

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

SYSTEMY I ROZWIĄZANIA ELEMENTÓW LEKKIEJ OBUDOWY

URBAŃSKA-GALEWSKA ELŻBIETA, KOWALSKI DARIUSZ

Politechnika Gdańska, Gdańsk, Polska

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, pp. 213-306

Urbańska-Galewska E., Kowalski D. „Systemy i rozwiązania elementów lekkiej obudowy” XXXI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Naprawy i wzmocnienia konstrukcji budowlanych. Konstrukcje metalowe, posadzki przemysłowe, lekka obudowa, rusztowania. Szczyrk, 24-27 lutego 2016, t. 3, pp. 213-306.

1. Wprowadzenie

Przepisy ustawy Prawo budowlane stanowią i określają znaczenie wielu pojęć dotyczących całej dziedziny budownictwa, między innymi przegrody budowlanej: *Budynek jest takim obiektem budowlanym, który jest trwale związany z gruntem, jest wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiada fundamenty i dach* [1]. Tak więc przegroda budowlana jest to element budowli oddzielający jej wnętrze od otoczenia zewnętrznego lub też wydzielający w jej wnętrzu pomieszczenia. Przegrodą może być np. ściana, strop, a nawet krata. Wraz z rozwojem technologii budowlanych, w ostatnim 50-leciu nastąpiły istotne zmiany w zakresie rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych przegród budowlanych. Obudowę obiektów z żelbetowych płyt i bloków prefabrykowanych zastąpiła w wielu inwestycjach tzw. lekka obudowa zarówno ścienna jak i dachowa.

Lekkie przegrody budowlane to rozwiązania izolacyjno-konstrukcyjne o masie na ogół nie przekraczającej:

- 80 kg/m² w przypadku ścian osłonowych [2],
- 50 kg/m² w przypadku przekryć dachowych z elementów warstwowych [2],
- 25 kg/m² w przypadku płyt warstwowych [3].

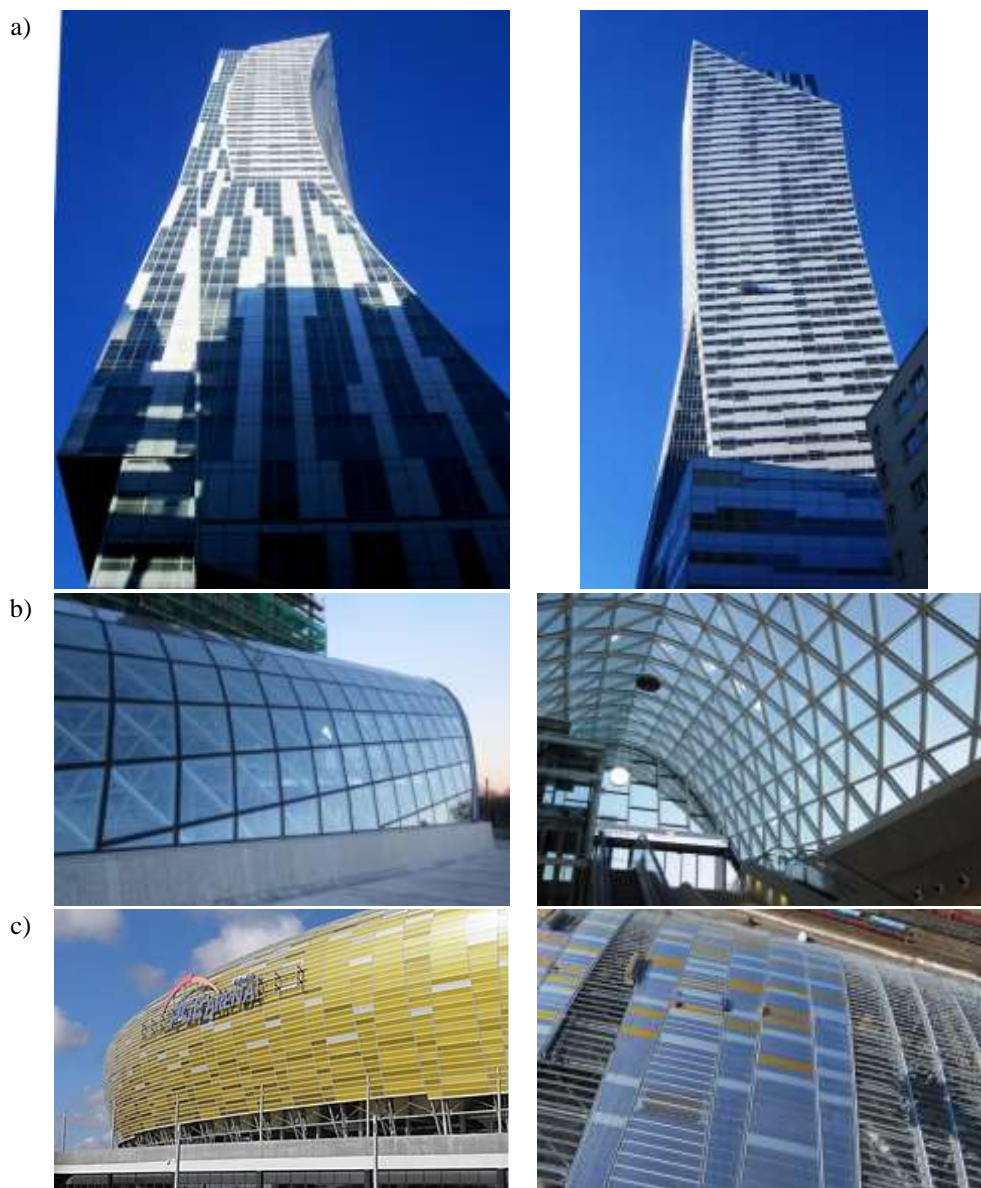
Lekkie przegrody budowlane stosowane są jako:

