

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.  
ISBN: 978-83-942221-1-6

## 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:

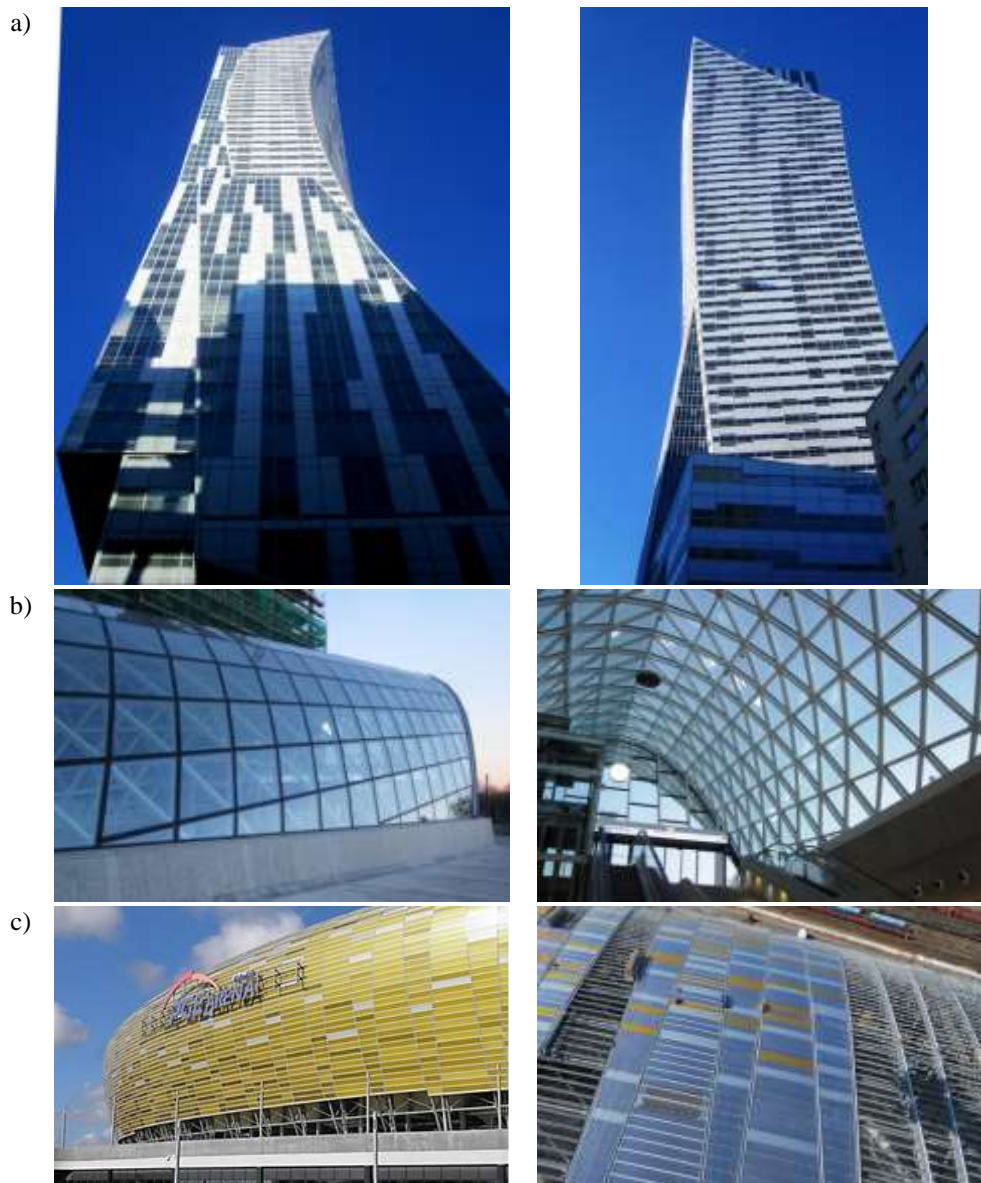
- 80 kg/m<sup>2</sup> w przypadku ścian osłonowych [2],
- 50 kg/m<sup>2</sup> w przypadku przekryć dachowych z elementów warstwowych [2],
- 25 kg/m<sup>2</sup> w przypadku płyt warstwowych [3].

Lekkie przegrody budowlane stosowane są jako:

- ściany osłonowe,
- przekrycia dachowe,
- wewnętrzne ściany działowe,
- sufity podwieszane,
- ściany nośne – tylko w małych obiektach, np.: ogrody zimowe, obiekty tymczasowe i przewoźne.

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.



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,
- 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,

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.

- ażurowa, np. krata wykonana z prętów stalowych.

