

Dr hab. inż. arch. Kazimierz Butelski prof. PK

Katedra A2

Wydział Architektury Politechnika Krakowska

31-155 Kraków, ul. Warszawska 24

email: kazimierz.butelski@pk.edu.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy:

„Aspects of Kinetic Architecture – Towards Responsive Design with Information Technology”

„Aspekty Architektury Kinetycznej – Zdążając ku Projektowaniu Responsywnemu z Wykorzystaniem Technologii Informatycznych”

Autor:

mgr. inż. arch. Karolina Dąbrowska-Żółtak

Promotor:

prof. dr hab. inż. arch. Stefan Wrona

1. Podstawa formalna opracowania recenzji.

Podstawę formalną stanowi uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Architektura i Urbanistyka Politechniki Warszawskiej z dnia 27 czerwca 2023 roku w sprawie recenzji anglojęzycznej rozprawy doktorskiej mgr. inż. arch. Karoliny Dąbrowska-Żółtak, pt. „Aspects of Kinetic Architecture – Towards Responsive Design with Information Technology” wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. arch. Stefana Wrony.

Szczegółowe warunki ujęto w umowie o dzieło, zawartej pomiędzy Politechniką Warszawską-Wydziałem Architektury, reprezentowanym przez Prodziekana ds. Ogólnych dr. inż. arch. Jerzego Grochulskiego prof. uczelni a dr hab. inż. arch. Kazimierzem Butelskim prof. PK. Załącznikami do umowy są w. wym. praca wraz z aneksem nr. 1 “Database of Buildings with Kinetic Elements and Described as Kinetic Architecture Realised in the Years 2000-2020”. Co do zakresu i kryteriów oceny

przyjęto zasady z poradnika¹ przygotowanego przez Radę Doskonałości Naukowej w 2022 r. pt. „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy”, w części dotyczącej przewodów doktorskich.

2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca obejmuje 208 stron: tekstu w języku angielskim, włączając 130 ilustracji, 18 tabeli i wykresów, bibliografię tradycyjną i internetową oraz normy. Praca zawiera także streszczenia w języku angielskim i polskim. Dodatkowo do pracy został dołączony sporządzony również w języku angielskim aneks liczący 169 stron, który zawiera bazę danych o analizowanych obiektach zawierającą także 2 wykresy (pozostałe 4 wykresy nazwane są ilustracjami) wraz z mapami i źródłami literaturowymi.

Do elektronicznej wersji pracy dołączono również rozszerzone streszczenie w języku polskim liczące 20 stron zawierające wybrane pozycje bibliografii tradycyjnej i źródeł internetowych.

Rozprawa doktorska podzielona została na 7 merytorycznych rozdziałów oraz 4 formalne zawierające: definicje i słownik pojęć użytych w rozprawie, bibliografię oraz spis ilustracji i tabel.

Część merytoryczna pracy składa się z: wprowadzenia do tematyki badawczej i opisu przyjętych metod wraz tezami pracy w rozdziale 1, opisu rozwoju historycznego pojęcia architektury kinetycznej w rozdziale 2, technicznych uwarunkowań w rozdziale 3. Rozdział 4 zawiera właściwą część badawczą, w której wg przyjętych kryteriów typologicznych analizowane są studia przypadków obiektów architektonicznych. Rozdział 5 jest kontynuacją części badawczej i zawiera studia szeregu przypadków możliwych implementacji architektury kinetycznej w przestrzeniach publicznych. Kolejna część zawarta w rozdziale 6 odnosi się do metody badawczej przez projektowanie. Jest to prezentacja i analiza eksperymentów w oparciu o ćwiczenia projektowe wykonane na Politechnice Warszawskiej w ramach ROBOstudio.

Rozdział 7 stanowi podsumowanie pracy, w którym zweryfikowano tezy badawcze, wskazano na wpływ rozwiązań kinetycznych na możliwości tworzenia

<https://www.rdn.gov.pl/dl/262/attachment/c37685/Recenzje%20w%20post%C4%99powaniach%20o%20awans%20naukowy-skompresowany.pdf>

przekształcalnych przestrzeni architektonicznych oraz wskazano na możliwości i wyzwania jakie stoją przed tego typu architekturą.

Aneks załączony do pracy zawiera 145 kart obiektów. Każda karta ma standardowy charakter i składa się z nazwy obiektu, danych o autorach, lokalizacji, typie budynku i wykonawcy, opisu technicznego wraz z wskazaniem elementów kinetycznych i typologii ruchu. Określa także funkcje elementów kinetycznych i wskazuje źródła informacji skąd została uzyskana. W końcu zawiera charakterystyczną graficzną reprezentację analizowanego obiektu.

Przedmiotem pracy są rozwiązania z zakresu architektury kinetycznej. Autorka zamierzała przebadać możliwości zmiany geometrii przestrzeni architektonicznej i urbanistycznej, w kontekście nowych współczesnych narzędzi technologicznych.

Wg autorki „*Architektura kinetyczna...to koncepcja, zgodnie z którą budynki są projektowane w taki sposób, aby umożliwić ruch części konstrukcji bez zmniejszania ogólnej integralności strukturalnej*”.

