CZAS, PARAMETRY I ARCHITEKTURA - KOMPUTEROWE METODY PROJEKTOWANIA FASADY DYNAMICZNEJ BUDYNKU

Małgorzata Stolarewicz

Wydział Architektury, Politechnika Białostocka, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-893, Białystok
E-mail: malgorzata.stolarewicz@gmail.com

TIME, PARAMETERS AND ARCHITECTURE - COMPUTER METHODS OF CREATING BUILDING DYNAMIC FASADE

Abstract
Presented paper is devoted to the problem of dynamic facades design. This article is introduction to Ph. D. study which focused on computer's methods of formatting spaces in architecture. At this stage of research author focuses on parametric dates in input in dynamic facades where great attention is paying on time aspect and subjectivism in parameters selection. The paper consist four part (explanation of subject and main research goal, theoretical background, discussion of different kind of dynamic facades and case study) and conclusion.

Streszczenie
Prezentowany artykuł dotyczy projektowania fasady dynamicznej w oparciu o cyfrowe przetwarzanie danych wejściowych. Ponadto praca ta jest wprowadzeniem do badań naukowych bazujących na komputerowych metodach formatowania przestrzeni. Na tym etapie autorka skupia się na doborze parametrów w projektowaniu fasady dynamicznej. Główny nacisk kładziony jest na aspekt czasu w architekturze. Artykuł podzielony został na cztery części (wprowadzenie do tematu, omówienie aspektu czasu w architekturze, omówienie fasad dynamicznych i studium przypadku) oraz podsumowanie.

Keywords: dynamic facades; parametric design; time; changeability

Słowa kluczowe: fasada dynamiczna; cyfrowe przetwarzanie danych wejściowych; czas; zmienność

WPROWADZENIE

Oprócz zmian zachodzących w stylach architektonicznych nastąpiły także modyfikacje w samym procesie twórczym, gdzie znaczną rolę zaczęły odgrywać osiągnięcia technologiczne. Możliwe stało się kreowanie koncepcji projektowych w oparciu o przetwarzanie danych wejściowych oraz udoskonalone techniki wizualizacji.

W niniejszym artykule autorka przedstawia możliwość wykorzystania danych wejściowych (w postaci parametrów) w kreowaniu koncepcji architektonicznej. Jako główny element odniesienia został obrany czas, w którego funkcji zmieniają się różne parametry i który nie tylko wpływa na architekturę, ale także na zachowanie użytkowników i ich ewoluujące potrzeby. Stąd też zaproponowano poszukiwanie związków architektury i życia człowieka z wykorzystaniem parametrów.

1. CZAS W ARCHITEKTURZE

Czas jest niezwykle ważnym czynnikiem w architekturze. Wpływa on bowiem na wygląd zewnętrzny budynku, który po pewnym okresie zaczyna odstawać od wstępnych założeń projektanta. Większość budynków po latach wygląda inaczej niż w momencie zakończenia projektu i oddania do użytku. Procesy zmian następują niezależnie od stylu czy okresu architektonicznego. Są one naturalne i nieuniknione. W tym miejscu warto zaznaczyć, iż zmiany, jakie zachodzą pod wpływem czasu,

są wynikiem dwóch kategorii oddziaływań: naturalnych oraz cywilizacyjnych. Składowe pierwszej kategorii zależą głównie od czynników atmosferycznych, jak nasłonecznienie, opady czy zmiany temperatur. W efekcie materiał, z którego wykonany jest budynek, podlega procesowi starzenia. Z kolei druga kategoria jest zdeterminowana aktywnością człowieka - podejmowanymi przez niego działaniami, jak: renowacje, przebudowy czy zmiany sposobu użytkowania. Obie te kategorie powodują, że budynek ewoluuje wraz z upływem czasu. Temat ten jest wciąż bagatelizowany w procesie projektowania. Większość fotorealistycznych wizualizacji pokazuje budynek w danym miejscu o konkretnej godzinie, gdzie nie są uwzględniane modyfikacje w wyglądzie budynku czy też w jego bezpośrednim otoczeniu. Stąd też po jakimś czasie okazuje się, że obiekt przestał harmonizować z otoczeniem. Problem dotyka w szczególności obiektów powstałych w ostatnim półwieczu, gdzie potrzeby społeczne oraz formuły estetyki architektonicznej były zupełnie inne. Zmiany cywilizacyjne niosą za sobą zarówno potrzebę, jak i możliwości kształtowania obiektów w sposób zapewniający ich dostosowanie do zmiennych potrzeb użytkowych i przeobrażeń zachodzących w otoczeniu. Oznacza to, iż architektura powinna odpowiadać na zachodzące zmiany, a budynek może nawet na bieżąco reagować na bodźce zewnętrzne. Można je opisać w postaci danych przyporządkowując im określoną wartość liczbową.

