

Białystok, 17.10.2022



dr hab. inż. arch. Aleksander Asanowicz, prof. PB  
Wydział Architektury  
Politechniki Białostockiej

#### RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

pt. **Problem mimesis w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania**, autorstwa mgr inż. arch. Natalii Emilii Paszkowskiej-Kaczmarek, promotorem której była dr hab. inż. arch. Krystyna Januszkiewicz, prof. ZUT.

Podstawą recenzji jest wystąpienie Prorektora ds. Nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, prof. dr. hab. inż. Jacka Przepiórskiego, z dnia 01.07.2022 roku.

Zgodnie z Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669), art.14 ust. 1 pkt 1, ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 261), celem niniejszej recenzji jest stwierdzenie czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność prowadzenia pracy naukowej.

Do recenzji przedłożono dysertację autorstwa Pani mgr inż. arch. Natalii Paszkowskiej-Kaczmarek o objętości 401 stron, w tym Słownik terminów (s. 381-388), Wykaz bezpośrednio wykorzystanej literatury (283 poz.), Wykaz ilustracji i ich źródeł (s. 395-401).

#### Wstęp

Rozpoczynając recenzję rozprawy należy odnieść się do jej tytułu, a w szczególności do użytego w nim pojęcia *mimesis*. Według Słownika PWN *mimesis* to „kategoria estetyczna wykształcona na gruncie filozofii starożytnej Grecji dla określenia sposobu naśladowania rzeczywistości w sztuce”. Czyli, jak obserwowanie przyrody wpływa na proces twórczy.

Pytanie czego możemy nauczyć się obserwując przyrodę i jak wykorzystać do tworzenia innowacji rozwiązania znane z natury były pytaniem, które pojawiało się zawsze w twórczości architektonicznej, niezależnie od epoki. Architekci poszukiwali analogii, wykorzystujących proste, użyteczne podobieństwo, dostrzeżone w jakimś obiekcie lub zjawisku. Przyroda/natura i zachodzące w niej procesy i rozwiązania

były źródłem inspiracji w procesie tworzenia form architektonicznych. W 1958 roku J. E. Steele, łącząc ze sobą *biologię* oraz *elektronikę* (ang. *biology + electronics*), stworzył na opisanie tego zjawiska termin – *bionics*. W niektórych krajach, głównie anglojęzycznych, często używa się określenia *biomimetyka*, mające źródła w języku greckim (*bios* – życie, *mimesis* – naśladowanie, imitacja). Doktorantka używa pojęcia *mimesis*, co w kontekście dalszej części tytułu – *morfogenetyczne narzędzia* – sugeruje dużo mniejszy zakres rozprawy niż jest w rzeczywistości. Praca dotyczy nie tylko imitowania form, ale również, jeśli nie przede wszystkim, procesów. Czy nie bardziej odpowiednim byłoby użycie terminu *bionika*? Recenzent w recenzji będzie używał terminu zaproponowanego przez Doktorantkę, aby nie wprowadzać chaosu informacyjnego.

Pojęcie *mimesis* w zastosowaniu do architektury nie budzi kontrowersji, jako że mimetyczne nawiązania i inspiracje w architekturze współczesnej są bezspornym faktem. Dlatego też można stwierdzić, że kwestia badawcza została sformułowana właściwie.

Rewolucja informatyczna sprawiła, że możliwa stała się instrumentalizacja morfogenezy, co z kolei, umożliwiło zastosowanie tych wzorców w projektowaniu architektoniczno-strukturalnym.

Doktorantka pisze o „instrumentalizacji procesów morfogenezy”, co jest sformułowaniem dość niefortunne, jako że morfogeneza (według słownika PWN – kształtowanie) jest procesem rozwoju, a zatem pisze o *procesie procesu rozwoju*. Jednakże należy zgodzić się z Doktorantką, że wpływa to nie tylko na stronę konceptualną architektury, ale także pozwala realizować nowe zadania i cele oraz otwiera nowe pole badań z zakresu teorii i praktyki architektury, w centrum których jest określenie na nowo pojęcia *mimesis* jako kategorii estetycznej. Należy zgodzić się z poglądem, że w dobie technologii cyfrowych możliwe jest kreowanie formy na bazie zinstrumentalizowanego procesu biologicznego, a nie w wyniku obserwacji i wrażliwości projektanta.