Praca nie posiada ograniczeń geograficznych, materiał badawczy ograniczony jest do XXI wieku, ograniczenie czasu w jaki mają nastąpić zauważalne zmiany budynku to 24 godziny. W pracy wprowadzono także ograniczenia rzeczowe, które zdefiniowano następująco „*Badania dotyczą obiektów architektonicznych, w których możliwe jest wyodrębnienie struktur ruchomych stanowiących architektonicznie integralną część analizowanego budynku*”

We wprowadzeniu autorka uzasadniła podjęcie tematu, nakreśliła cel pracy oraz przedstawił dwie tezy pracy:

Teza 1: Narzędzia czwartej rewolucji przemysłowej i robotyki będą miały wpływ na architekturę w zakresie jej konstrukcji i poszukiwań projektowych

Teza 2: Architektura kinetyczna może pozwolić na zwiększenie efektywności i komfortu użytkowania przestrzeni publicznych

Metoda pracy polegała na analizie literatury przedmiotu i wybranych zgodnie z przyjętymi kryteriami 145 obiektów. Pominęto budynki zlokalizowane w Afryce, Ameryce Południowej i na Antarktydzie. W ramach tej analizy 7 dotyczy zewnętrznych przestrzeni publicznych a pozostałe 138 obejmuje obiekty architektoniczne. Obiekty te dodatkowo podzielono na grupy takie jak, architektura mieszkaniowa, biura i miejsca pracy, sport, przestrzenie widowiskowe (teatry, sceny, i filharmonie), muzea i galerie, obiekty komercyjne i usługowe oraz restauracje, mosty i infrastruktura drogowa, .

Metoda pracy polegała także na badaniu poprzez projektowanie i w tym zakresie przeanalizowano 14 projektów studenckich dotyczących przestrzeni publicznych i lokalizacji w obrębie Warszawy.

Łącznie przeanalizowano 159 przypadków występowania zjawisk związanych z architekturą kinetyczną w XXI wieku.

W pracy zastosowano 4 metody badawcze: interdyscyplinarne podejście systemowe, badania literaturowe, studia przypadków oraz badania poprzez projektowanie.

W badaniach podjęto również kwestię bezpieczeństwa użytkowania budynków kinetycznych oraz organizacji zarządzania przekształceniami.

Autorka pracy opisała i wyjaśniła terminologię oraz stan badań w ujęciu historycznym, oraz związaną z tym literaturę przedmiotu.

W dysertacji omówiono projektowanie układów mechatronicznych, w oparciu o literaturę oraz szczególnie cenne doświadczenia zawodowe autorki. Zdefiniowano kluczowe elementy systemu mechatronicznego takie jak: układ pozyskiwanie danych wejściowych, system sterowania, elementy wykonawcze oraz system mechaniczny.

Z analizy studiów 145 przypadków obiektów architektury kinetycznej w rozprawie wywiedziono wniosek, *iż zaobserwować można charakterystyczne kierunki rozwoju elementów kinetycznych w poszczególnych typach architektury. Elementy ruchome w istotnej części stanowią unikatowy element realizowanych budynków, ale w znacznej części stosowane są dla realizacji konkretnych funkcji, w tym rekonfiguracji przestrzeni czy kontroli parametrów środowiskowych.*

Podobnie szczegółowo przeanalizowano i opisano rozwiązania dotyczące przestrzeni publicznych podając ich funkcjonowanie krytycznej analizie.

Istotną częścią pracy badawczej są przykłady i analizy projektów studenckich dotyczących rozwiązywania problemów przestrzeni publicznych poprzez rozwiązania architektury kinetycznej w Warszawie. Dzięki ich zastosowaniu zaprezentowano możliwości zintensyfikowania użytkowania przestrzeni publicznych w czasie poprzez ich rekonfigurację.

Zakończenie zawiera weryfikację tez badawczych. W zakresie pierwszej tezy stwierdzono m.in., że: *„narzędzia rewolucji przemysłowej, ...mogą przyczynić się do dalszego rozwoju rozwiązań z zakresu architektury kinetycznej i responsywnej dotyczących zagadnień bezpiecznego użytkowania oraz poprawy stopnia automatycznej adaptacji rozwiązań.”* W zakresie tezy drugiej dowód ujawniony jest w treści rozdziałów 5 i 6.

Dodatkowo w podsumowaniu badań dotyczących architektury kinetycznej znalazły się uwagi dotyczące systemowego podejścia do projektowania systemu architektonicznego poczynając od projektowania poprzez budowanie, eksploatację i użytkowanie.

3. Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Kryteria formalne jakie powinna spełniać rozprawa doktorska określa art.13. ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, na czym oparto zasady z poradnika² przygotowanego przez Radę Doskonałości Naukowej w 2022 r. pt. „Recenzje w postępowaniach o awans naukowy”. Z zasad tych wynika, iż pozytywna ocena pracy doktorskiej dotyczy 3 elementów:

- 1) oceny wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach;
- 2) oceny wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora;
- 3) oceny wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Odpowiedzi na te wszystkie pytania ze strony recenzenta są pozytywne co zostanie wyjaśnione w dalszej części przedstawionej opinii zgłoszone zaś pytania co do stanu badań, metod i treści pracy mają charakter dyskusji naukowej nie umniejszającej wysokiej oceny recenzowanej pracy.

Dysertacja wykonana została pod kierunkiem promotora prof. dr hab. inż. arch. Stefana Wrony i przedstawiona jest w odpowiedniej wymaganej przez ustawę formie oraz zawiera wymagane streszczenia w języku polskim i angielskim zatem wypełnia podstawowe warunki formalne wymagane w powołanej powyżej ustawie. Ponadto zdaniem recenzenta rozprawa ta **stanowi oryginalne** rozwiązanie problemu naukowego

2

<https://www.rdn.gov.pl/dl/262/attachment/c37685/Recenzje%20w%20post%C4%99powaniach%20o%20awans%20naukowy-skompresowany.pdf>

dotyczące *Architektury Kinetycznej*. Autorka prowadzi w swojej pracy konsekwentnie i logicznie dowód postawionych w rozprawie tez badawczych posługując się prawidłowymi dla analizowanego zagadnienia metodami badawczymi, w związku z czym także w tym zakresie odpowiada kryteriom ustawowym wskazując **umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**.