- ściany osłonowe,
- przekrycia dachowe,
- wewnętrzne ściany działowe,
- sufity powieszzone,

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

- ściany nośne – tylko w małych obiektach, np.: ogrody zimowe, obiekty tymczasowe i przewoźne.



Rys. 1.1. Przykłady dowolnego kształtowania bryły obiektów z lekką obudową (fot. D. Kowalski) a) obiekt wysoki kubaturowy, b) przekrycie wejścia do pasażu podziemnego, c) fasada ścienna i przekrycie dachowe zadania obiektu sportowego [4]–[6],

Ponadto lekkie przegrody budowlane można podzielić na przegrody budowlane stałe i ruchome oraz pełne i ażurowe. Nazwę przegrody oświetleniowej nosi przegroda budowlana w całości lub części przezroczysta albo ażurowa, umożliwiającą dostęp światła do ograniczonego tą przegrodą pomieszczenia. W zależności od sposobu doprowadzenia światła, przegroda budowlana może być:

- pełna, wykonana z elementów przezroczystych, np.: płyty szklane Vitrolit [7], fasady szklano – metalowe,

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

- pełna, wykonana z elementów nieprzezroczystych, ale wyposażona w otwory oświetleniowe, np. ściana z oknami, lub z materiałów o częściowej przepuszczalności światła, np.: przegrody z poliwęglanu litego lub komorowego [4], płyt poliestrowych zbrojonych,
- ażurowa, np. krata wykonana z prętów stalowych.

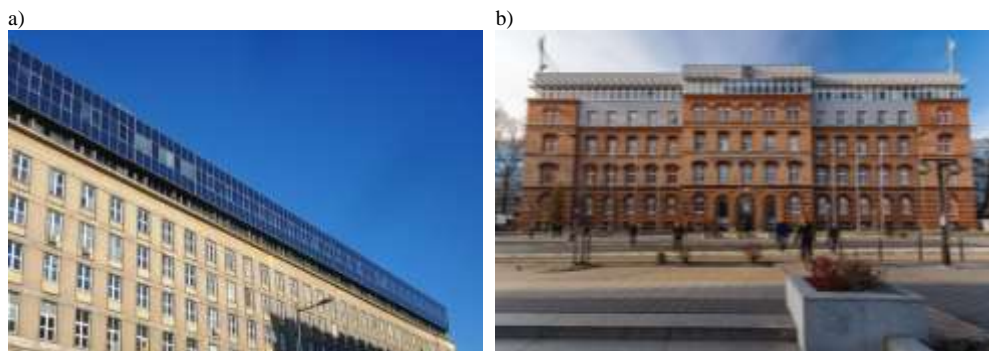
Powszechność stosowania lekkich przegród budowlanych wynika z ich szczególnych cech, takich jak:

- mała masa przegród skutkująca zmniejszeniem zużycie materiału na konstrukcję nośną,
- możliwości dostosowywania do dowolnego kształtu bryły budynku, a co za tym idzie uzyskiwania bardzo atrakcyjnych rozwiązań architektonicznych (rys. 1.1),
- łatwy montaż i demontaż, niezależny od pory roku,
- możliwość wykonania lekkiej nadbudowy istniejących obiektów (rys. 1.2),
- możliwość dokonanie odnowienia lub zmiany formy i wyglądu elewacji lub przekrycia obiektu wraz z możliwością dokonania poprawy izolacyjności przegród.

