



Roman Kaźmierczak¹, Marek Chmiel²

¹*POLFLAM, Polska*

²*Politechnika Częstochowska, Polska*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8662-7127> – Marek Chmiel



roman.kazmierczak@polflam.com

SZKLANE PRZEGRODY W OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ W BUDOWNICTWIE

Streszczenie: W opracowaniu przedstawione zostały zasady projektowania i realizacji obiektów budowlanych z zastosowaniem ognioodpornych przegród szklanych. Zaprezentowano uwarunkowania badawcze tych elementów oraz możliwości ich zastosowania z uwagi na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa ludziom oraz ograniczenia rozprzestrzeniania ognia wewnątrz i na zewnątrz budynków. Opisane zostały także rozwiązania techniczne wynikające z przepisów techniczno-budowlanych i norm w odniesieniu do wymagań współczesnego projektowania architektonicznego, zwłaszcza szczególnie zagrożonych budynków wysokich i wysokościowych oraz budynków wielofunkcyjnych.

Słowa kluczowe: szkło ognioodporne, przegrody przeciwpożarowe, bezpieczeństwo pożarowe.

Роман Казьмерчак¹, Марек Хміль²

¹*POLFLAM, Республіка Польща*

²*Ченстоховський політехнічний університет, Республіка Польща*

СКЛЯНІ ПЕРЕГОРОДКИ ДЛЯ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ В БУДІВНИЦТВІ

Анотація: У дослідженні представлені принципи проектування та реалізації будівельних конструкцій з використанням вогнестійких скляних перегородок. Наведено умови дослідження цих елементів та можливості їх використання для безпеки людей та обмеження поширення вогню всередині та зовні будівель. Технічні рішення, що впливають з технічних і будівельних норм і стандартів, також описані у зв'язку з вимогами сучасного архітектурного проектування, особливо для висотних і багатофункціональних будівель, що мають підвищений ризик.

Ключові слова: вогнетривке скло, протипожежні перегородки, пожежна безпека.

Roman Kaźmierczak¹, Marek Chmiel²

¹*POLFLAM, Poland*

²*Częstochowa University of Technology, Poland*

GLASS PARTITIONS FOR FIRE PROTECTION IN CONSTRUCTION

Summary: The text discusses the principles of designing and implementing building structures using fire-resistant glass partitions. It presents the research conditions for these elements and their potential applications, emphasising the need to ensure people's safety and limit fire spread inside and outside buildings. The work showcases technical solutions derived from technical construction regulations and standards concerning the requirements of contemporary architectural design, especially for high-rise and multi-functional buildings, particularly those at high risk.

Keywords: fire-resistant glass, fire partitions, fire safety.

Wstęp

Według klasycznej historii mineralogii to fenicy kupcy przypadkowo wytopili szkło w ognisku przy transporcie kamienia około 5000 p.n.e., natomiast produkować zaczęto je w Mezopotamii, a najstarsze ślady jego użytkowania pochodzą sprzed 3,5 tys. lat. Metodę produkcji szklanych tafli opanowano w XIV w. we Francji. Masowa produkcja płaskich tafli,

których cena umożliwiała powszechne stosowanie szkła, rozwinęła się dopiero na przełomie XIX i XX w. Proces technologiczny w wielkiej skali uruchomiono zaś w 1913 r. w Belgii. Postęp techniczny w ostatnim stuleciu, wynikający z opracowania nowych technologii, doprowadził do wdrożenia pełnoskalowej produkcji szyb szklanych powszechnie dostępnych cenowo.

Zastosowania szkła budowlanego ściśle wiąże się z rozwojem architektury. Projektanci poszukiwali materiałów pozwalających na wdrażanie oryginalnych, nowoczesnych form i struktur obiektów. Szkło zaczęło coraz odważniej stosować w budynkach o zróżnicowanej funkcji, wysokości i kształcie. Budynki wznoszone są w oparciu o przepisy i normy, które regulują nie tylko kwestie konstrukcyjne i użytkowe, ale również coraz częściej dostrzegane zagrożenia pożarowe. Wymagania przeciwpożarowe wprowadzano i zaostrzano w związku z pożarami, w których ginęli ludzie i które powodowały znaczne bezpośrednie i pośrednie straty materialne.

W przeszłości, wobec braku alternatywnych opcji, jako przegrody przeciwpożarowe stosowane były tradycyjne materiały, takie jak beton, żelbet, cegła, pustaki, płyty gipsowo-kartonowe, płyty mineralne itp.

Profilaktyka pożarowa w obiektach budowlanych wspierana była i jest instalacjami przeciwpożarowymi szybko wykrywającymi pożar i instalacjami gaśniczymi (ochrona czynna). Oczekiwano, że urządzenia automatyki pożarowej skutecznie zapanują nad procesem spalania i wyeliminują związane z tym zagrożenia. Należy jednak mieć na uwadze, że instalacje gaśnicze są gaśnicze tylko nazwy, ponieważ mają za zadanie stłumić pożar do czasu interwencji straży pożarnej (poza instalacjami ESFR do gaszenia np. magazynów wysokiego składowania). Okazało się, że najskuteczniejsze zabezpieczenie przed rozwojem pożaru stanowią jednak zabezpieczenia budowlane (ochrona bierna).

Oczywiście najkorzystniejszą opcją zabezpieczenia dla budynków o największym zagrożeniu pożarowym (galerii handlowych, dużych kin i teatrów, budynków wysokich i wysokościowych, hoteli itp.) jest zastosowanie zabezpieczeń budowlanych i instalacyjnych, czego wymagają również firmy ubezpieczeniowe.

Przegrody przeciwpożarowe muszą zapewnić ludziom bezpieczne dotarcie do dróg ewakuacji (korytarzy, klatek schodowych, wyjść na zewnątrz) oraz ograniczyć rozprzestrzenienie się pożaru w czasie niezbędnym do rozpoczęcia akcji ratowniczo-gaśniczej przez jednostki straży pożarnej. Dotyczy to ścian pomiędzy pomieszczeniami, ścian dróg ewakuacyjnych, holi ewakuacyjnych, stropów i świetlików, a także dachów.

Od nowoczesnej architektury oczekuje się jednocześnie dobrze doświetlonych wnętrz, dających wrażenie przestrzenności, możliwie wielofunkcyjnych.