Sposób zebrania i opracowania materiału badawczego oraz analiza treści pracy pozwala również na stwierdzenie, **iż kandydatka posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dziedzinie architektury i urbanistyki**.

4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przestawiona praca doktorska z racji swojej tematyki dotyczy bardzo obszernego zakresu badań i ma interdyscyplinarny charakter łącząc architekturę i technologię. Gdyby w tytule nie pojawiło się słowo „aspekty” to ilość zagadnień jakie należałoby podjąć prawdopodobnie nawet w erze rozwiniętych technologii informatycznych i sztucznej inteligencji przekraczałby ramy pracy doktorskiej.

Zagadnienie wyboru przedmiotu badań i jego zakresu w tym postawienie tez badawczych jest zatem szczególnie istotne dla oceny merytorycznej samej rozprawy. Podjęte badania w zakresie architektury kinetycznej są w skali Polski pionierskie i w tym kontekście należy ocenić przyjęte metody badawcze oraz analizowane przykłady. Nawet przy założonym ograniczeniu pole badań, praca nieuchronnie mierzy się z pojęciami podstawowymi próbując odpowiedzieć na pytania czym jest architektura i urbanistyka oraz co oznacza współcześnie słowo projektować ?

W związku z tym recenzent chciałby się odnieść do trzech problemów podejmując polemikę z autorką.

Sztuczne satelity i metabolizm

Autorka w części merytorycznej pracy dokonała opisu historycznego rozwoju architektury kinetycznej i powiązała go z technologiami informatycznymi.

Przełom lat 60 tych i 70 tych wskazany jest jako czas powstawania teoretycznych założeń dla pojęcia architektury kinetycznej. W szczególności w opisie tym istotny okazał się 1970 rok, w którym opublikowana została książka pod tytułem Architektura Kinetyczna autorstwa William Zuk i Rogera Clarka do jakiej odnosi się autorka. Kolejne ujęte w stanie badań publikacje pochodzą już z lat 2011-2019. Sprawia to

wrażanie nieciągłości, pomimo tego, iż niektóre cytowane publikacje z XXI wieku dotyczą tematyki wcześniejszej.

Choć recenzowana praca nie jest o historii architektury a dotyczy jedynie kinematycznego jej aspektu wydaje się, iż opis teorii na bazie istniejącej literatury mógłby być pełniejszy. Recenzent upatruje początków współczesnych idei architektury kinetycznej co najmniej 100 lat wcześniej, bo w 1896 roku w książce Edwarda Everetta Hale pod tytułem „The Brick Moon”. Autor przedstawił w niej po raz pierwszy ideę stacji kosmicznej. Idea ta znalazła następnie swoich kontynuatorów np. w koncepcji tzw. „koła von Brauna” o średnicy 76 m z 1952 roku składającego się ze współzależnie poruszających się 3 pierścieni w celu wytworzenia sztucznej grawitacji. Idea ta swe teoretyczne podstawy miała w pracach Konstantina Tsiolkovskiego z 1903 gdzie opisano zasadę rotacji dla wytworzenia grawitacji i Hermana Potočnika, który zaproponował w 1929 r., w pracy „Problemy podróży w przestrzeni” wirujący pierścień o średnicy 30 metrów umieszczony na orbicie geostacjonarnej jako stację kosmiczną ze sztuczną grawitacją. Ostatecznie materializacja idei stacji kosmicznych to rok 1971, kiedy pojawia się pierwsza - Salut.

Jeśli stacje kosmiczne uznać za architekturę a ich powstawanie za miejsce eksperymentów z budowaniem środowiska życia dla człowieka w warunkach ekstremalnych to wydaje się, iż taka właśnie powinna być cezura czasowa rozważań dla architektury kinetycznej.

Zrealizowane stacje kosmiczne poczynając od pierwszej Salut z roku 1971 aż po funkcjonujące do dziś: międzynarodowa ISS (od 1988 roku) i chińska Tiangong (od 2021), mogą dostarczyć wielu ciekawych spostrzeżeń dotyczących adoptowalności i zmienności formy co ściśle związane jest z badaniami nad architekturą kinetyczną. Ważnym elementem tworzenia stacji kosmicznych są też kwestie nowych materiałów i sposobów konstrukcji. W szczególności odniesieniu do koncepcji tzw. formy otwartej oraz ujmowania architektury jako procesu ciągłej dynamicznej zmiany i rozumienia roli architekta jako inicjatora procesu prowadzącego do powstawania i rozwoju form a nie w tradycyjnym ujęciu twórcę skończonej formy.

W tym zakresie brak jest w stanie badań odniesienia do takich nurtów architektonicznych jak np. japoński metabolizm. Warto też wspomnieć o pracach polskich architektów - Oskara Hansena, twórcy koncepcji „Formy otwartej” czy Jerzego

Sołtana, którego projekty obejmowały ruchome elementy, takie jak przesuwające się fasady i zmieniające się struktury, aby wnieść dynamikę w przestrzeń architektoniczną.

Koncepcja metabolizmu architektonicznego była oparta na analogii, między organizmem, który może rosnąć, architekturą, która może rozwijać się, ewoluować i przystosowywać się do zmieniających się warunków. W konsekwencji rozbudowa i elastyczność formy należała do głównych założeń tego nurtu.