Pomocne może okazać się tu projektowanie polegające na przetwarzaniu danych czerpanych ze środowiska, tym bardziej, że sprzyja temu współczesna technologia. Do zadań projektanta należy zatem ustalenie jakie potrzebne będą dane, które najlepiej opiszą warunki jakie ma spełniać projektowany obiekt.

Można tu wskazać dwie grupy danych, które opisywać będą:

- Implikacje długofalowe – zmiany zachodzące w długim okresie czasu. W szczególności dotyczy to aspektów urbanistycznych, jak zabudowa sąsiadujących działek czy rozbudowa traktów komunikacyjnych. Do tej grupy można zaliczyć także skutki eksploatacji budynku oraz starzenie się materiałów. W tej grupie jako parametry można przykładowo przyjąć parametry techniczne materiałów.
- Implikacje krótkofalowe – zmiany, które zachodzą w krótkim odcinku czasu i często są niezauważane. Do tej grupy należą wszystkie zmienne, które podlegają przekształceniom każdego dnia, jak nasłonecznienie, temperatura, wilgotność powietrza. Do tej grupy można także zaliczyć czynnik ludzki w postaci tras poruszania się człowieka, hałasu czy ruchu ulicznego. Jako parametry może być przyjęta różnica temperatury w określonym odcinku czasu.

2. PARAMETRYCZNE DANE WEJŚCIOWE I ARCHITEKTURA: FASADA DYNAMICZNA

Słowo „fasada" wywodzi się z języka francuskiego i określa elewację budynku, która pełni funkcję reprezentacyjną. Zazwyczaj zawiera główne wejście i jest bardziej dekoracyjna od pozostałych ścian budynku. Charakter fasady zazwyczaj referuje do okresu czasu, w którym budynek był zaprojekowany[1]. Stąd też w starożytności projekt fasady bazował na określonych porządkach architektonicznych. Weźmy za przykład porządek dorycki, który zawierał kolumny, kapitel, tryglif oraz metopę, a rozmiary danego elementu zdeterminowane były modułem, który odpowiadał połowie średnicy trzonu kolumny u podstawy[2]. Tak zdefiniowane relacje elementów dawały logiczny układ i proporcje budynku.

Współcześnie fasada nie posiada już tak silnie określnego układu. Nowoczesne materiały i osiągnięcia w dziedzinie technologii dały sposobność uzyskania różnorodnych kształtów. Ponadto dzięki szeroko pojętemu skomputeryzowaniu realne stało się dokonywanie zmian w wyglądzie już istniejącego budynku. Za pomocą określonych parametrów możliwe jest zharmonizowanie fasady budynku z funkcją czy czynnikami zewnętrznymi. Czynniki te spowodowały, że budynek zaczął zachowywać się niczym żywy organizm reagujący na bodźce zewnętrzne. Pojawiają się też fasady dynamiczne.

Fasady dynamiczne można podzielić na dwie grupy.

- *Fasada naturalna* – zależna jest od zewnętrznych czynników pogodowych (siła wiatru, promienie słoneczne czy pora doby) bądź zmian spowodowanych przez człowieka (natężenie dźwięku, ruch, sposób użytkowania). Współczesne technologie umożliwiają stworzenie ruchomych paneli, które w łatwy sposób przesuwane są w płaszczyźnie bądź obracane w osi. Ponadto ich praca może odbywać się bez ciągłego nadzoru człowieka, gdyż po ustawieniu reakcji na określony czynnik fasada sama pracuje nad swoim wyglądem.

[1] W. Szolginia, *Architektura*, Sigma NOT, 1992, s. 47
[2] A. Palladio, *Cztery księgi o architekturze*, PWN, Warszawa 1955, s. 26-31.

- *Fasada medialna* – dynamika wynika ze zmienności treści w nośniku informacji wizualnej. Obecnie bardzo często praktykuje się wyświetlanie reklam, grafik, filmów, informacji na elewacjach budynków. Forma ta może działać jako silny przekaz na dość szeroką skalę. Fasada medialna może pełni rolę łącznika pomiędzy informacją, grafiką a architekturą.

