

# METALOWO-SZKLANE

## ściany osłonowe i przekrycia dachowe

Część 1.

**Marzena Jakimowicz**  
Instytut Techniki Budowlanej

Niezwykle ważnym aspektem w trakcie projektowania jest koordynacja międzybranżowa, w szczególności na styku architektury, konstrukcji oraz instalacji, z uwagi na złożoność problematyki i coraz to nowsze, innowacyjne oraz wymagające większych wyzwań rozwiązania.

**W**e wznoszonych obiektach z reguły dominuje szkło i metal – głównie aluminium. Duże przeszklenia, refleksyjne i barwione szkło w efekcie akcentuje dynamikę i charakter dużych miast oraz jego mieszkańców. To właśnie ściany osłonowe metalowo-szklane, ze względu na swoje zalety techniczno-użytkowe, dają możliwość kształtowania dowolnej elewacji dostosowanej do bryły budynku. Ściany osłonowe stały się synonimem nowoczesności w budownictwie. Zapotrzebowanie na te rozwiązania, indywidualne projekty obiektowe, stymuluje rozwój ścian osłonowych w aspekcie rozwiązań konstrukcyjnych. Wynika to z potrzeby zaspokojenia indywidualnych potrzeb użytkowników, w tym wymagań inwestorów oraz konkurencji pomiędzy producentami.

### Wybór rozwiązania

W dużym stopniu wybór ten zależy od rodzaju budynku, jego funkcji oraz reprezentacyjności. Konstrukcja nośna lekkich ścian osłonowych oparta jest o kształtowniki główne, słupy i rygle wykonane z kształtowników metalowych (aluminiowych lub stalowych) o przekroju skrzynkowym. Ściany osłonowe przeznaczone są do stosowania jako część obudowy budynku i stanowią konstrukcję samonośną, w której poziome i pionowe kształtowniki połączone są ze sobą i zakotwione w konstrukcji wsporczej budynku. Zawierają stałe i/lub otwierane wypełnienia w postaci okien, które pełnią wszyst-

kie wymagane funkcje ściany zewnętrznej lub jej części, ale nie mają wpływu na nośność lub stabilność konstrukcji budynku. Ściany osłonowe jako konstrukcje samonośne przenoszą obciążenia stałe, obciążenia użytkowe, obciążenia środowiskowe (wiatr, śnieg itp.) oraz obciążenia sejsmiczne (tam, gdzie jest to wymagane) na główną konstrukcję budynku. Ze względu na sposób połączenia z konstrukcją budynku wyróżniane są rodzaje ścian osłonowych:

- „wiszące” lub „zawieszane” – są to przegrody usytuowane na zewnątrz obrysu konstrukcji nośnej budynku (np. mocowane do czoła stropu), rys. 1. – najczęściej stosowane;
- „wypełniające” – są to przegrody usytuowane pomiędzy elementami konstrukcji nośnej budynku (np. mocowane pomiędzy stropami).

W zależności od systemu – mogą być wykonywane jako pionowe i pochylone – ponadto istnieje możliwość wykonywania ścian łamanych w przekroju poziomym i pionowym dzięki specjalnym profilom nakładkowym oraz odpowiednio ukształtowanym listwom dociskowym i maskującym, co praktycznie stwarza możliwość dowolnego kształtowania elewacji budynku. Ściany osłonowe słupowo-ryglowe to skomplikowane technicznie wyroby. Przykłady rozwiązań ścian osłonowych pokazano na rys. 2. i 3. Poprawnie zaprojektowane i sprawdzone pod kątem spełnienia wymagań podstawowych, ujęte są w katalogach systemowych z podaniem zasadniczych połączeń i detali oraz wszystkich niezbędnych do zmontowania ściany komponentów i łączników. 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.