Jednym z wybitnych przedstawicieli metabolizmu w architekturze był Kisho Kurokawa. Jego słynna tokijska realizacja „wieży kapsułowej Nagakin” z 1972 roku najlepiej oddawała ducha tej koncepcji umożliwiając rekonfigurację doczepionych do dwóch bazowych członów samodzielnych elementów jego struktury. Obiekt ten zajmujący trwałe miejsce w historii światowej architektury podlega obecnie rozbiórce. Warto zastanowić się i zrozumieć czemu mechaniczna możliwość rekonfiguracji nigdy nie została zrealizowana choć była głównym wyróżnikiem tego budynku i jądrem jego koncepcji. Jego realizację poprzedziły trzy ważne projekty na Wystawie Światowej w Osace, która odbyła się w 1970 roku. Pierwszy z nich to Pawilon tematyczny Expo'70 „Dom kapsułowy” który, oferował wizję nowej urbanistyki z wymiennymi umieszczonym w strukturze miasta elementami budynku-kapsuły. Dwa kolejne to „Toshiba IHI Pawilon” z poruszającą się okrągłą podłogą o średnicy 26 m i powielaną we wszystkich wymiarach strukturą nazwaną „Takara Beautilion”. Wszystkie te formy już dzisiaj nie istnieją natomiast wielkim, trwałym sukcesem architektonicznym Kisho Kurokawy okazały się dopiero hotele kapsułowe. Ta rewolucja w funkcjonowaniu hoteli radykalnie zmieniła warunki ich użytkowania i strukturę, ale już bez elementów kinematycznych.

Wystawa EXPO'70 w Osace przyniosła również inne osiągnięcia w zakresie zmiennej formy związane z prezentacją nadmuchiwanych - pneumatycznych konstrukcji, w postaci pawilonów: „Fuji Group”, „Flaminga Theatre” i „Mushballoon”. Zagadnieniu temu poświęcę jeszcze uwagę w dalszej części recenzji.

Ostatnie Expo 2000 w Dubaju z 2020 roku które z powodu pandemii trwał aż do 2022 roku było względem architektury kinetycznej ubogie. Trudno wskazać na jego przykładzie, iż po 50 latach dokonany został znaczący postęp w dziedzinie architektury kinetycznej oraz iż jest to główny nurt współczesnej architektury.

Pawilon gospodarzy zaprojektowany przez Santiago Calatrava z siłownikami służącymi zasłanianiu i odsłanianiu światła, oraz Pawilon Polski zaprojektowany przez WXCA z kinetyczną rzeźbą na elewacjach nawiązującą do klucza ptaków, czy też nawiązujące do orientalnej tradycji elewacje z drewnianych koralików w Pawilonie Irańskim, stanowią nieliczne przykłady tego nurtu. Trudno uznać za takie rozwiązanie poruszającą się podłogę w Pawilonie USA nawiązującą do taśmowego podawania jedzenia w barach Sushi, czy gigantyczne schody ruchome w pawilonie Saudyjskim. Dominującym medium w większości pawilonów okazały się wielkie ekrany LCD wraz rozbudowanymi systemami prezentacji dźwięku kreującymi obowiązkowo wcale nie responsywny multimedialny przekaz znany z filmu na podstawie Orwellowskiego roku 1984.

W stanie badań brak relacji architektury kinetycznej z innymi dziedzinami aktywności człowieka, w szczególności ze sztuką. Jest to o tyle istotne, iż bardzo rzadko a w zasadzie wcale zjawiska jakie dają zaobserwować się w jednej dziedzinie wiedzy w tym wypadku w architekturze nie są reakcją na osiągnięcia z innych dziedzin.

W szczególności bliskie są relacje pomiędzy architektura i sztuką. *Rzeźba „Stojąca fala”, stworzona w roku 1920 przez Nauma Gabo, jest jedną z pierwszych z prac spełniających założenia nurtu kinetycznego. W jego ramach sztuka awangardowa i architektura ponownie ujawniły wzajemne relacje. Podstawy teoretyczne zawarto w tzw. Manifeście realistycznym, autorstwa Nauma Gabo i Nicolausa Pevsnera. Uważali oni, iż należy wprowadzić „rytmy kinetyczne, aby przywrócić sztuce zdolności wyrażenia świata”. Artyści, dążąc do przełamania statycznej monotonii prezentowanej w dotychczas znanej im sztuce, zaczęli sięgać po obiekty zmienne w czasie, co ujawniło się m.in. w pracach Alexandra Caldera. Jego rzeźby z lat 30. XX wieku, zwane mobilami, poruszały się pod wpływem ruchu powietrza i temperatury. Ważną postacią tego nurtu był George Rickey, autor blisko 100 mobilnych rzeźb z lat 50. i 60. xx wieku. Jego dzieła były bliższe konstruktywizmowi od mobili Caldera z racji swych geometrycznych form oraz kontrolowanej trajektorii ruchu. Podstawy teoretyczne dla swych prac Rickey opublikował pod tytułem Konstruktywizm – geneza i ewolucja.*

Cytowany fragment pochodzi z artykułu recenzenta w czasopiśmie Zawód Architekt (Z:A 83 STYCZEŃ-LUTY 2022) dotyczącego współczesnego detalu w architekturze.

