

dr hab. inż. Mirosław Kosiorek, prof. PW*

Odporność pożarowa budynków a odporność ogniowa konstrukcji

Odporność pożarowa w przepisach techniczno-budowlanych [1] jest związana z budynkiem (§ 212 + § 216, § 225, § 232, § 249, § 275, § 282, § 286) lub z garażem (§ 275). Pomijając fakt, że określenie garaż nie zostało nigdzie zdefiniowane, w rozdziale 8 rozporządzenia [1] używane jest ono bez dodatkowych określeń. Dotyczy więc zarówno garaży dla samochodów osobowych, ciężarowych, autobusów, jak i garaży, w których samochody składowane są automatycznie.

Klasy odporności ogniowej [1] są związane z właściwościami ogniowymi elementów budynku poddanych pewnym oddziaływaniom termicznym. W powszechnym przekonaniu oddziaływania te określone są przez krzywą standardową. Jednak wg PN-EN 1991-1-2 [2] odporność ogniowa nie jest związana z konkretnym modelem oddziaływań termicznych (pożarem obliczeniowym), lecz z kryteriami oceny. W artykule omówię związek między normami powołanymi w rozporządzeniu [1] a treścią rozporządzenia oraz między klasami odporności pożarowej budynku a wymaganiami dotyczącymi odporności ogniowej.

Związek między klasą odporności pożarowej a wymaganiami dotyczącymi odporności ogniowej

Odpowiedź konstrukcji na oddziaływanie rozwiniętego pożaru nie jest związana ze sposobem użytkowania budynku, lecz z gęstością obciążenia ogniowego, szybkością wydzielenia ciepła i warunkami wentylacji. Spójrzmy, jak wygląda związek wymagań z wartościami charakterystycznymi gęstości obciążenia ogniowego wg Eurokodu 1 [2]. Wszystkie budynki lub części budynków zaliczone są do tej samej kategorii zagrożenia ludzi. Objęte są takimi samymi wymaganiami w zakresie odporności ogniowej kon-

strukcji, pomimo że np. w dużej bibliotece gęstość obciążenia ogniowego jest prawie 15 razy większa niż w hali dworcowej. Gęstość obciążenia ogniowego w wybranych budynkach ZL I wg Eurokodu 1 [2] zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Gęstość obciążenia ogniowego w budynkach ZL I wg [2]

| Budynki ZL I | Kwantyl 90% Q |
|------------------|---------------|
| Duża biblioteka | 1824 |
| Centrum handlowe | 730 |
| Teatr, kino | 365 |
| Komunikacja | 122 |

Wynikiem tego, że w wymaganiach WT nie uwzględnia się gęstości obciążenia ogniowego, a jedynie kategorie zagrożenia ludzi, są rozwiązania nieracjonalne technicznie i niemające związku z rzeczywistym poziomem bezpieczeństwa pożarowego, chociaż formalnie poprawne. Powstają rozwiązania niszczące substancję zabytkową, jak np. w budynku dworca kolejowego we Wrocławiu (fotografia).

Spójrzmy na związek między poszczególnymi kategoriami zagrożenia ludzi a gęstością obciążenia ogniowego. W tabeli 2 pominięto budynki zaliczane do kategorii ZL I, gdyż, jak pokazano w tabeli 1, do grupy tej zaliczane są budynki o bardzo zróżnicowanej gęstości obciążenia ogniowego.



Kurtyna w zabytkowym budynku dworca kolejowego we Wrocławiu

Tabela 2. Gęstość obciążenia ogniowego a wymagana klasa odporności ogniowej konstrukcji nośnej

| Kategoria ZL | ZL II Szpital | ZL III Biuro | ZL IV Mieszkanie | ZL V Hotel |
|------------------------|---------------|--------------|------------------|------------|
| Q [MJ/m ²] | 280 | 511 | 948 | 377 |
| Budynek N | R 120 | R 120 | R 60 | R 120 |
| Budynek SW | R 120 | R 120 | R 60 | R 120 |

Łatwo zauważyć, że wymagania dotyczące klas odporności ogniowej nie mają związku z możliwymi oddziaływaniami termicznymi pożaru. Mając na uwadze, że budynki mieszkalne o najwyższej gęstości obciążenia ogniowego nie zawalają się podczas pożarów, można wysnuć wniosek, że wymagania dotyczące klas odporności ogniowej pozostałych grup są zbyt wysokie. Prowadzi to do nadmiernych kosztów. Szczególne problemy powstają w budownictwie regionalnym, np. w rejonie Zakopanego. Często w budynkach kategorii ZL znajdują się pomieszczenia pomocnicze oraz PM o bardzo dużej gęstości obciążenia ogniowego. Problem polega na tym, że należy je wydzielać jako strefy pożarowe, co natychmiast powoduje wzrost wymagań dotyczących klasy odporności ogniowej konstrukcji całego budynku.

Wymagania dotyczące klas odporności ogniowej wymagają uporządkowania. Moją intencją nie jest jednak narzekanie na obecny stan przepisów, lecz wskazanie rozwiązań, które mogą być zastosowane. W normie [2], która jest powołana w całości w rozporządzeniu [1], znajduje się określenie *zabezpieczone obciążenie ogniowe*. Zabezpieczenie obciążenia ogniowego, które można w wielu przypadkach uzyskać w prosty sposób, pozwala na uniknięcie podziału na strefy pożarowe i związane z tym konsekwencje. Sens podziału na strefy pożarowe np. w budynkach mieszkalnych, szpitalach i hotelach nie ma zresztą sensu z uwagi na gęsty podział ścianami działowymi (rysunek 1).

