

POŻAR A WYMAGANIA



prof. dr hab. inż.
Mirosław Kosiorek
Szkoła Główna Służby Pożarniczej

PARTNERZY TEMATU

ALUFIRE[®]
przeciwpożarowa stolarka aluminiowa

cmf+
Creative Methods
in Fire Protection

W artykule przeprowadzono analizę przepisów z uwagi na wymagania dotyczące odporności ogniowej konstrukcji. Wykazano, że nie ma związku między wymaganiami podanymi w przepisach a realistyczną oceną przebiegu pożaru na podstawie Eurokodów. Wskazano również i poparto przykładem obliczeniowym możliwość indywidualnej oceny efektu oddziaływań pożaru na konstrukcję.

Odporność pożarowa w przepisach techniczno-budowlanych [1] jest związana z budynkiem (§212-216, §225, §232, §249, §275, §282, §286) lub z garażem (§275). Jest to symbol oznaczający grupę budynków, której przypisano wymagania dotyczące klas odporności ogniowej konstrukcji, elementów wydzielających budynek oraz elementów podziału wewnętrznego.

Klasy odporności ogniowej są z kolei związane z właściwościami ogniowymi elementów poddanych oddziaływaniom termicznym (rozporządzenie [1]); w powszechnym przekonaniu według krzywej standardowej. Odporność ogniowa według normy [2] nie jest związana z konkretnym modelem oddziaływań termicznych (pożarem obliczeniowym), lecz z kryteriami oceny podczas ogrzewania w piecu badawczym wg krzywej standardowej.

Nie ma przeszkód formalnych, aby w projektowaniu oceniać nośność konstrukcji, przyjmując realistyczne oddziaływania pożaru (odporność pożarową) i na tej podstawie przyjmować odpowiednią klasę odporności ogniowej.

Klasa odporności pożarowej a wymagania

Odpowiedź konstrukcji na oddziaływanie pożaru rozwiniętego nie jest związana ze sposobem użytkowania budynku, lecz z gęstością obciążenia ogniowego i warunkami wentylacji oraz wymiany ciepła. W Eurokodzie 1 [2] podano 80% kwantyle gęstości obciążenia ogniowego służące do określania wartości obliczeniowych. W tabeli 1 podano te wartości dotyczące budynków zaliczonych do kategorii ZL I, natomiast w tabeli 2 – wybrane wartości dotyczące budynków zaliczonych do różnych kategorii ZL.

Wszystkie budynki lub części budynków podanych w tabeli 1, o tej samej wysokości, pomimo że różnice gęstości obciążenia ogniowego wynoszą blisko 1400%, przyporządkowano do tej samej klasy odporności pożarowej.

Z tabeli 2 wynika, że w przypadku budynków zaliczonych do różnych kategorii ZL także nie ma związku między przyporządkowaniem do klasy

odporności pożarowej a gęstością obciążenia ogniowego. Wynika z niej, że im niższa gęstość obciążenia ogniowego, tym większe wymagania dotyczące odporności ogniowej.

Budynki ZL I	Kwantyl 80% Q, MJ/m ²
Duża biblioteka	1824
Centrum handlowe	730
Teatr, kino	365
Komunikacja	122

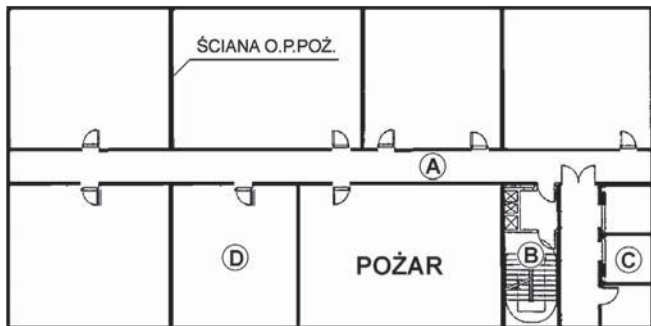
Tabela 1. Wybrane wartości gęstości obciążenia ogniowego w różnych budynkach kategorii ZL I wg (2)

ZL I Centrum handlowe	ZL II Szpital	ZL III Biuro	ZL IV Mieszkanie	ZL V Hotel
730	280	511	948	377
B	B	C	D	B

Tabela 2. Porównanie gęstości obciążenia ogniowego z przyporządkowaniem budynku do klasy odporności ogniowej na przykładzie budynków średniowysokich (SW)

Łatwo także zauważyć, że wymagania dotyczące klas odporności ogniowej nie mają związku z możliwymi oddziaływaniami termicznymi. Wymagania dotyczące klas odporności ogniowej związane ze sposobem zaliczania budynków do klas odporności pożarowej są ogólnie zbyt wysokie, co zilustrowano w dalszej części. Wpływa to oczywiście na koszty ponoszone w związku z nieuzasadnioną koniecznością zabezpieczania konstrukcji do wysokich klas odporności ogniowej, ale szczególnie problemy stwarza w przypadku modernizacji budynków istniejących i przystosowywania budynków zabytkowych do nowych funkcji.