To zapewnia szkło ogniochronne.

Szkło jest więc materiałem niezwykle atrakcyjnym nie tylko z punktu widzenia estetyki obiektu, ale również z uwagi na charakterystykę pożarową – ponieważ jest niepalne. Stanowi idealny kompromis między wymogami formalnoprawnymi a trendami w architekturze.

1. Zastosowanie szkła ogniochronnego

Z uwagi na swoje parametry szkło ogniochronne znalazło zastosowanie w ścianach zewnętrznych i wewnętrznych, stropach i podłogach podniesionych, dachach i świetlikach dachowych.

Ścianom zewnętrznym może zapewnić odpowiednie parametry termiczne i akustyczne, a nawet kolorystyczne.

W ścianach wewnętrznych może być montowane zarówno w układzie ramowym, jak i bezramowym, jako tafle o dużych rozmiarach i wysokich klasach odporności ogniowej. Ściany te umożliwiają doświetlenie wewnętrznych korytarzy, ekspozycję przedmiotów wymagających ochrony, a także technologii – np. centrów informatycznych czy specyficznych rozwiązań produkcyjnych. Szklane stropy przepuszczają światło na niższe kondygnacje i dają wrażenie przestrzeni. Z kolei podłogi podniesione ze szkła ognioodpornego zabezpieczają instalacje prowadzone w przestrzeni międzystropowej, dając przy tym niebanalny efekt wizualny.

Dachy i świetliki w rozwiązaniach ogniochronnych są niezbędne na przykład przy rozgraniczaniu stref pożarowych.

2. Realizacja procesu budowlanego

W Polsce projektowanie i wykonywanie obiektów budowlanych regulowane jest przepisami ustaw sejmowych, rozporządzeniami ministrów oraz normami, w większości zharmonizowanymi z normami europejskimi.

3. Przepisy prawne

Podstawowe akty prawne regulujące zasady profilaktyki pożarowej w budownictwie to:

1) ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (z późniejszymi zmianami) Ustawa powołuje Państwową Straż Pożarną między innymi do rozpoznawania zagrożeń pożarowych i innych miejscowych zagrożeń. Realizacja tych zadań odbywa się także przez ocenę zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej rozwiązań technicznych zastosowanych w obiekcie budowlanym oraz ocenę zgodności wykonania obiektu budowlanego z projektem budowlanym.

2) ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (z późniejszymi zmianami) Na mocy tej ustawy autorzy dokumentacji projektowej są obowiązani zapewnić jej zgodność z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej.

Projekt zagospodarowania działki lub terenu, projekt architektoniczno-budowlany oraz projekt techniczny wymagają uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Rzeczoznawców tych ustanawia komendant główny Państwowej Straży Pożarnej. Rozpoczęcie eksploatacji nowego, przebudowanego lub wyremontowanego budynku może nastąpić wyłącznie, gdy zostały spełnione

wymagania przeciwpożarowe.

Kontrolę zgodności wykonania budynku z projektem i przepisami przeprowadza między innymi Państwowa Straż Pożarna w ramach czynności odbiorowych.

3) ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (z późniejszymi zmianami)

Ustawa ta stanowi, że obiekt budowlany jako całość oraz jego poszczególne części wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym przepisach techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych określonych w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 305/2011 z 9 marca 2011 r., ustanawiającym zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych, dotyczące przede wszystkim:

a) nośności i stateczności konstrukcji,

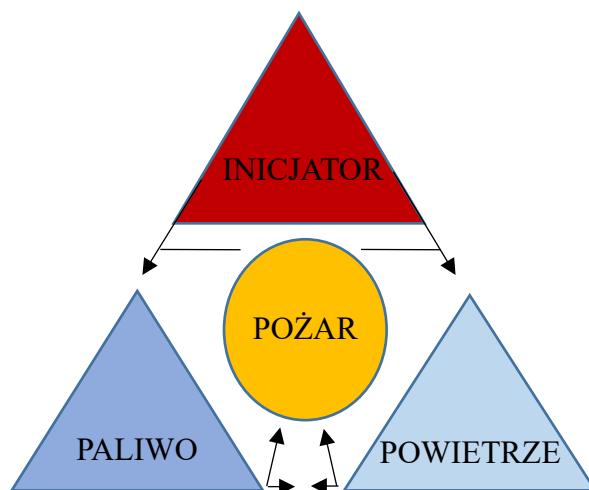
b) bezpieczeństwa pożarowego.

Organ nadzoru budowlanego wydaje decyzję w sprawie pozwolenia na użytkowanie obiektu budowlanego po przeprowadzeniu obowiązkowej kontroli z udziałem przedstawiciela straży pożarnej (odbiór budynku). Tak więc projekt budowlany, jego realizacja i odbiór budynku są dostatecznie regulowane przepisami. Zagadnienia nieuregulowane przepisami określane są za pomocą tzw. wiedzy technicznej, a więc norm, wytycznych, zaleceń projektowych itp.

4. Warunki procesu spalania

Proces spalania zachodzi wówczas, gdy dostępne są wszystkie trzy czynniki: materiał palny, bodziec termiczny i tlen. Profilaktyka pożarowa polega na eliminacji jednego z nich.

Praktyka dowodzi, że nie zawsze czynniki te da się wyeliminować (mimo przepisów i działań prewencyjnych). Pozostaje tylko takie zabezpieczenie konstrukcji budynków albo wystroju wnętrz, aby maksymalnie opóźnić proces zapalenia i ograniczyć rozwój pożaru.



Ryc. 1. – Trójkąt spalania

Skoro więc nie ma możliwości wyeliminowania paliwa, czyli materiałów palnych znajdujących się w otoczeniu człowieka, nie ma możliwości wyeliminowania powietrza (poza specyficznymi procesami technologicznymi), a pożar inicjuje człowiek na skutek swojego umyślnego bądź też nieumyślnego działania lub zaniedbania, to należy przyjąć, że pozostaje stosowanie takich materiałów, które w przypadku pożaru będą niepalne, trudnozapalne oraz znacząco ograniczą rozprzestrzenianie się ognia. Rolę taką pełnią w budynku ściany, stropy, pasy międzykondygnacyjne, zamknięcia otworów (drzwi, klapy przeciwpożarowe, zamknięcia technologiczne).