Niniejsze opracowanie dotyczy wybranych rodzajów przegród, tzn. zewnętrznych lekkich ścian osłonowych i lekkich pokryć dachowych.

Lekka obudowa jest rodzajem elementów budowlanych powszechnie stosowanym na ściany osłonowe i pokrycia dachowe. W zasadzie stosowane są w prawie wszystkich rodzajach budynków, a mianowicie w obiektach:

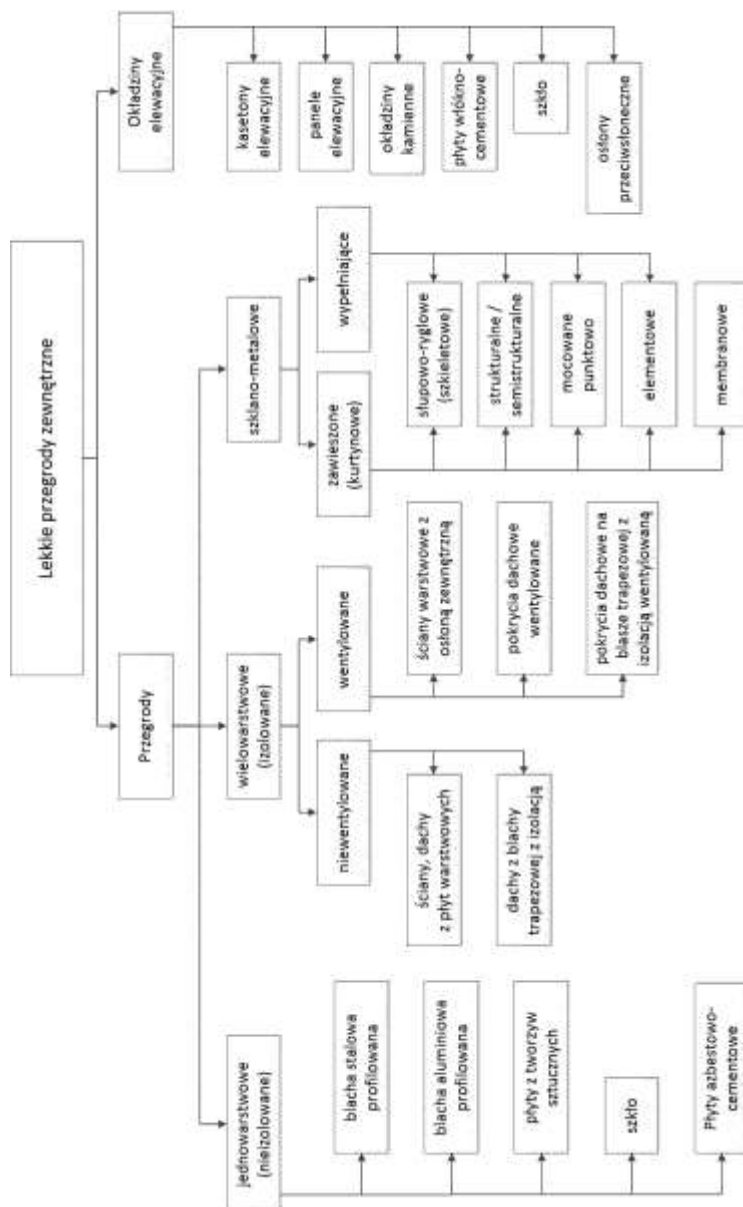
- użyteczności publicznej: hale sportowo-widowiskowe, teatry, budynki administracji publicznej i służby zdrowia,
- budownictwa przemysłowego, magazynowego, handlowego
- budownictwa rolniczego,
- specjalnego przeznaczenia: zaplecza budów,
- budownictwa mieszkaniowego.



Rys. 1.2. Nadbudowa istniejących budynków

a) obiektu użyteczności publicznej Warszawa, b) budynek Politechniki Krakowskiej

Konstrukcje ścian osłonowych różnią się w zależności od rodzaju budownictwa, w którym są stosowane. Na rysunku 1.3 przedstawiono klasyfikację ścian osłonowych stosowanych w obiektach użyteczności publicznej oraz w budownictwie przemysłowym. Klasyfikacja ta obejmuje w zasadzie wszystkie rodzaje konstrukcji lekkich ścian osłonowych, również tych stosowanych w pozostałych, wyżej wymienionych rodzajach obiektów. Należy zauważyć, że ściany osłonowe niektórych obiektów użyteczności publicznej, jak np. hale sportowe, mogą być wykonane w technologii przewidzianej dla obiektów przemysłowych.