### Dach szklany

Innym wyrobem projektowanym i wykonywanym na bazie ścian osłonowych są „przeszkłone świetliki dachowe” – dachy szklane. Za dach szklany uważa się kon-

Projektowanie i wykonywanie fasad aluminiowo-szklanych i 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.

strukcję metalowo-szklaną odchyloną od pionu dodatnio – o kąt większy niż 150 (rys. 4.). W dachu szklanym główną rolę konstrukcyjną pełnią krokwie (słupy) i płatwie (rygle). W systemach ścian osłonowych funkcjonuje szereg specjalistycznych kształtowników, które pozwalają na realizację różnych ukształtowań bryły dachu szklanego. W ten sposób możliwe jest uzyskanie dachu pulpitowego, dwuspadowego, wielopłaciowego, z uskokami, w kształcie kopułowym itp. Takie skomplikowane rozwiązania architektoniczne z uwagi na rodzaj bryły wiążą się z utrudnieniem w obszarze prawidłowego wykonania odwodnienia i odpowietrzenia połączenia dachu.

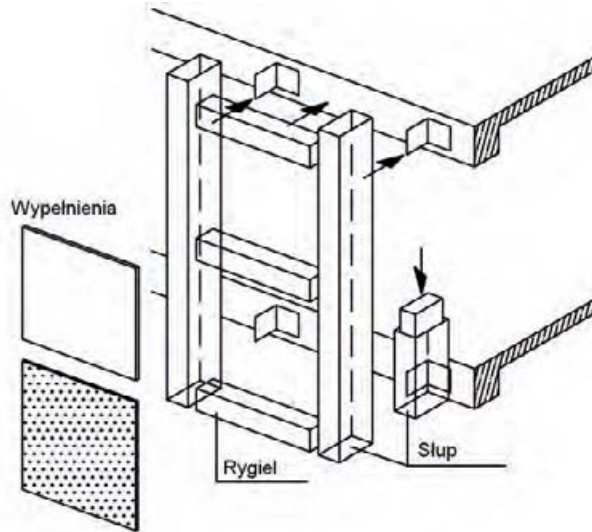
### Montaż ścian metalowo-szklanych

Każda ściana osłonowa, bez względu na to, czy jest wykonywana w oparciu o istniejący system profili funkcjonujący na rynku, czy rozwiązanie jest dedykowane tylko i wyłącznie danemu obiektowi, powinna mieć własny projekt budowlano-wykonawczy.

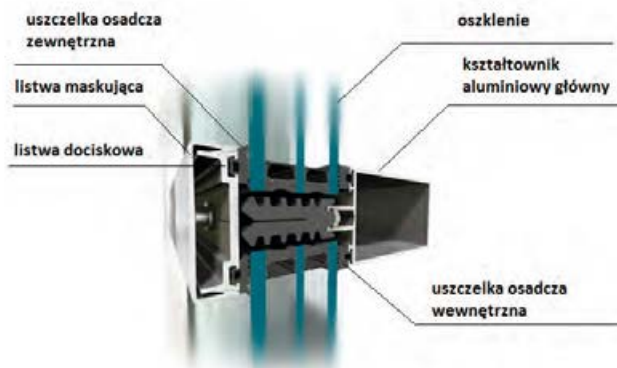
Projekt podaje konieczne wymiary, komponenty i rozwiązania szczegółów. Ważne jest, aby montaż realizowany na obiekcie czy częściowo w halach produkcyjnych (ściany segmentowe) był zgodny z projektem i jego założeniami.

Niezależnie od błędów i usterek w projektowaniu oraz wykonawstwie występuje szereg drobnych na pozór błędów i niedokładności w fazie wykonywania poszczególnych elementów ściany i ich montażu na placu budowy. Dotyczy to przede wszystkim:

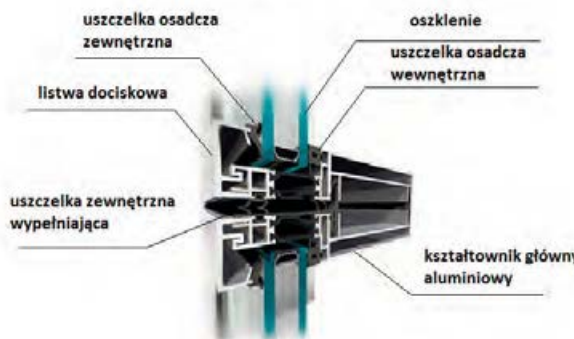
- braku ciągłości uszczelek przyszybowych po stronie zewnętrznej oszkleń stałych, okien i elementów okładzinyowych, spowodowanych niesklejeniem uszczelek w narożach lub w innych miejscach łączenia;
- zastosowania uszczelek zewnętrznych o niesprawdzonych właściwościach, niezgodnych z dokumentacją systemu;
- nieprzestrzegania reżimów technologicznych przy wykonywaniu uszczelnień kitami silikonowymi, polegających