3. PROJEKTOWANIE FASADY DYNAMICZNEJ W OPARCIU O PARAMETRY - STUDIUM PRZYPADKU

W projektowaniu opartym na wyłapywaniu danych i wprowadzaniu ich jako wejściowych (input) decydującym momentem jest wybór i ustalenie rodzaju parametrów[3]. Ta część procesu projektowego jest subiektywna i zależy głównie od zamysłu projektanta. Może być uzależniona od określonych czynników bądź też zupełnie przypadkowa. Kolejną kwestią pozostającą wyłącznie w rękach architekta jest ustalenie charakteru danej fasady. Bowiem oprócz funkcji osłonowej może ona spełniać inne funkcje, posiadać wartości czysto wizualne lub dostosowujące się do zewnętrznych warunków. Poniższy przykład bazuje na drugim sposobie myślenia, gdzie parametry zależą od zmiennych czynników zewnętrznych, co powoduje powstanie fasady dynamicznej. Cały proces projektowy został podzielony na cztery kroki: określenie parametrów, analiza, wizualizacja parametrów za pomocą modelowania 3D oraz przystosowanie fasady do reakcji na poziom hałasu.

3.1. Krok pierwszy: określenie parametrów

Jak już wspomniano, parametry mogą wynikać z faktu uwzględnienia różnych zjawisk i czynników oraz oczekiwań wobec przyszłego obiektu. Jeśli określimy budynek jako strukturę, która powinna służyć użytkownikowi, parametry powinny być uzależnione od czynników mających bezpośredni wpływ na człowieka. W przytaczanym niżej przykładzie pod uwagę zostało wzięte natężenie dźwięku wynikające z ruchu ulicznego. Wiadomo, że hałas może mieć niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka. Ludzkie ucho przystosowane jest do odbierania dźwięków o określonej częstotliwości. Każde przekroczenie określonych limitów może powodować nie tylko uszkodzenie narządu słuchu, ale także mieć wpływ na ogólne zdrowie. Zgodnie z CIOP[4] (Centralny Instytut Ochrony Pracy) hałas można podzielić na pięć grup. Na potrzeby niniejszych badań wybrane zostały jedynie dźwięki związane z ruchem ulicznym.

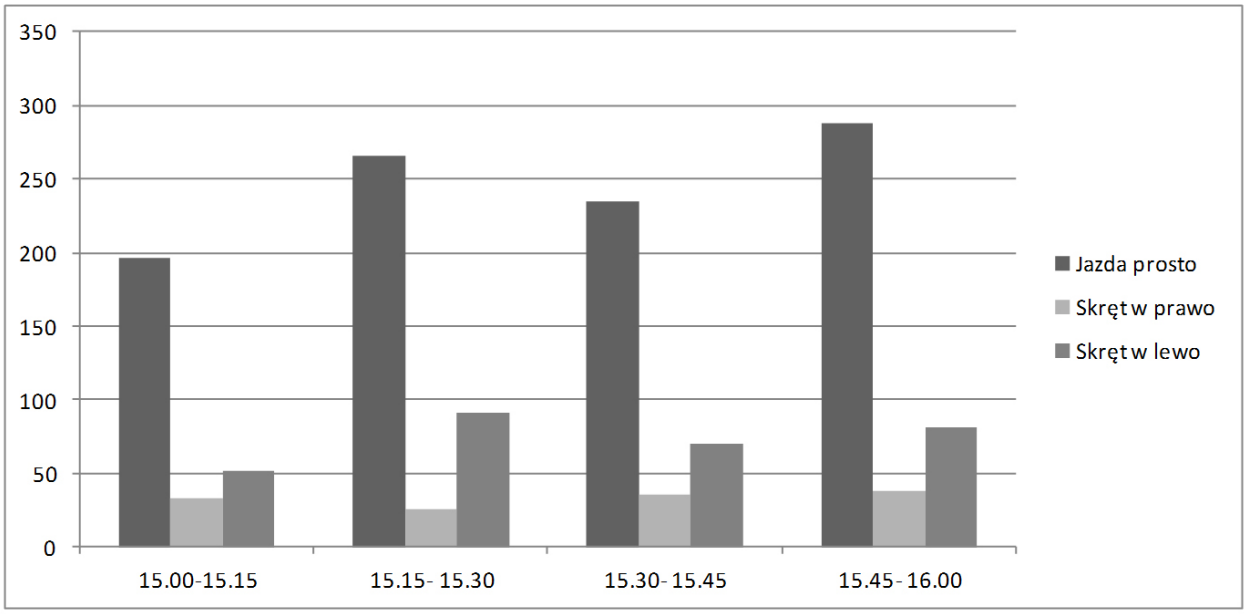
Jak pokazują badania, hałas uliczny nie wpływa korzystnie na ludzkie zdrowie. W dzisiejszym szybko rozwijającym się świecie natężenie ruchu samochodowego staje się jednym z głównych problemów. Dotyczy on także Białegostoku, gdzie w ciągu ostatnich dziesięciu lat liczba samochodów wzrosła prawie dwukrotnie[5]. Fizyczna dynamika fasady budynku może pomóc lepiej odpowiedzieć na potrzeby człowieka, zmieniając stopień otwarcia w zależności od poziomu natężenia hałasu.