Rys. 1.3. Klasyfikacja lekkich przegród zewnętrznych

2. Słownik pojęć i definicji

Dyfuzja pary wodnej - proces przemieszczania się pary wodnej przez przegrody, będący efektem różnicy ciśnień, temperatur oraz wilgotności względnej powietrza

Elewacja - zewnętrzna powierzchnia budynku wraz z występującymi na niej elementami architektonicznymi

Fasada - ściana frontowa budynku

Elementy wypełniające – wypełnienia nieprzejryste lub przejryste, wykonane z jednej lub wielu części, montowane w obramowaniu [PN-EN 13119] [8]

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

- Kaseta ścienna** - element konstrukcyjny wykonany w formie giętej na zimno belki, w której wnętrzu umieszczany jest materiał izolacyjny, stanowiący podporę pod blachy wierzchniego krycia lub ruszt mocujący dla metalowych elementów elewacyjnych, np. w formie kasetonów
- Kaseton elewacyjny** - rodzaj okładziny ściennej, wykonany z metalu, w formie kwadratowej lub prostokątnej płyty z zagiętymi do wewnątrz krawędziami (patrz pkt.2.3), stanowiący zewnętrzną, elewacyjną część ściany osłonowej
- Kondensacja pary wodnej** - przejście pary wodnej ze stanu gazowego w ciekły
- Lico kasetonu** - zewnętrzna powierzchnia kasetonu elewacyjnego
- Okładzina elewacyjna** - zewnętrzna warstwa ściany budynku, nakładana w celu jej wzmocnienia, ochrony przed zniszczeniem, zawilgoceniem lub dla ozdoby, może być metalowa, betonowa, drewniana, ceramiczna, kamienna
- Okładzina kasetonowa** - okładzina elewacyjna w formie kwadratowych lub prostokątnych płyt, wykonana przeważnie z metalu
- Panel ścienny** - płaski, modułowy element konstrukcyjny; w zastosowaniach wewnątrz budynku jako boazeria, na zewnątrz w formie podłużnych kształtek z tworzywa sztucznego - *siding*
- Prężność pary wodnej (ciśnienie pary wodnej)** - ciśnienie cząstkowe wywierane przez parę wodną zawartą w powietrzu, określane w jednostkach ciśnienia - milimetrach słupa rtęci (mmHg) lub hektopaskalach (hPa)
- Przegroda ścienna** - w fizyce budowlanej: bariera uniemożliwiająca swobodne rozchodzenie się fal dźwiękowych, ogranicza wymianę termiczną pomiędzy odizolowanymi przestrzeniami
- Przepuszczalność powietrza** – *przepływ powietrza przez ścianę osłonową pod działaniem ciśnienia dodatniego lub ujemnego* [PN-EN 12152: 2004] [9]
- System ściany osłonowej** – zespół elementów, z których można utworzyć ścianę osłonową w celu późniejszego zamontowania w budynku
- Szyba zespolona** (ang. *insulating glass unit*) – *co najmniej dwie tafle szkła połączone szczelnie w celu zabezpieczenia właściwości termicznych i akustycznych* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana dwupowłokowa** (ang. *double skin facade*) – *rodzaj ściany osłonowej, składającej się z zewnętrznej powłoki oszklonej i wewnętrznej ściany osłonowej, która razem z powłoką zewnętrzną zabezpiecza wszystkie funkcje ściany* [PN-EN 13119] [8], zwana również ścianą dwupowłokową lub elewacją wentylowaną
- Ściana elementowa** (ang. *unitised construction*) – *rodzaj ściany wykonanej fabrycznie z elementów z oszkleniem i wypełnieniem o wysokości co najmniej jednego piętra* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana elewacyjna** - w ścianach wielowarstwowych zewnętrzna warstwa ścienna, pełniąca rolę elewacji oraz funkcję ochronną przed uszkodzeniami mechanicznymi, w przypadku ściany z elementów ciężkich, takich jak cegła, silikaty, konieczne jest jej oparcie na fundamencie obiektu
- Ściana nośna** - element konstrukcji budynku, przenoszący obciążenia z dachu, stropu, ścian wyższych kondygnacji i balkonów na fundament
- Ściana osłonowa** (ang. *curtain walling*) – *ściana zewnętrzna budynku, na ogół wykonana z metalu, drewna, PVC, składająca się z elementów pionowych i poziomych szkieletu nośnego połączonych między sobą i zamocowanych do konstrukcji nośnej budynku, tworząca lekką ciągłą osłonę przestrzeni wewnętrznej budynku, która samodzielnie lub wraz z konstrukcją nośną budynku realizuje wszystkie normalne funkcje ściany zewnętrznej, poza funkcją nośną* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana osłonowa ciepła** (ang. *warm facade*) – *rodzaj ściany osłonowej, której część wewnętrzna jest izolowana termicznie i nie przepuszcza powietrza ani wody* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana osłonowa nieizolowana** (ang. *cold facade*) – *rodzaj ściany osłonowej, w której część zewnętrzna osłania wentylowaną przestrzeń powietrzną, a izolacja termiczna oraz uszczelnienie są na przegrodzie wewnętrznej* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana słupowo-ryglowa** (ang. *stick construction*) – *lekka konstrukcja szkieletowa z elementów łączonych na budowie i warsztatowo przygotowanymi wypełnieniami przejrzystymi i/lub nieprzejrzystymi* [PN-EN 13119] [8]
- Ściana warstwowa** - ściana składająca się z różnych warstw materiałów, przy czym każda warstwa spełnia inne funkcje techniczne w przegrodzie
- Ściana (przegroda) zewnętrzna jednowarstwowa** – przegroda jednomateriałowa pełniąca funkcję osłonową przed oddziaływaniem środowiska na wnętrze obiektu przed wiatrem, deszczem, śniegiem