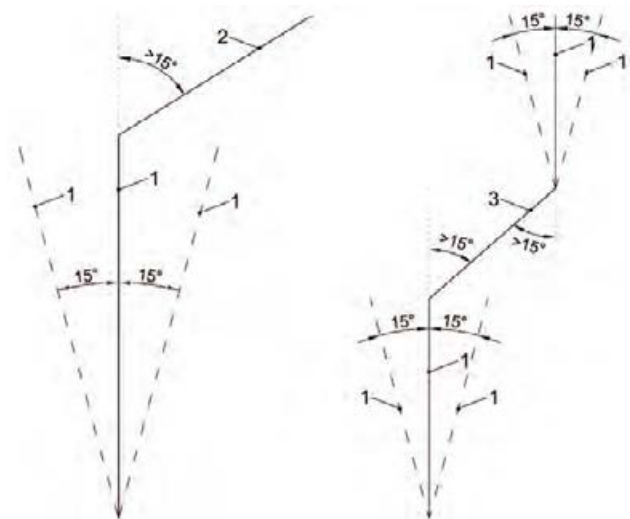
Rys. 1. Przykład ściany osłonowej – „wisząca” lub „zawieszona”



Rys. 2. Przykład przekroju przez rygiel w ścianie osłonowej słupowo-rygłowej – źródło [www.alu-max.eu](http://www.alu-max.eu)



Rys. 3. Przykład przekroju przez rygiel w ścianie osłonowej – słupowo-rygłowej – elementowej – źródło [www.alu-max.eu](http://www.alu-max.eu)



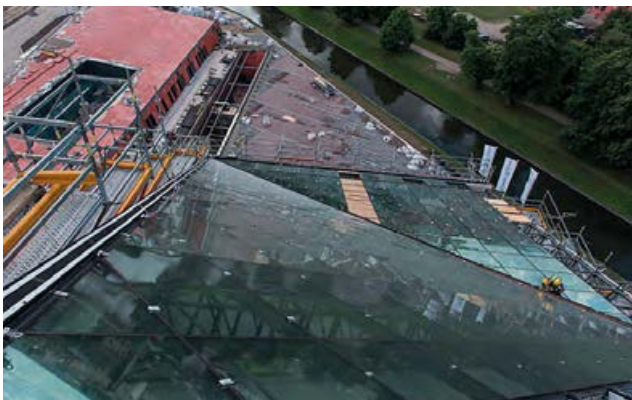
Rys. 4. Części pochylone zestawu ścian osłonowych  
1 – ściany osłonowe – w zakresie od ścian pionowych do ścian odchylnych o  $\pm 15^\circ$  od pionu; 2 – części pochylone, które nie należą do zestawu ścian osłonowych (przeszklone konstrukcje dachowe); 3 – części pochylone należące do zestawu ścian osłonowych

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.





Rys. 5. Realizacja – Złote Tarasy – Warszawa  
– źródło: [google.pl/ale-obrazy-pl](http://google.pl/ale-obrazy-pl)



Rys. 6. Realizacja – Muzeum1939 – Gdańsk  
– źródło: [google.pl/www.muzeum1939.pl/pl/dziennik\\_budowy](http://google.pl/www.muzeum1939.pl/pl/dziennik_budowy)



Rys. 7. Wieżowce szklane – Chicago – źródło: archiwum własne autora

m.in. na: wykonaniu zbyt szerokich spoin, braku ogranicznika dla pełnego wypełnienia spoiny kitem, układaniu kitu na zabrudzonych powierzchniach, a także wykonywaniu prac uszczelniających w zbyt niskich temperaturach (niezgodnie z zaleceniami technologicznymi);

