

# METALOWO-SZKLANE

## ściany osłonowe i przekrycia dachowe – wymagania

Część 2.

**Marzena Jakimowicz**  
Instytut Techniki Budowlanej

Projektowanie i wykonywanie fasad aluminiowo-szklanych oraz przekryć dachowych to trudna, wielofazowa realizacja wymagająca odpowiedniej „logistyki informacji” pomiędzy architektem, inwestorem, projektantem, producentem komponentów oraz finalnym wykonawcą ostatecznie odpowiadającym za wyrób i jego właściwości użytkowe.

Ściany osłonowe, analogicznie jak wszystkie wyroby stosowane w budownictwie, których dokumentami odniesienia są normy zharmonizowane, zgodnie z obowiązującymi przepisami [1] powinny spełniać wymagania dotyczące obiektów budowlanych. Powinny charakteryzować się takimi właściwościami technicznymi, aby obiekty z ich zastosowaniem spełniały wymagania podstawowe ujęte w przepisach [1], tj.:

- nośność i stateczność;
- bezpieczeństwo pożarowe;
- higiena, zdrowie i środowisko;
- bezpieczeństwo użytkowania i dostępność obiektów;
- ochrona przed hałasem;
- oszczędność energii i izolacyjność cieplna;
- zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych.

Projekty ścian osłonowych powinny uwzględniać wymagania techniczno-użytkowe określone w normie wyrobu [2] i przepisach budowlanych [3], a zastosowane materiały powinny spełniać wymagania odpowiednich norm przywołanych w specyfikacjach technicznych opracowanych dla konkretnego projektu technicznego. Ściany osłonowe były jednym z pierwszych wyrobów budowlanych z zakresu lekkich przegród, dla których europejska norma wyrobu została ustanowiona jako polska norma [2]. Ogólne zasady znakowania CE określone są w rozporządzeniu 305/2011 z późniejszymi zmianami [1] i są dosyć przejrzyste i znane. Jednak ściany osłonowe są na tyle nietypowym wyrobem, że interpretacja odnośnych przepisów uniżnych może nastęrczać pewnych problemów. Już samo sklasyfikowanie ściany osłonowej jako wyrobu budzi wątpliwości. Zgodnie z definicją przyjętą w normie [2] ściana osłonowa to zewnętrzna obudowa budynku o konstrukcji ramowej, wykonanej przeważnie z metalu, drewna lub PVC-U, składająca się zwykle z pionowych i poziomych elementów konstrukcyjnych, połączonych razem i zamocowanych do konstrukcji nośnej budynku. Jednocześnie ściana osłonowa powinna spełniać wszystkie funkcje jako ściana zewnętrzna, nie należy jej jednak uważać za element nośny obiektu – nie przejmuje żadnych właściwości nośnych konstrukcji budynku. Definicja ta jest bardzo ogólna i obejmuje praktycznie wszystkie typy lekkich ścian osłonowych. Zgodnie z normą wyrobu [2] ściana osłonowa może być uważana za produkt końcowy wyłącznie po jej całkowitym zmontowaniu na placu budowy.

Ścianę osłonową należy rozpatrywać jako zestaw komponentów, które są scalane ze sobą, dając produkt finalny. Takie podejście im-

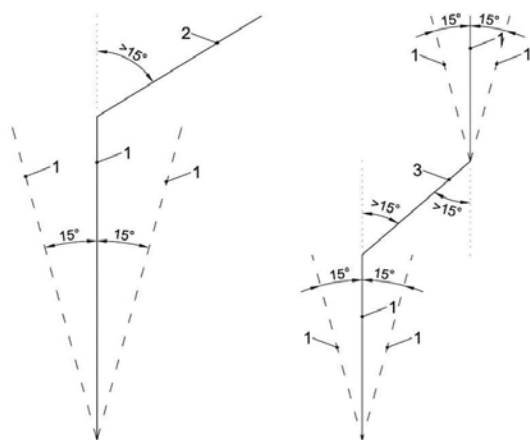
plikuje, że znakowanie CE dotyczy zarówno ścian zaprojektowanych, zmontowanych i zamocowanych przy wykorzystaniu standardowego systemu konstrukcyjnego, jak również ścian wykonanych na bazie projektu indywidualnego. Zakres Badania Typu, które należy wykonać przy ocenie zgodności z normą [2] i znakowaniu CE, jest obszerny i obejmuje:

- reakcję na ogień,
- odporność ogniową,
- rozprzestrzenianie się ognia,
- odporność na ciężar własny,
- odporność na obciążenie poziome,
- odporność na obciążenie wiatrem,
- przepuszczalność powietrza,
- wodoszczelność,
- izolacyjność akustyczną,
- przewodnictwo cieplne,
- przepuszczalność pary wodnej,
- odporność na uderzenie,
- odporność na szoki termiczne,
- trwałość.