W aspekcie tych zagadnień Pani Natalia Paszkowska-Kaczmarek podjęła próbę ponownego zdefiniowania pojęcia *mimesis* jako nowej/starej kategorii czy zasady estetycznej, czyniąc wkład w rozszerzenie teoretycznego zakresu architektury. Wyniki badań przeprowadzonych dla celów tej dysertacji, mogą być zastosowane w projektowaniu architektonicznym, w rozszerzaniu metodologii i strategii projektowania. Ponadto, wskazuje się na potrzebę wykorzystywania tych wyników w dydaktyce i praktyce architektury do pogłębienia i poszerzenia wiedzy i umiejętności w zakresie projektowania i realizacji architektury z udziałem morfogenetycznych narzędzi projektowania w systemie CAD/CAM/CAE.

Określając zamierzenie naukowo-badawcze Doktorantka precyzyjnie zdefiniowała podstawowe terminy takie, jak *mimesis* (gr. μίμησις – imitacja, podobieństwo), morfogenetyczne narzędzia projektowania (narzędzia generatywne, które wywodzą się z nauk biologicznych i nauk ścisłych, służą do kształtowania 2D i 3D form o złożonej geometrii), projektowanie (proces wynajdywania rzeczy, które ukazują nowy porządek fizyczny, organizację i formę w odpowiedzi na funkcję).

W oparciu o powyższe definicje określa projektowanie morfogenetyczne, jako proces mimetyczny, który tworzy, przez nadawanie cech i właściwości żyjących organizmów, obiekty sztuczne wykonywane z materii nieożywionej. W dysertacji chodzi zatem o poznanie w jaki sposób imitacje naturalnych procesów formotwórczych zmieniają konceptualną stronę architektury i wpływają na praktykę materiałową.

Przyjęta teza zakłada, że morfogenetyczne narzędzia projektowania zmieniają konceptualną stronę architektury, jak i jednocześnie mają wpływ na osiąganie efektywności ekologicznej projektowanych budowli. Naśladowanie procesów formotwórczych zachodzących w Naturze przez procesy obliczeniowe zmienia rozumienie pojęcia *mimesis* jako kategorii estetycznej w architekturze.



### Omówienie poszczególnych rozdziałów

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska zawiera pięć części. Część pierwsza (s. 11-37) zatytułowana „Określenie zamierzenia naukowo-badawczego, metody i celu pracy” składa się z sześciu rozdziałów, w których określono kolejno pole rozważań, zakres badań, metodę i cele pracy oraz tezę. Uzasadnia się także wybór problematyki badawczej oraz narzędzi informatycznych do przeprowadzenia eksperymentów z zakresu projektowania morfogenetycznego, precyzuje kryteria wyboru przedmiotu badań oraz przedstawia stan badań poza Polską i w Polsce. Postawiona w dysertacji teza: „Morfogenetyczne narzędzia projektowania ze względu na logikę działania zmieniają konceptualną stronę architektury oraz wywierają wpływ na efektywność ekologiczną projektowanych budowli. Naśladowanie procesów formotwórczych zachodzących w Naturze przez procesy morfogenetyczne zmienia rozumienie pojęcia *mimesis* Natury jako kategorii estetycznej w architekturze” – zostaje potwierdzona wynikami badań.

