

# Odporność ogniowa pionowych elementów przeszklonych

MGR INŻ. BARTŁOMIEJ SĘDLAK, DR INŻ. PAWEŁ SULIK  
INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ, ZAKŁAD BADAŃ OGNIOWYCH

Pionowe elementy przeszklone, do których zaliczyć można ściany działowe oraz osłonowe, jak również zamknięcia występujących w nich otworów (drzwi i okna), są powszechnie stosowane we współczesnym budownictwie. Przegrody tego typu, w wielu przypadkach oprócz wszystkich normalnych funkcji związanych ze statyką czy też sposobem użytkowania danego obiektu, muszą również pełnić te związane z bezpieczeństwem pożarowym. Dlatego też w konstrukcjach tego rodzaju stosowane są często specjalne rozwiązania umożliwiające powstrzymanie rozprzestrzeniania się pożaru, takie jak wkłady izolacyjne [2], uszczelki pęczniące, czy też przede wszystkim specjalne przeszklenia ogniochronne – monolityczne [18] lub warstwowe [19]. Dotyczy to głównie przegród stosowanych w budynkach użyteczności publicznej, takich jak szpitale, kina, szkoły czy galerie handlowe oraz w budynkach o dużej wysokości [16], które z uwagi na swoje przeznaczenie zapewnić muszą wysoki poziom bezpieczeństwa, wynikający z przepisów polskiego prawa.

## Wymagania polskiego prawa budowlanego

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego pionowych elementów przeszklonych w przypadku polskiego prawa budowlanego zestawione zostały w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [12]. W dokumencie tym ustanowione zostało pięć klas odporności pożarowej budynków oznaczonych literami od „A” (najwyższe wymagania) do „E” (najniższe, w zasadzie szcztkowe wymagania), do których zaliczony być może dany obiekt lub jego część. W zależności od klasy odporności pożarowej budynku, wymagania w zakresie odporności ogniowej

## SŁOWA KLUCZOWE

odporność ogniowa, izolacyjność ogniowa, szczelność ogniowa, elementy przeszklone, ściany osłonowe, ściany działowe, drzwi przeciwpożarowe

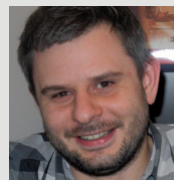
## KEYWORDS

fire resistance, thermal insulation, integrity, glazed elements, curtain walls, glazed partitions, fire doors



Fot. 1. Widok przeszklonej ściany osłonowej podczas badania odporności ogniowej

## mgr inż. Bartłomiej Sędlak



Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT. Zatrudniony w Zakładzie Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej, gdzie obecnie pełni funkcję Kierownika Pracowni Odporności Ogniowej Przegród, Elementów

Instalacyjnych i Dymoszczelności. Specjalista z zakresu badań odporności ogniowej przeszklonych ścian działowych i osłonowych, drzwi, okien, uszczelnień przejść instalacyjnych oraz złączy liniowych. Autor i współautor kilkunastu artykułów technicznych z zakresu bezpieczeństwa pożarowego budynków.

b.sedlak@itb.pl

## dr inż. Paweł Sulik



Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej. Obecnie pracownik naukowy zatrudniony w Zakładzie Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej oraz Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Specjalista z zakresu bezpieczeństwa

konstrukcji w tym szeroko rozumianego bezpieczeństwa pożarowego, oceny stanu technicznego obiektów, oraz oceny wyrobów i elementów budowlanych. Autor i współautor kilkudziesięciu publikacji technicznych z zakresu m.in. bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji.

