

# Dodatek specjalny

# Systemy przeciwpożarowe



Inżynier budownictwa  
listopad 2013

# Systemy wentylacji pożarowej w wielkokubaturowych obiektach użyteczności publicznej

Gwałtowność i moc pożaru w obiektach wielkokubaturowych często są tak duże, że żaden system wentylacji pożarowej nie jest w stanie istotnie wpłynąć na skutki pożaru. Wobec powyższego pojawia się pytanie o zasadność stosowania wysublimowanych systemów bezpieczeństwa pożarowego w tego typu budynkach.

dr inż. **Grzegorz Kubicki**  
Politechnika Warszawska

Co pewien czas media donoszą o spektakularnych pożarach obiektów wielkokubaturowych, w wyniku których całkowicie zniszczona zostaje konstrukcja budynku i odnotowuje się znaczne straty materialne. W moim przekonaniu prawidłowo zaprojektowane i wykonane systemy oddymiania są wręcz niezbędnym elementem ochrony przeciwpożarowej omawianych budynków. Czym można umotywić takie stwierdzenie? Po pierwsze wspomniane pożary dotyczyły obiektów magazynowych lub produkcyjno-magazynowych, gdzie nagromadzenie materiałów palnych jest zdecydowanie większe niż w większości obiektów użyteczności publicznej, a podejście do wymogów zabezpieczeń przeciwpożarowych znacznie łagodniejsze. Jest to pośrednio powód, dlaczego poważne pożary dotyczą zwłaszcza takich przestrzeni. W obiektach wielkokubaturowych, zaliczanych do kategorii zagrożenia ludzi, incydentów pożarowych odnotowuje się znacznie mniej, m.in. dlatego że obowiązują tu znacznie ostrzejsze wymagania w zakresie zabezpieczenia i monitoringu. Po drugie **podstawową funkcją systemów oddymiania w obiektach użyteczności publicznej jest ochrona dróg ewakuacji**, co oznacza, że nie służą one głównie ograniczeniu strat materialnych i ochronie konstrukcji budynku, ale muszą zapewnić możliwość bezpiecznego opuszczenia obiektu przez wszystkich jego użytkowników. Skuteczność instalacji musi być największa w początkowej fazie pożaru jeszcze przed przybyciem jednostek ratowniczych. Efektywne usuwanie dymu

w początkowej fazie pożaru przyczynia się także do szybkiej lokalizacji źródła ognia i opanowania sytuacji przez służby ochrony obiektu. Zastosowanie systemów oddymiania może być również uzasadnione ekonomicznie. **Budynek wyposażony w system oddymiania może uzyskać złagodzenia w zakresie dopuszczalnej powierzchni strefy pożarowej, wydłużenia dopuszczalnej długości drogi ewakuacyjnej, obniżenia klasy odporności pożarowej budynku oraz obniżki składki ubezpieczeniowej.**

## Rola uczestników procesu projektowego w zapewnieniu skutecznej ochrony obiektu

Prawidłowe wykonanie instalacji ochrony przeciwpożarowej każdego obiektu budowlanego, w tym również obiektów wielkokubaturowych, wymaga świadomego podejścia wszystkich uczestników procesu projektowego – projektantów i wykonawców instalacji, rzeczoznawców ds. zabezpieczenia pożarowego, inspektorów nadzoru oraz inspektorów odpowiedzialnych za odbiór obiektu – przedstawicieli Państwowej Straży Pożarnej (PSP).

Sprawczą rolę przy podjęciu decyzji o wyborze systemu oddymiania ma inwestor. Od niego zależy dystrybucja środków finansowych, co w praktyce oznacza wybór rozwiązań najtańszych, o ile spełniają one minimalne wymagania przepisów i firm ubezpieczeniowych. Inwestor przed podjęciem ostatecznej decyzji po-

winien mieć jednak świadomość całkowitych kosztów związanych z realizacją każdej z oferowanych instalacji wentylacji pożarowej. **W praktyce częstym wybiegiem jest oferowanie tylko elementów lub częściowego systemu bez podawania informacji o infrastrukturze koniecznej dla prawidłowego działania instalacji** (np. kosztów dodatkowego okablowania, automatycznego sterowania lub niezbędnych dodatkowych prac budowlanych). Innym czynnikiem mającym wpływ na całkowity koszt instalacji może być konieczność wprowadzania znacznych korekt do działania układu, po nieudanych próbach pożarowych (sytuacja taka zdarza się nad wyraz często). W podjęciu prawidłowej decyzji powinien pomóc inwestorowi rzeczoznawca ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych, który będzie opiniował projekt techniczny instalacji w budynku. Zadaniem rzeczoznawcy jest m.in. uświadomienie inwestorowi, że wybrana instalacja oprócz względów ekonomicznych musi spełniać wymogi przepisów przeciwpożarowych oraz gwarantować dobre warunki ubezpieczenia obiektu. Zgodność zawartych w projekcie technicznym rozwiązań z przepisami oraz sprawdzenie, czy zastosowane elementy instalacji spełniają wymogi ustawy o ochronie przeciwpożarowej (wraz z aktami wykonawczymi), są właśnie w kręgu odpowiedzialności rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Jego zadaniem jest również określenie wymagań minimalnych systemu dla konkretnego obiektu, które stanowią podstawę założeń do wykonania

Tab. 1 Rola uczestników procesu projektowego w kształtowaniu bezpieczeństwa dróg ewakuacji

Uczestnicy procesu projektowego	Zadania	Odpowiedzialność
Inwestor (inspektor nadzoru z ramienia inwestora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podejmuje ostateczną decyzję o wyborze typu systemu (w uzgodnieniu z rzeczoznawcą, projektantem i inwestorem nadzoru)</li> <li>• Podejmuje decyzję o zastosowaniu rozwiązań zastępczych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odpowiedzialność przed użytkownikami obiektu</li> <li>• Odpowiedzialność finansowa przy ubezpieczeniu budynku</li> </ul>
Rzeczoznawca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Określa wymagania funkcjonalne i prawne dla systemu bezpiecznej ewakuacji oraz obszaru jego stosowania (chronione drogi ewakuacji, strefy pożarowe itd.)</li> <li>• Uzgodnienie projektu pod kątem zgodności z wymogami przepisów przeciwpożarowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odpowiedzialność za prawidłowe założenia operatu pożarowego</li> <li>• Odpowiedzialność za zgodność projektu z wymogami krajowych przepisów przeciwpożarowych</li> </ul>
Projektant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykonanie projektu technicznego instalacji zgodnie z zasadami wiedzy technicznej i założeniami scenariusza pożarowego</li> <li>• Zastosowanie do projektów certyfikowanych urządzeń i systemów</li> <li>• Nadzór autorski i projekt powykonawczy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odpowiedzialność za prawidłowe techniczne funkcjonowanie instalacji</li> <li>• Odpowiedzialność za zastosowanie certyfikowanych elementów instalacji</li> <li>• Odpowiedzialność za prawidłowe funkcjonowanie instalacji wykonanej zgodnie z projektem</li> </ul>
Wykonawca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wykonanie instalacji wentylacji pożarowej zgodnie z uzgodnionym projektem technicznym</li> <li>• Próby regulacyjne i odbiorowe</li> <li>• Ewentualnie umowa serwisowa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odpowiedzialność za wykonanie instalacji zgodnej z projektem technicznym</li> <li>• Odpowiedzialność za prawidłowe techniczne funkcjonowanie instalacji</li> <li>• Odpowiedzialność za zastosowanie elementów instalacji zgodnych z projektem technicznym</li> </ul>
Inspektor PSP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Końcowy odbiór instalacji przy dopuszczeniu budynku do użytkowania</li> <li>• Okresowe kontrole funkcjonowania instalacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Odpowiedzialność za przeprowadzenie prób odbiorowych weryfikujących skuteczność instalacji wentylacji pożarowej</li> </ul>