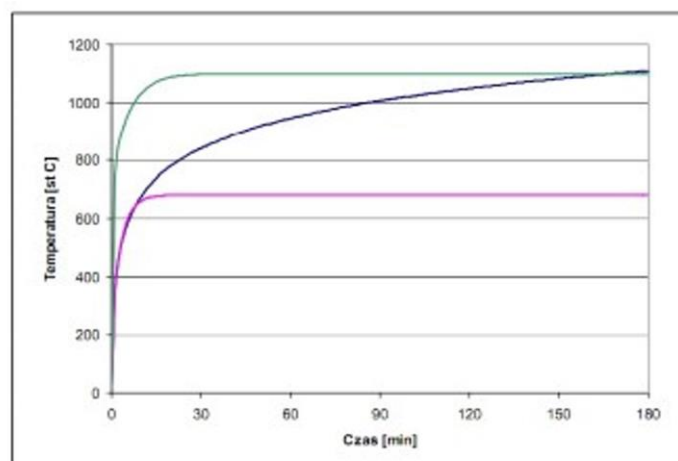
Odporność ogniowa elementów budowlanych jest ważna nie tylko z uwagi na powstrzymanie

rozprzestrzeniania ognia w założonym czasie, ale również w kontekście ustalenia warunków ewakuacji ludzi z obszaru, w którym powstał pożar, do strefy bezpiecznej.

Analizy warunków ewakuacji w budynkach wysokościowych (w których może przebywać kilka tysięcy osób) wykazały np., że czas ewakuacji z budynku biurowego o wysokości 180 m może wynosić ponad 120 min.

Kryterium odporności ogniowej jest niezwykle ważne także z punktu widzenia warunków prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych.

Badania odporności ogniowej wykonywane są w notyfikowanych laboratoriach, w znormalizowanych piecach badawczych. Na podstawie tych badań dokonuje się klasyfikacji pożarowej przebadanego elementu.



Ryc. 2. – Warunki badawcze dla elementów budowlanych

Badanie elementów budowlanych wykonuje się według krzywej temperatura – czas, z odpowiednim obciążeniem użytkowym (odpowiednią gęstością obciążenia ogniowego).

- (a) krzywa standardowa
- (b) krzywa pożaru zewnętrznego
- (c) krzywa węglowodorowa

5. Wymagania przeciwpożarowe

5.1. Praktyczne zastosowanie wyników badań ogniowych

Zagrożenie pożarowe w obiektach budowlanych jest uzależnione od kilku czynników, m.in.:

1) wysokości budynku (wraz z wysokością budynku rosną wymagania w zakresie odporności ogniowej dla jego poszczególnych elementów)

Wyznaczono graniczne wysokości, przy których rosną wymagania dla elementów budynków:

budynki niskie – do 12 m nad poziomem terenu,

budynki średniowysokie – ponad 12 m do 25 m włącznie,

budynki wysokie – ponad 25 m do 55 m włącznie,

budynki wysokościowe – ponad 55 m.

Wysokość budynków mieszkalnych jest uzależniona od liczby kondygnacji.

2) funkcji budynku (na przykład: budynki użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, przeznaczone do celów produkcyjnych itp.)

W tym zakresie budynki klasyfikuje się w kategoriach zagrożenia ludzi (ZL)

ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób niebędących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku przez ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,

ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku przez ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,

ZL III – użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II,

ZL IV – mieszkalne,

ZL V – zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II.

Tabela 1

Klasy odporności pożarowej budynków w zależności od ich wysokości i kategorii zagrożenia ludzi

Budynek	ZL I	ZL II	ZL III	ZL IV	ZL V
niski (N)	„B”	„B”	„C”	„D”	„C”
średniowysoki (SW)	„B”	„B”	„B”	„C”	„B”
wysoki (W)	„B”	„B”	„B”	„B”	„B”
wysokościowy (WW)	„A”	„A”	„A”	„B”	„A”

3) gęstości obciążenia ogniowego Q [MJ/m^2] w budynkach przemysłowych PM (większe obciążenie ogniowe wymaga elementów o większej odporności ogniowej)

Wyznaczono graniczne wielkości obciążenia ogniowego w budynkach, które wymagają odpowiednio

większych klas odporności pożarowej budynków,

$Q \leq 500 MJ/m^2$,

$500 < Q \leq 1000 MJ/m^2$,

$1000 < Q \leq 2000 MJ/m^2$,

$2000 < Q \leq 4000 MJ/m^2$,

$Q > 4000 MJ/m^2$.

Tabela 2

Klasy odporności pożarowej budynków zaliczanych do kategorii PM w zależności od ich wysokości i obciążenia ogniowego

Maksymalna gęstość obciążenia ogniowego strefy pożarowej w budynku Q [MJ/m ²]	Budynek o jednej kondygnacji nadziemnej (bez ograniczenia wysokości)	Budynek wielokondygnacyjny			
		niski (N)	średniowysoki (SW)	wysoki (W)	wysokościowy (WW)
$Q \leq 500$	„E”	„D”	„C”	„B”	„B”
$500 < Q \leq 1000$	„D”	„D”	„C”	„B”	„B”
$1000 < Q \leq 2000$	„C”	„C”	„C”	„B”	„B”
$2000 < Q \leq 4000$	„B”	„B”	„B”	*	*
$Q > 4000$	„A”	„A”	„A”	*	*

* nie dopuszcza się realizacji budynku

Tabela 3

Klasy odporności ogniowej elementów budynku

Klasa odporności pożarowej budynku	Główna konstrukcja nośna	Konstrukcja dachu	Strop	Ściana zewnętrzna	Ściana wewnętrzna	Przekrycie dachu
„A”	R 240	R 30	REI 120	EI 120 (o↔i)	EI 60	RE 30
„B”	R 120	R 30	REI 60	EI 60 (o↔i)	EI 30	RE 30
„C”	R 60	R 15	REI 60	EI 30 (o↔i)	EI 15	RE 15
„D”	R 30	(-)	REI 30	EI 30 (o↔i)	(-)	(-)
„E”	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

R – nośność ogniowa (min), określona zgodnie z normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku,