p.sulik@itb.pl

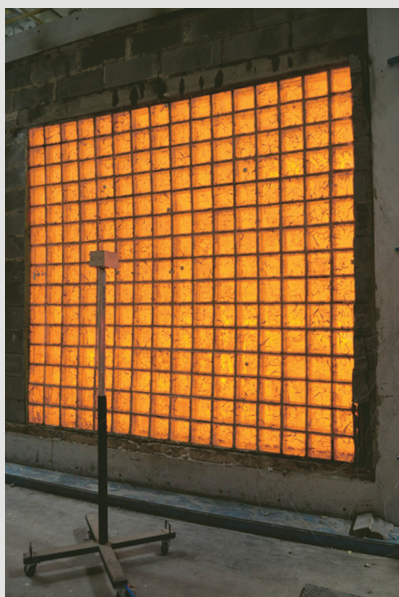
## STRESZCZENIE

W niniejszej pracy zaprezentowane zostały główne aspekty związane z odpornością ogniową pionowych elementów przeszklonych. Przedstawiona została metodyka badań oraz sposób klasyfikacji pionowych przegród przeszklonych w zakresie odporności ogniowej. Ponadto w artykule zreferowano wnioski płynące z badań odporności ogniowej elementów tego typu, prowadzonych na przestrzeni ostatnich lat przez Zakład Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej.

## SUMMARY

### Fire resistance of vertical glazed elements

This paper discusses main problems related to the fire resistance of vertical glazed elements – test methodology and way of classification for this type of elements. In addition, the article presents the conclusions from the tests of fire resistance of such elements conducted in the last years by the Fire Research Department of Building Research Institute.



Fot. 2. Widok ściany wewnętrznej z pustaków szklanych podczas badania odporności ogniowej

pionowych elementów przeszklonych określone są przez wyznaczenie minimalnych klas odporności ogniowej w zakresie szczelności i izolacyjności (EI) lub wyłącznie szczelności (E). Ściany osłonowe (fot. 1) – jako zewnętrzne ściany budynku – powinny posiadać klasę odporności ogniowej od EI 30 (o↔i) do EI 120 (o↔i) w zależności od klasy odporności pożarowej budynku. Wymagania te dotyczą w głównej mierze obszaru pasa międzykondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem, jednakże w przypadku bliskiego sąsiedztwa innego budynku (mniej niż 8 m pomiędzy budynkami ZL) dotyczyć mogą również całości ściany osłonowej. Ściany działowe w zależności od klasy odporności pożarowej budynku powinny posiadać klasę odporności ogniowej od EI 15 do EI 60 (fot. 2). W przypadku zamknięć otworów, klasy odporności ogniowej znajdują się w przedziale od E 15 do E 60 oraz od EI<sub>2</sub> 15 do EI<sub>2</sub> 120 w zależności od odporności pożarowej oraz od miejsca, w którym się znajdują (fot. 3).

### Badania w zakresie odporności ogniowej

Jedynym sposobem na określenie rzeczywistej klasy odporności ogniowej pionowego elementu przeszklonego jest przeprowadzenie badania zgodnie z odpowiednią normą badawczą:

- przeszklone ściany osłonowe mocowane do czoła stropu zgodnie z normą PN-EN 1364-3 [9]
- fragmenty przeszklonych ścian osłonowych (np. pas międzykondygnacyjny) zgodnie z normą PN-EN 1364-4 [10]
- przeszklone ściany osłonowe wypełniające oraz przeszklone ściany działowe zgodnie z normą PN-EN 1364-1 [6]
- przeszklone drzwi i okna zgodnie z normą PN-EN 1634-1 [11].

Ponadto w każdym przypadku zachowane powinny być również wymagania norm podstawowych dotyczących badań odporności ogniowej tj. PN-EN 1363-1 [7] oraz PN-EN 1363-2 [8].

W wymienionych powyżej normach badawczych określone są specyficzne wymagania dotyczące wyglądu elementu próbnego, rodzaju konstrukcji mocującej oraz procedury badania łącznie ze sposobem nagrzewania oraz rozmieszczeniem aparatury pomiarowej.

