

**MGR INŻ. ARCH. MAGDA TUNKEL**

Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych, ul. Rolna 43, 40-555 Katowice; ORCID 0000-0003-3079-6698;  
e-mail: [magda.tunkel@gmail.com](mailto:magda.tunkel@gmail.com)

**ARTUR JANKOWSKI**

Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach, Wydział Architektury, Budownictwa i Sztuk Stosowanych, ul. Rolna 43, 40-555 Katowice

## LEKKIE ŚCIANY OSŁONOWE - CHARAKTERYSTYKA I ISTOTA PROJEKTOWANIA ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI WYMAGANIAMI

s. 37-44

### STRESZCZENIE

W artykule opisano wymagania stosowane przy projektowaniu i realizacji fasad szkieletowych, słupowo-ryglowych, odpowiadających obowiązującym standardom. Ponadto wskazano podstawowe parametry dla projektowania tego typu konstrukcji. Tematyka poruszona w artykule podyktowana jest stałym rozwojem obecnie stosowanych systemów fasad słupowo-ryglowych, odnoszących się do projektowania i wykonywania szklanych elewacji. Przykładem świadczącym o rozwoju technologicznym tego typu konstrukcji może być opisana klasa antywłamaniowa RC4, wprowadzenie do oferty zabezpieczenia antykorozyjnego profili aluminiowych do klasy C5, czy wprowadzanie akcesoriów pozwalających montować pakiety szybowe o coraz większej powierzchni i ciężarze. Systemy fasadowe o odporności ogniowej EI30 oraz EI60 pozwalają na wykonanie fasad poligonalnych o dowolnym kącie załamania szkła na słupie fasadowym, w zakresie od 0 do +/- 90 stopni, czy rezygnację z zewnętrznych listew dociskowych i maskujących na rzecz rozwiązań półstrukturalnych.

### SŁOWA KLUCZOWE

konstrukcje słupowo-ryglowe, fasady szklane, lekkie ściany osłonowe

### Charakterystyka projektowania lekkich ścian osłonowych

W artykule opisano wymagania stosowane przy projektowaniu i realizacji fasad szkieletowych, słupowo-ryglowych, odpowiadających obowiązującym standardom. Ponadto opisano zasady jakimi zgodnie z art. 5 pkt 1, ppkt 1 PB powinny odpowiadać ściany osłonowe.

Konstrukcje szkieletowe, słupowo-ryglowe, których wysokość zazwyczaj nie przekracza 55m, znalazły zastosowanie szczególnie w budynkach użyteczności publicznej. Ich zadaniem jest spełnienie wymogów wszystkich funkcji, które spełniają zewnętrzne ściany budynku, za wyjątkiem funkcji nośnej. Ściany osłonowe zamontowane pionowo lub odchylone o kąt  $\pm 15^\circ$  od pionu objęte są zharmonizowaną normą PN-EN 13830+A1:2020-11 [6], która klasyfikuje i określa właściwości ścian osłonowych (Tab.1). Wspomniana norma nie zobowiązuje kompletatora wystawiającego Deklarację Właściwości Użytkowych do zadeklarowania wszystkich z podanych właściwości, a jedynie do zapewnienia tych cech, które mają istotne znaczenie w zastosowaniu.

Tabela 1. Klasyfikacja i określenie właściwości ścian osłonowych [6].

Lp.	Rozdział	Właściwości	Jednostki	Klasa lub wartość deklarowana					
1	4.1	Odporność na obciążenie wiatrem	kN/m <sup>2</sup>	npd	wartość deklarowana				
2	4.2	Ciężar własny	kN/m <sup>2</sup>	npd	wartość deklarowana				
3	4.3	Odporność na uderzenie Wewnętrzne Wysokość spadania	(mm)	npd	I0 (n.a.)	I1 (200)	I2 (300)	I3 (450)	I4 (200)
4		Zewnętrzne Wysokość spadania	(mm)	npd	EO (n.a.)	E1 (200)	E2 (300)	E4 (450)	E5 (700)
5	4.4	Przepuszczalność powietrza Ciśnienie próbne	(Pa)	npd	A1 (150)	A2 (300)	A3 (450)	A4 (600)	AE (>600)
6	4.5	Wodoszczelność Ciśnienie próbne	(Pa)	npd	R4 (150)	R5 (300)	R6 (450)	R7 (600)	RE (>600)
7	4.6	Izolacyjność akustyczna R <sub>w</sub> (C;Ctr)	dB	npd	wartość deklarowana				
8	4.7	Przewodnictwo ciepłe U <sub>ow</sub>	W x m <sup>-2</sup> x K <sup>-1</sup>	npd	wartość deklarowana				
9	4.8	Odporność ogniowa Szczelność i → o, o → i, o ↔ i (E)	(min)	npd	E 15	E 30	E 60	E 90	
10		Szczelność i izolacyjność (EI) i → o, o → i, o ↔ i	(min)	npd	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	
11	4.13	Ekwipotencjalność	Ω	npd	wartość deklarowana				
12	4.17	Odporność na obciążenia poziome	kN na wysokości m	npd	wartość deklarowana				