Tab. 1. Wpływ hałasu ulicznego na ludzkie zdrowie

Poziom hałasu	Wpływ na ludzkie zdrowie	Źródło dźwięku
Poniżej 35 dB	Nieszkodliwe dla zdrowia	Dźwięki natury, cicha rozmowa
35 dB - 70 dB	Problem z koncentracją, zmęczenie, senność; dłuższe przebywanie może powodować choroby układu krążeniowego	Średnie natężenie ruchu ulicznego, głośna rozmowa
70dB - 85dB	Bóle głowy, mdłości, zaburzenia słuchu; dłuższe przebywanie może powodować utratę słuchu	Ruchliwa ulica, roboty drogowe
85dB - 130dB	Zaburzenia układu krążenia, nerwowego, trawiennego; hałas powyżej 110dB może powodować ból fizyczny i trwałe uszkodzenie słuchu	Ulica w godzinach szczytu, pojazd bez tłumika, wiertło pneumatyczne

Źródło: opr. własne na podstawie: J. Grzesik, *Medyczne aspekty hałasu w środowisku pracy*, w: D. Rott (red.), *Materiały II Konferencji Naukowej „Hałas w środowisku"*, WSZOP, Katowice 2005, s. 19-28 oraz danych z www.cop.pl: *Podstawowe pojęcia związane z hałasem w środowisku pracy*.

[3] Parametry te mogą być pośrednio wykorzystywane jako, że stanowią dane wejściowe w zapisie zrozumiałym dla komputera (skrypt). Pozwala na to nawet popularny w Polsce program AutoCad.
[4] www.ciop.pl.
[5] Dane według GUS, lata 2002-2012, gdzie pod uwagę brana była liczba zarejestrowanych samochodów osobowych na 1000 mieszkańców.



Ryc. 1. Natężenie i kierunek ruchu w godzinach 15.00 – 16.00 na skrzyżowaniu ulic Al. Jana Pawła II, Sikorskiego i Konstytucji 3 Maja w Białymstoku. Źródło: opr. własne..

3.2. Krok drugi: analiza parametrów i opisanie ich za pomocą formuły matematycznej

Jedną z głównych czynności w tego rodzaju projektowaniu jest interpretacja matematyczna wybranych parametrów. W omawianym przykładzie projekt dynamicznej fasady został oparty na pomiarach wykonanych przez studentów Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej[6]. Na jednym z białostockich skrzyżowań studenci dokonali pomiaru natężenia ruchu samochodowego w godzinach szczytu. Uwzględniali oni nie tylko ilość przejeżdżających samochodów, ale także kierunek ich jazdy.

Dane te posłużyły do stworzenia hipotetycznej fasady budynku znajdującego się w miejscu przeprowadzonych badań. Zostały one przełożone na „język architektoniczny" jako ruchome panele będące elementami dynamicznej fasady. Bazując na założeniu, iż projektowana fasada składa się z identycznych, powtarzalnych paneli, każdy z badanych czynników ruchu odpowiadał innej reakcji. Stąd też kierunek jazdy pojazdów określa ruch paneli, a ilość przejeżdżających samochodów wpływa na zakres tego ruchu. Poniższa tabela przedstawia zestawienie wszystkich wartości.