Poważnym problemem jest często konieczność podziału budynku ZL na strefy pożarowe. Powoduje to bardzo często wzrost wymagań dotyczących klasy odporności ogniowej konstrukcji budynku. Sens podziału na strefy pożarowe np. w budynkach mieszkalnych i szpitalach jest wątpliwy z uwagi na gęsty podział ścianami działowymi (rys. 1).



Rys. 1. Strefy pożarowe w budynkach: pomieszczenie – korytarz

Możliwości wykorzystania Eurokodów

Według rozporządzenia [1] (§216, ust. 1) symbole R, E, I oznaczają nośność, szczelność oraz izolacyjność ogniową, zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej. Podejmujemy procedurę badawczą i zaglądamy do Załącznika 1 do powołanego rozporządzenia. Stwierdzamy, że z paragrafem tym nie jest związana żadna norma.

Normy są przywołane do §208 i §208a. Odporności ogniowej konstrukcji i elementów wydzielenia oraz podziału budynku dotyczą dwie normy:

- Eurokod 1, dotyczący oddziaływań na konstrukcję,
- PN-EN 13501-2:2008 [3], dotyczący klasyfikacji na podstawie badań odporności ogniowej.

W Eurokodzie 1 podano następujące definicje:

• 1.5.1.4. Odporność ogniowa

Zdolność konstrukcji, części konstrukcji lub elementu do spełnienia wymaganych funkcji (funkcji nośnej i/lub oddzielającej) przy określonym poziomie obciążenia, dla określonego oddziaływania pożaru i przez określony czas.

• 1.5.1.16. Standardowa odporność ogniowa

Zdolność konstrukcji lub jej części (zwykle tylko elementów) do spełnienia wymaganych funkcji (funkcji nośnej i/lub funkcji oddzielających), przy nagrzewaniu zgodnym ze standardową krzywą temperatura – czas dla określonej kombinacji obciążeń i w określonym czasie.

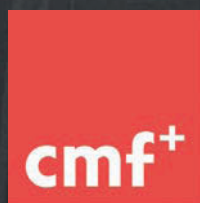
Zasady ustalania klas odporności ogniowej podane są nie w Polskiej Normie, lecz w Polskich Normach; w Eurokodzie 1 w sposób tabelaryczny lub obliczeniowy, natomiast w normie [3] na podstawie badań. Określenie „odporność ogniowa” nie odnosi się do żadnego konkretnego oddziaływania termicznego, tylko do przyjętego oddziaływania obliczeniowego (poziomu obliczeniowego). Po bliższe wyjaśnienie sięgnijmy do załącznika krajowego NB [2]. Jest to załącznik informacyjny, w którym podano:

- **NB.1** – dotyczy punktu: 2.4 (4). Zaleca się przy analizie temperatury w elemencie stosowanie przedziałów czasu podanych w polskich przepisach techniczno-budowlanych, z wykorzystaniem nominalnej krzywej temperatura – czas, jeżeli w polskich przepisach techniczno-budowlanych nie zostaną wprowadzone inne postanowienia.
- **NB.2** — dotyczy punktu: 3.1. (10). Zaleca się przy przyjmowaniu temperatury gazów θ_g stosowanie nominalnych krzywych temperatura – czas zgodnie z 3.2 lub zaawansowanych naturalnych modeli pożaru opartych na modelach numerycznej mechaniki płynów zgodnie z 3.3.2. (2).

W normie podano trzy krzywe nominalne, w tym krzywą standardową. W dalszym ciągu nie wiadomo, z którymi oddziaływaniami łączą się klasy odporności ogniowej podane w rozporządzeniu. Ważna informacja jest podana w NB.2. Zalecono stosowanie oddziaływań według jednej z krzywych nominalnych lub modeli numerycznej mechaniki płynów. Jak stąd wynika, zaleca się stosowanie oddziaływań według wielu różnych modeli. Są to jednak tylko zalecenia. Mając odpowiednie uzasadnienie, możemy odnieść klasy odporności ogniowej do realistycznych ocen oddziaływań termicznych, tzn. na podstawie uzasadnionego „pożaru obliczeniowego”.