Ponadto oceną powinien być objęty każdy wariant rozwiązania systemowego jako podstawowy i powiązane z nim grupy wyrobów.

Przy definiowaniu grupy wyrobów w odniesieniu do podstawowego rozwiązania ściany, jakie poddano badaniu, i ocenie jego właściwości użytkowych, powinno się kierować wariantem najgorszego przypadku. Producent powinien określić współzależności między właściwościami a poszczególnymi komponentami rozwiązań konstrukcyjnych. Należy ustalić, czy zmiana danego komponentu (np. kształtownika głównego) wpłynie na zmianę poziomu jakiejś właściwości użytkowej. Norma europejska [2] określa wymagania dla zestawu ścian osłonowych przeznaczonych do stosowania jako obudowa budynku w celu zapewnienia odporności na warunki atmosferyczne, bezpiecznej eksploatacji, oszczędności energii i izolacyjności cieplnej oraz przedstawia metody badania/oceny/obliczeń i kryteria zgodności dla powiązanych właściwości.

Zestaw ścian osłonowych objęty normą [2] powinien charakteryzować się własną integralnością i wytrzymałością, ale nie powinien mieć wpływu na nośność czy stabilność głównej konstrukcji budynku i powinien zapewniać możliwość wymiany niezależnie od tej konstrukcji. Norma [2] ma jedynie zastosowanie do ścian osło-



Rys. 1. Części pochylone zestawu ścian ostonowych  
1 – ściany ostonowe – w zakresie od ścian pionowych do ścian odchylonych o  $\pm 15^\circ$  od pionu; 2 – części pochylone, które nie należą do zestawu ścian ostonowych (przeszkłone konstrukcje dachowe); 3 – części pochylone należące do zestawu ścian ostonowych

nowych odchylonych od pionu nie więcej niż  $\pm 15^\circ$  (rys. 1). Wszelkie części pochylone więcej niż  $\pm 15^\circ$  od pionu wykraczają poza zakres normy [2] i powinny być oceniane indywidualnie w zależności od zastosowania.

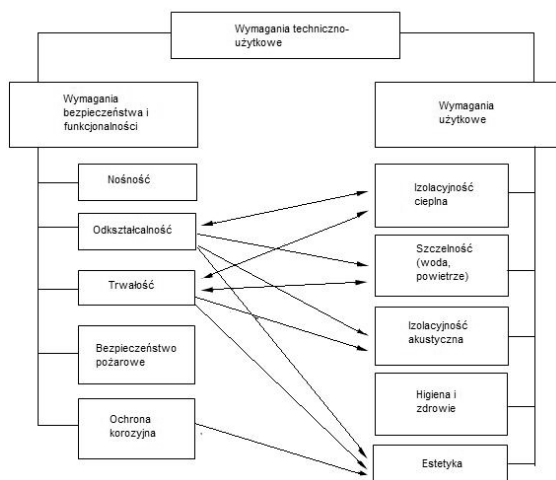
### Projektowanie, wymagania

Projektowanie zewnętrznych ścian wypełniających metalowo-szkłanych musi uwzględniać aspekty związane z odpowiednim poziomem właściwości użytkowych wyrobu, w odniesieniu do wymagań obiektowych, inwestorskich i przepisów prawa, z drugiej zaś strony powinno uwzględniać łatwość i ergonomię wykonania ściany ostonowej przez ekipy montujące.