projektu technicznego instalacji. Tu odpowiedzialność przejmuje projektant. On wraz z wykonawcą ponoszą największą (w zasadzie jako jedyni) odpowiedzialność za prawidłowe działanie instalacji na etapie prób odbiorowych, a przede wszystkim podczas rzeczywistego zagrożenia i we własnym interesie powinni bronić sprawdzonych oraz skutecznych rozwiązań. Często jednak rozwiązania systemowe są narzucane projektantom przez inwestora lub rzeczoznawcę. Jeżeli propozycje te dają gwarancję bezpieczeństwa instalacji i są zgodne z zasadami sztuki inżynierskiej, to nie ma większego problemu. Jeśli jednak przeczą zarówno zasadom tej sztuki, jak i prawom fizyki (a tak czasami bywa), uprawniony projektant nie może ich akceptować. W przypadku pożaru właśnie on obarczany zostanie całą odpowiedzialnością za wadliwe działanie systemu, ponieważ tylko on odpowiada

za techniczną stronę projektu. Na koniec wspomnieć również należy o roli przedstawiciela PSP, który sprawdzając kompletność dokumentacji oraz uczestnicząc w próbach odbiorowych, dopuszcza budynek do użytkowania. Jeżeli dopuszczenie wydawane jest ze świadomością niedoskonałości systemu, osoba wydająca ten dokument przejmuje na siebie część moralnej i cywilnej odpowiedzialności za użytkowników obiektu.

### Założenia dla projektu systemów oddymiania jako podstawa skuteczności systemu

Dla każdego projektu technicznego systemu oddymiania obiektu wielkokubatrowego procedura projektowa wygląda identycznie, co zilustrowane zostało na rys. 1.

Podstawą wykonania dobrego projektu technicznego każdej instalacji są szczególnie dobrze opracowane założenia wstępne. W przypadku układów wentylacji pożarowej początkowe wytyczne dla sposobu działania, funkcji, jaką ma pełnić instalacja w obiekcie, wielkości parametrów obliczeniowych oraz układ architektoniczny obszarów chronionych mają kluczowe znaczenie dla faktycznej skuteczności działania systemu. Na tym etapie realizacji inwestycji należy:

- Określić przeznaczenie funkcjonalne obiektu pod kątem ochrony przeciwpożarowej zgodnie z zasadami przedstawionymi w warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Chodzi m.in. o to, w jakiej kategorii zagrożenia ludzi znajduje się obiekt, ile i w jakiej konfiguracji posiada kondygnacji oraz różnego typu pomieszczeń, jakie może być wykorzystanie przestrzeni obiektu

## PROJEKTOWANIE SYSTEMU ODDYMIANIA OBIEKTU WIELKOKUBATUROWEGO

Sporządzenie koncepcji systemu oddymiania z uwzględnieniem innych systemów ochrony przeciwpożarowej

Wydzielenie stref pożarowych i sektorów oddymiania

Określenie wymaganej powierzchni czynnej klap dymowych – wydatku wentylatorów

Dobór typu kłapy dymowej/wentylatorów oddymiających

Rozmieszczenie kłap dymowych/wentylatorów w przestrzeni dachu

Organizacja napływu powietrza zewnętrznego (kompensacyjnego)

Rys. 1 | Etapy projektu technicznego systemów oddymiania obiektów wielokubaturowych

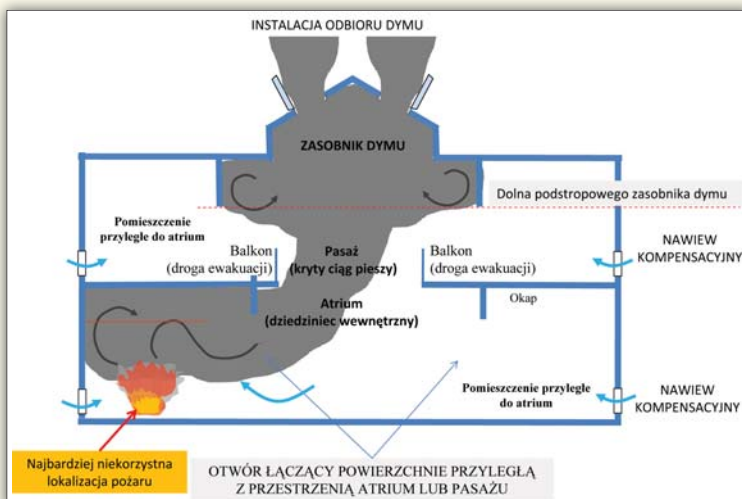
(cele handlowe, organizacja imprez sportowych, koncertów, wystawy itd.), jaka jest organizacja architektury wewnętrznej, rozmieszczenie wyjść ewakuacyjnych, sposób organizacji przestrzeni podstropowej, podział przestrzeni na strefy pożarowe itd.

- Określić potencjalne drogi przepływu powietrza i dymu przy różnych lokalizacjach pożaru. Szczególnie istotne jest tu wyznaczenie stref dymowych i wydzielenie zasobników dymu z uwzględnieniem m.in. balkonów, podciągów, szerokości otworów wylotu dymu i napływu powietrza kompensacyjnego, konstrukcji i szczelności stropów podwieszonych (jeżeli występują).

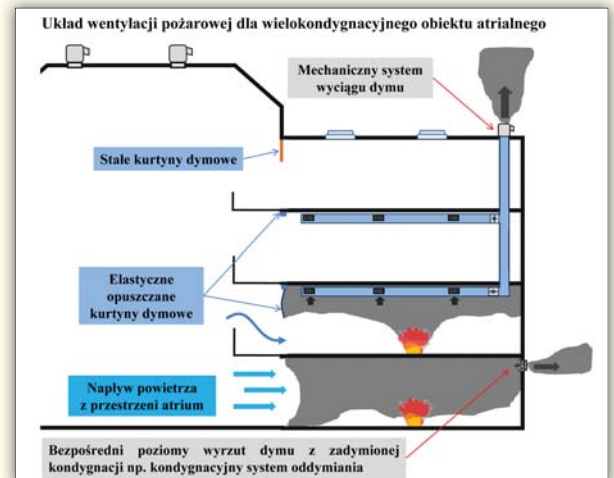
- Dokonać wyboru sposobu realizacji oddymiania dużych powierzchni w zależności od przeznaczenia obiektu i układu architektury wewnętrznej (obiekty wieloprzestrzenne wolno stojące i stanowiące część innego obiektu, handlowe, atria wewnętrzne). Przy wyborze systemu oddymiania należy pamiętać o ograniczeniach wynikających m.in. z wysokości obiektu. **Systemy grawitacyjne mogą być skuteczne w obiektach do 2–3 kondygnacji i wysokości całkowitej ok. 12 m.** Pomimo mniejszej skuteczności w początkowej fazie pożaru (wynikającej z niedostatecznych warunków termicznych) mają jednak pewną zaletę

w stosunku do oddymiania mechanicznego. Chodzi tu o pewną elastyczność, jeżeli pożar w budynku przekroczy zakładaną projektem moc, przez kłapy dymowe może wydostać się zwiększona ilość dymu napływającego do zasobnika. Skuteczniejsze dla wyższych obiektów i w całym czasie trwania pożaru wentylatory oddymiające takiej elastyczności nie mają. Duża grupa obiektów wielokubaturowych (np. galerie handlowe) wymaga jednoczesnego zastosowania różnych systemów oddymiania. Zadziałanie konkretnej konfiguracji instalacji uzależnione jest w tym przypadku od lokalizacji pożaru, tak jak pokazano na rys. 3.