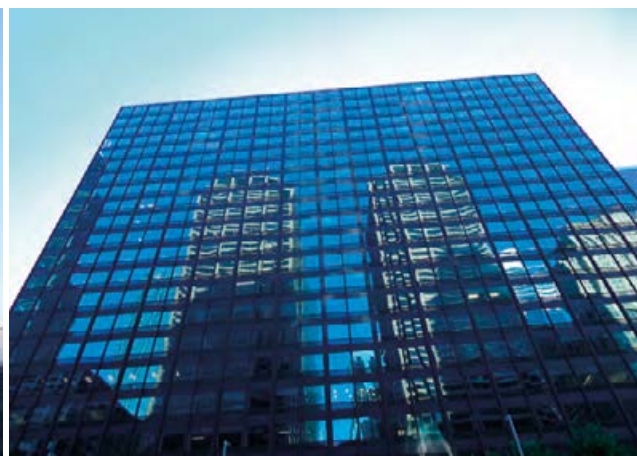
- zaprojektowania i wykonania połączenia ściany osłonowej ze ścianą budynku lub stalową konstrukcją nośną obiektu w sposób niezapewniający szczelności na przenikanie powietrza i wody opadowej oraz dostatecznej izolacyjności termicznej;
- zaprojektowania i wykonania narożników ścian osłonowych, połączeń kątowych między elementami ściany bez wypełnienia izolacją termiczną lub z niewystarczającą izolacją;
- zaprojektowania połączenia ściany osłonowej w poziomie cokołu w sposób niezapewniający dostatecznej izolacyjności termicznej, szczelności na przenikanie i podciekanie wody opadowej;
- zaprojektowania i wykonania attyki ściany osłonowej bez poziomej izolacji termicznej;
- zastosowania w części parterowej, w miejscach szczególnie narażonych na uderzenia, okładzin ze zbyt cienkich blach aluminiowych lub stalowych.

Podstawowe błędy wykonawcze mogą być spowodowane:

- brakiem dokumentacji technicznej rozwiązania ściany osłonowej, a także instrukcji montażowej;
- nieprawidłowym przygotowaniem stanu surowego obiektu do montażu ścian;
- użyciem niewłaściwych materiałów i narzędzi;
- niezachowaniem odchyłek wymiarowych przy montażu konstrukcji aluminiowej i wypełnienia szklanego;
- nieprawidłowym podparciem oszkleń w ścianach strukturalnych;
- nieprawidłowym podparciem oszkleń w ścianach słupowo-ryglowych;
- wykonywaniem montażu przez niedostatecznie przeszkolony personel;
- brakiem odpowiedniego nadzoru nad montażem, a czasami niewystarczającymi kwalifikacjami nadzoru technicznego w zakresie znajomości rozwiązań lekkich ścian osłonowych oraz ich montażu.

Obok błędów wykonawczych mogą pojawić się również błędy projektowe obejmujące:

- zbyt małą sztywność profili aluminiowych tworzących konstrukcję słupowo-ryglową;



- niedostateczną izolacyjność profili aluminiowych z przekładkami termicznymi, niespełniającą obecnych wymagań (dot. wysokości przekładek termicznych w profilach aluminiowych);
- brak sprawdzenia wpływu ugięcia stropów o dużych rozpiętościach na wielkowymiarowe elementy szklane zamocowane w pobliżu podparcia stropu;
- niewłaściwe zaprojektowanie części podokienne-nadprożowej ściany (wadliwy układ warstw, nieodpowiednie materiały, brak otworów wentylacyjnych i odwadniających);
- błędne rozwiązania szczegółów i detali ściany (cokół, attyka, połączenia ze ścianą tradycyjną, narożniki itp.);
- niewłaściwy dobór oszkleń w zakresie bezpieczeństwa użytkowania;
- brak analizy odwodnienia konstrukcji słupowo-rygłowej tak, aby było zapewnione wyprowadzenie wody na zewnątrz z kanałów słupów i rygli;
- błędne rozwiązania materiałowe izolacji na połączeniu obwodowym ściany osłonowej z budynkiem (od wewnątrz powinna być izolacja paroszczelna, od zewnątrz paroprzepuszczalna).