Wymagania projektowe i wykonawcze powinno się odnieść do: konstrukcji, higieny i zdrowia oraz estetyki. Właściwości ścian ostonowych powinny spełniać wymagania techniczno-użytkowe wyszczególnione w tym rozdziale. Należy jednak dodać, iż pomiędzy tymi wymaganiami istnieją zależności mające wpływ na poszczególne właściwości ścian. Na przykład nadmierne ugięcia konstrukcji słupowo-ryglowej ściany (dopuszczalne wg normy PN-EN 13116 [4], 15 mm lub  $1/200 L$ , gdzie  $L$  – rozpiętość elementów konstrukcyjnych) mogą powodować:

- niszczenie materiałów uszczelniających styki i połączenia,
  - niszczenie materiałów izolacyjnych,
  - pęknięcie szyb w oknach i elementach wypełniających lub innych okładzinowych,
  - zmniejszenie szczelności na powietrze (przedmuchy),
  - zmniejszenie szczelności na wodę opadową (przecieki),
  - zmniejszenie izolacyjności akustycznej (szczególnie istotne dla ścian o wysokiej izolacyjności akustycznej),
  - zmianę izolacyjności termicznej (zmniejszenie szczelności, zawilgośnienie połączeń izolacji termicznej, zwiększenie mostków termicznych).
- Projektowanie ścian ostonowych, z uwagi na statykę, powinno uwzględniać następujące typy obciążeń:
- obciążenia statyczne: ciężar własny, obciążenie wiatrem, nacisk poziomy;
  - obciążenia dynamiczne: udarowe, drgania,
  - obciążenia termiczne.

Przy obliczeniowym sprawdzaniu nośności i sztywności uwzględnia się jednocześnie występowania obciążeń statycznych, termicznych i nacisku poziomego. Na rys. 2 podano zależność pomiędzy wymaganiami techniczno-użytkowymi dla ścian ostonowych.



Rys. 2. Wymagania techniczno-użytkowe ścian ostonowych i zależność między nimi

Przytoczone przykłady wskazują na konieczność kompleksowego uwzględnienia podanych wymagań, co jest związane z trwałością konstrukcji, niezmiennością poziomu jej właściwości użytkowych oraz komfortem użytkowania pomieszczeń obiektów, w których zastosowano rozwiązania lekkich ścian osłonowych.

Wytworzone rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne ściany osłonowej powinno spełnić następujące wymagania w odniesieniu do konstrukcji:

- a) mocowanie ściany powinno zapewnić podczas montażu możliwość rektyfikacji ustawienia w trzech kierunkach (w płaszczyźnie ściany i w płaszczyźnie prostopadłej do ściany);
- b) rozwiązania mocowań i złączy powinny zapewniać łatwą wymiennalność poszczególnych elementów ściany;
- c) przemieszczenia okładzin części nieprzezroczystych ściany nie mogą być wyczuwalne przy silnym nacisku ręką;
- d) wymiarowanie konstrukcji ściany oraz łączników mocujących powinno być wykonywane na podstawie obliczeń statycznych oraz w razie konieczności sprawdzane na drodze badawczej;
- e) połączenie ściany osłonowej z konstrukcją nośną budynku powinno być tak zaprojektowane, aby nierównomierne lub zbyt duże osiadanie podpór oraz odkształcenie konstrukcji nośnej nie miało wpływu na ścianę osłonową;
- f) dopuszczalne odchylenia powierzchni elementów od płaszczyzny, odchylenia krawędzi elementów od linii prostej nie powinny być większe od podanych w dokumentacji systemowej i projektowej;
- g) rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne części przyziemnych ścian powinno charakteryzować się zwiększoną odpornością na uszkodzenia wywołane przypadkowymi lub celowymi uderzeniami;
- h) ściany osłonowe, w których przewiduje się szczelną okładzinę tylko od strony zewnętrznej, powinny być wentylowane, tzn. pomiędzy okładziną zewnętrzną a warstwą środkową (izolacją termiczną) powinna być szczelina połączona na dole i górze z powietrzem zewnętrznym;
- i) powinna być zachowana ciągłość paroizolacji, której zadaniem jest uniemożliwienie przenikania pary wodnej z pomieszczeń do wnętrza ściany;
- j) na elementy przezroczyste ściany zaleca się stosowanie szyb zespolonych o odpowiednim współczynniku przenikania ciepła zgodnym z aktualnymi przepisami [3];
- k) ściana osłonowa powinna spełniać wymagania dotyczące bezpieczeństwa użytkowania, podane w warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki [3], a mianowicie:
  - okna powyżej drugiej kondygnacji otwierane na zewnątrz powinny być szklone szkłem bezpiecznym;
  - okna w budynkach wysokościowych, których wysokość przekracza 55 m nad poziomem terenu, powinny mieć zabezpieczenia uniemożliwiające ich otwarcie przez osoby niepowołane;
  - minimalna wysokość położenia parapetu uzależniona jest od wysokości budynku oraz od zastosowania dodatkowych balustrad lub szkła o podwyższonej wytrzymałości, zgodnie z Rozporządzeniem [3].