3.3. Krok trzeci: tworzenie zarysu fasady dynamicznej w programie 3D

Po ustaleniu parametrów i ich interpretacji matematycznej należało zwizualizować wykonaną fasadę. W tym celu została utworzona siatka o kwadratowych panelach, którym przypisane zostały odpowiednie dane. W rezultacie otrzymano zarys fasady, która reaguje na ruch uliczny. Poniższe rysunki przedstawiają sposób działania projektowanej elewacji. Stąd też pierwsza ilustracja ukazuje nieruchomą fasadę, gdy liczba przejeżdżających pojazdów jest poniżej 20. Kolejne rysunki pokazują różne warianty zachowania fasady w zależności od sytuacji zaistniałej na drodze.

3.4. Krok czwarty: przystosowanie fasady do potrzeb człowieka

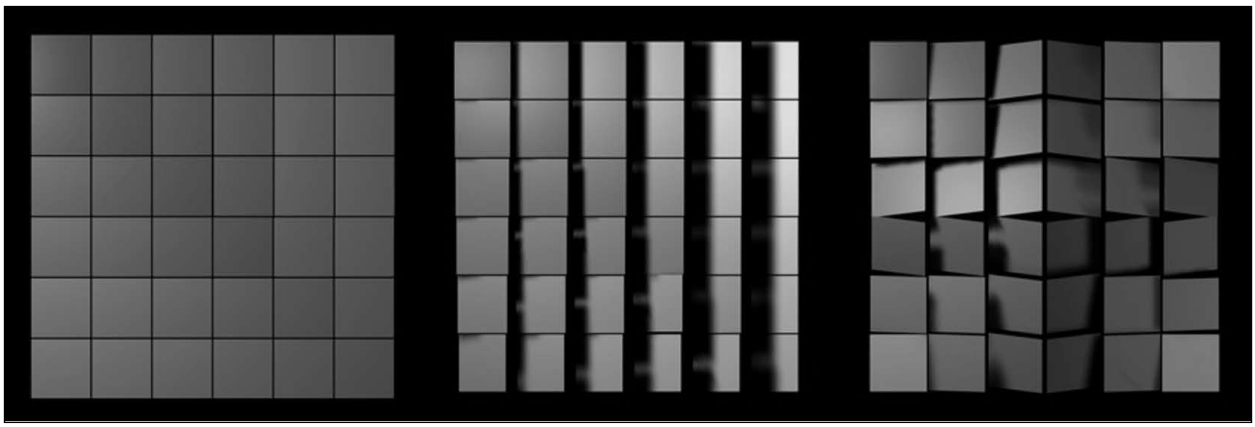
Ostatnim zadaniem w wykonanych badaniach było zaprogramowanie dynamiki fasady. Jak już wspomniano, hałas może być niezwykle szkodliwy dla stanu psychicznego i fizycznego człowieka. Stąd też panele zostały ustawione w ten sposób, aby chronić ludzkie ucho przed szkodliwymi czynnikami. Kiedy dźwięk jest poniżej 30 dB, fasada pozostaje otwarta. Natomiast gdy natężenie ruchu wzrasta, fasada się zamyka.

[6] Praca semestralna studentów trzeciego roku Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej („Ćwiczenie projektowe z Podstaw inżynierii ruchu drogowego", sem. VII 2011/2013, autorzy: D. Hryniewicz, M. Kowalczuk, K. Chocian, M. Matowicki).

Tab. 2. Przełożenie pomiarów ruchu na zachowanie paneli dynamicznej fasady

Kierunek ruchu (liczba pojazdów)		**Reakcja paneli (milimetry, kąt)**	
Jazda prosto	20	Ruch w osi Z	nieruchomy
	21-50		0-15
	151-200		16-20
	201- 250		21-25
	251- 300		26-30
Skręt w lewo	0-20	Obrót zgodny z ruchem wskazówek zegara	nieruchomy
	21-50		0°-
	51-65		5°
	66-80		10°
	81-95		15°
Skręt w prawo	>20	Obrót przeciwny do ruchu wskazówek zegara	0°
	20-30		5°
	30-40		10°
	40<		15°

Źródło: opr. własne.