* Politechnika Warszawska



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

Co to jest klasa odporności ogniowej?

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, zaglądamy do Załącznika 1 do rozporządzenia [1] i stwierdzamy, że z paragrafem § 216 nie jest związana żadna norma. Natomiast normy są przywołane do § 208 i § 208a. Odporności ogniowej konstrukcji i elementów wydzielenia oraz podziału budynku dotyczą dwie normy:

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

W Eurokodzie 1 podano następujące definicje:

- **odporność ogniowa** – zdolność konstrukcji, części konstrukcji lub elementu do spełnienia wymaganych funkcji (nośnej i/lub oddzielającej) przy określonym poziomie obciążenia, dla określonego oddziaływania pożaru i przez określony czas;

- **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 np. w Eurokodach 1 i 2 w sposób tabelaryczny lub obliczeniowy, natomiast w normie [3] na podstawie badań, a określenie *odporność ogniowa* nie odnosi się do żadnego konkretnego oddziaływania termicznego, tylko do przyjętego oddziaływania obliczeniowego. Po bliższe wyjaśnienie sięgnijmy do załącznika krajowego

wego NB Eurokodu 1 [2]. Jest to załącznik informacyjny, w którym podano:

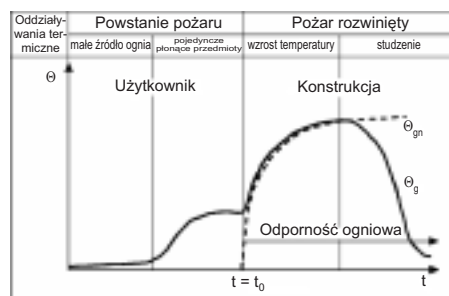
- **NB.1** – zaleca się, przy analizie temperatury w elemencie, stosowanie przedziałów czasu podanych w polskich przepisach techniczno-budowlanych, wykorzystując nominalną krzywą temperatura-czas, jeżeli w polskich przepisach techniczno-budowlanych nie zostaną wprowadzone inne postanowienia;

- **NB.2** – zaleca się, przy przyjmowaniu temperatury gazów θ_g , stosowanie nominalnych krzywych temperatura-czas lub zaawansowanych naturalnych modeli pożaru opartych na modelach numerycznej mechaniki płynów.

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 wg jednej z krzywych nominalnych lub modeli numerycznej mechaniki płynów. Wynika więc, że klasę odporności ogniowej można określać, przyjmując oddziaływania termiczne wg wielu różnych modeli. Mając odpowiednio uzasadnienie, możemy określać klasy odporności ogniowej konstrukcji, przyjmując realistyczne oceny oddziaływań termicznych, tzn. przyjmując uzasadniony model pożaru obliczeniowego.

Chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jedno ważne zalecenie podane w załączniku NB. Zgodnie z **NB.4** – zaleca się stosowanie iteracyjnych metod obliczeniowych. **Zaleca się stosowanie obliczeniowej wartości obciążenia ogniowego ustalonej zgodnie z metodą podaną w załączniku E informacyjnym do Eurokodu 1 [2]**. Szybkość wydzielenia ciepła *Q* powinna być obliczona zgodnie z metodą podaną w załączniku E informacyjnym do normy [2]. Przypuszczam, że nikt nie określa obliczeniowej gęstości obciążenia ogniowego wg podanej zasady.

Jak wynika z przytoczonego przeglądu, wbrew powszechnej opinii polskie przepisy są bardzo liberalne, a klasy odporności ogniowej można określać na podstawie różnych, oczywiście uzasadnionych, oddziaływań termicznych. Chciałbym jednak zwrócić uwagę, że odporność ogniowa dotyczy rozwiniętej fazy pożaru i ewentualnie studzenia. Obserwuję natomiast, że odnosi się tę charakterystykę do wszystkich faz (rysunek 2).



Rys. 2. Poziomy oddziaływań termicznych

Podsumowanie

Panuje ogólne przekonanie, że polskie przepisy techniczno-budowlane dotyczące bezpieczeństwa pożarowego są bardzo restrykcyjne. Jest to jednak ocena powierzchowna. Po dokładniejszym przeczytaniu, jeżeli pozbędziemy się pewnych nawyków i myślowych interpretacji, do których się przyzwyczailiśmy oraz ograniczymy się do dosłownego rozumienia wymagań i uwzględnimy powołane normy, okazuje się, że są to przepisy przyjazne oraz pozwalające na szerokie stosowanie dowolnych metod projektowania. Pojawiają się jednak dwa problemy praktyczne:

- nie jest pewne, czy budynek zaprojektowany w sposób niekonwencjonalny, chociaż zgodny z przepisami, zostanie odebrany;

- obliczenia konstrukcji z uwzględnieniem numerycznych modeli oddziaływań termicznych pożaru przekraczają możliwości biur projektowych. W tym przypadku jest jednak pewne wyjście, gdyż można oceniać nośność pewnej klasy konstrukcji metodą równoważnego czasu trwania pożaru lub, w przypadku pożarów typu celulozowego, przyjmując zależność parametryczną temperatura-czas. W obu przypadkach wg normy [2].

Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 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).

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

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