### Niestandardowe rozwiązania konstrukcyjne

Tak jak wspomniano wcześniej, ściany osłonowe metalowo-szklane to na pozór nieskomplikowane rozwiązania konstrukcyjne. Wiele czynników i zagadnień projektowych musi wspólnie zadziałać, tak aby powstał wyrób trwały, bezpieczny i spełniający wymagania danego zastosowania. W krajach z klimatem umiarkowanym, w których występują niskie temperatury, muszą być spełnione warunki w zakresie izolacyjności termicznej i kondensacji pary wodnej. W krajach z klimatem tropikalnym musi być zapewniony warunek zabezpieczający pomieszczenia przed przegrzewaniem się w okresach silnego nasłonecznienia. Obie sytuacje wiążą się ze strategią oszczędności energii.

Projektanci coraz częściej prześcigają się w swoich pomysłach, tworząc tzw. cuda architektoniczne. Przykładem może być szklany dach galerii handlowej w Warszawie Złote Tarasy (rys. 5.), Muzeum 1939 w Gdańsku (rys. 6.) czy apartamentowiec Złota 44. Obecnie „młode miasta” czy odbudowywane po różnych kataklizmach kreuja przestrzeń „szklanych miast” (fot. 3.), pełną dynamizmu i koloru. Nowoczesne budynki, biurowce czy apar-

tamentowce projektowane są z wykorzystaniem najnowszych technologii i innowacyjnych rozwiązań. Przykładem może być budynek biurowy firmy Schuco, wykonany z wykorzystaniem technologii programu Energy2. Jest to budowla reagująca na zmienne warunki klimatyczne panujące wewnątrz i na zewnątrz. Efekt ten uzyskano przez automatyzację, oszczędzanie energii i pozyskiwanie energii zielonej. Budynek ten charakteryzuje się podwójną elewacją wentylowaną (fasadą dwupowłokową), wzbogaconą o aktywną technologię solarną – fotowoltaikę. Podwójna elewacja stanowi również dodatkową ochronę akustyczną pomieszczeń. Z jednej strony są to zainstalowane systemy solarne – ogniwa fotowoltaiczne, które bezpośrednio konwertują energię słoneczną na energię elektryczną (możliwą do wykorzystania także w późniejszym czasie), a także kolektory słoneczne (zlokalizowane na dachu) wykorzystywane do ogrzania wody użytkowej. Z drugiej strony – system zdalnie sterowanych zewnętrznych żaluzji przeciwsłonecznych, pomagających w okresie letnim zmniejszyć użycie energii wykorzystywanej przez system klimatyzacji.

### Ściany osłonowe okiem projektanta

Mówiąc o projektowaniu ścian osłonowych, należy podkreślić indywidualny charakter każdej z fasad budynku. Tak jak każdy budynek jest inny, tak każda fasada i jej rozwiązania są niepowtarzalne oraz jedyne w swoim rodzaju. Architekci prześcigają się w kreowaniu coraz to nowych kształtów budynków, co przynosi się na złożoność geometrii oraz konieczność sprostania wymaganiom, w tym projektowaniu coraz większych gabarytów elementów wchodzących w skład ścian osłonowych.

Projekt budynku to skomplikowany, długotrwały proces wymagający wykonania licznych koncepcji popartych teoretycznymi i praktycznymi analizami. Jest to działanie wymagające konsultacji różnych branżystów, a przede wszystkim sprawnej koordynacji międzybranżowej. Przez długie lata, od momentu pojawienia się pierwszych realizacji z wykorzystaniem ścian osłonowych, w etapie projektowania nie brali udziału branżyści. Odpowiedzialność na tym polu spoczywała na architekcie oraz na systemodawcy i wykonawcy fasad. Z biegiem lat dynamiczny rozwój przedmiotowej branży wymógł konieczność pojawienia się konsultantów i konstruktorów, którzy aktywnie uczestniczą w całym procesie inwestycji, począwszy od koncepcji poprzez projekt budowlany, wykonaw-



Rys. 8. Realizacja – Centrum Kongresowe ICE – źródło: archiwum własne autora i konsultanta



czy i realizację, aż do odbiorów końcowych. W wyniku tego finalny produkt wybudowany spełnia podstawowe kryteria, do których zalicza się:

- a) bezpieczeństwo,
- b) funkcjonalność,
- c) walory wizualne/estetyczne konstrukcji fasadowych.