Jak wynika z podanej analizy, ocenę wymaganej klasy odporności ogniowej można określać na podstawie różnych, oczywiście uzasadnionych, oddziaływań termicznych. Biura projektowe na ogół nie mają możliwości określenia odporności pożarowej konstrukcji na podstawie skomplikowanych modeli rozwoju pożaru opartych na równaniach mechaniki płynów. W wielu przypadkach można jednak skorzystać z prostych obliczeń równoważnego czasu oddziaływania pożaru.

REKLAMA



Creative Methods
in Fire Protection

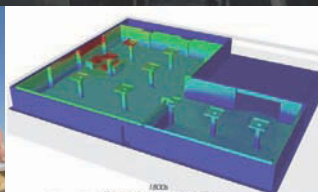
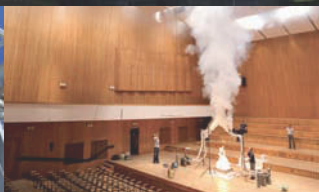


CMFplus sp. z o.o.

ul. Broniewskiego 3, 01-858 Warszawa
biuro@cmfplus.pl, www.cmfplus.pl
tel.: 539 08 08 02, 539 08 08 01

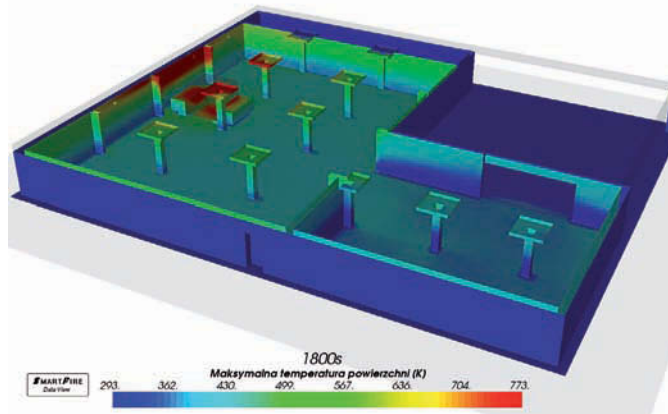
Zespół rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych

- Rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych
 - uzgodnienia dokumentacji projektowej
 - ekspertyzy i opinie techniczne, odstępstwa
 - doradztwo techniczne
 - przygotowanie budynków do odbiorów
- Specjalistyczna dokumentacja techniczna:
 - projektowanie systemów wentylacji pożarowej wg norm PN, NFPA i BS
 - projekty SSP oraz innych instalacji i urządzeń przeciwpożarowych
 - ocena zagrożenia wybuchem
 - instrukcje bezpieczeństwa pożarowego
 - jednostkowa dokumentacja techniczna
 - analizy odporności ogniowej konstrukcji (wg EUROKODÓW)
- Analizy numeryczne
 - symulacje CFD
 - symulacje ewakuacji
- Próby systemów wentylacji pożarowej metodą pożaru testowego z ciepłym dymem
- Szkolenia BHP i PPOŻ
- Sklep





X2 Boutique Office w Warszawie. Bezsprosowa ściana przeciwpożarowa Alufire Vision Line El60 z drzwiami El30



Wizualizacja analizy CFD na potrzeby oceny temperatury elementów konstrukcji poddanej działaniu pożaru



Wizualizacja obliczeń CFD z uwzględnieniem działania tryskaczy do oceny odporności ogniowej konstrukcji stalowej

Powyższe zdjęcie i wizualizacje pochodzą od partnerów redakcji Buildera.

Równoważny czas oddziaływania pożaru

Zgodnie z powołaną w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. nr 75, poz. 690) [2] normą PN-EN 1991-1-2: 2002 [1] wymagania dotyczące odporności ogniowej konstrukcji stalowych i betonowych można oceniać na podstawie równoważnego czasu oddziaływania pożaru. Równoważny czas oddziaływania pożaru jest to czas oddziaływania pożaru umownego wg krzywej standardowej (wg tej krzywej bada się odporność ogniową) odpowiadający oddziaływaniom pożaru, który może wybuchnąć w budynku.