- Sporządzić scenariusz działania instalacji oddymiającej w zależności od lokalizacji pożaru, wyznaczonego czasu ewakuacji (organizacja odbioru dymu i nawiewu powietrza kompensacyjnego, wstępna lokalizacja stref oddymianych). Scenariusz pożarowy decydować będzie o roli poszczególnych elementów zabezpieczenia budynku oraz sekwencyjności działania instalacji w zależności od lokalizacji pożaru. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 2003 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych: **Dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie powinien być dostosowany do wymagań wynikających z przyjętego scenariusza zdarzeń w czasie pożaru**, co oznacza, że jest podstawą do wykonania projektu technicznego.



Rys. 2 | Elementy kształtujące strumień dymu w obiektach atrialnych



Rys. 3 | Przykładowe rozwiązania systemu oddymiania dla wielokondygnacyjnego obiektu wielokubaturowego

Założenia projektowe wykonane z uwzględnieniem opisanych elementów pozwalają na zaprojektowanie i wykonanie instalacji gwarantującej spełnienie podstawowych zadań funkcjonalnych stawianych systemom oddymiania w obiektach wielkokubaturowych. Dalej wszystko zależy już wyłącznie od projektanta i wykonawcy.

## Rola kurtyn dymowych i nawiewu pożarowego w funkcjonowaniu systemu oddymiania

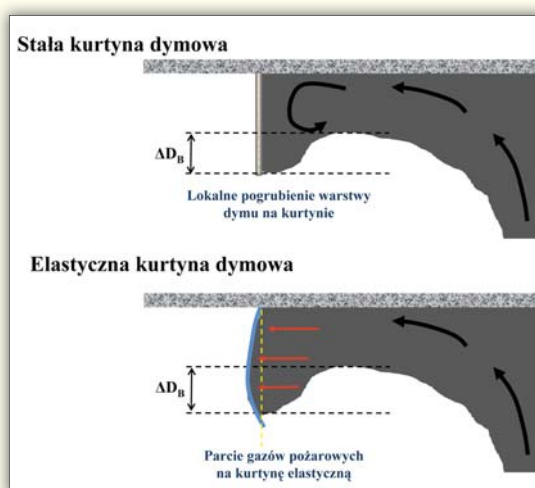
Dostępne standardy projektowe (jak np. TR 12101-5 (BS 7346-4:2003) lub NFPA 92B) dość precyzyjnie opisują sposób obliczenia wymaganej powierzchni czynnej klap dymowych lub wydajności wentylatorów oddymiających. Obie te wielkości wyznaczone powinny zostać na podstawie przewidywanej mocy pożaru (określonej dla typu i wyposażenia w inne systemy ochrony przeciwpożarowej lub na podstawie zdefiniowanej dla danego obiektu krzywej rozwoju pożaru) oraz z uwzględnieniem lokalizacji pożaru, a nie tak jak podaje norma krajowa, PN-B-02877-4/Az1:2006, na podstawie powierzchni rzutu dachu. Podobnie wybór i dostosowanie, dla konkretnej organizacji przestrzeni dachowej i kształtu pasm doświetlających, klapy dymowej dzięki bardzo szerokiej ofercie producentów tych urządzeń nie stwarza większych kłopotów. W tym miejscu chciałbym zwrócić jednak uwagę na dwa elementy systemu oddymiania budynku, których rola i sposób wykonania są często zanedbywane w procesie projektowania i wykonania instalacji. Są to wyznaczające granicę stref dymowych ścianki kurtynowe oraz instalacje nawiewu powietrza kompensacyjnego.

Wydzielenie stref dymowych, czyli obszarów, w których po wykryciu pożaru działać będzie system usuwania dymu, jest charakterystyczne i niezbędne właśnie dla obiektów wielkokubaturowych użyteczności publicznej. W rozległych jednokondygnacyjnych obiektach tego typu stosuje się najczęściej podział przestrzeni podstropowej z wykorzystaniem stałych ścianek kurtynowych

(kurtyn dymowych) przylegających bezpośrednio do stropu pomieszczenia – tzw. **kurtyn statycznych** (określanych skrótem SSB (ang. static smoke barriers). W obiektach, gdzie taki podział stwarzałby poważne utrudnienia komunikacyjne oraz kolidował z estetyką wnętrza, lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie **kurtyn ruchomych** (aktywnych) określanych skrótem ASB (ang. active smoke barriers). Przechodzą one automatycznie z pozycji zrolowanej (złożonej) do pozycji rozwiniętej (pożarowej pozycji działania) z chwilą otrzymania sygnału z centrali sterowania pożarowego. Należy przypomnieć, że omawiane elementy systemu wentylacji pożarowej (pomimo czasem bardzo prostej konstrukcji) nie mogą mieć przypadkowych rozmiarów i być wykonane z dowolnych niepalnych materiałów. **Kurtyny dymowe niezależnie od zastosowanych do ich wykonania materiałów muszą spełniać wymogi normy PN-EN 12101-1**, a ich wysokość powinna być ustalona na podstawie obliczenia grubości warstwy dymu w zasobniku oraz zjawiska spiętrzenia dymu na kurtynie (rys. 4).

Elementy te powinny:

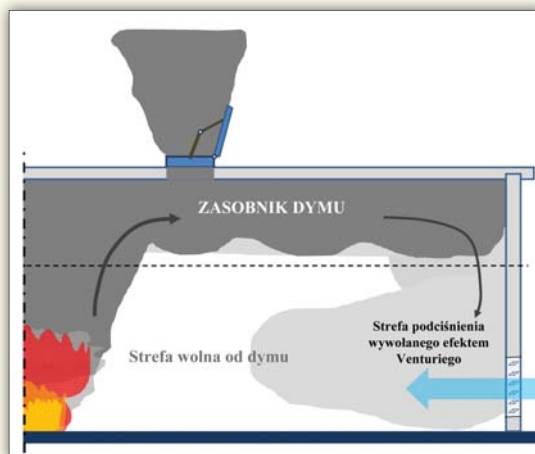
- posiadać potwierdzoną stosownym świadectwem zdolność do zachowania szczelności dymowej – **przenikanie dymu nie może przekraczać  $25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  przy nadciśnieniu  $25 \text{ Pa}$  w temperaturze otoczenia lub  $200^\circ\text{C}$** ;
- zachowywać maksymalną dopuszczalną tzw. wolną powierzchnię – łączną powierzchnię otworów i szczelin wokół obwodu kurtyny dymowej (występujących np. na styku konstrukcji kurtyny ze ścianą budynku lub będących wynikiem przesunięcia części kurtyny poddanej sile wyporu gazów pożarowych), która musi być mniejsza od wartości dopuszczalnych. Na zwiększone przecieki dymu narażone są szczególnie tekstylne kurtyny ruchome;
- w przypadku kurtyn aktywnych mieć potwierdzoną niezawodność zmiany położenia z pozycji złożonej do pozycji pożarowej. Oznacza to konieczność pozytywnego zakończenia testu pracy non stop przez minimum 1000 cykli zmian położenia kurtyny.