Część druga (s. 38-114) pt. „Imitacja utworów Natury w architekturze przed rewolucją informatyczną” zawiera pięć rozdziałów, w których rozwijany jest dyskurs o inspiracji form architektonicznych utworami Natury, co jest rozszerzeniem sensu antycznej myśli o *mimesis* – sztuka naśladuje Naturę. Przedstawiono genealogię pojęcia *mimesis* w sztuce antycznej oraz rozwój tego pojęcia w architekturze w następujących po sobie epokach stylowych. Zwrócono uwagę, iż znaczenie badań antropocentrycznych, określających genezę i rolę człowieka w przyrodzie, stopniowo ustępuje miejsca znaczeniu badań nad prawami Natury i jej potężnymi siłami oddziaływania, których efekty w coraz większym stopniu wpływają na życie codzienne człowieka. Uwagę skoncentrowano bardziej na skutkach oddziaływania praw Natury i zjawisk naturalnych na formy architektoniczne, ich ukształtowanie niż na naśladownictwie kształtów form przyrodniczych. Przedstawiono unikatowe badania nad geometrią utworów Natury prowadzone przez Buckminstera Fullera, oraz jego sposób postrzegania wszechświata oraz strategię i praktyki mimetyczne na przykładach form strukturalnych – analogowe metody *form-finding* (Antonio Gaudí, Eero Saarinen, Eduardo Torroja, Heinz Isler, Frei Otto). Są to pionierskie prace, które dały podstawy do instrumentalizacji tych procesów w przestrzeniach syntetycznych. Omówione w tej części dysertacji zagadnienia takie jak prawo ciężenia i jego konsekwencje w formowaniu architektury oraz zjawiska samoorganizacji materiału i powierzchni minimalnych, stanowią dziś istotne komponenty w twórczym generowaniu zoptymalizowanych rozwiązań architektonicznych. Projektowanie architektoniczne realizowane z pełną świadomością zasad wynikających z Natury, pozwala na uzyskanie wysokiej wydajności konstrukcyjnej, oszczędności materiału i energii, na wytworzenie i utrzymanie interesujących pod względem estetycznym form ukształtowania architektonicznego.

Ponadto, rozpatrywane są różne podejścia i postawy twórcze (między innymi, Hugo Haringa, Frank L. Wrighta, Alvara Aalto), które zawarto w paragrafie pt. „Architektura w przestrzeni Natury”. Architektura rozumiana jest tu jako wielowątkowy, wielowarstwowy związek z Naturą, a w szczególności z otoczeniem projektowanych artefaktów.

Część trzecia (s. 115-226) pt. „Imitowanie utworów Natury w architekturze w dobie technologii informatycznych” zawiera istotne dla projektowania architektonicznego kompendium wiedzy o morfogenetycznych narzędziach projektowania, ich pochodzeniu, działaniu i zastosowaniu w geometrycznym kształtowaniu formy architektonicznej. Przedstawiono także rozwój tych narzędzi i ich zastosowań oraz dążenia do integracji z cyfrowym systemem CAD/CAM/CAE.

Stosowanie narzędzi morfogenetycznych jawi się zatem jako wykorzystywanie procesów algorytmicznych lub reguł i zasad po to, aby otrzymywać rozwiązania projektowe. Zasady dla systemów generatywnych, morfogenetycznych mogą być określane w różny sposób, np. przez gramatyki werbalne, diagramy, transformacje geometryczne czy scenariusze poleceń. Systemy generatywne mają różne stopnie kontroli



od zautomatyzowanej do manualnej, wykonywanej krok po kroku. Wykorzystywanie tych metod wymaga od architekta innego niż dotąd podejścia do procesu twórczego. Jest to istotna zmiana, gdyż przed rewolucją informatyczną teoria i praktyka architektury koncentrowała się przede wszystkim na formie, której kształt czy relacje części miały imitować utwory Natury.

Część czwarta (s. 227-366) pt. „W kierunku nowego Mimesis. Eksperymentalne projekty badawcze i zrealizowane obiekty architektoniczne”, obejmuje zagadania dotyczące kształtowania architektury wobec wyzwań stawianych środowisku zbudowanemu w dobie globalnej zmiany klimatu. Wyzwania te zostały przedstawione w punkcie 4.1.1. Doktorantka prezentuje obiekty i ich zespoły, które w różny sposób odpowiadają na zmieniające się warunki środowiskowe takie jak: ciepło, przepływ powietrza, woda, światło. Czynniki te brane pod uwagę w projektowaniu architektonicznym powodują, że ukształtowanie budowli może upodabniać się do utworów Natury.

Zarówno budynki, jak i systemy naturalne (tj. organizmy i struktury) są narażone na zmieniające się warunki środowiskowe i często wymagają zarządzania ciepłem, powietrzem, wodą i światłem. Naśladowanie tego zarządzania wymaga pewnej konwergencji, pomostu pomiędzy dwiema różnymi domenami, które rzadko spotykają się i komunikują. Definiując odpowiednie funkcje, można przeprowadzić bardziej ukierunkowane poszukiwanie strategii występujących w Naturze. Występują bowiem podstawowe zadania i cele środowiskowe zarówno dla budynków, jak i przyrody, a także wspólnie zdefiniowane kluczowe funkcje (budynków i przyrody), które manipulują tymi ambitnymi celami i stanowią fundamentalne ogniwo między problemami adaptacyjnymi w budynkach z potencjalnie istotnymi rozwiązaniami w przyrodzie. Aby przetrwać, struktury naturalne ewoluują w dążeniu do zbudowania wysoce złożonych systemów, których celem jest zapewnienie optymalnych rozwiązań dla danych wymagań.