### Wybrane właściwości ścian osłonowych

Do najbardziej istotnych czynników branych pod uwagę przy projektowaniu i realizacji fasad słupowo-ryglowych w rozumieniu poszczególnych wymogów wynikających z Prawa Budowlanego należą:

1. nośności i stateczności konstrukcji,
2. bezpieczeństwa pożarowego,
3. higieny, zdrowia i środowiska,
4. bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,
5. ochrony przed hałasem,
6. oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
7. zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalny.

Wymagania te odnoszą się do większości z opisanych w artykule parametrów i wynikają z projektowanej funkcji obiektu. Niemniej jednak wyróżnia się właściwości, dla których wymagania są określone przez inne obowiązujące przepisy Prawa Budowlanego, takich jak nośność i stateczność konstrukcji (nieprzekraczanie stanów granicznych SGU i SGN) oraz bezpieczeństwo pożarowe, bezwzględnie uzależnione od odległości i usytuowania ściany osłonowej względem innych obiektów lub granicy działki.

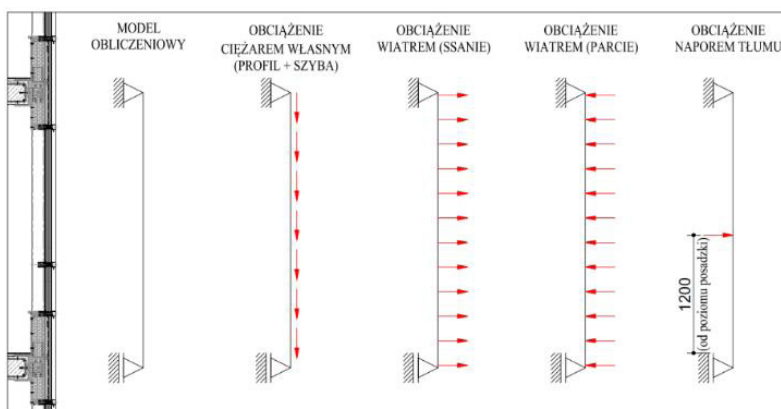
## Nośność i stateczność konstrukcji budynku

Spełnienie parametrów wytrzymałościowych zapewniających nośność i stateczność konstrukcji, dotyczy obciążeń spowodowanych wiatrem, ciężarem własnym, odpornością na uderzenia, naporu tłumu, czy uwzględnianych w szczególnych przypadkach szoku termicznego lub wstrząsów sejsmicznych [11, 12, 13, 14, 19].

Projektowanie konstrukcji słupowo-ryglowej wymaga poprawnego określenia wymienionych wyżej oddziaływań zewnętrznych, ale także zakładanych w projekcie konstrukcyjnym budynku maksymalnych odkształceń konstrukcji oraz rozszerzalności termicznej profili aluminiowych, tworzących szkielet ściany osłonowej. Cała ta wiedza jest niezbędna do właściwego zaprojektowania fasady. Począwszy od określenia położenia i wielkości dylatacji profili, przyjęcia schematu statycznego konstrukcji, aż do doboru profili o sztywności gwarantującej spełnienie warunków nieprzekroczenia maksymalnych ugięć (wg PN-EN 13116:2004 dla profili [9], EN1279-5:2018-08 dla szkła [19]) dotyczy:

- dla słupa –  $L/200$  lub 15mm w zależności od tego, co mniejsze,
- dla rygla w kierunku prostopadłym do płaszczyzny konstrukcji –  $L/200$  lub 12mm w zależności od tego, co mniejsze,
- dla rygla w kierunku równoległym do płaszczyzny konstrukcji –  $L/500$  lub 3mm w zależności od tego, co mniejsze,
- dla szkła –  $L/200$  lub 12mm w zależności od tego, co mniejsze.