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

Ściana z oszkleniem strukturalnym – ściana z oszkleniem klejonym konstrukcyjnie do ram, tworząca powierzchnię całkowicie szklaną [PN-EN 13119] [8]

Warstwa ocieplenia - warstwa termiczna izolująca przepływ ciepła przez przegrodę, najczęściej stosowanymi materiałami to styropian oraz wełna mineralna, poliuretan i ty, podobne materiały izolacyjne

Warstwa osłonowa zewnętrzna - zewnętrzna warstwa ściany pełniąca rolę ochroną przed czynnikami zewnętrznymi oraz rolę estetyczną elewacji obiektu

Warstwa osłonowa wewnętrzna – wewnętrzna warstwa ściany stanowiąca wykończenie wewnętrzne pomieszczenia lub podkład pod jego mocowanie

Wilgotność względna powietrza - wyrażony w procentach stosunek ciśnienia cząstkowego pary wodnej zawartej w powietrzu do prężności pary wodnej nasyconej w tej samej temperaturze

Wodoszczelność – zdolność ściany osłonowej do zachowania szczelności na przenikanie wody, [PN-EN 12155:2004] [10]

Zamek systemowy - typ połączenia elementów systemowych obudów ściennych i dachowych / kasetonów

3. Wymagania stawiane lekkiej obudowie

Podstawową funkcją przegrody zewnętrznej jest ochrona budynku przed czynnikami atmosferycznymi takimi jak opady deszczu, wiatr lub temperatura. W dzisiejszych czasach ściana zewnętrzna może pełnić rolę radiatora odbijającego ciepło, ściany akumulującej ciepło, a nawet ogniów fotowoltaicznych dostarczających energię elektryczną do obiektu budowlanego. Projektując lekką obudowę musimy uwzględnić nie tylko nośność i sztywność przegród wynikającą z oddziaływań środowiskowych i użytkowych, ale również zagadnienia [11]:

- akustyki budynku, pomieszczeń i ochrony przed hałasem zewnętrznym,
- wymiany ciepła między budynkiem, jego elementami i otoczeniem,
- transportu wilgoci i pary wodnej poprzez przegrody zewnętrzne pomiędzy wnętrzem budynku a jego otoczeniem zewnętrznym,
- naświetlenia pomieszczeń w budynku,
- reakcji materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych na ogień oraz ochrony przeciwpożarowej,
- wpływu lokalnych warunków atmosferycznych na obiekt budowlany i jego elementy zewnętrzne,
- wpływ środowiska wewnętrznego w budynku na elementy obiektu,
- korozja materiałów i zmienność ich właściwości w czasie.

Struktura przegród zewnętrznych oraz rodzaj zastosowanych materiałów budowlanych wpływają bezpośrednio na przebieg procesów fizycznych zachodzących na styku ośrodków, oraz wewnątrz przegrody. Każdy z ośrodków charakteryzuje się innymi właściwościami fizycznymi (temperatura, wilgotność), a przegroda ma na celu zapewnienie optymalnego oddziaływania czynników zewnętrznych na mikroklimat we wnętrzu budynku. Konstrukcja ścian zewnętrznych, niezależnie od wymagań wytrzymałościowych, powinna zapewnić również: ochronę przed zawilgoceniem wnętrza, ochronę przed ucieczką ciepła z wnętrza pomieszczeń oraz ochronę przed hałasem [12].