Elementy próbne pionowych przegród przeszklonych powinny być w pełni reprezentatywne dla konstrukcji zastosowanych w praktyce (element identyczny pod względem budowy i wymiarów z tym, który jest lub ma być zamontowany w danym obiekcie) albo wykonane w sposób zapewniający najszerszy możliwy zakres zastosowania wyników badania (element, w którym przez zastosowanie

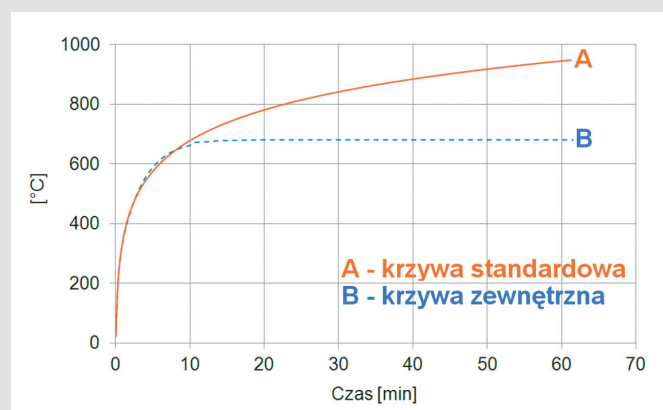


Fot. 3. Widok przeszklonych drzwi przeciwpożarowych od wewnątrz pieca, podczas badania odporności ogniowej

różnych kombinacji połączeń oraz odpowiednich wymiarów możliwe jest przeniesienie wyników badań na szereg konstrukcji podobnych).

Elementy próbne montowane są w odpowiednich konstrukcjach mocujących, co ma na celu jak najdokładniejsze odzwierciedlenie warunków panujących w praktyce. Liczba niezbędnych do wykonania badań ogniowych w celu sklasyfikowania danej pionowej przegrody przeszklonej, zależna jest od oczekiwanego zakresu zastosowania oraz od konstrukcji przegrody. Przeszklone ściany osłonowe, zależnie od oczekiwanej klasy odporności ogniowej, mogą być przebadane przy oddziaływaniu ognia od zewnątrz i/lub oddziaływaniu ognia od wewnątrz. W przypadku przeszklonych ścian działowych o symetrycznym przekroju, wystarczające jest wykonanie jednego badania, natomiast dla przegród niesymetrycznych (w tym drzwi i okien), niezbędne jest sprawdzenie odporności ogniowej elementu dla oddziaływania z jednej i drugiej strony przekroju.

Podczas badania w zakresie odporności ogniowej warunki pożaru odwzorowywane są przez odpowiednią krzywą nagrzewania. Ściany działowe oraz drzwi i okna, jako elementy znajdujące swoje zastosowanie głównie wewnątrz obiektów, badane są wg krzywej standardowej odzwierciedlającej pożar wewnątrz budynku w pełni rozwinięty, następujący po rozgorzeniu. Inaczej jest ze ścianami osłonowymi – w przypadku nagrzewania od wewnątrz, temperatura w danym czasie badania powinna być zgodna z krzywą standardową, natomiast w przypadku nagrzewania od zewnątrz, temperatura odzwierciedlająca pożar na zewnątrz budynku powinna być zgodna z krzywą zewnętrzną. Krzywe nagrzewania przedstawione zostały na rysunku 1. Wpływ warunków nagrzewania na odporność ogniową przeszklonych ścian osłonowych omówiony został w artykułach [1],



Rys. 1. Krzywe nagrzewania

[2], [13], [14] i [17]. Okazuje się, że pomimo niższej temperatury w piecu w przypadku krzywej zewnętrznej, temperatury na nienagrzewanej powierzchni przeszkleń są zbliżone do tych osiąganych przy użyciu krzywej standardowej.

W trakcie badania w zakresie odporności ogniowej sprawdzane są następujące kryteria skuteczności działania: szczelność ogniowa, izolacyjność ogniowa oraz promieniowanie. Możliwe jest również sprawdzenie odporności na oddziaływanie mechaniczne, jednakże w przypadku elementów przeszklonych – z uwagi na specyfikę badania – raczej zakończyłoby się to niepowodzeniem.