E – szczelność ogniowa (min),

I – izolacyjność ogniowa (min),

(-) – nie stawia się wymagań

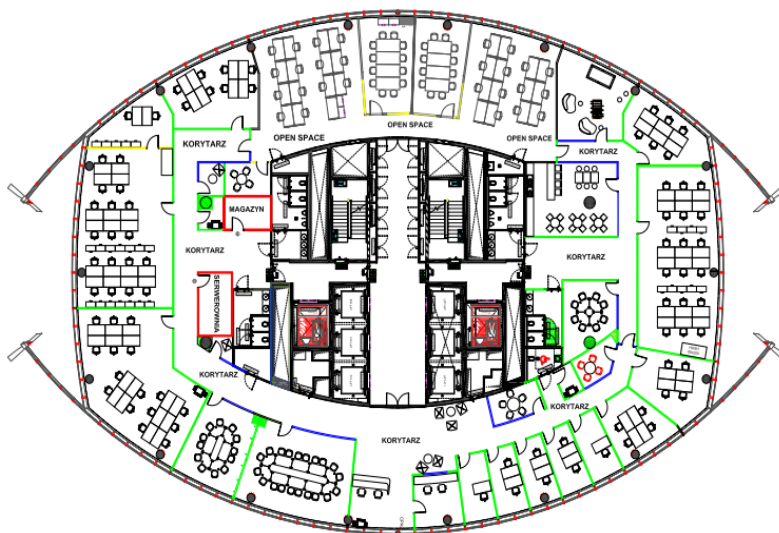
5.2. Ściany wewnętrzne

Wymaga się, by ściany wewnętrzne miały odporność ogniową klasy EI 15, EI 30 lub EI 60. W praktyce w większości budynków ściany wewnętrzne wykonywane są w klasie EI 30, z wyjątkiem budynków wysokościowych, w których wymaga się ścian w klasie EI 60.

Odrębnej analizy wymagają ściany obudowy klatek schodowych, od których na ogół wymaga się klasy REI 60 lub REI 120.

Należy zwrócić uwagę na konieczność zachowania nośności ściany w wymaganym czasie, co w przypadku ścian szklanych jest niemożliwe. Zastosowanie takich ścian jest możliwe jedynie wówczas, gdy funkcję nośną szklanej ściany przejmie belka lub strop.

Obecnie wyraźnie dominuje tendencja do projektowania kondygnacji z niezagospodarowanymi przestrzeniami, pozostawionymi do aranżacji przez przyszłych najemców – dotyczy to przede wszystkim budynków biurowych. Aranżacje mają wówczas postać pomieszczeń z korytarzami lub open space. Gdy kondygnację zajmuje więcej niż jeden najemca, najkorzystniejszy jest układ korytarzowy, zapewniający odpowiednie warunki ewakuacji. W innym przypadku wymagane mogą być dodatkowe przejścia pomiędzy najemcami.



Ryc. 3. – Przykładowe zastosowanie ścian szklanych na kondygnacji wysokościowego budynku biurowego

	ściana szklana bez klasy odporności ogniowej
	ściana GK bez klasy odporności ogniowej
	ściana szklana w klasie odporności ogniowej EI 30
	ściana GK w klasie odporności ogniowej EI 30
	ściana GK w klasie odporności ogniowej EI 60

5.3. Rozwiązania specyficzne

Ściany korytarzowe oraz pomiędzy pomieszczeniami powinny mieć odpowiednią klasę odporności ogniowej. Wyjątek stanowi sytuacja, w której kilka pomieszczeń jest wydzielonych ścianami o odporności ogniowej lub znajduje się w amfiladzie

i zachowana zostanie dopuszczalna długość przejścia ewakuacyjnego. Wówczas przejście ewakuacyjne nie powinno prowadzić przez więcej niż trzy pomieszczenia do wyjścia na korytarz ewakuacyjny. Ściany działowe wewnątrz takiego modułu mogą być bezklasowe.



Ryc. 4. – Ściany korytarzowe i pomiędzy pomieszczeniami

	ściana GK bez klasy odporności ogniowej
	ściana szklana w klasie odporności ogniowej EI 30
	ściana GK w klasie odporności ogniowej EI 30

Nie wymaga się również odporności ogniowej od przegród funkcjonalnych wydzielających miejsca pracy w pomieszczeniach.

Ponieważ ścianki ogniochronne stawia się niekiedy na podłodze podniesionej, która ma klasę odporności ogniowej REI 30 lub REI 60, należy

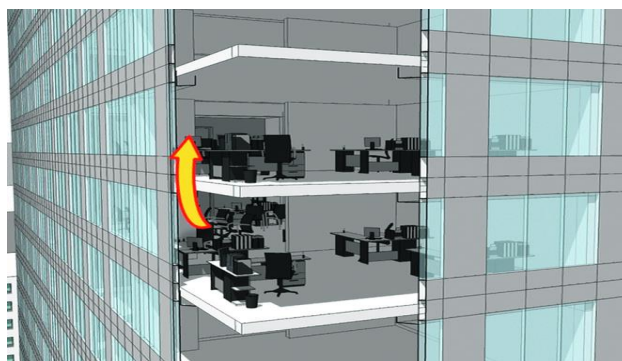
zwrócić uwagę na konieczność odpowiedniego wydzielenia pożarowego przestrzeni podpodłogowej w miejscu usytuowania ścianki.

Niekiedy projekt architektoniczny przewiduje na ścianie ogniochronnej efekty dekoracyjne. Szkło POLFLAM nie traci swoich właściwości ogniochronnych w przypadku oklejenia go folią PCV lub PET do grubości 2 mm w całości lub części, z jednej lub obu stron, niezależnie od powierzchni oklejenia. Z uwagi na zwiększoną absorpcję energii cieplnej folii szkło oklejone

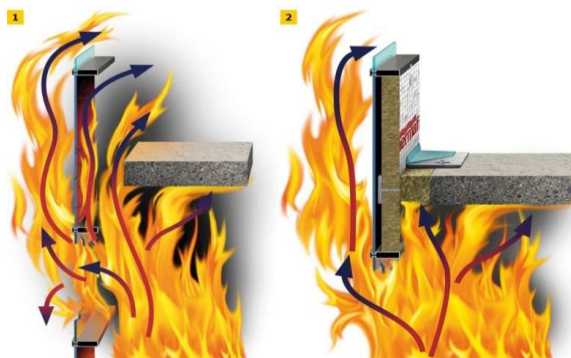
folią może być stosowane wyłącznie we wnętrzu budynku i nie powinno być narażone na przegrzewanie.