### Odporność na obciążenie wiatrem

Ściana osłonowa powinna być dostatecznie sztywna, aby przenieść bezpiecznie deklarowane obciążenie wiatrem na konstrukcję budynku za pośrednictwem elementów mocujących. Dopuszczalne ugięcia, przy najniekorzystniejszym, lecz prawdopodobnym układzie obciążeń charakterystycznych, wynoszą:

- elementy nośne ściany  $\leq 1/200 L^*$  lub 15 mm (wg [4]);
- okładziny elewacyjne z szyb zespolonych (przy krawędzi)  $\leq 1/300 L^*$  i 8 mm;
- okładziny elewacyjne z szyb pojedynczych, blach lub innych wyrobów okładzinowych  $\leq 1/200 L$ ;

- w obszarze pasów przykrawędziowych dopuszcza się zwiększenie ugięć dopuszczalnych o 20%;
- naprężenia powstające w elementach szkieletu ściany nie powinny być większe od wytrzymałości obliczeniowej;
- przy ustalaniu sztywności ściany metodą obliczeniową nie należy uwzględniać wpływu sztywności szkła.

Odporność ścian osłonowych na obciążenie wiatrem sprawdza się na podstawie badań wg normy [5] i klasyfikuje się wg normy [2]. Taką samą metodą oceny stosuje się również w przypadku przeszklonych świetlików dachowych, określając jednocześnie poziom obciążeń dociskających i odrywających z ponowną oceną szczelności na wodę i powietrze. W przypadku przeszklonych przekryć dachowych występuje znacznie większe obciążenie zmienne (w tym obciążenie śniegiem) niż w ścianach pionowych, co wymusza zwiększenie przekroju krokwi do słupów.

### Ciężar własny

Ściana osłonowa oraz przeszklone przekrycie dachowe powinny przenieść ciężar własny, a maksymalne ugięcie każdego poziomego elementu szkieletu konstrukcyjnego nie powinno przekraczać  $L/500$  lub 3 mm (w zależności, co jest mniejsze).

### Odporność na uderzenia

Ściana osłonowa powinna bezpiecznie wytrzymywać obciążenia udarowe i zachować integralność. Energia uderzenia nie powinna powodować:

- odpadnięcia od ściany żadnego elementu składowego,
- powstania dziur,
- powstania pęknięć,
- odkształcenia trwałego ściany.

Powyższe wymagania mają zastosowanie do obciążeń udarowych prostopadłych do płaszczyzny ściany osłonowej. Odporność na uderzenia określa się na podstawie badań wg normy [6] i klasyfikuje wg normy [7]. Wyroby szklane użyte lub wstawione w elementy wypełniające powinny być oceniane według [6]. W przypadku przeszklonych świetlików dachowych stosowanych jako przekrycia dachowe oraz jako przegrody odchylone od pionu więcej niż  $15^\circ$  stosuje się dodatkowe badanie: uderzenie workiem kulistym o masie 50 kg spadającym pionowo z wysokości z odpowiednią, deklarowaną przez producenta energią. Nie dopuszcza się przebiccia i odpadnięcia niebezpiecznych odtłamek od wewnętrznej strony szyby. Z uwagi na bezpieczeństwo użytkownika w przypadku świetlików i przekryć dachowych wykonywanych na bazie ścian osłonowych w budynkach użyteczności publicznej i przemysłowych zaleca się stosowanie przeszklenia bezpiecznego z wewnętrzną szybą klejoną (co najmniej dwie folie). Wymaganie to skorelowane jest z przepisem ujętym w § 304 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 2002 r. (z późniejszymi zmianami) [3], odnoszącego się do okien dachowych, świetlików i daszków szklanych (w tym omawianych świetlików i przekryć dachowych), gdzie w przypadku ich zastosowania w budynkach użyteczności publicznej i przemysłowych wymaga się zastosowania przeszklenia bezpiecznego.