Szczelność ogniowa sprawdzana jest przy użyciu szczelinomierzy (nie mogą pojawić się punktowe szczeliny o średnicy przekraczającej 25 mm lub na długości 150 mm o średnicy przekraczającej 6 mm), tamponu bawełnianego (nie może on ulec zapłonowi w czasie 30 s od momentu przyłożenia go do elementu próbnego) lub wizualnie (pojawienie się ognia ciągłego trwającego powyżej 10 s, na nienagrzewanej powierzchni elementu próbnego oznacza utratę szczelności).

Izolacyjność ogniowa oceniana jest na podstawie przyrostów temperatury w określonych przez normę badawczą miejscach (termoelementy stałe) oraz w miejscach, w których w trakcie badania wystąpi podejrzenie przekroczenia granicznej wartości przyrostu temperatury (termoelement ruchomy). Promieniowanie natomiast sprawdzane jest przy użyciu radiometru umieszczonego w odległości 1 m od geometrycznego środka elementu próbnego.

Koniec badania następuje w momencie osiągnięcia wybranych kryteriów odporności ogniowej, gdy życzy sobie tego zleceniodawca badania, jak również wtedy, gdy dalsze jego prowadzenie stanowi zagrożenie dla personelu lub może spowodować uszkodzenie sprzętu badawczego.

### Klasyfikacja ogniowa

Na podstawie zapisanych w raporcie z badania wyników, opracowywana jest klasyfikacja ogniowa [3, 4, 5, 15]. Zgodnie z europejskimi przepisami powinna zostać ona wykonana zgodnie z normą PN-EN 13501-2 [6]. Klasy odporności ogniowej zdefiniowane w normie klasyfikacyjnej [6] zestawione zostały w tabelach 1, 2 i 3.

Tabela 1. Klasy odporności ogniowej przeszklonych ścian osłonowych

<b>E</b>	15	-	30	60	90	120
<b>EI</b>	15	-	30	60	90	120
<b>EW</b>	-	20	30	60	-	-

Tabela 2. Klasy odporności ogniowej przeszklonych ścian działowych

<b>E</b>	-	20	30	-	60	90	120	-	-
<b>EI</b>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
<b>EI-M</b>	-	-	30	-	60	90	120	180	240
<b>EW</b>	-	20	30	-	60	90	120	-	-

Tabela 3. Klasy odporności ogniowej przeszklonych drzwi

<b>E</b>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
<b>EI<sub>1</sub></b>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
<b>EI<sub>2</sub></b>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
<b>EW</b>	-	20	30	-	60	-	-	-	-

W przypadku ścian osłonowych – dodatkowo dla danej klasy odporności ogniowej podanej w tabeli 1 – należy podać oznaczenie wskazujące na rodzaj badania, na podstawie którego została nadana klasyfikacja. Dla ścian osłonowych, które przebadane zostały od wewnątrz oraz od zewnątrz, stosuje się oznaczenie „o↔i”, dla pojedynczego badania przy nagrzewaniu tylko od zewnątrz stosuje się oznaczenie „o→i”, natomiast dla pojedynczego badania

przy nagrzewaniu tylko od wewnątrz stosuje się oznaczenie „i→o”.

### Podsumowanie

Odpowiednio zaprojektowane i wykonane pionowe elementy przeszklone mogą stanowić znakomitą barierę dla ognia oraz wysokiej temperatury. Odporność ogniowa omawianych przegród jest funkcją właściwości szkła, rozmiaru tafli i wartości współczynnika kształtu szyb, charakterystyk elementów obramowania, metod osadzenia i zapewnienia rozszerzalności termicznej. Uzyskanie oczekiwanej klasy odporności ogniowej przez dany element w znacznej mierze zależy od precyzji jego wykonania i świadomego rozumienia zachowania poszczególnych komponentów podczas działania ognia, w tym kluczowego – z uwagi na powierzchnię – elementu, jakim jest szkło. Najistotniejszym czynnikiem wpływającym na wyniki badań przegród tego typu – oprócz dobrania odpowiednich przeszkleń do danego profilu obramowania – jest odpowiednie ich zamocowanie. Nieprawidłowe osadzenie powodować będzie wysuwanie się szyb z profili, a tym samym utworzenie szczelin, przez które ogień przedostanie się z łatwością na stronę nienagrzewaną.