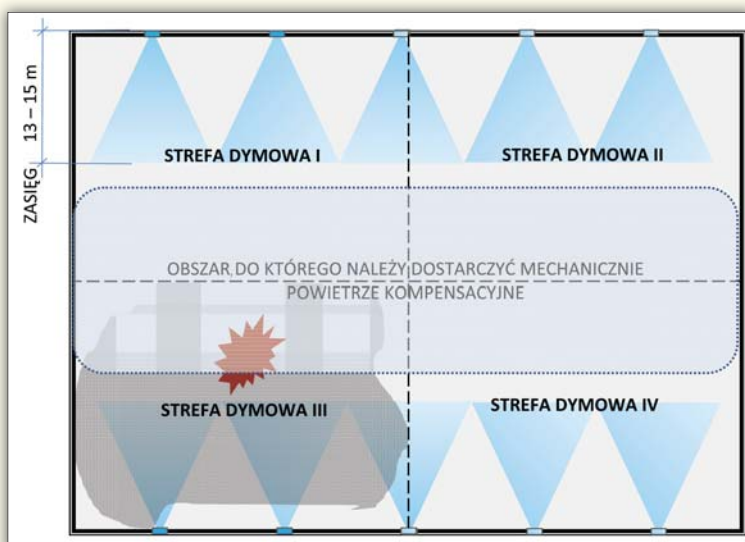
Rys. 4 | Zjawisko spiętrzenia dymu na ścianie kurtynowej

Innym często marginalizowanym problemem przy projektowaniu systemów oddymiania jest zastosowanie właściwych zasad doboru i rozmieszczenia punktów **nawiewu kompensacyjnego**. W istniejących obiektach można spotkać się z licznymi błędami dotyczącymi doboru i funkcjonowania nawiewu kompensacyjnego. Wymienić można kilka powszechnych problemów tego typu:

- Brak instalacji automatycznego otwierania punktów nawiewnych w momencie rozpoczęcia oddymiania. Na przykład cały czas akceptowalnym podczas prób pożarowych rozwiązaniem jest ręczne otwieranie drzwi ewakuacyjnych przez obsługę obiektu po lub nawet przed otwarciem klap dymowych.
- Dobór za małej powierzchni czynnej otworów kompensacyjnych. Problem



Rys. 5 | Zjawisko Venturiego przy przepływie powietrza ze znaczną prędkością przez otwór kompensacyjny



Rys. 6 | Przykład niewłaściwego rozmieszczenia otworów kompensacyjnych

ten wynika z dość powszechnej chęci ograniczenia wielkości instalacji, co skutkuje przyjmowaniem do obliczeń maksymalnej dopuszczalnej prędkości przepływu powietrza w otworze. Powierzchnię czynną otworów kompensacyjnych opisuje zależność:

$$A \geq \frac{V_w}{v}$$

gdzie:

$V_w$  – strumień objętościowy dymu napływającego do zasobnika dymu (odbieranego przez instalację wyciągową) [ $m^3/s$ ]

$v$  – dopuszczalna prędkość w otworze nawiewnym (maks. 5 m/s) [ $m/s$ ]

Należy podkreślić, że prędkość 5 m/s może być przyjmowana wyłącznie w przypadku systemów oddymiania mechanicznego i dla otworów o dużym przekroju (drzwi i bramy wjazdowe). Mniejsze otwory kompensacyjne przy przepływie powietrza z taką prędkością zaczynają zachowywać się jak zwężka Venturiego, co oznacza możliwość podsymania dymu z zasobnika w strefie za otworem i wtłaczania go do przestrzeni chronionej (rys. 5).

Ponadto prędkość 5 m/s wymaga wytworzenia różnicy ciśnień po obu stronach przegrody ok. 25 Pa (bez uwzględnienia oporów przepływu samego otworu), co w warunkach oddymiania grawitacyjnego jest trudne do osiągnięcia lub wręcz niemożliwe. W celu ograniczenia tzw. zjawiska Venturiego rzeczywi-

stała prędkość przepływu powietrza w otworze kompensacyjnym nie powinna wynosić więcej niż 1,5 m/s, a zalecana wartość (szczególnie dla systemów oddymiania grawitacyjnego) to ok. 1 m/s.

Inny problem dotyczy koncentracji otworów kompensacyjnych na jednej ze ścian zewnętrznych budynku lub w z g l ę d n i e n i a w bilansie powie-

trza kompensacyjnego napływającego z bardzo odległych punktów nawiewnych (co w praktyce nie jest możliwe do zrealizowania). Planując rozmieszczenie punktów nawiewnych, należy pamiętać, że ich skuteczny zasięg (określony przez prędkość zamierania strumienia powietrza) uzależniony jest od wielkości otworu i dla niewielkich powierzchni (odpowiadających np. powierzchni okien napowietrzających) nie przekracza 15 m. Dla dużych otworów, takich jak drzwi lub bramy wjazdowe, wynosi ok. 30 m.

Wykorzystywanie nawiewu mechanicznego w funkcji napowietrzania pożarowego, bez przeprowadzenia analizy wpływu takiego nawiewu na działanie systemu oddymiania, jest również problematyczne, ponieważ duże prędkości przepływu mogą powodować silne turbulencje powietrza i w konsekwencji zadymienie przestrzeni chronionej lub rozprzestrzenianie pożaru poza bezpośrednio zagrożoną strefę.

### Współdziałanie różnych systemów ochrony przeciwpożarowej w obiekcie

Na zakończenie trzeba wspomnieć jeszcze o roli współdziałania różnych systemów ochrony przeciwpożarowej w obiektach wielkokubaturowych. Dla prawidłowego funkcjonowania systemów oddymiania kluczowe znaczenie ma zwłaszcza system wykrywania

pożaru oraz działanie stałych urządzeń gaśniczych. Jeżeli budynek pełni funkcję obiektu użytkowego, działanie systemu wentylacji pożarowej inicjowane jest z centrali sterowania pożarowego po wykryciu zagrożenia przez system detekcji (dla określonej strefy dymowej). Przyjęcie takiego rozwiązania jest konieczne, ponieważ system oddymiania pełni w tym przypadku funkcję ochrony dróg ewakuacji i klapy muszą zostać otwarte w początkowej fazie pożaru, kiedy użytkownicy muszą w jak najkrótszym czasie opuścić budynek. Sterowanie automatyczne po przekroczeniu zadanych warunków w otoczeniu klapy (wyzwalacze termiczne), a zwłaszcza system uruchamiania ręcznego nie gwarantują spełnienia powyższego wymogu.