5.4. Ściany zewnętrzne

W zależności od klasy odporności pożarowej budynku ściany zewnętrzne powinny mieć odporność ogniową od EI 30 do EI 120. O odporności ogniowej ściany zewnętrznej decyduje przede wszystkim pas międzykondygnacyjny i jego prawidłowe wykonanie. Zadaniem pasa międzykondygnacyjnego jest odsunięcie płomieni od elewacji



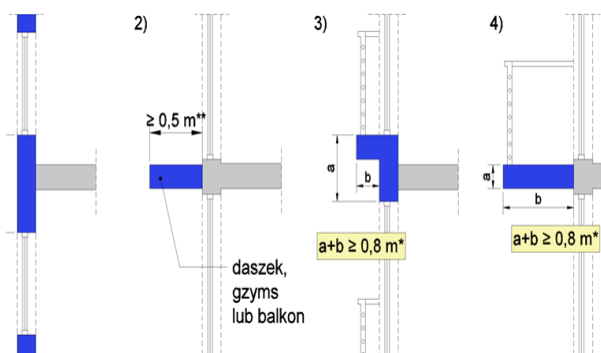
Ryc. 5. – Pas międzykondygnacyjny



Ryc. 6. – Nieprawidłowe (1) i prawidłowe (2) wykonanie pasa międzykondygnacyjnego

Coraz częściej zdarza się, że architekci dążą do minimalizacji pasa międzykondygnacyjnego. Jest on bowiem nieprzezierny i tworzy na elewacji niekorzystny efekt wizualny – zwłaszcza w godzinach wieczornych, kiedy wnętrza są oświetlone.

Należy pamiętać, że takie rozwiązanie jest możliwe (ściana szklana na stropie), o ile na wysokości co najmniej 0,80 m będzie miała ona element o odporności ogniowej EI 30, EI 60 lub EI 120, w zależności od klasy odporności pożarowej budynku.



Ryc. 7

Zasadniczo element ogniochronny stanowi pas międzykondygnacyjny, a pozostała część fasady jest wykonana ze szkła nieognioodpornego. Takie rozwiązanie uznawane jest za wystarczające, aby powstrzymać rozprzestrzenianie się ognia na sąsiednie kondygnacje budynku, ale może stwarzać pewne zagrożenia związane z możliwością opadania dużych fragmentów elewacji.

Dlatego też na zapewnienie bezpieczeństwa ewakuujących się użytkowników i ekip ratowniczych ogromny wpływ mieć może zarówno sama konstrukcja zastosowanej szyby zespolonej, jak i sposób jej zamocowania.

Zakłada się, że jeśli pod wpływem oddziaływania ognia zewnętrzna warstwa szyby rozpadnie się na drobne, nieostre kawałki, to nie będzie to stanowiła zagrożenia dla osób znajdujących się w ich polu rażenia. Sytuacja będzie wyglądała znacznie gorzej, gdy tafła szklana odpadnie w całości lub odpadające fragmenty będą miały znaczące wymiary. Wówczas istnieje ogromne prawdopodobieństwo poważnej kontuzji, a nawet śmierci osób, które nieszczęśliwie znajdą się na

drodze spadających fragmentów elewacji. Ważne więc jest, aby oceny projektowanych rozwiązań dokonywały uprawnione jednostki badawcze.

5.5. Hole wejściowe

Hole wejściowe do budynków mają często charakter reprezentacyjny i swoją wysokością obejmują kilka kondygnacji. Zamierzeniem architektów jest uzyskać imponujący efekt wizualny. Projektowane są również z myślą o przeznaczeniu na drobne usługi i strefę recepcyjną. Za ścianami szklanymi, o wysokości niekiedy kilkunastu metrów, można więc zauważyć przestrzenne pomieszczenia biurowe, centra obliczeniowe, biblioteki, mediateki, ale również stacje pomp czy sterownice. Ten efekt można uzyskać, stosując wielkowymiarowe bezramkowe szkło ogniochronne, także gięte. Realizacja takiego planu wymaga odpowiedniego oprzyrządowania i technologii, ponieważ to rozwiązanie determinuje także ciężar szkła. W takich przypadkach wymaga się jednak, aby druga klatka schodowa miała bezpośrednie połączenie z terenem zewnętrznym.



Ryc. 8. – Hole służące do ewakuacji ludzi z klatki schodowej na zewnątrz wymagają wydzielenia ścianami o odporności ogniowej, na ogół klasy REI/EI 60 lub REI/EI 120

5.6. Drzwi w ogniochronnych ścianach szklanych

Drzwi w ścianach korytarzowych do pomieszczeń, np. biurowych, na ogół są również wykonywane jako szklane, bezklasowe, z wyjątkiem stosowanych w ścianach oddzielenia przeciwpożarowego oraz w ścianach wydzielających klatki schodowe.

Należy pamiętać, aby naświetla nad drzwiami i doświetla boczne w ściankach miały tę samą klasę

odporności ogniowej, co ściany. W budynkach wysokich i wysokościowych celowe jest wyposażenie drzwi w samozamykacze a w ciągach komunikacyjnych również w elektrozamykacze, w celu ułatwienia komunikacji.

Zaleca się, aby drzwi do garaży wyposażać we wzorniki umożliwiające strażakom wgląd w obszar pożaru. Wzorniki powinny odpowiadać klasą odporności ogniowej drzwiom przeciwpożarowym.



Ryc. 9. – Wzorniki powinny odpowiadać klasą odporności ogniowej drzwiom

5.7. Stropy przeciwpożarowe

Szklany strop ogniochronny FR Floor ze szkłem POLFLAM umożliwia doskonałe doświetlenie wnętrza światłem naturalnym, a jednocześnie zapewnia użytkownikom budynku maksymalną ochronę w razie pożaru. To także ciekawe i oryginalne rozwiązanie, przyciągające uwagę estetyką i funkcjonalnością.

Szklano do stropów szklanych FR Floor zapewnia maksymalną nośność użytkową 5 kN/m². Oficjalne badania przeprowadzone przez jednostkę certyfikującą potwierdziły dla szkła POLFLAM F klasę odporności i nośności ogniowej REI 30, REI 60 i REI 120.