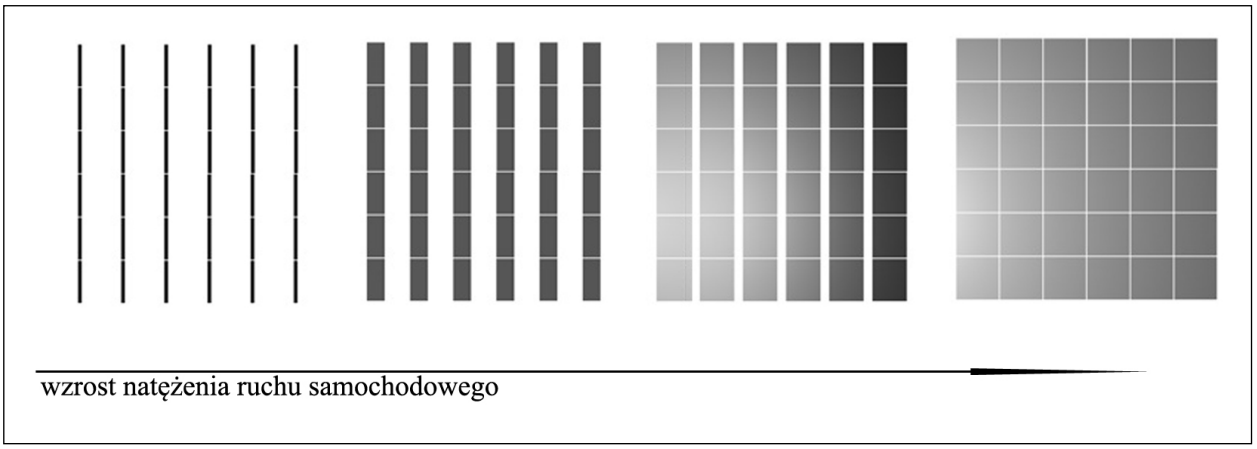


Ryc. 2. Zarys dynamicznej fasady odpowiadającej na natężenie ruchu. Źródło: opr. własne.

PODSUMOWANIE

Fasada jest niczym opakowanie budynku. Spełnia nie tylko funkcję reprezentacyjną, ale także jest stałym elementem krajobrazu w naszym codziennym życiu. Z jednej strony ludzie szukają nowych pomysłów i innowacyjnych rozwiązań, z drugiej strony przeciwstawiają się przestrzeniom, które nie harmonizują z ich potrzebami. Stąd też współczesna architektura coraz bardziej skupia się na czynniku ludzkim. Oczywiście można powiedzieć, iż projektanci zawsze brali pod uwagę użytkownika. Jednakże ich główna uwaga była skoncentrowana bardziej na funkcjonalności i atrakcyjności niż na tym, jak architektura wpływa na stan psychiczny i fizyczny mieszkańców. Główną różnicą pomiędzy „fasadą wczoraj" a „fasadą dziś" jest możliwość zaprojektowania procesów zmian w wyglądzie i funkcjonalności budynku.

Współczesne technologie, wsparte projektowaniem parametrycznym, dają możliwość tworzenia dynamicznej architektury. Głównym elementem projektowania staje się ustalenie rodzaju parametrów i ich interpretacja architektoniczna. Odpowiedni dobór parametrów może zharmonizować dynamiczną fasadę z potrzebami człowieka i warunkami zewnętrznymi. W ten sposób architektura staje się czymś więcej niż stałą konstrukcją -



Ryc. 3. Reakcja fasady na hałas. Źródło: opr. własne.

zaczyna zachowywać się jak żywy organizm pracujący w symbiozie z człowiekiem i otoczeniem.

LITERATURA

1. **Croci V. (2010)**, *Dynamic Light: The Media Facades of realities: united*, "Architectural Design", vol.80, iss.1: *Turkey: At the Threshold*, pp. 136–140.
2. **Daab Architecture & Design (2006),** *AG4- MEDIA FACADES*, DA&D, Cologne.
3. **Garcia M. (2009),** *Prologue for a History, Theory and Future of Patterns of Architecture and Spatial Design*, "AD Patterns of Architecture", vol. 79, no 6, pp. 6- 17.
4. **Januszkiewicz K. (2010),** O projektowaniu architektury w dobie narzędzi cyfrowych. Stan Aktualny I perspektywy rozwoju, Oficyna Wydawnicza, Wrocław.
5. **Jones O. (2004),** 'Light fantastic.', *The Architectural Review*, 03(2004), pp. 39- 42.
6. **Kolarevic B. (red.), (2005)**, Architecture in Digital Age. Design and Manufacturing, New York and London.
7. **Palladio A. (1955),** *Cztery księgi o architekturze*, PWN, Warszawa.
8. **Szolginia W. (1992),** *Architektura*, Sigma NOT, Warszawa.