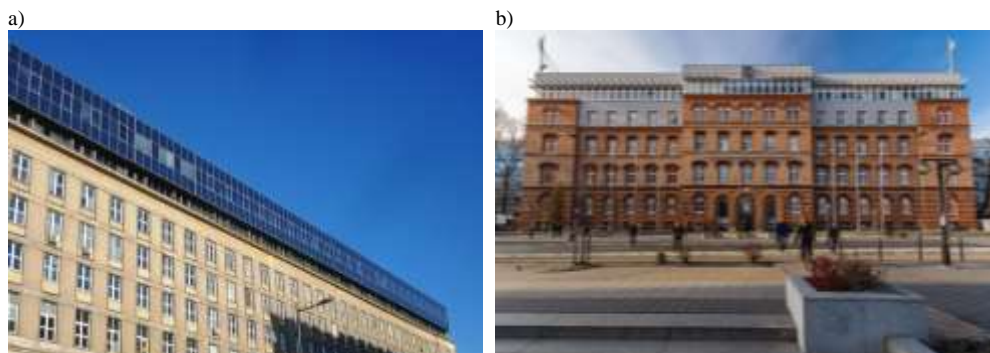
Powszechność stosowania lekkich przegród budowlanych wynika z ich szczególnych cech, takich jak:

- 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:

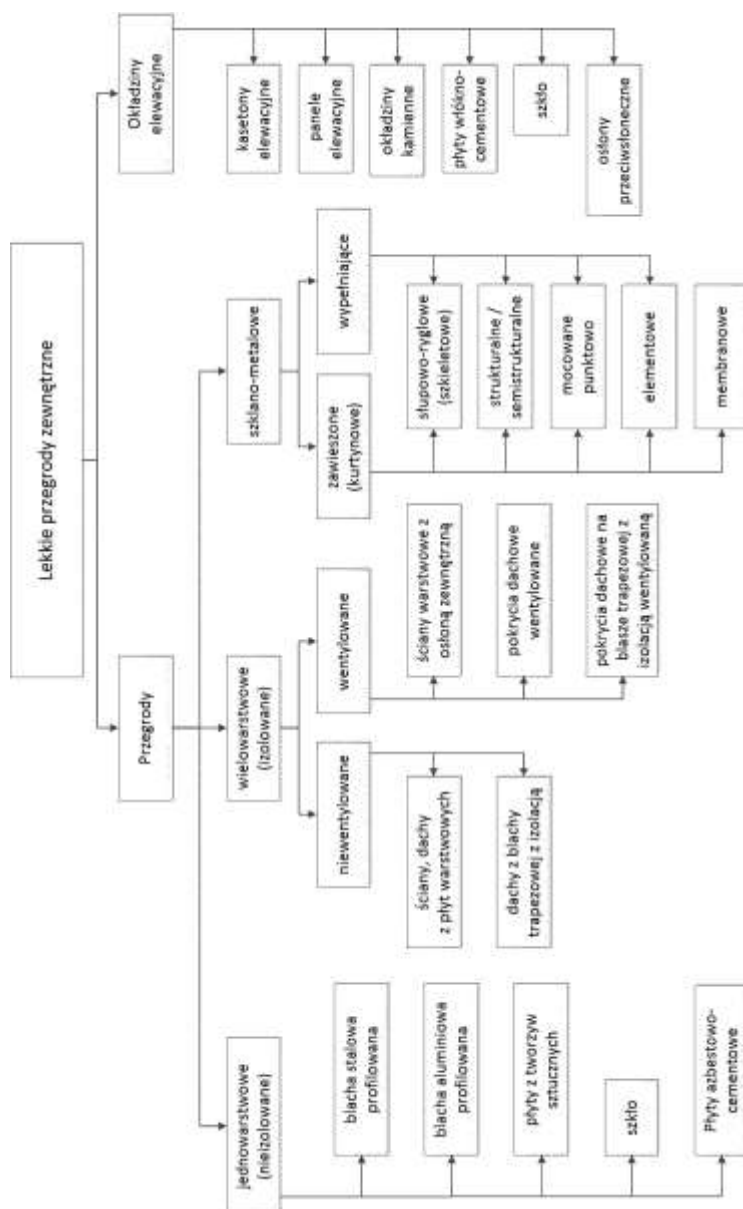
- użyteczności publicznej: hale sportowo-widowiskowe, teatry, budynki administracji publicznej i służby zdrowia,
- budownictwa przemysłowego, magazynowego, handlowego
- budownictwa rolniczego,
- specjalnego przeznaczenia: zaplecza budów,
- budownictwa mieszkaniowego.



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.

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 7, 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*, Gdańsk, Politechnika Gdańska, 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 Gdansk”, *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., i inni.: „Analiza stanu technicznego hali Olivia po 40 latach użytkowania”, *XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane*, Szczecin - Międzyzdroje, 26-29 maja 2009, pp. 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.