Projektanci mają wolną rękę – ze szklanych paneli POLFLAM można uzyskać różnorodne i niepowtarzalne kształty, mieszczące się w obrysie prostokąta o maksymalnych wymiarach 2200 x 1650 mm. Grubość szkła – w zależności od wymaganych parametrów – wynosi od 46 do 62 mm. Pozwala to na

dalszą optymalizację kosztów zakupu materiału, i tak już bardzo atrakcyjnych.

Panele w stropach FR Floor mogą być gładkie i przeziernie, bądź malowane za pomocą sitodruku (co może podkreślić niepowtarzalny charakter projektowanego wnętrza). Z kolei stropy antypoślizgowe zapewnią użytkownikom budynku bezpieczeństwo w codziennej eksploatacji.

Łatwość w utrzymaniu i konserwacji oraz nieskomplikowany montaż to dodatkowe atuty szklanych stropów ze szkłem POLFLAM.

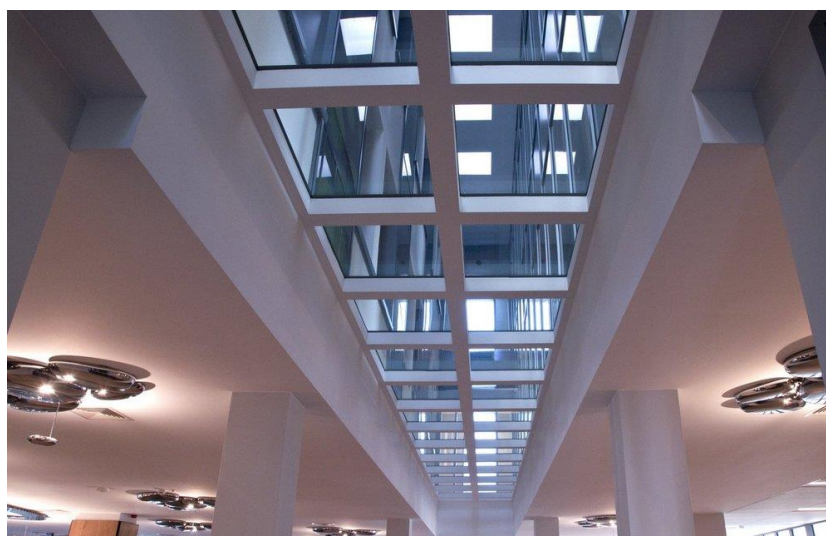
Szklane ogniochronne stropy FR Floor spełniają kryteria izolacyjności ogniowej zgodnie z normą PN-EN 1365-2:2014. Zostały przetestowane w zakładowym laboratorium firmy POLFLAM, a następnie przebadane i zatwierdzone przez europejskie jednostki notyfikowane, co jest potwierdzeniem najwyższej jakości tego innowacyjnego produktu.



Kładka komunikacyjna



Podłoga podniesiona



Strop międzykondygnacyjny doświetlający niższe kondygnacje

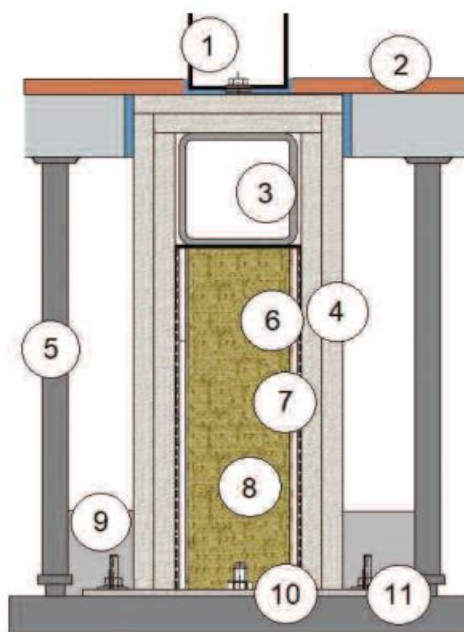
Ryc. 10. – Przykładowe rozwiązania stropów

5.8. Podłogi podniesione

Zaletą szklanych podłóg jest przede wszystkim estetyka i szybki montaż wszelkich odpowiednio maskowanych instalacji, później bardzo łatwo dostępnych. Sprawdzają się nie tylko na traktach komunikacyjnych i w biurach, ale także w takich pomieszczeniach, jak: centrale telefoniczne, rozdzielnie energetyczne, sterownie, sale komputerowe, serwerownie, sale bankowe itp. Szklane podłogi ogniochronne wykonywane są jako modułowe na metalowych wspornikach. Podłogi podniesione o więcej niż 20 cm ponad poziom stropu lub innego podłoża powinny mieć niepalną konstrukcję nośną oraz

co najmniej niezapalne płyty podłogi od strony przestrzeni podpodłogowej, mające klasę odporności ogniowej co najmniej REI 30, a w budynku wysokościowym oraz w strefach pożarowych budynków przeznaczonych dla ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takich jak domy opieki społecznej i senioralnej, przedszkola, szpitale – co najmniej REI 60. Należy podkreślić i takie zalety podłóg szklanych, jakimi są bardzo dobra akustyka i łatwość w utrzymaniu czystości.

Montaż podłóg podniesionych wiąże się z zachowaniem zasady zabezpieczenia przestrzeni podpodłogowej (na ogół w osi ściany).



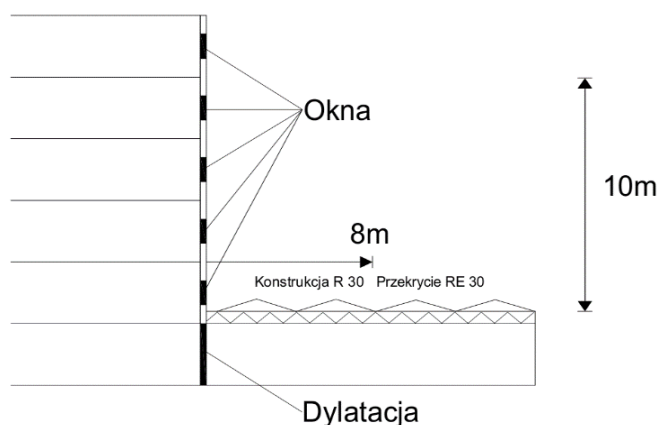
Ryc. 11. – Montaż podłóg podniesionych

1. profil stalowy podstawy ściany działowej, 2. podłoga techniczna, 3. profil stalowy zamknięty, 4. płyta GKF,
5. wspornik stalowy podłogi podniesionej, 6. profil stalowy, 7. profil stalowy, 8. wełna mineralna,
9. ogniochronna obudowa kotew i płyty podstawy, 10. podstawa słupa, 11. kołek dyblowy

5.9. Dachy i świetliki

Wykonania dachu jako ognioodpornego wymaga się, gdy sąsiedni budynek jest wyższy i ma ścianę z

otworami okiennymi, ma dach z pokryciem rozprzestrzeniającym ogień, a także gdy w bezpośrednim sąsiedztwie budynku znajduje się ściana lasu.