Kolejną trudną i dyskusyjną kwestią jest współpraca systemów oddymiania z instalacją tryskaczową. Są to dwa zupełnie różne systemy pełniące odmienne funkcje w obiekcie. Jak już wspomniano, systemy oddymiania przez pozostawienie podczas pożaru dróg ewakuacji wolnych od dymu mają za zadanie ułatwienie ewakuacji z budynku. Podstawową funkcją instalacji tryskaczowej jest natomiast kontrola rozprzestrzeniania się ognia oraz obniżenie temperatury gazów pożarowych. Wysoka skuteczność instalacji tryskaczowej zapobiegania rozwoju pożaru sprawia, że pomimo wysokich kosztów jest ona bardzo popularna szczególnie w obiektach użytkowych, ale warto pamiętać, że nie każda lokalizacja główek tryskaczy jest wskazana. Na przykład w miejscach, w których od potencjalnego źródła ognia do stropu odległość przekracza 12–15 m, obniża się drastycznie czułość tryskaczy na panujące daleko od nich zjawiska pożarowe. Czas reakcji tryskaczy umieszczonych pod stropem, kopułą atrium, jest bardzo długi. Sens ich instalowania w takich miejscach jest co najmniej wątpliwy i nieuzasadniony. Należy również rozważyć celowość stosowania tryskaczy pod balkonami, jeżeli jest to przestrzeń wyłączona z zagrożenia pożarowego, a przewidziano system oddymiania grawitacyjnego, ponieważ mogą one wyłącznie obniżyć temperaturę dymu i utrudnić jego usunięcie poza budynek. ◀

## Kurtyny dymowe Marc-Kd – nowoczesność, funkcjonalność i bezpieczeństwo

Obok wielu rozwiązań na rynku, próbującym sprostać zaostroszonym wymaganiom prawnym<sup>1</sup>, jednym z wyróżniających się produktów jest kurtyna dymowa Marc-Kd. W wersji ruchomej została ona zaprojektowana z myślą o przestrzeniach, gdzie nie mogą być zainstalowane stałe przegrody dymowe. Montaż systemu kurtyn dymowych **zapewnia kontrolę nad ruchem gazów pożarowych i dymu** wewnątrz budynków. Pozwala też na efektywny podział przestrzeni na strefy pożarowe oraz zbiorniki dymowe. Tym samym **zapewnia możliwość ewakuacji i zwiększa bezpieczeństwo**, ograniczając rozprzestrzenianie się dymu. Kurtyna jest idealnym rozwiązaniem w miejscach, gdzie istnieje zagrożenie wystąpienia pożaru o znacznej dynamice i wysokiej temperaturze, np. pożarów o dużej gęstości obciążenia ogniowego. Dodatkowym atutem kurtyny Marc-Kd

jest jej odporność wiatrowa. Jako jedyna na rynku została zaliczona do drugiej klasy obciążenia wiatrem.

**Elastyczna budowa kurtyny, prosta konstrukcja i niewielki ciężar** własny pozwalają wkomponować się doskonale w design projektowanego wnętrza, bez konieczności wprowadzania w przestrzeń dodatkowych rozwiązań. Dzięki tym właściwościom architekt może swobodnie aranżować powierzchnię obiektu, a inwestor efektywnie ją wykorzystywać. System kurtyn może być tak zamontowany, aby nie stanowić bariery dla źródła światła i przyczynić się do optymalnego doświetlenia pomieszczeń. Brak ograniczeń wymiarowych powoduje, iż kurtyny łączone modułowo **mogą zamykać bardzo duże powierzchnie**. Kurtyny Marc-Kd sprawdzają się idealnie w obiektach użyteczności publicznej i komercyjnych, takich jak centra handlowe, atria, dworce czy szpitale.



### Kurtyna dymowa Marc-Kd w pigułce:

- wersje: **ruchoma i stała**
- klasa odporności: **DA, DH 60**
- certyfikat zgodności: **Nr NC/B/010** spełniający normę **PN-EN 12101:2008**
- klasa wiatrowa: **klasa 2, według PN-EN 12424:2002**



Małkowski-Martech SA  
Konarskie, ul. Kórnicka 4  
62-035 Kórnik  
tel. 61 222 75 00  
faks 61 222 75 01  
www.malkowski.pl

<sup>1</sup> Od 2009 r. obowiązuje znowelizowane rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

## Co jest istotne przy wyborze kurtyn dymowych?

**P**o zaostreniu prawa w 2009 r. producenci biernych zabezpieczeń przeciwpożarowych rozpoczęli prace nad wprowadzeniem do swojej oferty innowacyjnych rozwiązań uwzględniających nowe wytyczne. Duży nacisk zaczęto kłaść, nie tylko na zapewnienie bezpieczeństwa i spełnienie wymogów, ale także funkcjonalność.

Główne zadanie kurtyn dymowych to kontrola rozprzestrzeniania się dymu i gorących gazów w czasie pożaru przez tworzenie sztucznych barier oraz zbiorników. Na rynku dostępnych jest wiele różnych rozwiązań. Należy pamiętać jednak, że podział i klasyfikacja kurtyn to zagadnienie niezwykle skomplikowane i dlatego ważne jest, aby wybrać rozwiązanie odpowiednie do warunków panujących w danym obiekcie, biorąc pod uwagę temperaturę występującą podczas pożaru, intensywność jej wzrostu i określenie parametrów materiału kurtyny dymowej – klasa D czy DH. Często produkty ochrony przeciwdymowej muszą być montowane w miejscach, gdzie dla celów oddymiania zainstalowano wentylatory oddymiające. Podciśnienie wytworzone przez te urządzenia potrafi kurtynę znacznie odchylić od pionu lub ją wyrzucić,

a powstałe w efekcie szczeliny całkowicie niwelują sens ich stosowania. W takich przypadkach dobrze sprawdza się kurtyna Marc-Kd, która dzięki swojej budowie może być stosowana w miejscach, gdzie występują przeciągi i istnieje ryzyko naporu wiatru. Badanie symulujące obciążenie na taką okoliczność potwierdziło wyjątkowość tego produktu.

W razie wątpliwości co do wyboru kurtyn dymowych warto zwrócić się do producenta, który często oferuje nie tylko gotowe rozwiązania, ale także pomoc w projektowaniu indywidualnych rozwiązań w zakresie biernych zabezpieczeń przeciwpożarowych, uwzględniających aktualne warunki zabudowy.



mgr inż. **Zenon Małkowski**  
prezes firmy Małkowski-Martech SA

# Badania odporności ogniowej wewnętrznych przegród budowlanych oraz stolarki otworowej

Przegrody wewnętrzne stanowią klucz do zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego w obiektach budowlanych. Badania odporności ogniowej pozwalają na ciągły rozwój istniejących rozwiązań i powstawanie nowych.

dr **Andrzej Borowy**  
Instytut Techniki Budowlanej

## Wstęp

Przegrody wewnętrzne o określonej odporności ogniowej wykorzystywane są w celu spełnienia bardzo ważnej funkcji w budynkach i obiektach budowlanych – przede wszystkim do podziału przestrzeni wewnętrznej obiektu budowlanego na strefy pożarowe i obszary przewidziane w przepisach techniczno-budowlanych, w których pożar powinien być zlokalizowany i nie powinien, przez określony czas, się rozprzestrzeniać. Taka filozofia podejścia stosowana jest powszechnie na całym świecie w celu zapewnienia możliwości ewakuacji ludzi – strefa sąsiednia powinna być przez określony czas bezpieczna, a także w celu umożliwienia podjęcia działań przez straż pożarną – zakłada się, że przez określony czas również funkcja nośna konstrukcji obiektu będzie zachowana. W odniesieniu do wewnętrznych przegród budowlanych oraz drzwi i okien ze względu na wymagania odporności ogniowej elementy te powinny spełniać przez określony czas kryteria szczelności ogniowej i, na ogół, izolacyjności ogniowej, a w przypadku elementów nośnych – także kryterium nośności ogniowej. Kryteria wymienionych charakterystyk zdefiniowano następująco:

- **Szczelność ogniowa (E)** – czas, wyrażony w pełnych minutach, przez który element próbny utrzymuje swoją funkcję oddzielającą bez:
  - a) powodowania zapalenia tamponu bawełnianego lub

- b) dopuszczenia do penetracji szczelnomierzem, lub
- c) wystąpienia utrzymywania się płomienia.