Przegrody zewnętrzne powinny charakteryzować się nie tylko dobrą izolacyjnością termiczną, lecz również poprawnymi rozwiązaniami technologicznymi, tak by w skutek eksploatacji nie dochodziło do wykraplania się pary wodnej w przegrodzie ściennej. Dyfuzja jest procesem przemieszczania się pary wodnej przez ściany, głównie zewnętrzne, będąca efektem różnicy ciśnień, temperatur oraz wilgotności względnej powietrza wewnątrz i na zewnątrz budynku. Efektem opisywanej różnicy ciśnień jest ruch pary wodnej z wnętrza obiektu na zewnątrz. Projektując przegrodę należy wziąć pod uwagę czynniki takie jak grubości poszczególnych warstw, współczynniki przenoszenia ciepła użytych materiałów, współczynniki przepuszczalności pary wodnej materiałów oraz występujące ciśnienia pary wodnej po obu stronach przegrody. Błędne rozwiązania na tym etapie mogą skutkować kondensacją pary wodnej wewnątrz przegrody. Kondensacja zachodzi wówczas, gdy ciśnienie rzeczywiste pary wodnej równa się wartości ciśnienia stanu nasylenia. Skutkiem kondensacji pary wodnej w przegrodzie jest znaczne obniżenie właściwości izolacyjnych materiały przegrody jak również możliwość powstania zagrożeń związanych z rozwojem grzybów i pleśni. Szczegółowe wytyczne obliczania krytycznej wilgotności powierzchni są zawarte w normie PN-EN ISO 13788 pt.: *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku - Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa - Metody obliczania* [13].

Ściany osłonowe, analogicznie jak wszystkie wyroby stosowane w budownictwie, zgodnie z poprzednio obowiązującą dyrektywą Rady 89/106/EWG [14] jak i obecnie obowiązującym Rozporządzeniem Parlamentu

	hałasem	– akustycznej
		– Szkło laminowane bezpieczne o wysokiej izolacyjności akustycznej
5	Bezpieczeństwo	– Szkło warstwowe
		– Szkło laminowane
		– Szkło hartowane

10.3. Materiały izolacyjne

Jako materiały izolacyjne w budowie lekkich przegród mają zastosowanie:

- wełna mineralna skalna lub szklana - **MW**, która może być stosowana w postaci płyt lub bloczków o układzie lamelowym, tj. z włóknami zorientowanymi prostopadle do okładzin,
- polistyren ekstrudowany – **XPS**, stosowany w formie płyt lub bloczków,
- polistyren ekspandowany - **EPS** (styropian), stosowany w formie płyt lub bloczków,
- pianka poliuretaniowa **PUR**,
- pianki izocyjanurowe **PIR**,
- pianki fenolowe – **PF**,
- szkło piankowe – **CS**,

Wyroby izolacyjne z wełny mineralnej stosowane w budownictwie nie zmieniają swoich właściwości cieplnych w czasie. Oznacza to, że parametr λ nie zmienia się w całym okresie użytkowania. Deklarowane przez producenta wartości cieplne są prawdziwe również po 20 latach użytkowania ocieplonego obiektu. Inaczej jest w przypadku pianek PU, które swoją izolacyjność zawdzięczają głównie niskiej przewodności zawartych w niej gazów. Z każdym rokiem użytkowania ich właściwości cieplne pogarszają się, czyli wartość współczynnika przewodzenia ciepła rośnie. Ten efekt starzenia jest skutkiem wymiany gazowej z otoczeniem i zastępowaniem gazu spieniającego przez powietrze. Efekt starzenia jest szybszy w przypadku płyt o mniejszej grubości (np. 4 cm), bez szczelnych okładzin z pokryć o dużym oporze dyfuzyjnym po obu stronach płyty izolacyjnej.