Wskazuje on na twórczość jako proces, w wyniku którego powstają formy zmienne o uporządkowanym lub chaotycznym charakterze. Jak widać artystyczne osiągnięcia Caldera i Rickeya w tym zakresie poprzedziły te związane z architektoniczną percepcją architektury kinetycznej. Ujęcie projektowania jako platformy budowy formy otwartej doceniło jury nagrody Pritzкера przyznając ją w 2016 roku chilijskiemu architektowi Alejandro Aravena min. za koncepcję „incremental”³ w odniesieniu do małych mieszkalnych budynków socjalnych. Architekt proces powstawania tych budynków zainicjował i nadał mu ramy, lecz sam proces „przyrastania” formy trwa nadal. Dotyczy to samych budynków jak i jednostek urbanistycznych które tworzą. Przyrastanie to odbywa się z udziałem założonej przez architekta partycypacji społecznej mieszkańców. W koncepcji tej Aravena odwoływał się do silnie oddziaływującego na architekturę i urbanistykę w Ameryce Południowej eksperymentu Previ Lima (Proyecto Experimental de Vivienda) z roku 1969 którym kierował amerykański architekt i urbanista Peter Land. Previ zostało zaprojektowane przez grupę międzynarodowych architektów i urbanistów, z których wielu miało związki z ruchem modernistycznym i eksperymentalnymi nurtami architektonicznymi przy udziale specjalistów z innych dziedzin nauki nie tylko ścisłych, ale też humanistycznych takich jak np. socjologów. Projekt skupiał się na tworzeniu innowacyjnych rozwiązań mieszkalnych, które mogłyby być dostosowywane do zmieniających się potrzeb mieszkańców. Główne założenia projektu to: **Modularność:** moduły mieszkalne, które można łączyć i rozdzielać według potrzeb, tworząc różnorodne konfiguracje. **Partycypacja społeczna:** uwzględnienie potrzeb i preferencji społeczności lokalnej w procesie projektowania, dopuszczenie do zmian i rozwoju formy w czasie. **Eksperymentowanie z formą i materiałami:** eksploracja różnych form architektonicznych oraz nowych materiałów i technologii, dla stworzenia innowacyjnych i efektywnych rozwiązań. **Zrównoważoność:** Projekt skupiał się na kwestiach związanych z zrównoważonym rozwojem i ochroną środowiska naturalnego. Previ Lima było Południowo Amerykańską odpowiedzią na japoński metabolizm i zjawiska te występowały równolegle do siebie w latach 70 tych. Oba eksperymenty spotkał podobny los, ponieważ struktura Previ Lima jest dziś w wyniku procesu partycypacyjnej zmiany formy niemożliwa do rozpoznania podobnie jak eksperymentalne budynki Kisho Kurokawy zostały lub są właśnie rozbierane. Od

³ Nie ma dobrego polskiego tłumaczenia tego terminu najbliższy znaczeniowo to wzrastanie, przyrastanie.

roku 2016 podobny proces zaobserwować można także w odniesieniu do chilijskich eksperymentów mieszkaniowych Alejandro Aravena, których pierwotna struktura stopniowo zanika stając się strukturą slumsu, dla którego miała być remedium. Zagadnienie filozofii projektowania w tym tworzenia generatywnych otwartych form dla różnorodnych funkcji powinno znaleźć swe miejsce w pracy o architekturze kinetycznej.

Podsumowując tą część oceny dysertacji należy wskazać, że choć w sposób niepełny to jednak trafnie w pracy wskazano lata 70 te XX wieku jako okres, gdy dokonały się zasadnicze przemiany i krystalizowały pojęcia mające wpływ na przedmiot badań.

Ruch i jego względność

Drugie ważne zagadnienie z nauk podstawowych z jakim mamy do czynienia w pracy o architekturze kinetycznej to pojęcie ruchu i jego względności. W pracy ruch zdefiniowany jest w sposób intuicyjny – jako zmiana formy lub jej części jaką możemy zaobserwować naocznie. W zależności jednak od układu odniesienia jak wiemy z fizyki klasycznej pojęcie to jest względne w szczególności w przypadku, gdy w ruchu znajduje się cały budynek a my znajdujemy się w jego przestrzeni. Wizualizacją takiej sytuacji jest „Teatr Świata” Aldo Rossiego podróżujący w obrębie Wenecji w czasie Biennale by zakończyć swą drogę w Dubrowniku. O teatrze tym pisano, iż tworzy efemeryczne scenografie wkomponowane w ruchomy krajobraz miasta. Aldo Rosii opisał tak swoją koncepcję „architektura jest możliwym tłem, scenerią, budynkiem, który można obliczyć i przekształcić w wymiary i konkretne materiały o często nieuchwytnym odczuciu”. W związku z tym praca przedstawiona do recenzji domyślnie wskazuje budynek jako układ odniesienia zakładając, iż zawsze posiada on elementy jakie pozostają niezmiennie co pozwala na dokonanie oceny, iż uległy przekształceniu w inne elementy. Jeśli budynek jest układem odniesienia dla ruchu to znaczy, że nie zakładamy jego radykalnej całościowej zmiany a jedynie zmiany jego detali lub fragmentów. Wtedy jednak należy wskazać to w założeniach pracy. Jeśli takie organicznie miałyby miejsce to należy też, wyjaśnić, jak podchodzimy do architektury „pneumatycznej” ? W „nadmuchiwanym budynkach” trudno wskazać elementy jakie pozostają strukturalnie stabilne, ponieważ najczęściej cała forma ulega przekształceniu a zatem układem odniesienia nie jest niezmienna struktura budynku.



Il.1. Teatr Świata” Aldo Rossi 1980 ilustracja za <http://www.nowhereoffice.it/a-rossi-il-teatro-del-mondo/> (dostęp.15.08.2023)



Il.2. Teatr Świata” Aldo Rossi ilustracja za <https://www.arkitera.com/haber/gecmisten-bugune-venedik-mimarlik-bienali/> (dostęp.15.08.2023)

Zmiana formy zgodnie z założeniami pracy mają się dokonać w zakresie od 0 do 24 godzin. To założenie nie jest jednak w bazie danych obiektów wprost wskazane, ponieważ nie wskazano czasu w jakim dokonują się zmiany w poszczególnych analizowanych obiektach.

Recenzent dokonał sprawdzenia na kilku wybranych przykładach i ustalił, iż założenie to jest zachowane np. czas transportu murawy na boisko w Phoenix University Stadium wynosi 25 min. Dane te jednak powinny znaleźć się w bazie danych, ponieważ istotnym wymiarem architektury kinetycznej jest czas.