Ryc. 12. – Wykonanie dachu budynku niższego jako ognioodpornego

Dach budynku niższego powinien mieć w odległości 8 m od ściany budynku wyższego z oknami konstrukcję w klasie R 30 i przekrycie w klasie RE 30 odporności ogniowej. Alternatywnym rozwiązaniem przy bezklasowej konstrukcji i przekryciu budynku niższego jest wykonanie okien w ścianie budynku wyższego w klasie co najmniej EW 30 odporności ogniowej

Jak przedstawiono w tabeli dotyczącej odporności ogniowej elementów budynku, ustalone zostały odrębne wymagania dla konstrukcji dachu i jego przekrycia.

W zależności od zakładanego scenariusza rozwoju pożaru dachu ustala się wymagania w zakresie:

- 1) odporności na działanie ognia z zewnątrz,
- 2) rozprzestrzeniania ognia przy oddziaływaniu od wewnątrz,
- 3) odporności ogniowej przy oddziaływaniu od wewnątrz.

Należy pamiętać o tym, że przeszklenie okien połaciowych, których krawędź jest usytuowana na wysokości ponad 3 m nad poziomem podłogi, świetlików oraz dachów w budynkach użyteczności publicznej i zakładów pracy powinno być wykonane ze szkła lub innego materiału o podwyższonej wytrzymałości na uderzenie.

Cały układ dachu lub świetlika jest

klasyfikowany jako nie rozprzestrzeniający ognia, ponieważ – mimo stosowania takich materiałów palnych, jak uszczelki EPDM, izolatory termiczne z PVC lub ze spienionego polietylenu (PE) lub spienionego (polipropylenu (PP), masa silikonowa do wypełnienia spoiny między szybami, taśma butylowa – elementy te przylegają do materiałów niepalnych dobrze przewodzących ciepło, na skutek czego akumulacja ciepła w materiale palnym jest utrudniona.

Niektóre elementy stosowane są po zewnętrznej stronie przekrycia (część uszczelki, z EPDM, masa silikonowa do wypełniania spoiny między szybami i taśma butylowa), a więc istnieje możliwość odprowadzania ciepła bezpośrednio do otaczającego powietrza, co również prowadzi do przerwania spalania.

Reasumując: mimo zastosowania w dachach przeszklonych materiałów palnych ich kształt i rozmieszczenie nie przyczynia się do rozprzestrzeniania ognia przez te przekrycia.

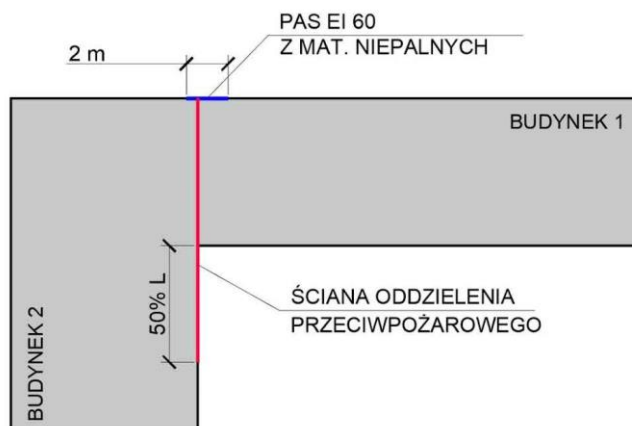
5.10. Elementy oddzielenia przeciwpożarowego

Strefy pożarowe w budynkach wydziela się ścianami i stropami oddzielenia przeciwpożarowego. Elementy te mają na ogół wyższą klasę odporności ogniowej niż elementy wstępnie klasyfikowane w budynku. Wyższe wymagania stawia się również zamknięciom otworów w tych ścianach i stropach.

Tabela 4

Wymagania stawiane zamknięciom otworów w ścianach i stropach oddzielenia przeciwpożarowego

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej				
	elementów oddzielenia przeciwpożarowego		drzwi przeciwpożarowych lub innych zamknięć przeciwpożarowych	drzwi z przedsionka przeciwpożarowego	
	ścian i stropów, z wyjątkiem stropów w ZL	stropów w ZL		na korytarz i do pomieszczenia	na klatkę schodową
„A”	REI 240	REI 120	EI 120	EI 60	E 60
„B” i „C”	REI 120	REI 60	EI 60	EI 30	E 30
„D” i „E”	REI 60	REI 30	EI 60	EI 15	EI 15



Ryc. 13

Wypełnienie otworów w ścianach materiałem przepuszczającym światło, takim jak luksfery, cegła szklana lub inne przeszklenie, nie powinno

przekraczać 10% powierzchni ściany, przy czym klasa odporności ogniowej wypełnień nie powinna być niższa niż określona w tabeli 5.

Tabela 5

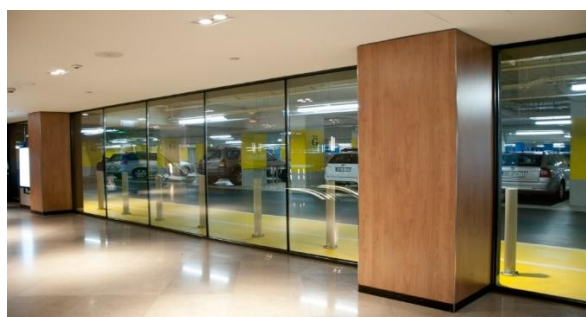
Klasa odporności ogniowej wypełnień otworów w ścianach

Wymagana klasa odporności ogniowej ściany oddzielenia przeciwpożarowego	Klasa odporności ogniowej wypełnienia otworu w ścianie	
	będącej obudową drogi ewakuacyjnej	innej
REI 240	REI 120	E 120
REI 120	REI 60	E 60
REI 60	REI 30	E 30

5.10.1. Ściany oddzielenia przeciwpożarowego

W praktyce projektanci oczekują możliwości zastosowania ścian szklanych oddzielających funkcje ZL (np. użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego) od funkcji PM (przemysłowych) w celu wizualnego powiększeni przestrzeni lub

wyeksponowania rozwiązań technicznych. Spotykane były przypadki, kiedy w dyskusji nad projektem galerii handlowej analizowano możliwość zastosowania ściany szklanej w odporności ogniowej REI 120 oddzielającej strefę garażu od pasażu galerii.