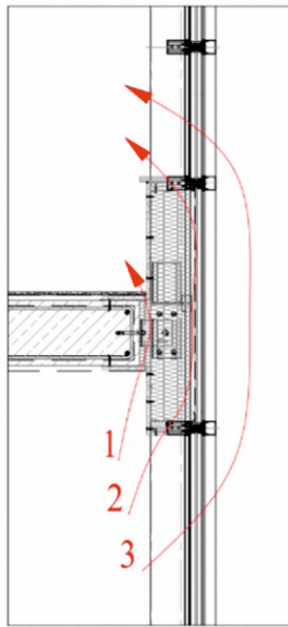
W obliczeniach najczęściej pomijany jest wpływ sztywności wypełnienia na sztywność konstrukcji. Maksymalne ugięcie któregośkolwiek z elementów szkieletu nośnego fasady nie powinno doprowadzać do kontaktu między tymi elementami, lecz wypełnieniami. Niemniej ważny jest dobór elementów mocujących i wynikające z przyjętego schematu statycznego położenie stałych i przesuwnych punktów mocowania, zapewniających możliwość dopuszczalnych przemieszczeń konstrukcji. Elementy te przenoszą zarówno ciężar własny ściany osłonowej, jak i wszystkie zewnętrzne oddziaływania na konstrukcję nośną budynku. Przyjęte rozwiązania konstrukcyjne powinny zatem zapewniać możliwość rozszerzalności termicznej profili aluminiowych, jak i niwelować eksploatacyjne ugięcia stropów, nie dopuszczając do przekroczenia wyżej opisanych i maksymalnych ugięć szkieletu. Każdorazowo przyjęcie ww. założeń projektowych oraz wykonanie stosownych obliczeń powinno zostać dokonane przez uprawnionego projektanta, zgodnie z załącznikiem C do normy PN EN 13830 [6] (rys.1).



Rys.1 Zestawienie typowych obciążeń słupów dla pionowych ścian osłonowych, uwzględnianych w kombinacjach normowych.

## Bezpieczeństwo pożarowe

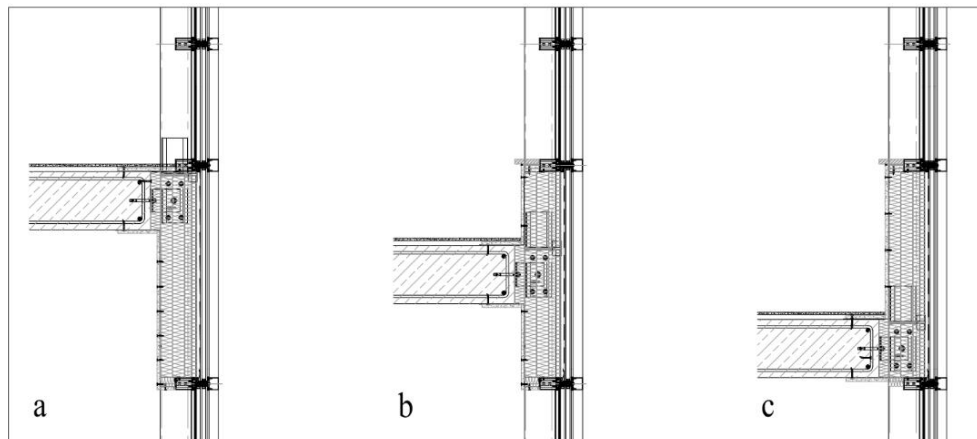
Zakres ochrony i bezpieczeństwa pożarowego uzależniony jest od odległości między budynkami. Jeśli wymagana, w warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie i klasyfikowana (wg PN EN 13501-2 [18]), zachowana jest minimalna odległość, to zakres odporności ogniowej ściany osłonowej dotyczy wyłącznie pasa między kondygnacyjnego. W przeciwnym wypadku zachodzi konieczność zapewnienia odporności ogniowej całej ściany osłonowej. Zgodnie z §223 ust. 1 i 2 WT [1] pasy między kondygnacyjne powinny być o wysokości co najmniej 0,8 m. W ścianach zewnętrznych budynków wielokondygnacyjnych, §224 ust. 1 i 2, nad strefą pożarową PM, o gęstości obciążenia ogniowego powyżej 1000 MJ/m<sup>2</sup>, wysokość pasa powinna wynosić co najmniej 1,2 m [1]. Ich zadaniem jest ograniczenie rozprzestrzeniania dymu i ognia, które może przebiegać na 3 sposoby (rys.2, rys.3 [3]):



gdzie:

1. przez styk ściany osłonowej ze stropem,
2. przez niewypełnione powłoki ściany (szczeliny wentylacyjne w konstrukcji pasa nieprzeziernego),
3. poprzez przenoszenie się ognia zewnętrzną stroną pasa międzykondygnacyjnego.