- **Izolacyjność ogniowa (I)** – czas, wyrażony w pełnych minutach, przez który element próbny utrzymuje w czasie badania swoją funkcję oddzielającą, bez wywołania na powierzchni nienagrzewanej temperatury, która:

- a) podnosi średnią temperaturę więcej niż o 140 K powyżej początkowej średniej temperatury lub
- b) w dowolnym miejscu przyrasta (łącznie z termoelementem ruchomym) więcej niż o 180 K powyżej początkowej średniej temperatury.

Początkowa średnia temperatura jest to średnia temperatura powierzchni nienagrzewanej w chwili rozpoczęcia badania.

- **Nośność ogniowa (R)** – czas, wyrażony w pełnych minutach, do którego nie zostało przekroczone jedno z następujących kryteriów:

- a) w przypadku obciążonych elementów zginanych:
  - ugięcie graniczne

$$D = \frac{L^2}{400 d} \text{ [mm]}$$

- lub
- graniczna prędkość uginania

$$\frac{dD}{dt} = \frac{L^2}{9000 d} \text{ [mm/min]}$$

przy czym:

$L$  – rozpiętość w świetle elementu próbnego [mm],

$d$  – odległość od skrajnego włókna zimnej obliczeniowej strefy ściskanej do skrajnego włókna zimnej obliczeniowej strefy rozciąganej przekroju [mm];

- b) w przypadku elementów obciążonych pionowo:
  - graniczne skrócenie pionowe (wydłużenie ujemne)

$$C = \frac{h}{100} \text{ [mm]}$$

lub

- graniczna szybkość skrócenia pionowego (wydłużenie ujemne)

$$\frac{dC}{dt} = \frac{3h}{1000} \text{ [mm/min]}$$

przy czym

$h$  – wysokość początkowa elementu próbnego w momencie przyłożenia obciążenia [mm].

W zależności od rozwiązań konstrukcyjnych w budynkach występują ściany pełniące funkcję nośną oraz ściany nienośne. Znaczna część ścian jest projektowana jako ściany nienośne (samonośne), a więc nienarażone na przenoszenie obciążeń pochodzących od konstrukcji obiektu. Ze względu na wymagania odporności ogniowej zarówno ściany nośne, jak i ściany nienośne (niezależnie od funkcji) muszą spełniać kryteria szczelności ogniowej (E) i poza wyjątkowymi sytuacjami



kryteria izolacyjności ogniowej (I). W przypadku ścian nośnych spełnione musi być także kryterium nośności ogniowej (R).

W przypadku stropów przyjmuje się, że zawsze pełnią one funkcję nośną. Poziom wymaganych obciążeń jest określony przez projektanta konstrukcji i odpowiednio do niego dobierane są rodzaj i rozwiązanie stropu. Największy wpływ na wybór rozwiązania stropu mają inne przesłanki, jak ogólna konstrukcja budynku, koszt, materiał, czas wykonania, funkcje użytkowe itp. Wybrane rozwiązanie, w zależności od wymagań wynikających z przepisów, powinno charakteryzować się odpowiednią klasą odporności ogniowej. Stropy, od których wymagana jest odporność ogniowa, muszą spełniać kryteria nośności ogniowej, szczelności ogniowej i izolacyjności ogniowej. Ocena odporności ogniowej stropów odbywa się przy oddziaływaniu ognia od spodu stropu. W niektórych sytuacjach wymagana jest także ocena odporności ogniowej stropu przy oddziaływaniu od góry, ale są to sytuacje rzadkie, objęte odrębnymi ocenami wyrażającymi się do tych specyficznych warunków oddziaływania.

Wymagania w zakresie odporności ogniowej drzwi i okien związane są także z pełnioną przez te elementy funkcją oddzielającą. W odniesieniu do drzwi i okien wymagane jest spełnienie kryteriów szczelności ogniowej (E) i izolacyjności ogniowej (I). W przypadku drzwi różnicowane jest wymaganie w odniesieniu do izolacyjności ogniowej: gdy izolacyjność ogniowa (I) sprawdzana jest w obszarze poza 100 mm od krawędzi drzwi (oznaczana jako  $I_2$ ) oraz gdy izolacyjność ogniowa (I) sprawdzana jest w obszarze poza 25 mm od krawędzi drzwi (oznaczana jako  $I_1$ ).

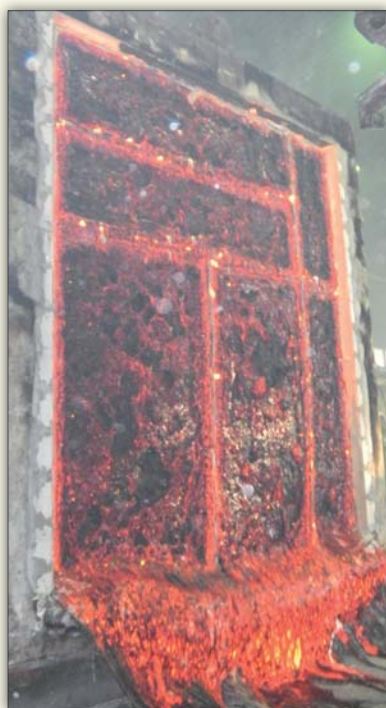
## Ściany

### Charakterystyka rozwiązań

#### Ściany nienośne

Ściany nienośne konstruowane są z różnych materiałów i w bardzo zróżnicowany sposób. Spośród najczęściej spotykanych ścian o określonej odporności ogniowej należy wymienić ściany:

- betonowe, o różnej grubości i konstrukcji;
- murowane z elementów ceramicznych (różne rodzaje cegły, pustaków, bloczków), łączone w różny sposób;
- murowane z elementów silikatowych (różne rodzaje cegły, pustaków, bloczków), łączone w różny sposób;
- murowane z bloczków z betonu komórkowego (pełnych, drażonych, o różnej geometrii), łączone w różny sposób;
- z płyt: gipsowo-kartonowych, gipsowo-włóknowych, gipsowo-wiórowych, krzemianowo-wapniowych, z rusztem konstrukcyjnym z zimnogiętych profili stalowych, profili drewnianych i drewnopochodnych;
- z płyt warstwowych z rdzeniem: styropianowym, poliuretanowym, z wełny mineralnej, z obustronną lub jednostronną okładziną z blachy stalowej, aluminiowej lub z okładzinami z innych materiałów;
- przeszklone profilowe z profilami aluminiowymi, stalowymi, drewnianymi i drewnopochodnymi;
- z kaset z blachy stalowej z wypełnieniem wełną mineralną;
- z prefabrykowanych elementów płytowych;
- betonowo-szklane z wykorzystaniem bloczków szklanych.



Fot. 1 | Ściana przeszklona od strony nagrzewanej po badaniu



Fot. 2 | Ściana przeszklona od strony nienagrzewanej w momencie rozpoczęcia badania (widoczne płomienie palników)



Fot. 3 | Ściana przeszklona od strony nienagrzewanej po badaniu

Jak widać z tego pobieżnego przeglądu, różnorodność konstrukcji jest bardzo duża. Każdy z wymienionych rodzajów ścian charakteryzuje się innymi właściwościami i inne parametry są istotne zarówno dla normalnego użytkowania, jak i dla oceny odporności ogniowej.