Kolejną zaletą wełny mineralnej jest jej stabilność wymiarowa. Oznacza to, że nawet w skrajnie zróżnicowanych warunkach temperatur i wilgotności zachowuje lub tylko nieznacznie zmienia swoje wymiary. Zapisane w normie wymagania, odnoszące się do różnych, w tym najsurowszych warunków badania (temp. +70°C przy wilgotności względnej 95%), wynosi nie więcej niż 1%, więc jest spełniane z zapasem. Współczynnik rozszerzalności liniowej wełny praktycznie równa się 0. W przypadku pianek PU obowiązkowo deklarowany poziom stabilności wymiarowej może się bardzo różnić w odniesieniu do różnych wyrobów. Warto wziąć pod uwagę, że wynikające z normy wymagania, zdefiniowane dla 12 poziomów, pozwalają dla większości z nich na dość znaczne względne zmiany wymiarów. [134]

Ponadto, główną wadą materiałów **PUR** są właściwości ogniowe. Mimo znakomitych właściwości izolacyjnych sztywne pianki **PUR** nie spełniają wymagań najnowszych testów przeprowadzanych przez towarzystwa ubezpieczeniowe. Zwiększenie liczby opóźniaczy palenia powoduje wzrost emisji gazów toksycznych podczas spalania, zwiększa ilość dymu utrudniającego akcję ratowniczą, znacznie pogarsza odporność cieplną i wytrzymałość mechaniczną poliuretanu. Powoduje to, że główne zalety izolacji poliuretanowej, czyli lekkość i wytrzymałość, tracą na wartości. ... Główne zalety pianek **PIR** to: trudnopalność i stosunkowo mała emisja dymu w trakcie spalania, podwyższona odporność cieplna oraz dobra stabilność wymiarów w całym zakresie temperatur. Czynnikiem odróżniającym pianki **PIR** od pianek poliuretanowych jest zdolność tworzenia zwęgliny dającej uzyskiwanej izolacji odporność ogniową na przepalenie. Właśnie ta cecha spowodowała, że już w latach 70. pianki **PIR** były wykorzystywane w konstrukcjach pojazdów kosmicznych. W połączeniu z odpowiednimi napelniającymi możliwe było uzyskanie spienionych kompozytów **PIR** o odpowiedniej odporności cieplnej i niepalności. Pianki **PIR** stosowane są głównie jako materiał termoizolacyjny. Wypierają one klasyczne sztywne pianki **PUR** o podwyższonej trudnopalności, tj. pianki klasy B-2 według DIN 4102. Dzięki użyciu tanich aromatycznych polioli poliestrowych niższe są koszty ich wytwarzania. Mają oprócz tego znaczną

odporność na przepalanie, co rozszerza ich możliwości aplikacyjne – mogą być używane jako przegroda ogniowa i mogą konkurować z wełną mineralną [135].

BIBLIOGRAPHY

- [1] Szklana fasada na miarę trzeciego tysiąclecia, *Świat szkła*, vol. 2, 2008
- [2] Baranowski W., Cyran M., Iwaszkiewicz T., Kubalski A., Liwski E., Romanowski J., Zieliński J.: *Modernizacja i nadbudowa budynków Poradnik*. Warszawa: Wacetob sp. z o.o., 2001
- [3] Cwyl M., Zawistowski S.: *Metal - glass facades*, Warszawa 2014
- [4] Cwyl M.: Podstawowe wymagania normowe współczesnych ścian metalowo-szklanych, *Inżynieria i Budownictwo*, 6/2013, s. 305–307
- [5] Domińczyk W., Meuś W., Pogorzelski J., Płoński W., Wolski M.: *Elementy lekkich przekryć i ścian budynków przemysłowych*, Warszawa, Arkady, 1974.
- [6] Frączek E., Kazimierczak R., Łosicki Z., Urbańska-Galewska E.: Budownictwo mieszkaniowe – potrzeby społeczne a realia, *Inżynieria i Budownictwo*, nr 12/1988, s. 437–439
- [7] Kopyłow O.: *Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. Część B: Roboty wykończeniowe, zeszyt 14: Elewacje wentylowane*. Warszawa ITB, 2015
- [8] Korycki O., Mateja K.: Zasady oceny lekkich ścian osłonowych. w Naprawy i wzmocnienia konstrukcji metalowych, lekkiej obudowy i posadzek przemysłowych, XV Ogólnopolska Konferencja Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Ustroń 23-26 lutego 2000r., Tom 3, 2000, s. 93–143.
- [9] Korycki O., Mateja K.: Lekkie ściany osłonowe i przekrycia dachowe - przegląd rozwiązań stosowanych w Polsce do 1990 r., Naprawy i wzmocnienia konstrukcji metalowych, lekkiej obudowy i posadzek przemysłowych, XV Ogólnopolska Konferencja Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Ustroń 23-26 lutego 2000 r. Tom 3, 2000, s. 47–92.
- [10] Korycki O.: *Lekkie przegrody budowlane*. DAFA Stowarzyszenie Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad
- [11] Kowalski D., Urbańska-Galewska E.: Zastosowanie lekkich konstrukcji stalowych w przebudowach dachów, *Inżynier Budownictwa*, vol. 86, nr 6, 2011, s. 60–64.
- [12] Kowalski D.: Aluminiowo-poliwęglanowe poszycie przekrycia stadionu piłkarskiego w Gdańsku. *Inżynieria i Budownictwo*, vol. 68, nr 12, 2012, s. 643–646.
- [13] Kowalski D.: Wpływ redukcji kosztów wykonania stalowych konstrukcji budowlanych na ich właściwości eksploatacyjne i utrzymanie. *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej 605, Budownictwo Lądowe LXI*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2007, s. 185–192.
- [14] Kowalski D.: The aluminium and polycarbonate covering of the canopy above the stadium in Gdansk, *V. Shimanovsky Ukraine Institute Steel Construction, Kyiv*, vol. 9, Oct. 2012.
- [15] Kowalski D.: The aluminium and polycarbonate covering to the roof over the stadium in Gdańsk. *Steel Construction*, vol. 6, no. 1, 2013, pp. 61–66.

