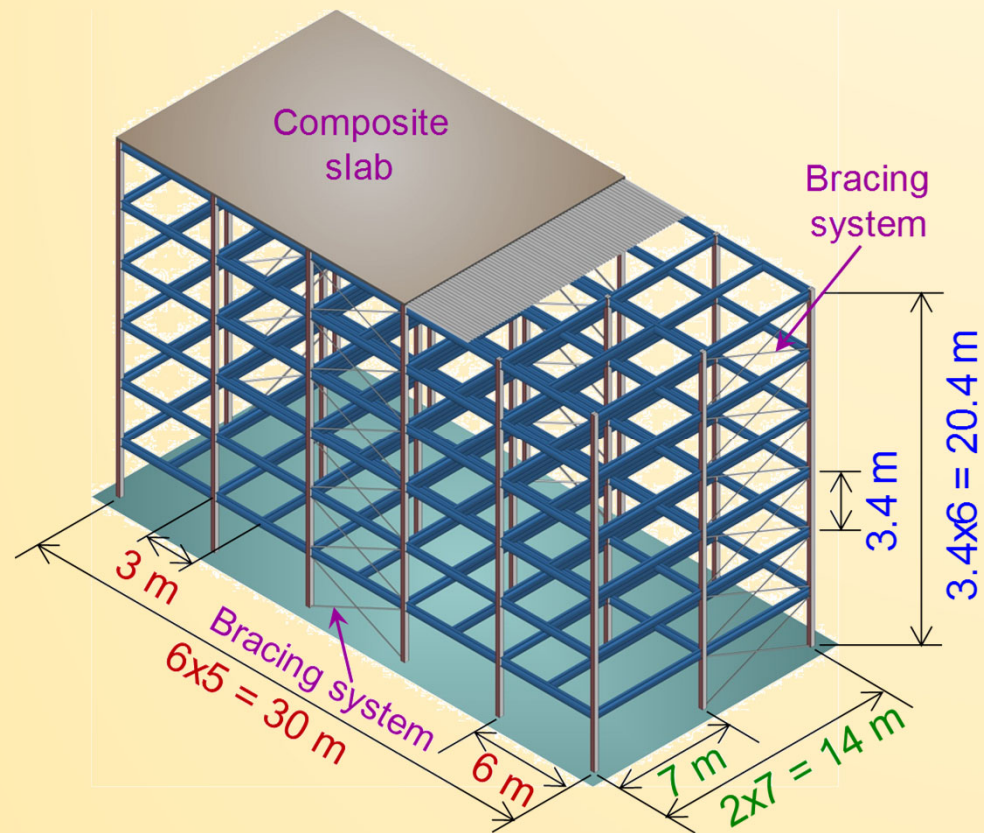
$$0 = \underbrace{h(\theta - 20)}_{\text{Uitzonden convectieve stroom}} + \underbrace{\sigma\varepsilon[(\theta + 273)^4 - (20 + 273)^4]}_{\text{Uitzonden stralingsstroom}} - \underbrace{\varepsilon * \varphi_{tot}}_{\text{Geabsorbeerde stroom}}$$

$$h = 35 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}; \sigma = 5.67 * 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$$

θ (°C)	Uitgezonden stroom W/m ²
20	0
30	392.03
40	788.42
50	1189.49
60	1595.53
70	2006.84
80	2423.77
90	2846.62
100	3275.76
110	3711.52
120	4154.27
130	4604.37
140	5062.21
150	5528.18

