

prof. dr hab.inż.arch. Wacław Celadyn

Kraków, 1.09.2017 r.

Politechnika Krakowska
Wydział Architektury
Instytut Projektowania Budowlanego
30-084 Kraków
ul. Podchorążych 1

RECENZJA

**pracy doktorskiej mgr inż.arch. Anny Nowak
pt: "Kształtowanie bionicznych powierzchni strukturalnych
w architekturze współczesnych elewacji "**

Charakterystyka formalna pracy

Podstawę formalną opracowania stanowi pismo Prodziekana ds. Nauki Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej dr hab. inż. arch. Krystyny Solarek, prof.PW z dnia 6.07.2017. Podstawę merytoryczną stanowi załączona praca doktorska. Posiada ona 250 stron tekstu wraz z licznymi rysunkami, fotografiami, tabelami, spisem treści, spisem ilustracji i tabel, bibliografią, streszczeniem w języku polskim i angielskim oraz z aneksem z wynikami badań.

Tematyka pracy

Autorka podjęła w swojej pracy niezwykle interesujący temat dotyczący metod kształtowania elewacji współczesnych budynków zgodnie z paradygmatem projektowania zrównoważonego. Za takie uważa zjawisko przyjmowania w projektowaniu architektonicznym i konstrukcyjnym form naturalnych i organicznych oraz ich powierzchni za wzorzec dla formowania elewacji obiektów architektonicznych na zasadzie asymilacji nie tylko formalnej ale i funkcjonalnej. Uznaje, że jest to właściwa droga do ograniczania negatywnego wpływu struktur budowlanych na środowisko w wielowymiarowym aspekcie. Nie jest to spojrzenie całkowicie nowe, jako że wizja architektury opartej na wzorcach biologicznych stanowi atrakcyjny temat od kilkadziesiąt lat. Była jednak do niedawna rozwijana w sferze tylko teoretycznej i eksperymentalnej. Obecnie wkracza ona coraz

śmielej do praktyki architektonicznej i związana jest z bardzo spektakularnymi realizacjami. Jednocześnie z uwagi na bogactwo pierwowzorów i niedostateczną wiedzę dotyczącą ich funkcjonowania ujawnia się potrzeba badań na ten temat opartych o metody ściśle naukowe. Z tego względu podjęty temat należy uznać nie tylko za bardzo aktualny, ale i coraz bardziej potrzebny w celu ułatwienia racjonalizacji wyborów twórczych na takich wzorcach opartych. Wyniki przedstawionych badań mogą być bardzo przydatne w praktyce projektowej architektów w której w wielu przypadkach proponowane atrakcyjne formy organiczne są generowane w sposób intuicyjny.

Uwagi ogólne

Autorka wskazała w swej dysertacji wagę tego zagadnienia dla współczesnej architektury nie tylko w kontekście formalnym ale i konstrukcyjnym, wskazując jednocześnie na multidyscyplinarność problematyki. Jest to podejście charakterystyczne dla projektowania zrównoważonego. W przedstawionym ujęciu tematu nieodzowne było ściśle powiązanie wizji formalnej z konstrukcyjną i to jest charakterystyczną cechą tej pracy. Jeżeli uznać, że rozwiązania konstrukcyjne co do zasady powinny być systemami optymalnymi, to ściśle powiązana z nimi forma, abstrahując od funkcji, ulega w sposób automatyczny również optymalizacji i racjonalizacji. W przypadku sposobu podejścia do tego zagadnienia zaprezentowanego przez autorkę, na etapie załączonej procedury badawczej, ten sposób myślenia i działania projektowego jest wyraźnie widoczny a uzyskane wyniki dowodzą tej prawidłowości. Przedstawiona metoda optymalizacji formalno-konstrukcyjnej jest kierunkiem jak najbardziej właściwym wobec często spotykanych metod projektowania parametrycznego skoncentrowanego głównie na wynikowej, zamierzonej czy przypadkowej formie, pomijającej w znacznym stopniu problem konstrukcji, bądź też sprowadzającej ją do podrzędnej roli. Późniejsze operacje optymalizacyjne w zakresie konstrukcji w takich przypadkach ujawniają wyraźne rozbieżności między tymi dwoma aspektami rozwiązań przestrzennych prowadzące do istotnych problemów projektowych i w konsekwencji do obniżenia efektywności strukturalnej rozwiązań. Załączone do pracy badania wskazują na te zagrożenia w wyżej wskazanych przypadkach i stanowią wzorzec podejścia do omawianego zagadnienia. Jest to istotne szczególnie w analizowanym przypadku struktur formalnych i elewacyjnych wzorowanych na bardzo trudnych do opisu form naturalnych. To co jest najważniejsze w wyniku podjętych przez autorkę rozważań, to zwrócenie uwagi na niezwykłą wagę zagadnienia zgodności formy z