Rys.2. Rozprzestrzenianie się ognia i dymu [3].



Rys. 3. Przykładowe położenie pasów między kondygnacyjnych względem stropów [4].

Budowa pasa między kondygnacyjnego jest określona w Klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej [18]. Klasyfikacja nie jest dokumentem uniwersalnym, a wytyczne w niej zawarte, w zależności od dostawcy systemu, mogą się nieznacznie różnić np. w odniesieniu do grubości warstw pasa nieprzeziernego, ale i użytych materiałów (grubość blach, gęstość wełny mineralnej).

Warunki higieniczne, zdrowotne oraz ochrony środowiska.

Zapewnienie odpowiednich warunków higienicznych, zdrowotnych oraz ochrony środowiska, dotyczą uzyskania kilku określonych parametrów:

- przepuszczalność powietrza (wg PN EN 12152 [7]), określana jako zależność między maksymalnym ciśnieniem próbnym  $P_{max}$ , a obliczeniową wartością ciśnienia wiatru (wg PN-EN 1991-1-4:2008 [13]),
- przepuszczalność światła ( $L_t$ ), jako dostarczenie światła dziennego do pomieszczeń, która zależna jest od współczynnika przepuszczalności światła  $L_t$  zastosowanej szyby. Parametr ten wyrażony jest w procentach i oznacza stosunek światła, które przeszło przez szybę do światła docierającego do szyby,
- współczynnik przepuszczalności energii słonecznej  $g$  (solar factor), który odpowiada za zyski ciepła od promieniowania słonecznego przepuszczanego bezpośrednio, jak i odbitego. Parametr ten jest istotny przy projektowaniu instalacji grzewczych oraz klimatyzacji. W budynkach o dużych powierzchniach przeszklonych dąży się do uzyskania jak najniższej wartości parametru  $g$ , szczególnie jeśli fasada znajduje się na elewacjach nasłonecznionych. W takich warunkach wysoka przenikalność energii może doprowadzać do przegrzewania pomieszczeń i generować koszty związane z obniżeniem temperatury,
- ochrona przed hałasem i drganiami zależy od przeznaczenia i funkcji budynku oraz od poziomu hałasu występującego w otoczeniu. Kluczowe w poprawnym określeniu wymaganej izolacyjności akustycznej jest prawidłowe oszacowanie poziomu hałasu zewnętrznego. Na podstawie otrzymanych wyników możliwe jest określenie wymaganej izolacyjności przegrody dla pomieszczenia (wg PN-B-02151-3:2015-10 [16]). Izolacyjność akustyczną lekkich ścian osłonowych  $R_w(C;Ctr)$ , przedstawia się w formie wskaźnika ważonego  $R_w$  oraz widmowych wskaźników adaptacyjnych (wg PN-EN ISO 717-1:2013-08 [15]) gdzie:
  - $C$  określa się dla źródeł emitujących hałas średnio i wysokoczęstotliwościowy,
  - $Ctr$  dla źródeł emitujących hałas niskoczęstotliwościowy.
- Ponadto zaleca się, aby otrzymane w badaniach laboratoryjnych wyniki izolacyjności akustycznej ściany osłonowej skorygować o  $-2\text{dB}$  (wg PN-B-02151-3:2015-10 [16]). Korekta ta ma uwzględniać błąd pomiarowy, niedokładności montażowe oraz przenoszenie boczne. W związku z powyższym obliczeniowa wartość projektowa izolacyjności akustycznej dla niskoczęstotliwościowego wskaźnika adaptacyjnego  $Ctr$  będzie miała postać:  $R'A_2 = R_w + Ctr - 2$  [dB].
- oszczędność energii oraz izolacyjność cieplna przeszklonych ścian osłonowych, stanowiących przegrodę zewnętrzną obiektu odnosi się do efektywności energetycznej. W związku z tym wymagania stawiane przez Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie w ostatnich latach sukcesywnie są podnoszone. Przykładem tego są obowiązujące od 1 stycznia 2021 r. nowe, bardziej rygorystyczne wymagania, wg których przeszklone ściany osłonowe powinny spełniać warunek  $U_{cw} \leq 0,9\text{W/m}^2\text{K}$ . Z obliczeń współczynnika przenikania ciepła ścian osłonowych (wg PN-EN ISO 12631:2017-10 [10]) wynika, że ostateczna izolacyjność termiczna ściany osłonowej  $U_{cw}$  zależna jest m.in. od:
  - powierzchni wypełnień fasady o określonym współczynniku  $U$ ,
  - powierzchni profili (słupów i rygli) liczonych jako największa z widocznych