Niezwykle ważnym aspektem w trakcie projektowania jest koordynacja międzybranżowa, w szczególności na styku architektury, konstrukcji oraz instalacji, z uwagi na złożoność problematyki i coraz to nowsze, innowacyjne oraz wymagające większych wyzwań rozwiązania. Kolejną ważną sprawą jest konieczność spełnienia wymagań stawianych przez inwestorów, m.in. optymalizacja „czasowa” i materiałowa. Czasu na projektowanie jest coraz mniej, rozwiązania coraz bardziej skomplikowane, a przy tym oczekiwania odnośnie do przyjęcia optymalnych rozwiązań stają na najwyższym poziomie. Projektanci poddawani są nie tylko presji czasu, ale też muszą sprostać stawianym wymaganiom w możliwie najmniej uciążliwy sposób. Obecnie nie wystarczy założyć, że docelowo będzie zastosowany dany system fasadowy na obiekcie, ponieważ coraz częściej zdarza się, że z uwagi na mnogość warunków brzegowych system musi zostać zaprojektowany indywidualnie. Przykładów jest mnóstwo, warto chociażby wymienić takie obiekty, jak Centrum Kongresowe w Krakowie.

Już na etapie koncepcji i w pierwszych fazach projektowania budynku muszą ściśle współpracować architekt i konstruktor, koniecznie przy współdziałaniu konsultanta i projektanta branżowego fasad. To branżysta od fasad ma za zadanie określić gabaryty projektowanej ściany osłonowej, schemat statyczny oraz wyliczone wartości i miejsca reakcji, które następnie musi przenieść konstrukcja budynku. Jak ważne jest określenie m.in.: schematu statycznego elementów ściany osłonowej, lokalizacji miejsc podparcia, sił od fasady, tolerancji wykonawczych, sposobu mocowania – wiedzą ci, którzy w przeszłości zanieśli powyższe warunki. Nieustannie spotyka się przykłady projektów, w których była konieczność przeprojektowania, wycinania konstrukcji, dorabiania kolejnych niezbędnych elementów. Powoduje to liczne straty i ponosi się dodatkowe koszty. Jednym z przykładów obrazujących omawianą problematykę jest budowa, gdzie na etapie realizacji okazało się, że fasada, która miała zostać zawieszona, nie ma odpowiednio przygotowanej konstrukcji żelbetonowej, ponieważ „wszystkim” wydawało się, że fasada tego nie wymaga, przecież mogła „stać”. Sytuacje takie powtarzają się często – niektóre elementy budynku powinny być dociążone, a nie mogą być albo odwrotnie – te, które tego nie wymagają, okazują się zaprojektowane nieekonomicznie.

W nowoczesnym projektowaniu coraz częściej dogłębnie analizuje się ugięcia/przemieszczenia konstrukcji budynku, w szczególności tych fragmentów, do których mocowane są elementy fasadowe. W tym celu powinno się przeprowadzać analizy ugięć konstrukcji w zależności od poszczególnych faz pracy konstrukcji (dotyczy konstrukcji stalowych i betonowych budynków:

- faza 1. – analiza ugięć konstrukcji budynku od obciążeń stałych tylko konstrukcją stropów lub belek obwodowych;
- faza 2. – analiza ugięć konstrukcji stropu po zamontowaniu fasady, czyli od obciążeń stałych konstrukcji + obciążeń stałych konstrukcji fasady (np. aluminium i szkło);



Rys. 9. Budynek biurowy Q22 w Warszawie – źródło: archiwum własne autora



Rys. 10. Budynek biurowy Olivia STAR w Gdańsku – źródło: archiwum własne autora i konsultanta



Rys. 11. Budynek CT SMYK w Warszawie jako przykład fasady odwarzalnej – źródło: archiwum własne autora i konsultanta

- faza 3. – analiza ugięć konstrukcji po montażu fasady, z uwzględnieniem obciążeń zmiennych użytkowych oraz reologii betonu.

Pozwala to na dobranie właściwych rozwiązań konstrukcji fasad, zapobiega powstawaniu nieszczelności oraz uszkodzeń, w tym pękaniu szkła.