logiczną konstrukcją w tego typu obiektach architektonicznych, a także szerzej, przy projektowaniu parametrycznym innych niekonwencjonalnych form. Uzyskiwane tą drogą kształty budynków lub ich elementy bywają spektakularne ale często nieracjonalne ze względu na ich nieefektywność konstrukcyjną. Z powyższych względów prezentowana dysertacja powinna być traktowana jako bardzo ważna pozycja w zakresie literatury odnoszącej się do współczesnych metod projektowania związanych z obowiązującym paradygmatem zrównoważenia w architekturze.

Dysertacja została skonstruowana w sposób przejrzysty, co ułatwia jej zrozumienie. Można dostrzec silne zaangażowanie autorki w kwestie bioniki w architekturze. Wprawdzie temat pracy wskazuje na problematykę kształtowania elewacji, ale biorąc pod uwagę rozważanie form naturalnych, a zatem nieregularnych i krzywoliniowych, nieuniknione było włączenie w dyskurs całej obudowy wewnętrznej przestrzeni, czyli także dachów. Ujednolicanie przegród zewnętrznych, nie różnicujące pod względem formalnym, konstrukcyjnym i technicznym ich poszczególnych fragmentów, przynoszące w konsekwencji zanikanie podziału na dachy i elewacje, jest charakterystyczne dla rozważanej architektury bionicznej. Ta tendencja jest przyczyną pojawiających się problemów konstrukcyjnych o których pisze i które bada autorka, ale również w równym stopniu problemów z techniczną strukturą, materiałami i rozwiązaniami detalicznymi takich nietradycyjnych przegród zewnętrznych budynków. Tą stronę zagadnienia autorka w swej dysertacji jednakże pomija.

Autorka sformułowała 3 tezy pracy. Są one jasne i zrozumiałe. Są też stwierdzeniami nieoczywistym, wymagającym udowodnienia w sposób zgodny z przyjętymi zasadami w tym zakresie. Przyjęta metoda i konstrukcja pracy są logiczne. Pozwoliły na przejrzyste i skuteczne przeprowadzenie dowodu konieczności zastosowania zaawansowanych procedur projektowych o cechach niekonwencjonalności, kompleksowości i interdyscyplinarności w przypadku bionicznych powierzchni strukturalnych.

Autorka wykazuje w swej dysertacji wysokie kompetencje w zakresie znajomości przedmiotu, o czym świadczą jej doświadczenia publikacyjne w tym zakresie przedmiotowym, a także stanu badań w tym przedmiocie oraz osiągnięć ośrodków naukowych zajmujących się tematyką elewacji w architekturze. Świadczy o tym także bogata bibliografia zamieszczona na końcu dysertacji. Biorąc to pod uwagę może ona snuć wiarygodne naukowo rozważania na ten temat i wyciągać odpowiednie wnioski.

Niezwykle istotnym silnym wsparciem przeprowadzonego dowodu są obliczenia przeprowadzone na kilku przykładach form naturalnych organicznych i analogicznych

geometrycznych dokonane w celu porównania efektywności struktur naturalnych i sztucznych.

Struktura części merytorycznej pracy

Dysertacja składa się z siedmiu rozdziałów.

W rozdziale pierwszym zamieszczono standardowe elementy wstępu, tj. cele pracy, tezę, genezę, stan badań, zakres przedmiotowy i czasowy, przyjętą metodykę umożliwiającą przeprowadzenie dowodu tezy. Autorka przedstawiła w nim także niezwykle skromny w swej zawartości słownik stosowanych w pracy najważniejszych pojęć. Można tu mieć uzasadnione zastrzeżenia co do jego nadmiernej zwięzłości. Zdefiniowanie powierzchni strukturalnej tylko jako „powierzchni ukształtowanej z powiązanych ze sobą elementów” odnosić się przecież może również do powierzchni tradycyjnych, które z reguły są też złożone z powiązanych ze sobą elementów. Przyjęta definicja zatem nie wyjaśnia głównego przedmiotu pracy i badań. Podobnie termin „Elewacja”, zdefiniowana jako „zewnątrzna struktura budynku”. Wynika z tego, że dach też jest elewacją. Tak rzeczywiście bywa coraz częściej, szczególnie w przypadku przegród zewnętrznych będących przedmiotem pracy i badań autorki. Należałoby jednak oczekiwać w tym miejscu szerszego wyjaśnienia tego problemu.