THIS IS A POST-PRINT OF:

XXXI OGÓLNOPOLSKIE WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH. KONSTRUKCJE METALOWE, POSADZKI PRZEMYSŁOWE, LEKKA OBUDOWA, RUSZTOWANIA. SZCZYRK 24-27 LUTEGO 2016, TOM. 3, PP. 213-306

- [16] Koy A.: *Informator o systemach halowych, lekkiej obudowie i elementach wyposażenia*. Warszawa: Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Budownictwa Przemysłowego "Bistyp," 1978
- [17] Lewandowski P.: *Wpływ warunków podparcia na stany graniczne stalowych kasetonów elewacyjnych*, Politechnika Gdańska, 2013
- [18] Meuś W.: *Lekkie przegrody w budownictwie*. Arkady, Warszawa 1982.
- [19] Miettinen E., Ripati H., Saari R.: *Use of steel in housing renovation*. Tampere: The Finnish Constructional Steelwork Association Ltd., 1998
- [20] Rajczyk M., Respondek Z.: Systemy elewacji z zastosowaniem szkła modyfikowanego, *Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej*, vol. 7/2010, s. 251–260
- [21] Urbańska-Galewska E., Żółtowski K., Ziółko J., Kowalski D., Perliński A., Białek T., Dobiszewski K., Miśkiewicz M., Nowicki M.: Analiza stanu technicznego hali Olivia po 40 latach użytkowania. *XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna : Zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje. Awarie Budowlane 2009*. Szczecin-Międzyzdroje, 26-29 maja 2009, s. 713–720.
- [22] Urbańska-Galewska E., Kowalski D.: Wymagania dotyczące przygotowania dokumentacji projektowej oraz wykonania konstrukcji stalowych, *XXVII Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Nowoczesne Rozwiązania Konstrukcyjno - Materiałowo - Technologiczne. Konstrukcje Metalowe. Katowice - Szczyrk, 7-10 marca 2012*, s. 365–406.
- [23] Urbańska-Galewska E., Kowalski D.: *Dokumentacja projektowa konstrukcji stalowych w budowlanych przedsięwzięciach inwestycyjnych*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2015.
- [24] Urbańska-Galewska E., Kowalski D.: „Dokumentacja Projektowa. Wymagania dla konstrukcji stalowych. Część 1”, *Builder*, vol. 180, nr 7, 2012, p. 62-65.
- [24] Urbańska-Galewska E., Kowalski D.: „Dokumentacja Projektowa. Wymagania dla konstrukcji stalowych. Część 2”, *Builder*, vol. 181, nr 8, 2012, p. 50-53.
- [25] Urbańska-Galewska E., Kowalski D.: Zasady wykonania konstrukcji stalowych, *Builder*, vol. 182, nr 9, 2012, s. 80–84.
- [26] Urbańska-Galewska E.: Hala 'Olivia' w Gdańsku po 40 latach użytkowania, *Inżynieria i Budownictwo*, vol. 10/2009, s. 549–552

For Citation:

Urbańska-Galewska E., Kowalski D. „Systemy i rozwiązania elementów lekkiej obudowy” XXXI Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Naprawy i wzmocnienia konstrukcji budowlanych. Konstrukcje metalowe, posadzki przemysłowe, lekka obudowa, rusztowania. Szczyrk, 24-27 lutego 2016, t. 3, pp. 213-306.

ISBN: 978-83-942221-1-6