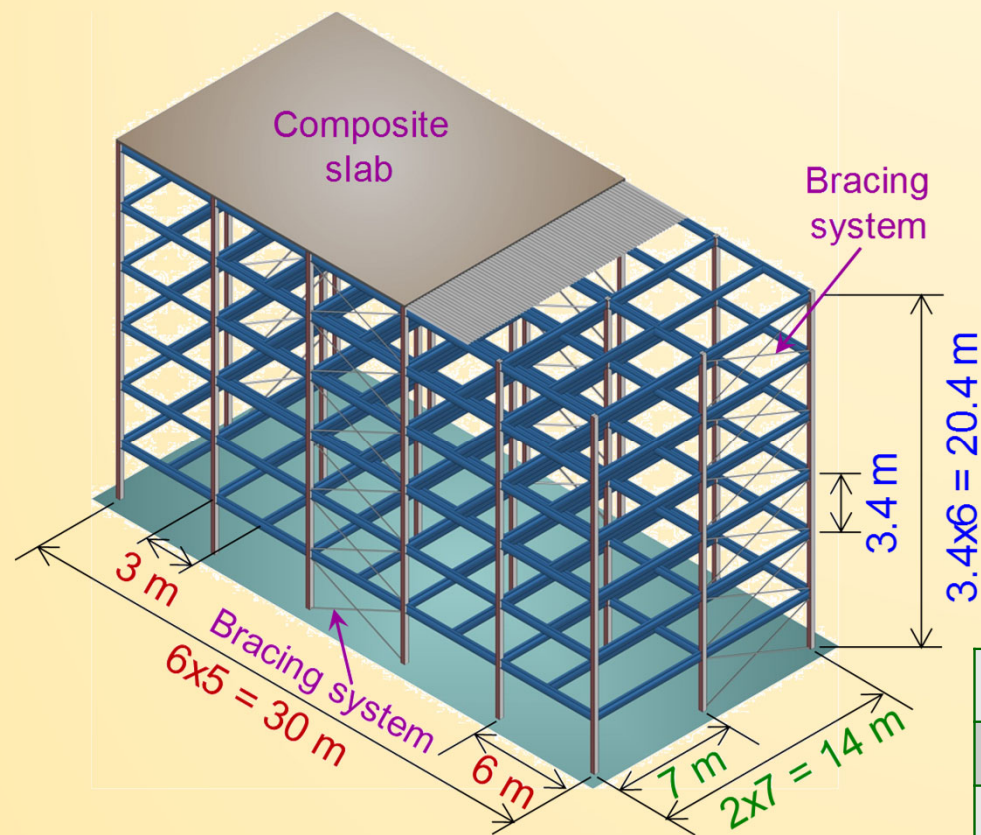
7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom



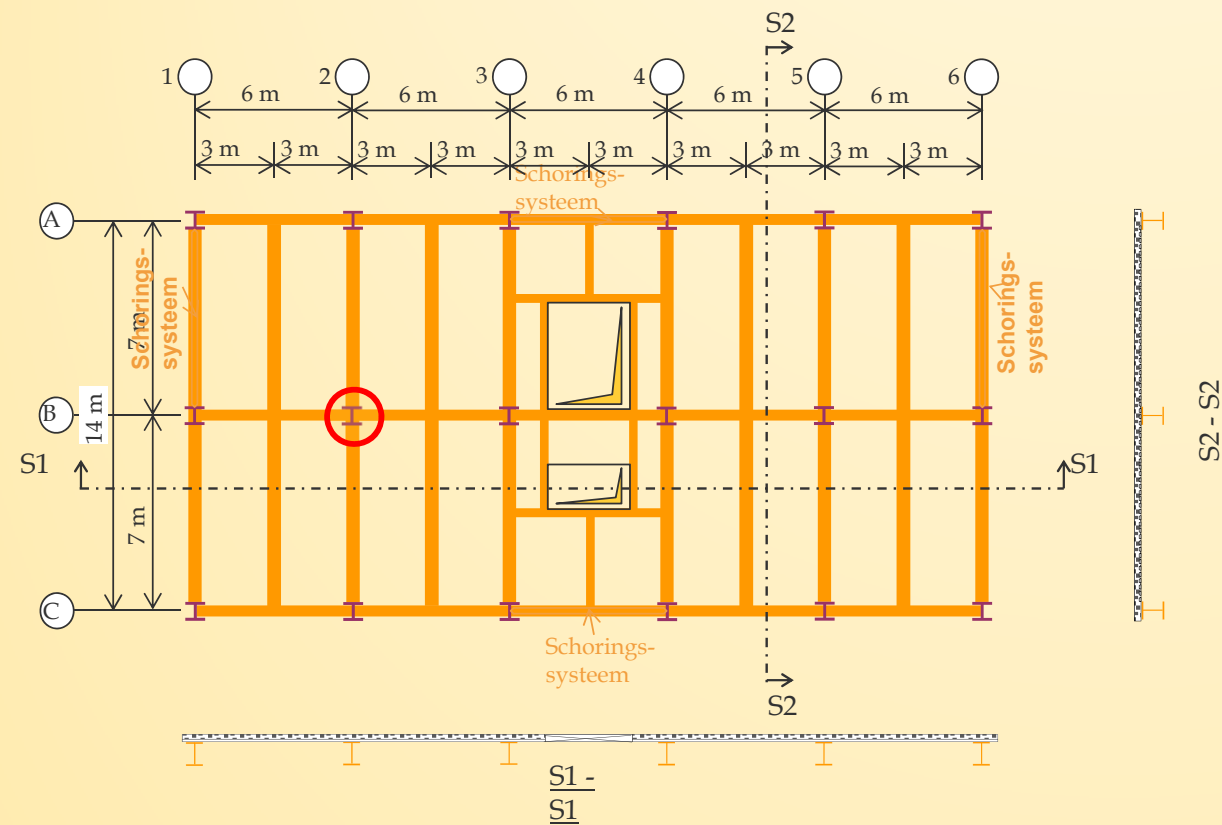
Acties (voor alle verdiepingen)

- Eigen gewicht G1:
 - ✓ gewicht staalplaatbetonvloer : 2,12 kN/m²
 - ✓ stalen constructiedelen: in functie van hun afmetingen
- Permanente belasting G2:
 - ✓ afwerking, technieken, scheidingswanden: 1,50 kN/m²
- Permanente belasting G3:
 - ✓ gewicht gevelbekleding: 2,00 kN/m
- Karakteristieke waarden van variabele belastingen en ψ -factoren

Type	qk	ψ_1	ψ_2
Gebruiksbelasting op vloeren	4,0 kN/m ²	0.7	0.6
Sneeuw op het dak	1,7 kN/m ²	0.2	0.0

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom



Structurele elementen

- Staalplaatbetonvloer :
 - ✓ Totale dikte: 12 cm
 - ✓ Staalplaat : COFRAPLUS60
 - ✓ Dikte staalplaat : 0,75 mm
 - ✓ Doorlopende plaat over 2 velden
- Algemene secundaire liggers:
 - ✓ IPE360 - S275
- Binnenste hoofdbalken:
 - ✓ HEA360 - S275
- Kolommen voor begane grond :
 - ✓ Hoekkolommen (onderste niveau): HEA300 - S275
 - ✓ **Centrale kolommen (onderste niveau): HEB300 - S275**

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom

Stap 1: Ontwerp mechanische belasting bij brand

- Ontwerpbelasting in brand situatie

$$E_{fi,d,t} = \sum_{j=1} G_{k,j} + \sum_{i=1}^{2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Eigen gewicht van de kolom

$$q_{fi,d,t} = 1.15 \text{ kN/m}$$

- Totale geconcentreerde axiale belasting van stalen liggers

$$P_{fi,d,t} = \sum (G_{k,1} + \psi_{2,1} Q_{k,1})$$

$$= \underbrace{14.105 \times 7}_{\text{secundaire ligger}} + \underbrace{202.4 + 1.13 \times 6}_{\text{hoofdligger + kolommen}}$$