Można w odniesieniu do tego rozdziału mieć więcej uwag. Wydaje się, że właściwe byłoby wyjaśnienie i zdefiniowanie również innych ważnych i stosowanych w pracy specjalistycznych terminów, takich chociażby jak: projektowanie synergiczne czy generatywne, dyskretyzacja form, diagramy Woronoja itd.

Rozdział drugi to historycznie ujęty przegląd metod projektowania elewacji wraz z przedstawieniem sposobów najnowszych i kształtujących się tendencji w tym zakresie.

Rozdział trzeci przedstawia aspekty architektoniczno-urbanistyczne współczesnych elewacji skupiając się na ich funkcjach, aspektach środowiskowych i konstrukcyjno-materiałowych. Bogato zilustrowano wywód licznymi przykładami realizacji krajowych i zagranicznych.

Rozdział czwarty podejmuje kwestie wieloaspektowego projektowania interdyscyplinarnego w kształtowaniu powierzchni strukturalnych wskazując na stosowane metody działania i ich efekty.

Rozdział piaty - to najobszerniejsza część pracy. Wyjaśniono w nim na czym polega modelowanie i projektowanie bionicznej architektury, które jest przeniesieniem procesów i systemów z przyrody do techniki cechujące się współpracą systemów biologicznych i technicznych. Autorka dokonuje własnej klasyfikacji metod modelowania bionicznego w architekturze, co jest jej osobistym wkładem w rozwój zagadnienia. Tekst rozdziału jest bogato ilustrowany przykładami koncepcji i realizacji opartych na bionicznym paradygmacie. Wskazano wiele organizmów i struktur naturalnych na których wzorowano modele obiektów i systemów architektoniczno-budowlanych.

Rozdział szósty należy uznać, z kolei, za najważniejszą część dysertacji. Autorka zawarła w nim część badawczą opartą na własnej metodzie komputerowej analizy zestawu form naturalnych i odpowiadających im pod względem kształtu zbliżonych geometrycznych. Celem tego badania było stwierdzenie które z nich są najbardziej efektywne pod względem ciężaru konstrukcji otwartej i zamkniętej przeszkleniem, przy przyjętych zróżnicowanych systemach konstrukcji, oraz które z nich podlegają mniej korzystnym zjawiskom mechanicznym przy poddaniu ich działaniu wiatru. Badania te pozwoliły na wskazanie tych najbardziej i najmniej efektywnych w badanych warunkach. Przyjętą metodę należy uznać za prawidłową i prowadzącą do ciekawych wyników i stwierdzeń. Niektóre z nich wskazywały na wyższość form geometrycznych a inne na lepszą efektywność form naturalnych.

Rozdział siódmy jest podsumowaniem pracy.

Aneks załączony na końcu dysertacji zawiera zestawienie szczegółowych wyników liczbowych przeprowadzonych badań.

Biorąc pod uwagę strukturę pracy opartą na standardowej, zasadniczej części teoretycznej, oraz na uzupełniającej badawczej, należy stwierdzić, że wpisuje się ona w grupę prac stanowiących wzorzec dla dysertacji w zakresie teorii architektury.

Dysertacja stanowi istotny przyczynek do dyskusji dotyczącej, jak się wydaje, nieodległej przyszłości architektury, która zapewne będzie związana z coraz śmielszym

wykorzystaniem wzorców zaczerpniętych z natury, nie tyle w postaci biomorficznej, co przede wszystkim biostrukturalnej.

Autorka dowiodła swej umiejętności przeprowadzania studiów stosownej literatury naukowej i zawodowej przedmiotu (około 150 pozycji) oraz wykorzystania jej w sposób profesjonalny w swych badaniach i rozważaniach teoretycznych. Jej wybór był właściwy, a zakres obszerny, co świadczy o niewątpliwie bardzo dobrym rozeznaniu w tym zakresie.. Jej lektura upoważnia do stwierdzenia, że zamierzone cele zostały osiągnięte w sposób satysfakcjonujący. Materiał ilustracyjny własny i zaczerpnięty z literatury dobrany został właściwie. Nie budzą zastrzeżeń prawidłowo opracowane i oznaczone przypisy.

Praca napisana została w języku dobrym stylistycznie i gramatycznie, odpowiednim dla dysertacji naukowych. Jej zrozumienie nie nastęrcza trudności dzięki klarowności języka, a lektura swoją tematyką i stylistyką budzi zaciekawienie i sprawia przyjemność. Może być nawet dla wielu pasjonująca. Prezentowana dysertacja stanowi bardzo cenny materiał do dyskusji na temat eksperymentów w zakresie rozwiązań przestrzennych oraz metod projektowych w architekturze. Stanowi też cenne źródło wiedzy teoretycznej i praktycznej dla architektów wskazując aktualnie istniejące możliwości w tym zakresie oraz sugerując kierunki rozwoju architektury w przyszłości.