Należałoby też wyjaśnić w kontekście czynnika czasu jak odnieść się do architektury, która powstaje „ad hoc” na potrzeby wydarzeń w przestrzeniach publicznych takich jak sceny dla koncertów, ołtarze dla uroczystości religijnych czy trybuny dla wydarzeń politycznych, których powstawanie mieści się w założonym 24 godzinnym przedziale czasu. Dzięki swej modułowości jest to zjawisko powtarzalne i warto je opisać lub wyjaśnić czemu zostało pominięte.

Skala i klasyfikacja

W mniejszej skali, ale znaczącej w wymiarze urbanistycznym może też zaobserwować takie zjawiska jak np. organizacja plaży z jej koszami, parawanami i parasolami które to w sposób zorganizowany lub chaotyczny tworzą dynamiczną i zmienną organizację w przestrzeni publicznej.

Dochodzimy tutaj do kolejnego trzeciego pytania z zakresu badań podstawowych mianowicie do skalowalności problemu oraz do kwestii proporcjonalności wybranych do analizy przykładów.

Analizowane przykłady zostały zaprezentowane według podziału funkcjonalnego w grupach klasyfikacji budynków. Wyróżniono 8 takich grup plus jedną dodatkową mieszczącą wszystkie inne. Autorka nie wskazuje jednak skąd taka klasyfikacja się wzięła i czy zawiera wszystkie typy funkcjonalne? Nie jest ona zgodna z obowiązującą w Polsce klasyfikacją, która znajduje się np. w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 1999 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Obiektów Budowlanych (PKOB) Dz.U. 1999 nr 112 poz. 1316 Dziennik Ustaw 1999 112 poz. 1316. W tym klasyfikacja ministerialna zawiera też definicje pojęć, których przyjęcie pomogłoby w odpowiedzi na wcześniej stawiane pytania dotyczące ograniczeń przyjętych w dysertacji. Sprawa

wymaga więc wyjaśnienia w szczególności dlatego, iż w analizie brak np. takich grup obiektów, jak lotniska i terminale lotnicze czy też zakłady przemysłowe. Struktury architektoniczno urbanistyczne takie jak współczesne huby lotnicze dostarczają bardzo dużo materiału badawczego w zakresie architektury kinetycznej. Ich problemy funkcjonalne i eksploatacyjne są przyczyną powstawania książek tak jak w przypadku nowego lotniska w Berlinie⁴ czy też powstawania raportów rządowych tak jak w przypadku nowego lotniska w Hongkongu⁵. W opracowaniach tych analizowane są przyczyny dysfunkcyjności tych struktur. Okazało się, iż przyczyna ta leży w czasie jaki jest wymagany do nauki ich „obsługi”. Zagadnienie to jest ściśle związane z opisanym powyżej problem skalowalności problematyki budynków kinetycznych.

W zakresie budownictwa przemysłowego warto zwrócić uwagę na obiekty elektrowni zasilanych z niekonwencjonalnych źródeł np. chilijskiej elektrowni słonecznej Cerro Dominator na pustynia Atakama. Jest to jedno z najbardziej zaawansowanych rozwiązań architektonicznych i technologicznych tego typu na świecie. Energia jest wychwytywana przez heliostaty, mega-zwierciadła, które śledzą trajektorię słońca ruchem w dwóch osiach. Wskazują one na odbiornik znajdujący się na szczycie wieży, w której zgromadzona woda zamieniana jest na parę napędzająca turbiny generatorów. Elektrownie tworzy 10 600 heliostatów o łącznej powierzchni pola słonecznego wynoszącej ponad 700 hektarów i wytwarzanej mocy 110 MW.

Innym polem automatyzacji i dynamicznej ciągłej zmiany tradycyjnej formy architektonicznej i sposobów funkcjonowania są powstające ostatnio japońskie cmentarze wertykalne z najbardziej znanym Shinjuku Rurikoin mieszczącego 7000 urn w centrum Tokio. W projekcie tym dokonano analizy jednoczesności użytkowania przestrzeni cmentarzy. W efekcie tej analizy stworzono koncepcje radykalnej zmiany funkcjonalnej w celu optymalizacji użytkowania przestrzeni poprzez odwrócenie zasady ruchu w obrębie cmentarza przy pozostawieniu funkcji symbolicznych.

W relacji do tego typu obiektów analizowanie w pracy pomostu opuszczanego z domu jednorodzinne jak to można zobaczyć na stronie np. 18 aneksu w budynku

⁴ Manfred von Gerakan. Black Box BER: Vom Flughafen Berlin Brandenburg und anderen Großbaustellen. Wie Deutschland seine Zukunft verbaut

⁵ https://www.gov.hk/en/residents/government/policy/government_reports/reports/docs/new_airport_report.pdf

nazywanym „Arką Koniecznego” wydaje się dość dyskusyjne ze względu na omawiany temat, ponieważ zastosowane rozwiązanie nie ma cech innowacyjności. W związku z tym przed przyszłą publikacją pracy należałoby krytycznie przejrzeć pod tym względem bazę danych oraz źródła ich doboru, w tym przypadku stronę internetową architekta, która nie jest uznanym źródłem naukowym.