#### Ściany nośne

Spośród wymienionych konstrukcji ścian nienośnych niektóre są projektowane i wykonywane jako ściany nośne. Do najczęściej wykorzystywanych jako elementy konstrukcji budynku należą ściany:

- betonowe, także z szalunkiem trawnym z tworzyw sztucznych;

- murowane z elementów ceramicznych (różne rodzaje cegły, pustaków, bloczków), łączone w różny sposób;
- murowane z elementów silikatowych (różne rodzaje cegły, pustaków, bloczków), łączone w różny sposób;
- murowane z bloczków z betonu komórkowego (pełnych, drażonych, łączonych na wpust i pióro lub nie), łączone w różny sposób;
- z płyt warstwowych ze szkieletem nośnym stalowym lub drewnianym;
- z prefabrykowanych elementów płytowych;
- betonowo-szklane z wykorzystaniem bloczków szklanych.

### Metodyka badania odporności ogniowej ścian

#### Ściany nienośne

W Europie odporność ogniową ścian nienośnych określa się na podstawie badań według normy PN-EN 1364-1:2001 [1]. Metoda badawcza podaje informacje na temat:

- wytycznych dotyczących projektu elementu próbnego,
- sposobu wykonania badań,
- obszaru bezpośredniego zastosowania wyników badania.

Wymiary ściany elementu próbnego powinny wynosić co najmniej 3 x 3 m.

Z trzech stron ściana powinna być zamocowana do konstrukcji mocującej, jedna krawędź pozostaje swobodna – wypełniona skalną wełną mineralną o grubości 2,5–5,0 cm. W piecu badawczym temperatura spalin kontrolowana jest za pomocą termometrów płytkowych. W trakcie badania mierzone jest ciśnienie, które u góry elementu próbnego nie powinno przekraczać 20 Pa. Na nienagrzewanej powierzchni ściany przyklejane są w odpowiednich miejscach termoelementy powierzchniowe do pomiaru temperatury w trakcie badania. Podczas badania odporności ogniowej wykonywane są pomiary: przemieszczeń poziomych elementu próbnego, natężenia promieniowania oraz temperatury na nienagrzewanej powierzchni (również za pomocą termoelementu ruchomego) – jeśli sprawdzane jest kryterium izolacyjności ogniowej (I), a także sprawdzane jest kryterium szczelności ogniowej (E) – w tym celu wykorzystuje się szczelinomierze, tampon z waty bawełnianej oraz prowadzi się obserwacje wystąpienia płomienia po stronie nienagrzewanej.

Oddziaływanie termiczne, któremu element próbny jest poddawany z jednej strony, zdefiniowane jest krzywą standardową temperatura–czas określoną wzorem:

$$T = 345 \cdot \log(8t + 1) + 20$$

gdzie:

T – temperatura nagrzewania [°C],

t – czas [min].

Zakres zastosowania wyników badania, w zależności od uzyskanego rezultatu i przy zachowaniu otrzymanej klasy odporności ogniowej, obejmuje wyspecyfikowane w normie warianty rozwiązań. Zakres ten nie wymaga odrębnego potwierdzenia badaniami.

#### Ściany nośne

Metodyka badań odporności ogniowej ścian nośnych różni się od metodyki badania odporności ogniowej ścian nienośnych. Badania wykonuje się według normy PN-EN 1365-1:2001 [2] (w 2013 r. została opublikowana nowa wersja tej normy). Zasadnicze różnice w stosunku do badania ścian nienośnych polegają na:

- zastosowaniu obciążenia pionowego podczas badania (z odpowiednim mimośrodem),

- innym sposobie zamocowania elementu próbnego podczas badania (obie pionowe krawędzie elementu próbnego pozostają swobodne),
- wykonywaniu w trakcie badania także pomiarów przemieszczeń pionowych elementu próbnego (skrócenia),
- ocenie elementu próbnego także ze względu na kryterium nośności ogniowej.

W obu metodach zastosowane są takie same wymagania dotyczące sposobu nagrzewania, kontrolowania ciśnienia w piecu, zasad pomiaru temperatury powierzchni nienagrzewanej czy też pomiaru przemieszczeń poziomych.

### Wyniki badań odporności ogniowej ścian

Na odporność ogniową ścian nienośnych wpływa wiele czynników ściśle związanych z konstrukcją ścian. W przypadku ścian betonowych i murowanych (które uzyskują bardzo wysokie klasy odporności ogniowej – nawet EI 240) badanie najczęściej prowadzone jest do przekroczenia kryterium izolacyjności ogniowej; rzadziej występuje utrata szczelności ogniowej (jeśli już to w wyniku powstania otworów i szczelin w elemencie).

W przypadku ścian z okładzinami płytowymi i z płyt warstwowych mechanizm osiągnięcia kryteriów odporności ogniowej bywa zróżnicowany – silnie zależy od konstrukcji ściany.

W przypadku ścian przeszklonych z profilami metalowymi mechanizm utraty szczelności ogniowej często polega na wysunięciu szyby z zamocowania, ale niekiedy uzyskany wynik zależy od zachowania szkła w danym obramowaniu. W przypadku ścian przeszklonych z profilami drewnianymi lub z wyrobów drewnopochodnych szczelność ogniowa często jest osiągnięta w wyniku zapalenia się nienagrzewanej powierzchni profili.

O odporności ogniowej ścian nośnych decyduje przede wszystkim osiągnięcie kryterium nośności ogniowej. W zależności od konstrukcji ścian osiągają one klasy odporności ogniowej od REI 30 do REI 240. Z powodu bardzo zróżnicowanej konstrukcji różne są mechanizmy osiągnięcia kryteriów poszczególnych charakterystyk.



Fot. 4 | Ściana z płyt warstwowych od strony nagrzewanej po badaniu

W przypadku ścian betonowych i murowanych zazwyczaj decydująca jest utrata nośności ogniowej. W przypadku ścian o konstrukcji z płyt warstwowych ze szkieletem nośnym stalowym lub drewnianym i ścian z prefabrykowanych elementów płytowych o uzyskiwanej odporności ogniowej decyduje na ogół osiągnięcie kryterium szczelności ogniowej; należy jednak pamiętać, że tego typu ściany pełnią funkcję nośną w bardzo ograniczonym zakresie (stosunkowo niewielkie obciążenia).

## Stropy

### Charakterystyka rozwiązań

Stropy konstruowane są z różnych materiałów i w bardzo zróżnicowany sposób. Spośród najczęściej spotykanych stropów o określonej odporności ogniowej należy wymienić stropy:

- betonowe;
- zespolone stalowo-betonowe (z belkami stalowymi, blachą stalową profilowaną);
- drewniane (o bardzo zróżnicowanej konstrukcji);
- z elementów ceramicznych (belki betonowe, stalowe, wypełnienie różnymi rodzajami pustaków);
- szklane (na belkach stalowych jako konstrukcji nośnej).

Także w przypadku stropów różnorodność konstrukcji jest ogromna. Każda konstrukcja stropu ma inne właściwości i inne parametry są dla niej istotne zarówno z punktu widzenia normalnego użytkowania, jak i dla oceny odporności ogniowej.