Poniżej podano przykładowe obliczenia równoważnego czasu oddziaływania pożaru w budynku biurowym (ZL III). Budynek średniowysoki (SW), klasa odporności pożarowej – B, wymagana klasa odporności ogniowej konstrukcji – R 120.

Powierzchnia pomieszczenia – 91 m², powierzchnia elementów ograniczających (ściany z otworami, sufit, podłoga) – 300 m², powierzchnia

otworów pionowych (okien) – 20 m², otworów poziomych (w suficie) nie ma, wysokość okien – 2,0 m.

- Obliczeniowa gęstość obciążenia ogniowego:

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn}; \quad q_{f,k} = 511 \text{ MJ/m}^2;$$

$$m = 0,8 \text{ (materiały celulozowe),}$$

$$\delta_{q1} = 1,5,$$

$$\delta_{q2} = 1,0,$$

$$\delta_{n4} = 0,73 \text{ (SAP),}$$

$$\delta_{n7} = 0,78 \text{ (zewewnętrzna straż pożarna),}$$

$$\delta_{n8} = 0,9 \text{ (drogi pożarowe),}$$

$$\delta_{q10} = 1,$$

$$q_{f,d} = 314 \text{ MJ/m}^2.$$

- Współczynnik α_v ,

$$A_v = 20 \text{ m}^2 \text{ (powierzchnia okien); } A_f = 91 \text{ m}^2 \text{ (powierzchnia podłogi),}$$

$$A_t = 300 \text{ m}^2, \quad h_{eq} = 2,0 \text{ m,}$$

$$\alpha_v = A_v/A_f = 0,220; \quad 0,025 < \alpha_v < 0,25.$$

- Wskaźnik otworów $O = A_v/\sqrt{h_{eq}}/A_t$; gdzie: h_{eq} wysokość okien, A_t całkowita powierzchnia ścian podłogi i sufitu; $O = 0,05 \text{ m}^{1/2}$.

- Współczynnik wentylacji w przypadku, gdy nie ma otworów poziomych ($\alpha_h = 0$),

$$w_f = (6/H)^{0,3} [0,62 + 90(0,4 - \alpha_v)^4] \geq 0,5,$$

$$H = 2,8 \text{ m (wysokość pomieszczeń),}$$

$$w_f = (6/2,8)^{0,3} [0,62 + 90(0,4 - 0,220)^4] = 0,9 > 0,5.$$

- Współczynnik k_c

$$\text{Stal zabezpieczona, beton } k_c = 1,0,$$

- Współczynnik $k_b = 0,07$.

- Równoważny czas oddziaływania pożaru

$$t_{e,d} = q_{f,d} \cdot k_b \cdot w_f \cdot k_c,$$

$$t_{e,d} = 314 \cdot 0,07 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 20'.$$

Oznacza to, że konstrukcja zabezpieczona do klasy R 30 przetrwa pożar. Z dużym zapasem bezpieczeństwa wystarczające jest zabezpieczenie konstrukcji stalowej do klasy R 60.

Przeprowadzona analiza uzasadnia przyjęcie klasy C odporności pożarowej budynku.

Podsumowanie

Wymagania dotyczące odporności ogniowej są zbyt wysokie. Nie są one związane z parametrami określającymi możliwy przebieg pożaru, lecz ze sposobem użytkowania budynku.

Ze sposobem użytkowania budynku jest związane prawdopodobieństwo wybuchu pożaru i konsekwencje pożaru w budynku. Z przeprowadzonej analizy wynika, że nie ma przeszkód formalnych, aby oceniać czas do wyczerpania nośności konstrukcji w warunkach pożaru indywidualnie. ■

Przepisy i normy:

[1] Norma PN - EN 1991-1-2. Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75/2002, poz. 690 z późniejszymi zmianami).

[3] PN - EN 13501-2:2008. Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynku. Część 2: klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej

[4] PN - EN 1365-2. Badania odporności ogniowej elementów nośnych. Część 2: Stropy i dachy.

Abstract

The thermal impact of fire and requirements

The article comprises an analysis of regulations in respect of the requirements for the fire resistance of a structure. It has been shown that there is no link between the requirements specified in the regulations and realistic assessment of fire process based on Eurocodes. It has also been pointed out that there is a possibility of individual assessment of fire impact on structures, which has been supported by an example calculation.

Key words: regulations, fire resistance, structure, realistic assessment, example.