W doborze materiału badawczego nie wyjaśniono czy i jakie kryteria jakościowe w doborze analizy przypadków z zakresu architektury zostały zastosowane. Szanując dokonany przez Autorkę wybór przykładów, wskazaną kwestię należałoby uszczegółowić. Recenzent z racji swych zainteresowań naukowych zwraca również uwagę, iż powstawanie kinetycznych budynków związane jest ściśle z systemem prawnym, który może w całości lub w części eliminować rozwiązania kinetyczne. Na tym tle należy zwrócić uwagę na szereg innowacyjnych projektów zrealizowanych przez Bernarda Khourego w Libanie, w którym kontrola prawna jest ograniczona. Należy wskazać tutaj przykładowo takie projekty kinetyczne jak klub muzyczny B 018, Restauracja Centrale, czy też Sushi bar Yabani w Bejrucie oraz na willę znaną jako projekt Plot 7950 która położona jest w górach Libanu w miejscowości Faqra,

Do samej bazy danych można by jeszcze zgłosić jeden postulat przy tak sformułowanej tematyce powinna zawierać ona elementy multimedialne pokazujące w formie filmowej omawiane przykłady.

Podsumowując, autorka dokonała wyboru i systematyki przykładów obiektów architektonicznych w jakich daje zaobserwować się badane zjawisko i na tej podstawie wyjaśniła związane z nim pojęcia. Podobnie dokonała wyboru i systematyki obiektów urbanistycznych powstałych w ramach eksperymentów projektowych na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej służących implementacji architektury kinetycznej. Doktorantka starała się przewidzieć kierunki przyszłego rozwoju architektury czym spełniła cele stawiane pracom doktorskim. Zasadniczą wymagającą podkreślenia zaletą pracy jest podjęcie aktualnej tematyki powstawania budynków związanych z zjawiskiem architektury kinetycznej oraz próba określenia perspektywy drogi ich dalszego rozwoju. Uwzględnienie zagadnień związanych z bezpieczeństwem ich użytkowania jest bardzo ważnym osiągnięciem tej pracy.

Opis zjawisk ujawniony w pracy wskazuje na erudycję autorki i szeroką wielowątkową analizę poruszanych w pracy zagadnień teoretycznych i ich implementacji.

Przyjęta w pracy metoda badawcza prawidłowo zakładała analizę istniejących przykładów budynków i analiz projektów. Za ważne i cenne w pracy należy uznać tę część, która poświęcona jest badaniom opartym na eksperymentalnych projektach. W zakresie eksperymentów w przestrzeni publicznej należy zauważyć, iż omawiana problematyka ćwiczeń projektowych ściśle związana jest z miejscem i czasem ich powstawania, czyli Warszawą. W przyszłych eksperymentach mogłaby być rozszerzona w szczególności o zagadnienia związane z użytkowaniem przestrzeni publicznej w odniesieniu do kwestii bezpieczeństwa i zagrożeń związanych z terroryzmem. W tym obszarze istnieje olbrzymie pole badawcze i wiele zrealizowanych struktury, w których elementy kinetyczne kontroli przestrzeni publicznej zostały zrealizowane w oparciu o skomplikowane systemy czujników i zarządzane przy pomocy sztucznej inteligencji na podstawie min. rozpoznawania twarzy. Dotyczy to w dużej mierze przykładów z Bliskiego Wschodu w tym bariery na granicy pomiędzy Izraelem a Palestyną, Zielonej strefy w Bagdadzie czy też Centrum Bejrutu. Stosowanie elementów kinetycznych w przestrzeniach publicznych ma więc szerszy wymiar kulturowy. Ponieważ analizowane przykłady interwencji urbanistycznych dotyczyły Warszawy, warto byłoby również w ramach dyskusji wskazać na wyniki⁶ dwuetapowego konkursu SARP jaki miał miejsce w 2019 roku. Rzadko się bowiem zdarza, że wymagania konkursowe dotyczą z założenia rozwiązań kinetycznych w tym wypadku okresowego zadaszania najstarszego polskiego amfiteatru w Łazienkach Królewskich.

Podsumowując część badawczą należy uznać, iż wywody jakie prowadziła w niej autorka są prawidłowe. Wskazane przez recenzenta mankamenty należy traktować jako tezy do dyskusji a ich pojawienie się jest nieuniknione w konsekwencji pionierskiego charakteru pracy i trudności w uwzględnieniu całości tematyki z tym związanej.

⁶<https://www.architekturaibiznes.pl/wyniki-konkursu-na-projekt-zadaszenia-amfiteatru-w-lazienkach-krolewskich,2987.html>

5. Szczegółowe uwagi krytyczne

O języku pracy.

Praca napisana została w języku angielskim co jest jej dużą zaletą i powinno ułatwić popularyzację zawartych w niej idei. Recenzent nie podejmuje się oceny jakości języka, która na potrzeby przyszłej publikacji podlegać będzie profesjonalnej korekcie językowej. W związku z tym chciałby zwrócić jedynie uwagę, iż wybór ten powoduje równocześnie kilka problemów np. w kontekście terminologicznym czy też przyjętych w pracy zasad tłumaczenia literatury przedmiotu.

Nie chodzi tutaj wyłącznie o literówki takie jak np. str. 15 jest „Kinetic Architektura”, powinno być „Kinetic Architecture” ale np. kwestię tłumaczenia lub jego braku na język angielski tytułów prac, które w tym języku nigdy nie zostały wydane.

Przykładowo na tej samej 15 stronie odnajdziemy taką pozycję „*The Future to Build* (Kiecko, 2015)”. Pełne angielskie tłumaczenie tytułu powinno jednak brzmieć „The future to build. Futurology and architecture in communist Poland.” Tymczasem w zamieszczonej bibliografii takie tytułu przetłumaczonego na angielski nie mamy ani w pełnej ani w skróconej wersji, ponieważ występuje ona bez tłumaczenia na stronie 188 tylko w oryginalnym polskim brzmieniu „Kiecko, E., 2015. Przyszłość do zbudowania. Futurologia i architektura w PRL. Fundacja Bęc Zmiana”.