### LITERATURA

- [1] Borowy A. (2014): *Fire resistance testing of glazed building elements*. "Pożární ochrana 2014: Sborník přednášek XXIII. ročníku mezinárodní konference, Ostrava, 03-04.09.2014", 15-17
- [2] Kinowski J., Sędlak B., Sulik P. (2015): *Izolacyjność ogniowa aluminiowo-szklanych ścian osłonowych w zależności od sposobu wypełnienia profili szkieletu konstrukcyjnego*, „Izolacje”, R.20 (nr 2), 48-53
- [3] Laskowska Z., Borowy A. (2012): *Rozszerzone zastosowanie wyników badań odporności ogniowej ścian działowych przeszklonych wg PN-EN 15254-4*. „Materiały Budowlane”, 7 (479), 62-64
- [4] Laskowska Z., Kosiorek M. (2007): *Bezpieczeństwo pożarowe ścian działowych przeszklonych: badania i rozwiązania*. „Świat Szkła”, nr 5 (108), 46-54.
- [5] Laskowska Z., Kosiorek M. (2007): *Bezpieczeństwo pożarowe ścian kurtynowych*. „Świat Szkła”, nr 2 (105), 23-27
- [6] PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnych
- [7] PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne
- [8] PN-EN 1363-2:2001 Badania odporności ogniowej – Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe
- [9] PN-EN 1363-3:2014 Badanie odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 3: Ściany osłonowe pełna konfiguracja (kompletny zestaw)
- [10] PN-EN 1363-4:2014 Badanie odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 4: Ściany osłonowe częściowa konfiguracja
- [11] PN-EN 1634-1:2014 Badania odporności ogniowej i dymoszczelności zespołów drzwiowych, żaluzjowych i otwieralnych okien oraz elementów okuć budowlanych – Część 1: Badania odporności ogniowej zespołów drzwiowych, żaluzjowych i otwieralnych okien
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 z dnia 15 czerwca 2002 r., poz. 690)
- [13] Sędlak B., Kinowski J. (2013): *Badania odporności ogniowej ścian osłonowych – przyrosty temperatury na szybach*. „Świat Szkła”, R. 18 (nr 11), 20-25
- [14] Sędlak B., Kinowski J., Borowy A. (2013): *Fire resistance tests of large glazed aluminium curtain wall test specimens – results comparison*. „MATEC Web of Conferences”, Vol. 9, p. 02009, EDP Sciences, DOI: 10.1051/mateconf/20130902009
- [15] Sędlak B., Sulik P. (2015): *Odporność ogniowa wielkogabarytowych pionowych elementów przeszklonych*. „Materiały Budowlane”, (nr 7), 26-28
- [16] Sulik P., Sędlak B., Turkowski P., Węgrzyński W. (2014): *Bezpieczeństwo pożarowe budynków wysokich i wysokościowych*. [W:] A. Halicka, *Budownictwo na obszarach zurbanizowanych, Nauka, praktyka, perspektywy*, Politechnika Lubelska 2014, pp. 105-120
- [17] Walk M., 2015: *Drzwi przeciwpożarowe – zmiany w metodyce badawczej*. „Świat Szkła”, R.20 (nr 3), 34-37
- [18] Zhan Y., Zhao X., Wu X., Li H. (2011): Application and integrity evaluation of monolithic fire-resistant Glass. “Procedia Engineering”, 11, 603-607
- [19] Zieliński K. (2008): *Szkło ogniochronne*. „Świat Szkła”, nr spec. styczeń, 9-11