Szczegółowe uwagi merytoryczne i formalne

Należy zwrócić uwagę na kilka potknięć i niedociągnięć natury zarówno merytorycznej, jak i formalnej:

- Str.25 - aspekty energetyczne stanowią element projektowania już na etapie koncepcji projektowych, a nie tylko w fazie projektowania budowlanego
- Str.28 - dyskusyjne jest stosowanie dosłownie przetłumaczonego terminu „skora architektoniczna”, bo są właściwsze polskojęzyczne
- Str.28 - niezbyt przekonujące jest porównanie funkcji skóry biologicznej i architektonicznej w tabeli 3-1
- Str.30 - wzmianka o klimacie ciepłym jest nieodpowiednia, gdyż tak klimat nie jest określany; chodzi zapewne o klimat zwrotnikowy (brakło tego określenia). „Ciepły” jest również klimat równikowy związany z zupełnie innymi zasadami kształtowania architektonicznego
- Str.31 - błędnie zinterpretowano funkcjonowanie klimatyczne struktury centrum kulturalnego w Nowej Kaledonii - to klimat równikowy a nie tropikalny
- Str.33-35 - niedosyt stanowi brak choćby uproszczonych schematów funkcjonalno-technicznych systemów elewacji zielonych, które przecież są jednymi z najistotniejszych w przypadku elewacji bionicznych

- Str.37-42 - zamieszczono kilka wątpliwych przykładów stosowania bionicznych rozwiązań w przestrzeni urbanistycznej - moim zdaniem nie stanowi systemu bionicznego np. Clarke Quay w Singapurze
- Str.50 - regulacja dopływu światła naturalnego w przypadku Pawilonu Wyspiańskiego w Krakowie nie ma wpływu na ekspozycje witraży w ścianie zewnętrznej
- Str.49-61- opisy realizacji obejmujące głównie uzyskane efekty estetyczne nie dotyczą w wielu przypadkach obiektów o elewacjach bionicznych lecz tylko mających charakter wyłącznie biomorficzny, podczas gdy tematyka pracy dotyczy przede wszystkim obiektów biostrukturalnych, takim obiektem raczej nie jest stadion w Pekinie, którego struktura nie jest uznawana za efektywną konstrukcyjnie
- Str.85 - to nie Mike Davis pierwszy stworzył ideę „polyvalent wall” lecz dużo wcześniej Le Corbusier swoim „mur polyvalent”
- Str.97 - dyskusyjna jest kwalifikacja materiałów do grupy organicznych. Generalnie kamień, glina, czy nawet ziemia nie są materiałami pochodzenia organicznego lecz mineralnego
- Str.97 - niekonsekwencja: słomiane bale określone zostały jako materiał „low-tech”, a wcześniej jako „low-tech” nazwano materiały ponownie zastosowane
- Str.99 - w budynku Media-TIC to nie tyle para wodna służy wychłodzeniu lecz wtryskiwany do poduszek ciekły azot jako materiał kriogeniczny i redukujący przenikanie promieniowania słonecznego
- Str.100 - przy informacji o Biorocku należało wspomnieć o Wolfie Hilbertzu, który był prekursorem architektury biostrukturalnej uzyskiwanej w wodach morskich

Wniosek końcowy

Pomimo wykazanych uwag merytorycznych i niedociągnięć formalnych recenzowaną pracę uważam za bardzo cenną pod względem naukowym, a także bardzo przydatną dla celów zawodowych. Oceniam ją wysoko. Cechuje ją rzetelność warsztatu naukowego, a metoda przeprowadzonych badań nie budzi wątpliwości natury warsztatowej. Cele pracy zostały w niej zrealizowane przynosząc interesujące wyniki o cennych walorach nie tylko teoretycznych ale i praktycznych. Z tego powodu celowa byłaby jej szersza publikacja. Przedstawiona dysertacja jest dowodem odpowiednich kompetencji zawodowych doktorantki o sporym już dorobku publikacyjnym oraz znajomości metod badań naukowych wymaganej na tym etapie działalności naukowej. Wszystko to pozwala na stwierdzenie, że recenzowana praca doktorska spełnia wymogi Ustawy o tytułach i stopniach naukowych. W związku z powyższym wnioskuję dopuszczenie dysertacji do publicznej obrony, a także jej wyróżnienie ze względu na oryginalność podjętej tematyki i jej wysokie walory naukowe.

