


ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX042a-EN-EU</i>	Strona	<i>1 z 5</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1991-1-2:2002</i>		
	Wykonał	<i>Z Sokol</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>
	Sprawdził	<i>F Wald</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>

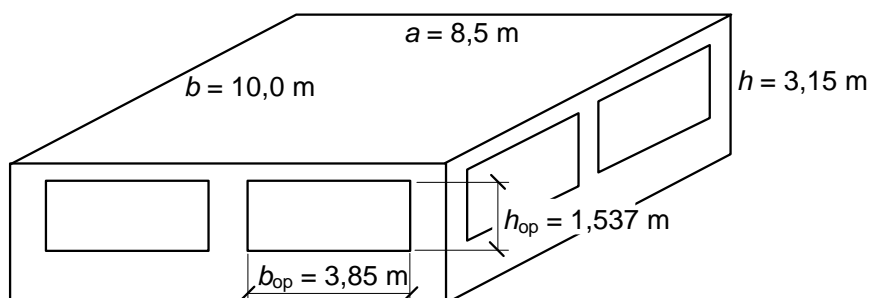
Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej

Przykład pokazuje wyznaczenie parametrycznej krzywej pożaru dla strefy pożarowej w budynku biurowym, według Załącznika A normy PN-EN 1991-1-2. Ściany, strop i sufit w tej strefie pożarowej wykonane są z żelbetu; w ścianie występuje szereg otworów. Dokonano odniesienia do opracowania SD006, dotyczącego właściwości termicznych materiałów ścian i stropów.

Dane podstawowe

Wymiary strefy pożarowej

szerokość: $a = 8,5$ m
długość: $b = 10,0$ m
wysokość: $h = 3,15$ m
wysokość otworów $h_{op} = 1,537$ m
szerokość otworów $b_{op} = 3,85$ m
liczba otworów $n = 4$; patrz Rys. 1.



Rys.1: *Rozpatrywana strefa pożarowa*

Podłoga i sufit wykonane są z żelbetu.


gęstość $\rho = 2300$ kg m⁻³
ciepło właściwe $c = 840$ J kg⁻¹ K⁻¹
przewodność cieplna $\lambda = 1,57$ W m⁻¹ K⁻¹

[SD006](#)

Ściany wykonane są z betonu lekkiego (gazobetonu).

gęstość $\rho = 500$ kg m⁻³
ciepło właściwe $c = 840$ J kg⁻¹ K⁻¹
przewodność cieplna $\lambda = 0,22$ W m⁻¹ K⁻¹

[SD006](#)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX042a-EN-EU</i>	Strona	2 z 5
	Tytuł	<i>Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1991-1-2:2002</i>		
	Wykonał	<i>Z Sokol</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>
	Sprawdził	<i>F Wald</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>

Gęstość obciążenia ogniowego

W przypadku budynku biurowego, charakterystyczna gęstość obciążenia ogniowego odniesiona na jednostkę powierzchni, biorąc pod uwagę fraktyl 80%, podana jest w Tablicy E.4:

$$q_{f,k} = 511 \text{ MJ m}^{-2}$$

Powierzchnia podłogi wynosi:

$$A_f = a \cdot b = 8,5 \cdot 10,0 = 85 \text{ m}^2$$

Współczynnik uwzględniający niebezpieczeństwo pojawienia się pożaru ze względu na powierzchnię strefy odczytano z Tablicy E.1, za pomocą interpolacji liniowej.

$$\delta_{q1} = 1,1 + (1,5 + 1,1) \cdot (85 - 25) / (250 - 25) = 1,20$$

Współczynnik niebezpieczeństwa pożaru uwzględniający sposób użytkowania wynosi $\delta_{q2} = 1,00$.

Współczynnik uwzględniający różne czynne środki ochrony przeciwpożarowej $\delta_h = 1,00$

Obliczeniowa wartość gęstości obciążenia ogniowego jest określona zależnością:

$$\begin{aligned} q_{f,d} &= q_{f,k} \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_h \\ &= 511 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 613 \text{ MJ m}^{-2} \end{aligned}$$

Właściwości termiczne strefy pożarowej

Całkowita powierzchnia elementów ograniczających wynosi:

$$A_t = 2 A_f + 2 (a + b) h = 2 \cdot 85 + 2 \cdot (8,5 + 10,0) \cdot 3,15 = 286,55 \text{ m}^2$$

Całkowita powierzchnia pionowych otworów wynosi:

$$A_v = n h_{op} b_{op} = 4 \cdot 1,537 \cdot 3,85 = 23,67 \text{ m}^2$$


Absorpcyjność termiczna w przypadku podłogi i sufitu wynosi:

$$b = \sqrt{\rho c \lambda} = \sqrt{2300 \cdot 840 \cdot 1,57} = 1742 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-0,5} \text{ K}^{-1}$$

PN-EN
1991-1-2
[Załącznik E](#)
Tablica E.4

PN-EN
1991-1-2
[Załącznik E](#)
Tablica E.1

PN-EN
1991-1-2
[Załącznik A](#)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX042a-EN-EU</i>	Strona	3 z 5
	Tytuł	<i>Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1991-1-2:2002</i>		
	Wykonał	<i>Z Sokol</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>
	Sprawdził	<i>F Wald</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>

Absorpcyjność termiczna w przypadku ścian wynosi:

$$b = \sqrt{\rho c \lambda} = \sqrt{500 \cdot 840 \cdot 0,22} = 304 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-0,5} \text{ K}^{-1}$$

Obie wartości zawierają się w granicach $100 \leq b \leq 2200$.