- powierzchni zrutowanych na płaszczyznę ściany,
- widzianych z obydwu stron, współczynników przenikania ciepła profili,
  - izolacji termicznej szyb, gdzie  $U_g$  powinien być nie wyższy niż  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
  - izolacji termicznej ramki międzyszybowej, odpowiedzialnej za powstawanie mostków liniowych wzdłuż krawędzi szkła, czego konsekwencją może być wykraplanie pary wodnej, najczęściej wzdłuż dolnej krawędzi szyby.
- Bezpieczeństwo użytkowania i dostępności obiektów
  - W tej klasyfikacji do najważniejszych czynników mających wpływ na eksploatację obiektu należy wyróżnić:
    - Wodoszczelność (wg PN EN 12154 [8]), która określana jest jako zależność między maksymalnym ciśnieniem próbnym  $P_{max}$ , a obliczeniową wartością ciśnienia wiatru (wg PN-EN 1991-1-4:2008) [13]),
    - Ekwipotentjalność, zapewniająca ciągłości elektryczne, metalowych elementów szkieletu ściany osłonowej oraz metalowych okładzin lub podobnych elementów składowych. Taki układ należy połączyć z układem uziemiającym budynku w taki sposób, by uzyskać opór elektryczny elementów składowych tworzących obwód elektryczny na poziomie nie przekraczającym  $10 \Omega$  (wg PN EN 13830 [6]),
    - Parcie tłumy, jako obciążenie uwzględniane w obliczeniach statycznych wtedy, gdy konstrukcja fasady słupowo-ryglowej stanowi jedyną płaszczyznę ograniczającą i nie występują inne ograniczające bariery (podokienniki, barierki montowane do konstrukcji nośnej budynku). Do obliczeń przyjmuje się, że jest to obciążenie liniowe, usytuowane na wysokości  $1,2 \text{ m}$  od poziomu posadzki, a jego wartość jest zależna od kategorii użytkowej (wg PN-EN 1991-1-1 [12]) (tab.2)

Tabela 2. Wartości obciążeń liniowych ścian wg normy PN EN 1991-1-1, [12].

Wartości obciążeń liniowych ścian wg normy PN EN 1991-1-1, tabl. 6.12		
Kategoria pomieszczeń	Przykład	Obciążenie liniowe
A, B i C1	(A) powierzchnie mieszkalne, (B) powierzchnie biurowe, (C1) powierzchnie ze stolami, na których mogą gromadzić się ludzie np. powierzchnie w szkołach, restauracjach, czytelniach	0,5 kN/m
C2 do C4 i D	powierzchnie, na których mogą gromadzić się ludzie: (C2) z zamocowanymi siedzeniami np. kina, sale konferencyjne, (C3) bez przeszkód utrudniających poruszanie się np. muzea, sale wystaw oraz powierzchnie ogólnie dostępne w budynkach publicznych i administracyjnych, hotelach, szpitalach, (C4) pomieszczenia na których jest możliwa aktywność fizyczna, np. sale tańców, sale gimnastyczne (D) powierzchnie handlowe	1,0 kN/m
C5	powierzchnie ogólnie dostępne dla tłumy, np. sale koncertowe, sale sportowe łącznie z trybunami czy perony kolejowe	3,0 kN/m