### Odporność na obciążenia termiczne

Jeżeli przewiduje się występowanie nierównomiernego nagrzewania szkła lub nagłych zmian temperatury, należy stosować szkło o zwiększonej wytrzymałości (póhartowane, hartowane), zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm przedmiotowych. W projekcie ściany osłonowej należy uwzględnić określone odkształcenia budynku i odkształcenia termiczne tak, aby nie powodowały one uszkodzeń elementów składowych lub obniżenia ich właściwości. Projektant powinien określić odkształcenia budynku, które ściana

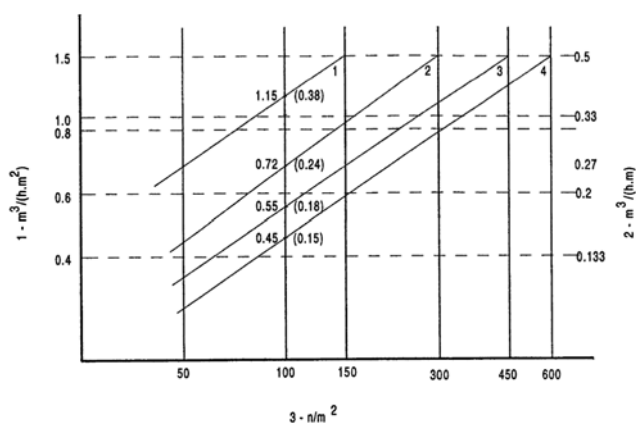
\* L – rozpiętość elementu konstrukcyjnego ściany.

na osłona powinna przenieść, łącznie z odkształceniami połączeń z konstrukcją budynku, i zastosować odpowiednie luzy dylatacyjne pomiędzy poszczególnymi elementami konstrukcyjnymi ściany i konstrukcją obiektu.

### Przepuszczalność powietrza

Przepuszczalność powietrza ścian osłonowych i przekryć dachowych określa ilość powietrza, jaka przechodzi przez ich powierzchnię (alternatywnie szczelinę) w ciągu 1 godziny przy danej różnicy ciśnień. Właściwość tę określa się na podstawie badań wg normy [8] i klasyfikuje się wg normy [9]. Szczelność na powietrze ściany osłonowej związana jest z jej energooszczędnością, jak również komfortem życia w użytkowanych pomieszczeniach.

Ściany osłonowe (próbki badawcze), które przepuszczają powietrze  $>1,5$  [ $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ] lub  $0,5$  [ $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ ] pod ciśnieniem  $<150$  Pa nie mogą być klasyfikowane, gdyż nie spełniają minimalnych wymagań w zakresie szczelności na powietrze. Granicę przepuszczalności powietrza dla poszczególnych klas podano na wykresie – rys. 3.



Rys. 3. Maksymalna dopuszczalna przepuszczalność powietrza w ścianach osłonowych, odniesiona do powierzchni i linii stykowej wg PN-EN 12152:2004 (9)

### Wodoszczelność

Wodoszczelność ścian osłonowych (części stałych i połączeń z częściami otwieranymi) określa się na podstawie badań wg normy [12] i klasyfikuje się wg normy [11]. Wodoszczelność to zdolność ściany osłonowej do zachowania szczelności na przenikanie wody opadowej. Istotą rozwiązań konstrukcyjnych dotyczy szczególnie właściwego doboru uszczeliek i ich usytuowania w konstrukcji fasady, tak aby zachowana była wymagana szczelność na wodę dla danego zastosowania ściany osłonowej.

Zdefiniowane poziomy szczelności na wodę uwzględniają wszystkie warunki lokalizacyjne i regionalne, jakie mogą zaistnieć. Przy projektowaniu dachu szklanego konieczne jest zaprojektowanie skutecznego odwodnienia grawitacyjnego, uwzględniającego dodatkowe uszczelnienie szkieletu dachu, odpowiedni dobór listew dociskowych i maskujących oraz zastosowanie dodatkowego uszczelnienia w postaci taśm i folii zapewniających skuteczne odwodnienie. W odróżnieniu od konstrukcji ścian osłonowych, w tym przypadku stosuje się dodatkową izolację w postaci taśmy butylowej, ułożonej pod li-

Rozwiązania ścian osłonowych powinny zapewnić odpowiednią szczelność na wodę i powietrze, energooszczędność, akustykę, statykę, biorąc jednocześnie pod uwagę czas życia obiektu. Niezmienione właściwości użytkowe powinny być zapewnione przez co najmniej 25 lat.