Całkowita absorpcyjność termiczna wynosi

$$b = \frac{\sum (b_i A_i)}{A_t - A_v} = \frac{2 \cdot 85 \cdot 7 \cdot 1742 + (2 \cdot (8,5 + 10,0) \cdot 3,15 - 23,67) \cdot 304}{286,55 - 23,67} = 1234 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-0,5} \text{ K}^{-1}$$

Zdolność do wentylacji strefy pożarowej

Wskaźnik otworów wynosi:

$$O = \frac{A_v \cdot \sqrt{h_{eq}}}{A_t} = \frac{23,67 \cdot \sqrt{1,537}}{286,55} = 0,1024 \text{ m}^{0,5}$$

gdzie przeciętna ważona wysokość otworu jest równa $h_{eq} = 1,537 \text{ m}$.

Wskaźnik otworów powinien mieścić się w przedziale $0,02 \leq O \leq 0,2 \text{ [m}^{0,5}]$.

Warunek jest spełniony.

Współczynnik funkcji czasu

Współczynnik Γ jest określony wyrażeniem:


$$\Gamma = \frac{\left(\frac{O}{b}\right)^2}{\left(\frac{0,04}{1160}\right)^2} = \frac{\left(\frac{0,1024}{1234}\right)^2}{\left(\frac{0,04}{1160}\right)^2} = 5,791$$

Gęstość obciążenia ogniowego odniesiona do pola powierzchni

Obliczeniowa gęstość obciążenia ogniowego odniesiona do pola powierzchni wynosi:

$$q_{t,d} = \frac{q_{f,d} A_f}{A_t} = \frac{613 \cdot 85}{286,55} = 181,8 \text{ MJ m}^{-2}$$

PN-EN
1991-1-2
[Załącznik
A\(3\)](#)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX042a-EN-EU</i>	Strona	4 z 5
	Tytuł	<i>Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1991-1-2:2002</i>		
	Wykonał	<i>Z Sokol</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>
	Sprawdził	<i>F Wald</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>

Ocena zakresu czasu i największej temperatury

Oczekiwana jest średnia prędkość rozwoju pożaru, z $t_{lim} = 20 \text{ min} = 0,333 \text{ h}$.

Czas t_{max} do uzyskania maksymalnej temperatury jest określony jako:

$$t_{max} = \max \left\{ \frac{0,2 \cdot 10^{-3} q_{t,d}}{0}, t_{lim} \right\} = \max \left\{ \frac{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 181,8}{0,1024}, 0,333 \right\} = 0,355 \text{ hour}$$

Pożar jest kontrolowany za pomocą wentylacji, ponieważ t_{max} jest określone pierwszym członem powyższej zależności.

Czas do uzyskania maksymalnej temperatury, uwzględniając otwory i absorpcyjność termiczną t_{max}^* jest określony jako:

$$t_{max}^* = t_{max} \Gamma = 0,355 \cdot 5,791 = 2,056 \text{ hour}$$

a maksymalna temperatura gazu:

$$\theta_{max} = 20 + 1325 \left(1 - 0,324 e^{-0,2 \cdot 2,056} - 0,204 e^{-1,7 \cdot 2,056} - 0,472 e^{-19 \cdot 2,056} \right) = 1052^{\circ}\text{C}$$

Krzywa w fazie nagrzewania

Temperatura gazu w fazie nagrzewania jest określona zależnością:

$$\theta_{g,t} = 20 + 1325 \left(1 - 0,324 e^{-0,2 t^*} - 0,204 e^{-1,7 t^*} - 0,472 e^{-19 t^*} \right)$$

gdzie czas t^* jest wyznaczony jako:


$$t^* = t \Gamma = 5,791 t$$

Krzywa w fazie chłodzenia

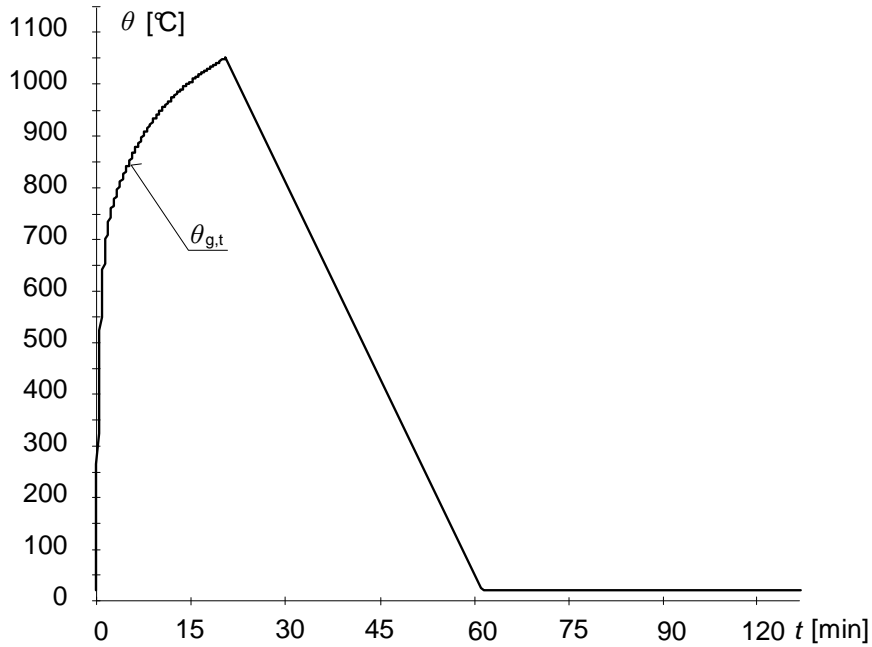
W przypadku $t_{max}^* > 2 \text{ h}$, temperatura gazu w fazie chłodzenia jest określona zależnością:

$$\begin{aligned} \theta_{g,t} &= \theta_{max} - 250 \left(t^* - t_{max}^* \cdot x \right) = \\ &= 1052 - 250 \cdot \left(t^* - 2,056 \cdot 1 \right) = \\ &= 1566 - 250 \cdot t^* \end{aligned}$$

gdzie współczynnik $x = 1$ przyjmowany jest jak przy pożarze kontrolowanym za pomocą wentylacji.

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX042a-EN-EU</i>	Strona	<i>5 z 5</i>
	Tytuł	<i>Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej</i>		
	Dot. Eurokodu	<i>EN 1991-1-2:2002</i>		
	Wykonał	<i>Z Sokol</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>
	Sprawdził	<i>F Wald</i>	Data	<i>styczeń 2006</i>

Krzywa wynikowa jest pokazana na Rys.2.



Rys. 2. Krzywa temperatura-czas gazu

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej		
Odniesienie			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Imię i nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Z. Sokol	CTU Prague	07/06/2006
Zawartość techniczna sprawdzona przez:	F. Wald	CTU Prague	07/06/2006
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez:			
Zawartość techniczna zaaprobowana przez:			
1. Wielka Brytania	G W Owens	SCI	31/5/06
2. Francja	A Bureau	CTICM	31/5/06
3. Szwecja	B Uppfeldt	SBI	31/5/06
4. Niemcy	C Müller	RWTH	31/5/06
5. Hiszpania	J Chica	Labein	31/5/06
Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego	M Haller	PARE	31/5/06
Stworzony przez	G W Owens	SCI	12/9/06

Informacje ramowe

Tytuł*	Przykład: Parametryczna krzywa pożaru dla strefy pożarowej	
Seria		
Opis*	Przykład pokazuje wyznaczenie parametrycznej krzywej pożaru dla strefy pożarowej w budynku biurowym, według Załącznika A normy PN-EN 1991-1-2. Ściany, strop i sufit w tej strefie pożarowej wykonane są z żelbetu; w ścianie występuje szereg otworów. Dokonano odniesienia do opracowania SD006, dotyczącego właściwości termicznych materiałów ścian i stropów.	
Poziom dostępu*	Umiejętności specjalistyczne	
Identyfikator*	Nazwa pliku	C:\Documents and Settings\dci.SCI\Local Settings\Temporary Internet Files\OLK5\T4713d-after-London_May_meeting.doc
Format		Microsoft Office Word; 1 stron ; 1313 kb;
Kategoria*	Typ zasobu	Przykład obliczeniowy
	Punkt widzenia	
Temat*	Obszar stosowania	Projektowanie uwagi na bezpieczeństwo pożarowe
Daty	Data utworzenia	07/06/2006
	Data ostatniej modyfikacji	02/06/2006
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		
Kontakt	Autor	Z. Sokol, CTU Prague
	Sprawdził	F. Wald, CTU Prague
	Zatwierdził	
	Redaktor	
	Ostatnia modyfikacja	
Słowa kluczowe*	Podział na strefy pożarowe, oddziaływania termiczne	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	EN 1991-1-2
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Sprawozdanie	Przydatność krajowa	Europa
Instrukcje szczególne		