### Metodyka badania odporności ogniowej stropów

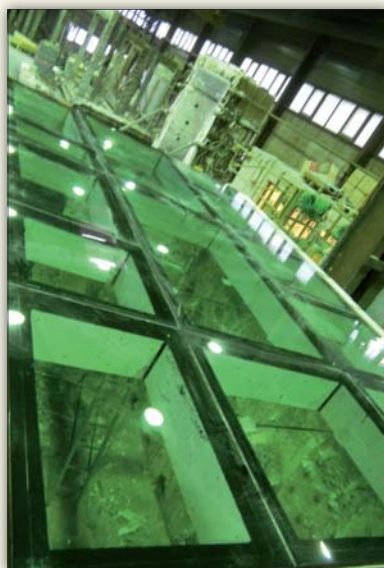
Badania odporności ogniowej stropów wykonuje się według normy PN-EN 1365-2:2002 [3]. Najważniejsze zasady wykonywania tych badań są następujące:

- element próbny o wymiarach minimalnych 3 m x 4 m jest badany w orientacji poziomej,
- wielkość stosowanego obciążenia oraz schemat jego przyłożenia podczas badania odpowiada przewidywanemu zakresowi zastosowań stropu,

- element próbny podczas badania pozostaje podparty na krawędziach poprzecznych (obie podłużne krawędzie elementu próbnego pozostają swobodne).

Stosowane są takie same wymagania dotyczące sposobu nagrzewania, kontrolowania ciśnienia w piecu, zasad pomiaru temperatury powierzchni nienagrzewanej czy też pomiaru przemieszczeń.

W zakresie bezpośredniego zastosowania podanym w normie określono, w zależności od uzyskanego rezultatu i przy zachowaniu otrzymanej klasy odporności ogniowej, warianty rozwiązań niewymagające odrębnego potwierdzenia badaniami.



Fot. 5 | Strop szklany od strony nienagrzewanej przed badaniem



Fot. 6 | Strop szklany od strony nienagrzewanej podczas badania (widoczne obciążenie stropu)



Fot. 7 | Strop szklany od strony nienagrzewanej po badaniu

### Wyniki badań odporności ogniowej stropów

Na odporność ogniową stropów wpływa przede wszystkim ich konstrukcja. W zależności od budowy i przewidywanej nośności ogniowej badane stropy osiągają różne klasy odporności ogniowej od REI 30 do REI 240. Ze względu na bardzo zróżnicowaną konstrukcję różne są mechanizmy osiągnięcia kryteriów poszczególnych charakterystyk. W przypadku stropów betonowych, ceramicznych czy z betonu komórkowego zazwyczaj decydująca jest utrata nośności ogniowej. W przypadku stropów drewnianych często występuje przepalenie i pojawienie się płomienia na powierzchni nienagrzewanej. O uzyskiwanej klasie odporności ogniowej stropów szklanych decyduje przede wszystkim zachowanie się szyby i ich zamocowanie.

## Drzwi i okna

### Charakterystyka rozwiązań

Drzwi i okna również konstruowane są z różnych materiałów i w bardzo zróżnicowany sposób. Spośród najczęściej spotykanych drzwi i okien o określonej odporności ogniowej należy wyróżnić:

- drewniane, drewnopochodne (drzwi pełne i przeszklone);
- stalowe, płaszczowe (drzwi pełne i przeszklone);
- stalowe, profilowe, przeszklone i pełne;
- aluminiowe, profilowe, przeszklone i pełne.



Fot. 8 | Płomień ciągnie się pomiędzy skrzydłami drewnianych drzwi dwuskrzydłowych

Każdy z wymienionych rodzajów drzwi i okien charakteryzuje się innymi właściwościami i inne parametry są istotne zarówno w normalnym użytkowaniu, jak i przy ocenie odporności ogniowej.

### Metodyka badania odporności ogniowej drzwi i okien

Badania odporności ogniowej drzwi i okien wykonuje się według normy PN-EN 1634-1:2009 [4]. Najważniejsze zasady wykonywania tych badań są następujące:

- element próbny jest badany z obu stron, poza wyjątkami (od strony zawiasów i od strony przeciwnej);
- konstrukcja mocująca z elementem próbnym podczas badania pozostaje na obu pionowych krawędziach niezamocowana;
- element próbny oceniany jest ze względu na kryteria szczelności ogniowej, izolacyjności ogniowej i natężenia promieniowania;
- stosowane są analogiczne wymagania dotyczące sposobu nagrzewania, kon-

trolowania ciśnienia w piecu, pomiaru temperatury powierzchni nienagrzewanej czy też pomiaru przemieszczeń;

- rozmieszczenie punktów pomiaru temperatury i przemieszczeń jest ściśle określone.

Podany w normie zakres bezpośredniego zastosowania określa, w zależności od uzyskanego rezultatu i przy zachowaniu otrzymanej klasy odporności ogniowej, warianty rozwiązań niewymagające odrębnego potwierdzenia badaniami.

### Wyniki badań odporności ogniowej drzwi i okien

Wiele czynników istotnie wpływa na odporność ogniową drzwi i okien. W przypadku drzwi i okien o konstrukcji drewnianej lub z wyrobów drewnopochodnych częstym zjawiskiem jest przepalenie skrzydła (ramy) i to ono decyduje o uzyskiwanej klasie odporności ogniowej; rzadziej występuje utrata izolacyjności ogniowej. W przypadku drzwi stalowych na ogół szybciej występuje utrata szczelności ogniowej, zwykle jako skutek deformacji skrzydła; często również następuje przekroczenie izolacyjności ogniowej. W przypadku drzwi stalowych istotną rolę w zachowaniu drzwi odgrywają szczegóły konstrukcyjne. W przypadku elementów przeszklonych z profilami aluminiowymi mechanizm utraty szczelności ogniowej polega na wysunięciu szyby z zamocowania. W przypadku elementów przeszklonych z profilami drewnianymi lub z wyrobów drewnopochodnych szczelność ogniowa często jest osiągana w wyniku zapalenia się nienagrzewanej powierzchni profili.

### Podsumowanie

Przeogrody wewnętrzne oraz drzwi i okna o określonej odporności ogniowej pełnią w budynku ważną funkcję. Konstrukcja

tych elementów bywa bardzo zróżnicowana, ale określona klasa odporności ogniowej jest osiągana. Metody badań odporności ogniowej wszystkich elementów oparte są na tym samym scenariuszu pożaru w pełni rozwiniętego oddziałującego na element z jednej strony. Szczegółowo różniące poszczególne metody badań wynikają ze specyfiki elementów i różnic w pełnionej przez nie funkcji. Osiągane klasy odporności ogniowej według normy klasyfikacyjnej [5] – od EI 30 (REI 30) do nawet EI 240 (REI 240) – wskazują, że jest możliwe zaprojektowanie i wykonanie elementów spełniających wymagania podane w przepisach techniczno-budowlanych [6].

### Bibliografia

1. PN-EN 1364-1:2001 Badania odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 1: Ściany.
2. PN-EN 1365-1:2001 Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 1: Ściany.
3. PN-EN 1365-2:2002 Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 2: Stropy i dachy.
4. PN-EN 1634-1:2009 Badania odporności ogniowej i dymoszczelności zestawów drzwiowych i żaluzjowych, otwieralnych okien i elementów okuć budowlanych – Część 1: Badania odporności ogniowej drzwi, żaluzji i otwieralnych okien.
5. PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ogniova wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690). ◀

Następny dodatek – grudzień 2013

# Stal