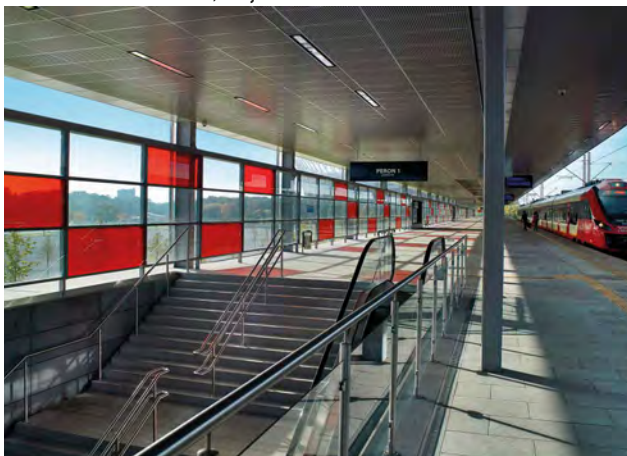
Galeria Ogród Odrzański, Kędzierzyn-Koźle



Ogród zoologiczny, Poznań



Filharmonia Kaszubska, Wejherowo



Dworzec kolejowy Warszawa Stadion

stwą dociskową. Taśma przechodzi przez wszystkie węzły konstrukcji (połączenia krokiew – płatew) i biegnie na całej długości profili głównych konstrukcji przekrycia dachowego. Odwodnienie przesklonego przekrycia dachowego stanowi najczęściej odwodnienie powierzchniowe, w którym wody opadowe przejmowane są przez powierzchnię ściany i z niej odprowadzone do systemu odwadniającego budynek.

### Przepuszczalność pary wodnej

Projektując ścianę osłonową i związane z nią rozwiązanie systemowe lub obiektowe, należy zwrócić uwagę na eliminację kondensacji pary wodnej na powierzchni ścian od strony pomieszczenia. Dodatkowo w jej wewnętrznych warstwach nie powinien nastąpić wzrost zawilgocenia w okresie rocznym, gdyż oba te zjawiska wpływają ujemnie na izolacyjność cieplną oraz na trwałość ścian.

W celu niedopuszczenia do kondensacji pary wodnej na powierzchni należy stosować ściany o współczynnikach przenikania ciepła  $U$  zapewniających utrzymanie temperatury na jej powierzchni powyżej punktu rosy. Warunek ten powinien być spełniony na całej powierzchni ściany, także w narożnikach, na mostkach termicznych i łącznikach.

W wewnętrznych warstwach ścian dopuszcza się kondensację pary wodnej, lecz tylko w takiej ilości, która zdąży wyschnąć w czasie lata, a ponadto nie spowoduje trwałej zmiany ich właściwości cieplnych i technicznych. Nie dopuszcza się wzrostu zawilgocenia ścian w okresie rocznym. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, należy zastosować paroizolację lub zwentylować ścianę, a w przypadkach koniecznych – zastosować oba zabezpieczenia jednocześnie.

Ściany osłonowe, w których przewiduje się szczelną okładzinę tylną od strony zewnętrznej, powinny być wentylowane. Konieczność stosowania paroizolacji bądź wentylowania ścian jest uwarunkowana ich rozwiązaniem materiałowo-konstrukcyjnym oraz wilgotnością powietrza w pomieszczeniach.

### Izolacyjność termiczna

Zgodnie z warunkami technicznymi podanymi w Rozporządzeniu [3] wymagania w odniesieniu do charakterystyki energetycznej budynku oraz racjonalnego użytkowania energii są spełnione, jeżeli:

- przegrody budynku oraz ich technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej, a powierzchnia okien spełnia wymagania określone w Rozporządzeniu, lub
- wartość wskaźnika EP (energia pierwotna) jest mniejsza od wartości granicznych, a przegrody zewnętrzne budynku spełniają wymagania izolacyjności cieplnej niezbędne dla zabezpieczenia go przed kondensacją pary wodnej.