Kolejnym elementem wymagającym koordynacji projektowej jest wyznaczenie stref kotwienia: czy w danym miejscu możliwe jest zakotwienie elementu mocującego, do którego następnie mocowana będzie ściana osłonowa. W budynkach wysokich ściany osłonowe realizuje się w technologii fasad elementowych: z uwagi na brak rusztowań instalacja elementów odbywa się przy pomocy dźwigu. Dlatego przy tego typu fasadach elementy kotwiące są osadzane w momencie betonowania/sprężania konstrukcji. Ważne, aby nie dochodziło do kolizji np. gniazd sprężających kable stropów z szynami kotwiącymi elementy ścian osłonowych.

Powyższe warunki należy uwzględniać również w stosunku do dachów szklanych. Tutaj najczęściej mamy do czynienia ze stykiem konstrukcji pokrycia (aluminium i szkło) z konstrukcją główną stalową dachu. Trzeba zwracać uwagę także na tolerancję wykonania. Znow jest mnóstwo przykładów, gdzie ten aspekt jest kompletnie pomijany. Dachy szklane, podobnie jak ściany osłonowe, mogą być realizowane w różnych systemach i rozwiązaniach indywidualnych. Do tego warto zapamiętać, że elementy składowe dachu są dostarczane na budowę jako gotowe elementy do wbudowania – brak tutaj miejsca na błąd, nie przewiduje się żadnych cięć lub spawania na budowie. Takie elementy, jeśli nie będą pasować, po prostu zostaną odesłane do warsztatu, a w ich miejsce pojawią się nowe, prawidłowe, co spowoduje powstanie dodatkowych kosztów.

Każdy element szklany na budynku wymaga indywidualnego podejścia i analizy. Każdy element szklany, w zależności od usytuowania i roli, jaką ma pełnić, będzie wymagał innych obliczeń. Dachy szklane powinny być odporne nie tylko na obciążenia stałe (ciężar własny) oraz obciążenia zmienne (śnieg, wiatr), powinny być też sprawdzone (zarówno elementy szklane, jak też aluminiowe) pod kątem obciążeń serwisem eksploatacyjnym. Serwisem tym może być np. człowiek, który musi mieć możliwość poruszania z narzędziami się po dachu. Z kolei fasady szklane, w których szkło jako element wypełniająca ma pełnić funkcję balustrady, należy ocenić pod względem bezpieczeństwa użytkownika. W obydwu ww. przykładach należy szkło odpowiednio przeliczyć i zwymiarować.

Szkło w elementach projektowanych jako istotna składowa w fasadach, oprócz kwestii konstrukcyjnej, powinno spełniać także inne warunki związane z użytkowaniem. Oprócz tego, że powinno „pasować” kolorystycznie, to musi ograniczać przenikanie energii słonecznej do wnętrza budynku, dodatkowo powinno przepuszczać wystarczającą ilość światła oraz pełnić rolę bariery termicznej i akustycznej. Wszystkie te aspekty powinny być brane pod uwagę przy projektowaniu.

W tym miejscu warto poruszyć kwestię prefabrykacji elementów ścian osłonowych. Projekt założeniowy wykonawczy, który jest kierowany do realizacji, nie jest zamknięciem etapu projektowania. Aby elementy fasady mogły być wyprodukowane, powinien powstać projekt zwany warsztatowym lub produkcyjnym/technologicznym. Jest to projekt, który z dokładnością do ułam-

ka milimetra przedstawia dany element do prefabrykacji. Z dokładnością do milimetra elementy fasadowe są zamawiane, produkowane, prefabrykowane. Z taką dokładnością są też montowane fasady, zatem dokładny i prawidłowy projekt przekłada się na efekt końcowy, gdzie wszystkie elementy składowe muszą pasować idealnie. Jeśli po drodze zostaną pominięte kwestie prawidłowego zaprojektowania oraz właściwej koordynacji, fasada może nie spełniać zakładanych celów. Na przykład fasada lub dach nie będzie spełniać warunku szczelności, co w efekcie będzie powodowało przecieki. Zła praca konstrukcji fasadowych lub dachów może powodować pęknięcie szkła, co może zagrażać bezpieczeństwu, ale też powodować koszty eksploatacyjne polegające na konieczności wymiany takich elementów. ■

**Marzena Jakimowicz, Instytut Techniki Budowlanej**  
**Konsultant: Witold Borek, projektant, firma WB Project**

W kolejnych częściach: wymagania normowe oraz 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-EN 12600:2004 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 MONTAING 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