Ryc. 13. – Ściana oddzielenia przeciwpożarowego na parkingu galerii handlowej

Podobnie wygląda w przypadku obiektu laboratoryjnego, gdzie zastosowanie ścian oddzielenia przeciwpożarowego daje wgląd w pracę urządzeń technologicznych (sterowni, serwerowni itp.). Oczywiście jednak sprawą jest, że z uwagi na specyfikę szkła ścianki szklane nie mają funkcji nośnej (R). W takich sytuacjach stosuje się rozwiązania systemowe i jest to możliwe, jeżeli ściany oddzielenia przeciwpożarowego:

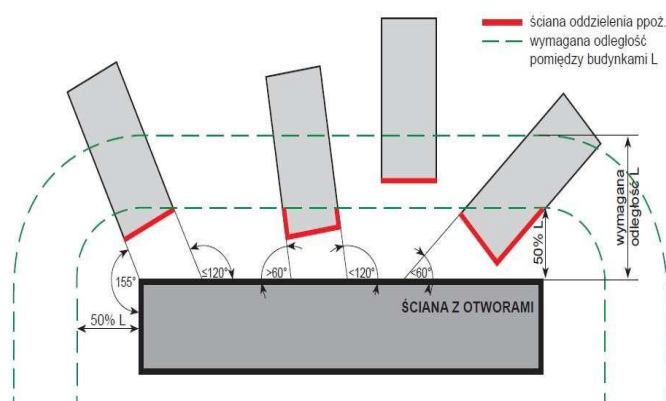
1) są mocowane do lub spoczywają na konstrukcji spełniające kryteria klasy odporności ogniowej nie niższej niż klasa odporności ogniowej

ściany z uwagi na kryteria EI,

2) nie są poddane obciążeniom mechanicznym pochodzącym od konstrukcji budynku,

3) są zamocowane do elementów budynków zgodnie z rozwiązaniem zawartym w projekcie budowlanym.

Ściany oddzielenia przeciwpożarowego stosowane są również w celu zrekompensowania zbyt małej odległości pomiędzy budynkami lub między budynkiem a granicą działki. Wówczas nie tylko pas międzykondygnacyjny musi mieć określoną klasę odporności ogniowej, ale i okna.



Ryc. 14. – Ściana oddzielenia przeciwpożarowego w przypadku blisko usytuowanych budynków

6. Odbiory budynków

1. Oznaczenie wyrobu znakiem CE lub B
2. Deklaracja właściwości użytkowych (deklaracja zgodności)
3. Zgodność parametrów ścianek szklanych, tj. szerokości, wysokości i grubości zestawu, z dokumentami technicznymi, zgodność rozwiązań z dokumentami certyfikacyjnymi
4. Szkło powinno mieć znaki identyfikacyjne:
 - oznaczenie typu szkła,
 - wyróżnienie producenta,
 - oznaczenie klasy odporności ogniowej,
 - miesiąc i rok produkcji.
5. Montaż przez wykwalifikowany personel

Podsumowanie

1. Szkło w architekturze będzie odgrywało coraz większą rolę ze względu na jego cechy oraz z uwagi na tendencję do projektowania coraz bardziej skomplikowanych obiektów.

2. Wobec spotykanych różnic między stronami procesu odbiorowego w ocenie i kwalifikacji rozwiązań aranżacji wnętrz celowe jest ustalenie przez władze budowlane powszechnie akceptowanych zasad projektowania przez architektów i branżę pożarniczą.

3. Jednostki naukowo-badawcze i laboratoria muszą współpracować z producentami szkła ognioodpornego, ponieważ będą powstawały nowe systemy wymagające certyfikacji. Nowatorskie rozwiązania szkła ognioodpornego (wymiary, kształt itp.) będą również wymagały indywidualnej dokumentacji technicznej, by uzyskać dopuszczenie do stosowania.

4. Jednostki naukowo-badawcze i laboratoria powinny dążyć do notyfikacji w Unii Europejskiej w celu wzajemnego honorowania wyników badań.

5. Ważne jest udostępnianie wiedzy i szkolenie z zakresu stosowania szkła ogniochronnego wszystkich stron zaangażowanych w proces inwestycyjny.

Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane: Dz.U. 1994 nr 89, poz. 414 ze zm. URL: isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19940890414/U/D19940414Lj.pdf (dostęp: 22.12.2023).
2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej: Dz.U. 1991 nr 81, poz. 351 ze zm. URL: isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19910810351/U/D19910351Lj.pdf (dostęp: 22.12.2023).
3. 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 ze zm. URL: isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20020750690/O/D20020690.pdf (dostęp: 22.12.2023).
4. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych. URL: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:PL:PDF (dostęp: 22.12.2023).
5. PN-EN 13501-1 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków.
6. PN-EN 13501-1 Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.
7. Sprawozdania i raporty z badań szkła ognioodpornego – materiały firmy POLFLAM, 2023.
8. Klasyfikacje pożarowe szkła ognioodpornego – Instytut Techniki Budowlanej, 2023.
9. Roszkowski P., Sędłak B. Badania odporności ogniowej poziomych elementów szklanych. Świat Szkła. 2021, 2.
10. Sędłak B. Efekt skali w ocenie odporności ogniowej pionowych przegród przeszklonych. Świat Szkła. 2022, 4.
11. Kaźmierczak R. Szkło ogniochronne w aranżacji wnętrz. Ochrona Przeciwpożarowa. 2021, 1-2.

© Roman Kaźmierczak, Marek Chmiel, 2023.

Оглядова стаття.

Надійшла до редакції 20.11.2023.

Прийнято до публікації 06.12.2023.