Dla budynków modernizowanych lub przebudowywanych Rozporządzenie [3] dopuszcza zwiększenie wartości wskaźnika EP lub średniego współczynnika przenikania ciepła obudowy budynku, o nie więcej niż 15%, w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

W Rozporządzeniu tym określono również cząstkowe wymagania w odniesieniu do elementów obudowy budynku, które dotyczą m.in. wymaganych wartości:

- współczynnika przenikania ciepła przez przegrody budynku oraz wbudowanych w nie okien, drzwi i innych tego rodzaju wyrobów oraz
- współczynnika całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez okna oraz przegrody szklane i przezroczyste, z uwzględnieniem wpływu zastosowania urządzeń zaciemniających (wymaganie nie ma zastosowania w odniesieniu do powierzchni pionowych oraz powierzchni nachylonych więcej niż 60° do poziomu, skierowanych w kierunkach od północno-zachodniego do północno-wschodniego – kierunek północny  $\pm 45^\circ$ , okien chronionych przed promieniowaniem słonecznym przez inne przegrody oraz do okien o powierzchni mniejszej niż 0,5 m<sup>2</sup>).

W zakresie współczynnika przenikania ciepła warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [3] szczegółowo określają wymagania dla ścian zewnętrznych całoszklanych z etapowym zmniejszeniem współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do kolejnych lat, tj.: Etap I – 2014 r., Etap II – 2017 r. oraz Etap III – 2020 r.

### Wymagania estetyczne

Ściany osłonowe to skomplikowane rozwiązania konstrukcyjne ukierunkowane na odpowiedni poziom właściwości użytkowych. Przy projektowaniu ścian osłonowych należy również uwzględnić wymagania estetyczne mówiące o tym, że:

- Widoczne powierzchnie ścian nie powinny mieć miejscowych wypukłości lub wklęsłości zauważalnych z odległości 1 m przy różnym oświetleniu. Styki elementów ściennych powinny być proste i jednakowej szerokości.
- Kolory elewacji przewidziane w projekcie powinny zachować jednolitość barwy w częściach przezroczystych i nieprzezroczystych ściany.
- Okładziny elewacyjne i szyby okienne powinny charakteryzować się małą deformacją odbitych obrazów.
- Elementy mocujące nie powinny powodować miejscowych odkształceń powierzchni.
- Powierzchnie pokryte powłokami malarskimi lub anodowane nie powinny mieć uszkodzeń i zarysowań zauważalnych z odległości 5,0 m od zewnątrz i 1,5 m od wewnątrz. ■

W kolejnej części: zagadnienia praktyczne z przykładem obliczeniowym.

### Bibliografia

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (EU) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 późniejszymi zmianami ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające Dyrektywę Rady 89/106/EWG.
- [2] PN-EN 13830:2003 (2015) Ściany osłonowe. Norma wyrobu.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami).
- [4] PN-EN 13116:2002 Ściany osłonowe. Odporność na obciążenie wiatrem. Wymagania eksploatacyjne.
- [5] PN-EN 12179:2002 Ściany osłonowe. Odporność na obciążenie wiatrem. Metoda badania.
- [6] PN-EN12600:2004 Szkło w budownictwie. Badanie wahadłem. Udarowa metoda badania i klasyfikacja szkła płaskiego.
- [7] PN-EN 14019:2004 Ściany osłonowe – Odporność na uderzenia – Wymagania eksploatacyjne.
- [8] PN-EN 12153:2004 Ściany osłonowe. Przepuszczalność powietrza. Metoda badania.
- [9] PN-EN 12152:2004 Ściany osłonowe. Przepuszczalność powietrza. Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
- [10] PN-EN 1991-1-4:2008/AC:2009 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- [11] PN-EN 12154:2004 Ściany osłonowe. Wodoszczelność. Wymagania eksploatacyjne i klasyfikacja.
- [12] PN-EN 12155:2004 Ściany osłonowe. Wodoszczelność. Badania laboratoryjne pod obciążeniem stałym.

### Abstract. PRACTICAL ASPECTS OF DESIGNING AND MONTAGING OF METAL-GLASS CURTAIN WALL AND ROOFS.

Metal-glass curtain walls are now an inherent element of urban landscape. Due to the variety of forms, unlimited color range, high thermal and acoustic insulation, functionality dedicated not only to separating the external and internal environment they inspire admiration and delight. Their appearance can give the impression that they are uncomplicated structures. The reality is reversed. Metal-glass curtain walls are assembled from a number of functionally diverse elements. Designing the façade to meet the requirements is a complicated process where designers, architects, constructors and systems manufacturers must be involved. Very important is the stage of installation a metal-glass curtain wall. Without experienced assemblers and appropriate equipment, it is not possible to perform it correctly. For this in practice there are numerous defects arising at the design stage and at the montage stage.

**Keywords:** glass, metal-glass curtain wall, design, façade