Z kolei na stronie 16 występuje taki zapis „*Inteligentny dom i inne systemy sterowania w 100 przykładach*” (*Smart home and other control systems in 100 examples*) (Kwaśniewski, 2011). Wydaje się, że taki zapis jest prawidłowy i powinien być konsekwentnie stosowany w całej dysertacji, czyli nazwa w języku wydania i jej tłumaczenie na angielski. Niestety w bibliografii na stronie 188 ta pozycja podana jest tylko z tytułem w języku polskim i dodatkowo posiada literówkę.

W związku z czym praca w tym zakresie jest niekonsekwentna i należy ją przed publikacją w całości zweryfikować.

Dotyczy to też fragmentu na stronie 167, który jest napisany w dużej mierze po polsku. W dużej mierze, ponieważ takie pojęcia jak „infrared camera”, „lidarów” czy „167rototypu” do języka polskiego nie należą czyniąc całość tego fragmentu niezrozumiałą. Wymaga to poprawy i przygotowania stosownej erraty.

O grafice i mediach.

Praca jest szeroko ilustrowana. Ilustracje pojawiają się w obydwu tomach, czyli w zasadniczej części dysertacji i aneksie. Źródłem większość ilustracji jest literatura

przedmiotu, najczęściej Internet. Praca nie zawiera własnych zdjęć i ilustracji dla omawianych obiektów z wyjątkiem rozdziału 4, 6; 5 i 6.

Pierwszą uwagą jaką można zgłosić w zakresie ilustrowania problemu architektury kinetycznej dla pracy jaka powstała w XXI wieku jest brak w bazie danych materiałów filmowych dla ilustracji omawianych zjawisk. W związku z tym szczególnej wagi nabierają schematy wyjaśniające sekwencje czasowej zmiany formy. Praca w tym zakresie nie jest konsekwentna.

W zakresie omawiana zagadnień urbanistycznych schematy graficzne opracowane dla rozdziału 5 mogą stanowić wzorzec dla pozostałych jej części, gdzie ich brakuje. Schematy w rozdziałach poświęconych architekturze występują jedynie w części dotyczącej bezpieczeństwa użytkowania tj. 4.6.

W związku z tym szereg ilustracji np. 33a, 35,b, 35c, 40c, 40d, 40e,40f, 49, 50a, 56a, 59b, 60b, 62b, 63a, 67a, 67b, 69a, 69b, 73c, 73d nie jest zrozumiałych w zakresie zmian formy. Najczęstszym problemem jest fakt, iż sekwencji czasowej ruchu nie jest w stanie zilustrować jedno zdjęcie, a innym, iż to, że dwa zdjęcia z różnych ujęć również nie wyjaśniają zagadnienia zmiany formy w czasie.

Część ilustracji jest też nie czytelna ze względu na skalę bądź słabą jakość. Wśród wymienionych powyżej są to np. 59b, 63a, 71a a wśród pozostałych np. 81.b, 94, 97,111 oraz ilustracje na stronie 136,137.

Częściowo ilustracje powtarzają się np. 48a dół = 84 lewa, 59 b góra = 83 lewa a 82 b = 68a dół.

Szczególnym problemem jest brak wymienienia w głównej części pracy autorów zrealizowanych projektów przy ilustracjach, które są prezentowane. Brak ten jest uzupełniony w aneksie stanowiącym bazę danych o projektach. W przypadku, gdyby praca miała być publikowana, kwestię to należałoby skorygować także w zasadniczej części pracy. W aneksie jaki stanowi baza danych o obiektach przy kartach obiektów należałoby również zamieścić schematy graficzne sekwencji zmian formy. Ta synteza uczyniłoby pracę bardziej abstrakcyjną z korzyścią dla jej przekazu i uniwersalności. W końcu odnosząc się do wcześniej zgłoszonych uwag merytorycznych dla wyjaśnienia skali omawianych problemów baza danych obiektów jakie powinna zostać uzupełniona o dane dotyczące ich wielkości poprzez podanie „podstawowych parametrów geometrycznych”. Ostatnim parametrem jaki powinien zostać uzupełniony przed publikacją to „czas” w jakim dokonywane są rekonfiguracje analizowanych form.

Niezależnie od zgłoszonych uwag na wyróżnienie w ocenie części graficznej zasługują schematy ukazujące relacje pomiędzy omawianymi zjawisk. będące kwintesencją prowadzonych wieloaspektowych badań ukazujące złożoność badanej problematyki

O bibliografii

Bibliografia jest dobrze przygotowana i zawiera prawidłową strukturę publikacji. Wyjaśnienia i uzupełnienia wymaga jedynie zakresie polskich norm prawnych związanych z omawianą tematyką i ich relacji z prawem międzynarodowym.

6. Wnioski końcowe

Przedstawiona praca doktorska mgr. inż. arch. Karoliny Dąbrowskiej-Żółtak „Aspects of Kinetic Architecture – Towards Responsive Design with Information Technology”

„Aspekty Architektury Kinetycznej – Zdążając ku Projektowaniu Responsywnemu z Wykorzystaniem Technologii Informacyjnych”

jest bardzo wartościową pracą w dyscyplinie naukowej architektura i urbanistyka. Przyjęte metody badawcze zebrane i opracowane materiały oraz wieloaspektowe podejście dowodzą dużej samodzielności autorki w prowadzeniu badań i zdolności do rozwiązywaniu problemów z zakresu projektowania architektonicznego i urbanistycznego zgodnego z metodą naukową .

Wskazane w recenzji uwagi nie umniejszają wysoce pozytywnej oceny recenzenta o przedstawionej dysertacji. W związku z powyższym wnioskuje o dopuszczenie mgr. inż. arch. Karoliny Dąbrowskiej-Żółtak do dalszych etapów procedury biorąc pod uwagę wymogi określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz.U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami), które zostały w całości spełnione.

Kraków, sierpień 2023