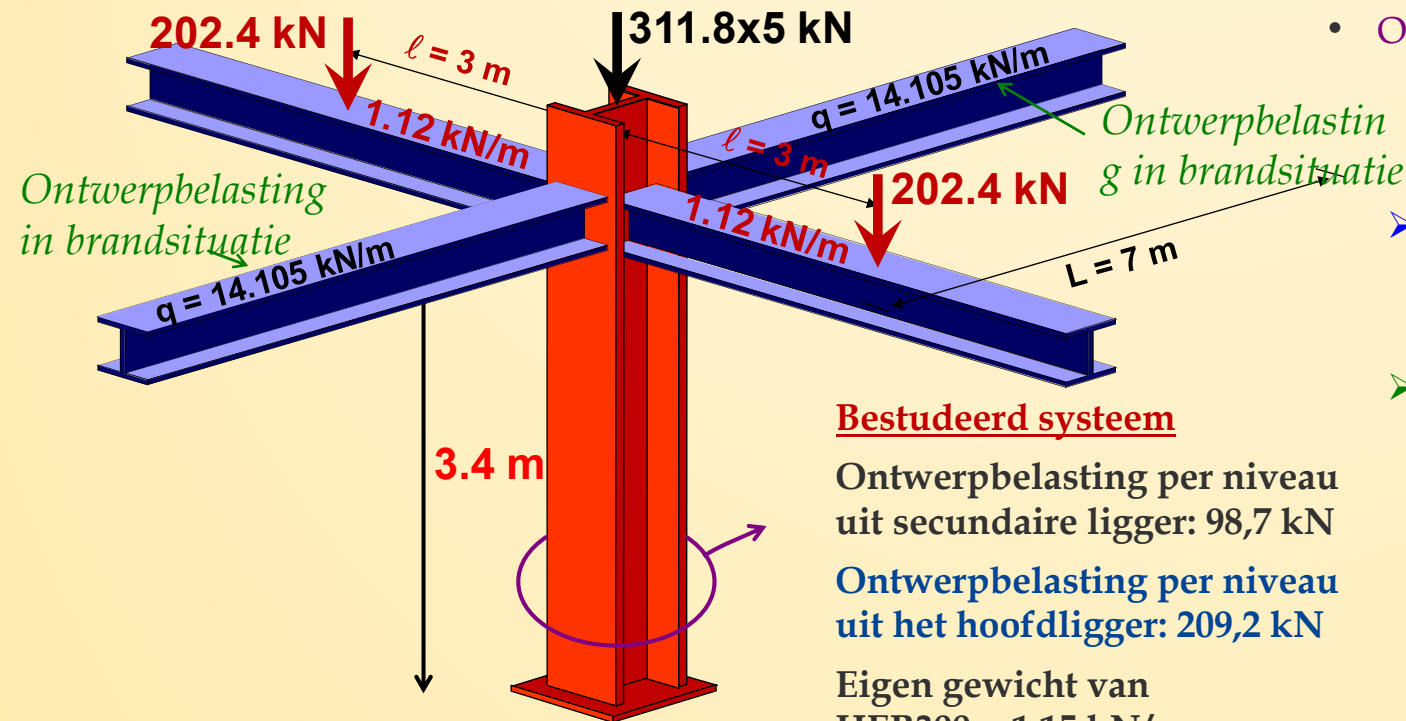
$$\approx 307.9 \text{ kN}$$

Bestudeerd systeem

Ontwerpbelasting per niveau uit secundaire ligger: 98,7 kN

Ontwerpbelasting per niveau uit het hoofdligger: 209,2 kN

Eigen gewicht van HEB300 = 1,15 kN/m



Opmerking : Afhankelijk van het land moet $\psi_{1,1}$ or $\psi_{2,1}$ worden gebruikt.