### Odporność na włamanie

Kryterium to (wg PN-EN 1627 [17]) jest własnością konstrukcji polegającą na „chwilowym” stawieniu oporu przed sforsowaniem, a przypisana klasa antywłamaniowa informuje, jak długo i przy użyciu jakich narzędzi nie powinno dojść do sforsowania przegrody. Norma wyróżnia 6 klas od RC1 do RC6, lecz dostępne na rynku systemy fasad słupowo-ryglowych pozwalają na wykonanie zabudowy jedynie do klasy RC3, wystarczającej by zapewnić podstawową ochronę. Obecnie prowadzone badania dowodzą o możliwości uzyskania certyfikacji ścian osłonowych w klasie RC4, niemniej jednak jest to nowość na polskim rynku. Ponadto należy zwrócić uwagę na klasy RC1 N oraz RC2 N, w których norma nie stawia żadnych wymagań dla zastosowanych szyb. Klasy te nie są jednoznacznie opisane w odniesieniu do lekkich ścian osłonowych, a niektóre interpretacje przepisów w zasadzie wykluczają stosowanie tych klas w odniesieniu do fasad słupowo-ryglowych [5].



## Podsumowanie

Zagadnienia odnoszące się do fasad konstrukcji słupowo-ryglowych są bardzo złożone, a znaczenie właściwości, zwłaszcza tych związanych ze szkłem, często okazuje się być niedoceniane przez Inwestorów i Generalnych Wykonawców. Dlatego tak ważne jest prawidłowe i kompletne określenie wszystkich oczekiwanych własności przy projektowaniu i wykonywaniu obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem elewacji.

## Bibliografia

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz. U. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami,
- [2] Prawo budowlane z dn. 7 lipca 1994 r. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333, 2127, 2320, z 2021 r. poz. 11, 234, 282,
- [3] Laskowska Z., Borowy A.: Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego dotyczące ścian zewnętrznych przeszklonych. Świat Szkła 4/2018,
- [4] Laskowska Z., Suchecki T.: Ściany zewnętrzne przeszklone słupowo-ryglowe. Część 3-1 Świat Szkła 3/2021,
- [5] Żyła M.: Okna klasy RC2 – czyli jakie? Okno 2/2015,
- [6] PN-EN 13830+A1:2020-11 Ściany osłonowe -- Norma wyrobu,
- [7] PN-EN 12152:2004 Ściany osłonowe -- Przepuszczalność powietrza -- Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
- [8] PN-EN 12154:2004 Ściany osłonowe – Wodoszczelność -- Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
- [9] PN-EN 13116:2004 Ściany osłonowe -- Wytrzymałość na obciążenie wiatrem -- Wymagania eksploatacyjne.
- [10] PN-EN ISO 12631:2017-10 Ciepłe właściwości użytkowe ścian osłonowych -- Obliczanie współczynnika przenikania ciepła
- [11] PN-EN 14019:2016-07 Ściany osłonowe -- Odporność na uderzenia -- Wymagania eksploatacyjne.
- [12] PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- [13] PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru
- [14] PN-EN 1998-1:2005 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym -- Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków
- [15] PN-EN ISO 717-1:2013-08 Akustyka -- Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych -- Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych
- [16] PN-B-02151-3:2015-10 Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych,
- [17] PN-EN 1627:2012 Drzwi, okna, ściany osłonowe, kraty i żaluzje -- Odporność na włamanie -- Wymagania i klasyfikacja
- [18] PN-EN 13501-2:2016-07 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków -- Część 2: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej
- [19] PN-EN 1279-5:2018-08 Szkło w budownictwie – Izolacyjne szyby zespolone – Część 5: Norma wyrobu

## CURTAIN WALLS - CHARACTERISTICS AND THE ESSENCE OF DESIGNING ACCORDING TO THE APPLICABLE REQUIREMENTS

### ABSTRACT

The article describes the requirements used in the design and implementation of skeleton and mullion-transom facades that meet the applicable requirements. In addition, the basic parameters for designing this type of structure were indicated. The topics discussed in the article are dictated by the constant development of the currently used mullion-transom façade systems related to the design and construction of glass facades. An example of the technological development of this type of structure can be the described anti-burglary class RC4, referring to the anti-corrosion protection of aluminum profiles up to the C5 class, or the introduction of accessories allowing the assembly of glazing units with an increasing area and weight. Façade systems with fire resistance EI30 and EI60 allow for the construction of polygonal facades with any angle of glass refraction on the façade column in the range from 0 to +/- 90 degrees or resignation from external pressure strips and masking semi-structural solutions.

### KEYWORDS

mullion and transom structures (post and lintel construction), glass facades, light curtain walls



Artykuł udostępniony na licencjach Creative Commons/ Article distributed under the terms of Creative Commons licenses: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). License available: [www.creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)