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5: Knikweerstand van een kolom

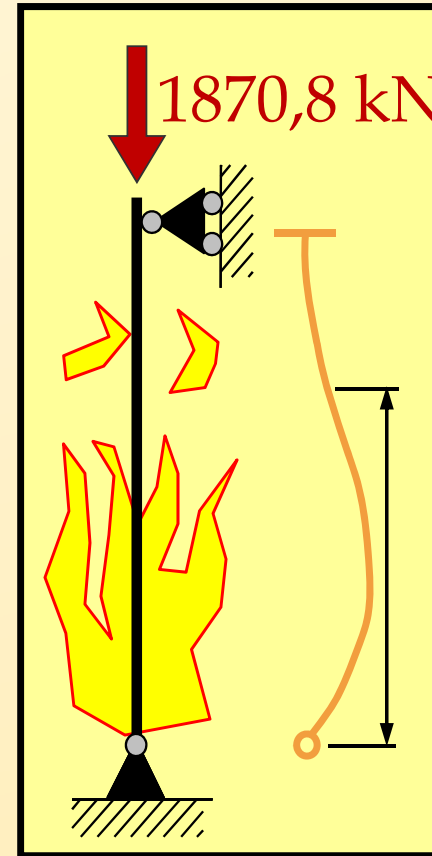
Stap 1: Ontwerp mechanische actie bij brand

- Totale ontwerpbelastingen voorwaarden in brandsituatie

$$N_{fi,d,t} = (3079 + 3.9) \times 6 = 18708 \text{ kN}$$

- Kniklengte bij brand
 - Kolomvoet is scharnierend

$$L_{fi} = 0.7L = 0.7 \times 3.4 = 2.38 \text{ m}$$



7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom

Stap 2: Element indelen

- Element onder buiging

Relatie 4.2 van Eurocode 3, deel 1-2

$$\varepsilon = 0.85 \sqrt{235/f_y} = 0.786$$

\rightarrow S275

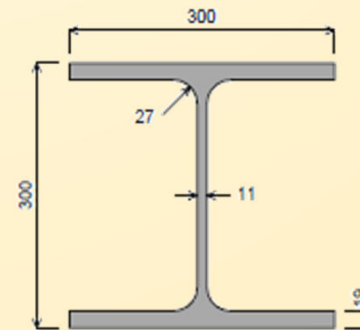
Tabel 5.2 van Eurocode 3, deel 1-1

$$c/t_w \leq 33\varepsilon \rightarrow \text{Lijf klasse 1}$$

\rightarrow 18.9 \rightarrow 25.9

$$c/t_f \leq 9\varepsilon \rightarrow \text{Flens klasse 1}$$

\rightarrow 6.2 \rightarrow 7.07



HEB300



Sectieklasse 1

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom

Stap 3: Ontwerp weerstand op moment 0 (omgevingstemperatuur)

Ontwerpweerstand op moment 0 (omgevingstemperatuur) volgens
Eurocode 3 deel 1-2

➤ Plastische axiale weerstand

$$N_{pl,fi,0} = A \times f_y / \gamma_{M,fi} = 4099.7 \text{ kNm}$$

➤ Niet-dimensionale slankheid

$$\bar{\lambda}_{fi,0} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{fi}}{i_z} \frac{1}{93.9 \varepsilon} = 0.362$$

HEB300	
A (cm ²)	149.08
I _z (cm)	7.58

7. Uitgewerkte voorbeelden

7.5. Voorbeeld 5 : Knikweerstand van een kolom

Stap 4: benuttingsgraad voor gegevens in tabelvorm

$$\mu_0 = \frac{N_{fi,d,t}}{N_{pl,fi,0}} = 0.452$$

Stap 5: Kritische temperatuur

lineaire interpolatie van gegevens in tabelvorm $\bar{\lambda}_{fi,0} = 0.362$

$\bar{\lambda}_{fi,0}$	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
□0											
...
0.40	629	603	578	544	499						
0.42	621	595	569	535	477						
0.44	613	588	561	525	455						
0.46	604	581	553	516	433						
0.48	597	573	545	506	411						
0.50	590	566	536	494	367						
0.52	584	559	528	477							

$$\theta_{cr} \approx 560 \text{ } ^\circ\text{C}$$