Przedstawione przykłady pozwoliły wyodrębnić trzy główne strategie, w których podstawy projektowania architektonicznego i urbanistycznego opierają się na mimetycznych relacjach z Planetą:

- reagowanie na przewidywane bezpośrednie skutki zmian klimatu dla środowiska zabudowanego,
- kompleksowe podejście do zmiany środowiska zabudowanego tak, aby stało się ono bardziej elastyczne i odporne jako cały system,
- zapobieganie i usuwanie przyczyn powodujących zmiany klimatyczne na Ziemi.

W części czwartej podjęto także próbę powiązania strategii biomimetycznych, opracowanych przez Pawłyn i Benyus, z projektowaniem morfogenetycznym. Na podstawie analiz eksperymentalnych projektów wykonanych w AA w Londynie opracowano „Ramy metodologiczne dla morfogenetycznego procesu projektowego” (s. 357-258) oraz przedstawiono schematyczny przepływ danych w integracji z systemem CAD/CAM (s. 359).

Doktorantka zauważa, że logika morfogenezy i emergencji nie jest w architekturze ograniczona tylko do problematyki metodyki projektowania. Zagadnienia te rozciągają się na szersze obszary dotyczące, cytując za Fullerem, „poprawnej obsługi statku kosmicznego Ziemia”. Jeśli można znaleźć formy, które funkcjonują bardziej wydajnie w ujęciu strukturalnym, to można wykorzystywać mniej materiałów. Również można opracowywać formy, których wykonanie i użytkowanie wymaga mniejszego zużycia energii (ogrzewanie lub klimatyzacja). W tych przypadkach projektowanie morfogenetyczne przyczynia się do ochrony światowych źródeł surowców naturalnych.

W części piątej (s. 367-380) pt. „Realizacja zamierzenia naukowo-badawczego. Wnioski końcowe” Doktorantka przeprowadza syntezę rezultatów badań. Przyjęte zamierzenie naukowo-badawcze i

postawione w nim cele (patrz: Część 1) wymagało prowadzenia badań w kilku obszarach integralnie powiązanych tj. filozofii kultury, historii i teorii architektury i sztuki, nauk przyrodniczych zwłaszcza biologii, inżynierii, informatyki, nauki o materiałach, nowych technologiach etc. Modalność działania mimetycznego w architekturze określiła zatem istotę i zakres badanych relacji, wskazując zarówno na złożoność zjawisk, ale i ich wspólny duchowy substrat – zróżnicowany obraz obecności Uniwersum w dziełach architektury. Ujawnienie i zbadanie tych wielostronnych, ale znamienych relacji pod wpływem informatycznych narzędzi i metod imitowania było podstawowym celem pracy. Integralnym zamierzeniem badań było wskazanie źródeł twórczej inspiracji w architekturze, jednak w ścisłym powiązaniu z „postulowaną mimetyczną modalnością ujęcia natury” w różnorodnej złożoności jej sensualnego i intelektualnego czy nawet religijnego przeżywania.

### **Podsumowanie**

Doktorantka wskazuje, że znaczne zwiększenie potencjału bioimitacji w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania jest możliwe tylko poprzez zrozumienie *mimesis* Natury. Transfer tych możliwości do architektury oznacza, że: *mimesis* natury może być rozpatrywane jako skutek działania symulowanych zjawisk i procesów, które mają wpływ na ukształtowanie utworów biologicznych. Zmiana podejścia do projektowania wspomaganego komputerem, a w tym do projektowania obliczeniowego, pociąga za sobą odejście od:

- modelowania formy i przejście do modelowania procesów generujących formę,
- projektowania kształtu do projektowania zachowania,
- definiowania statycznych konstrukcji cyfrowych, przejście do definiowania systemów obliczeniowych zdolnych do wzajemnej wymiany danych i informacji zwrotnej.

Takie podejście przesunęło proces projektowania architektonicznego z tradycyjnego kształtowania formy obiektu, ku kompilacji różnych danych dotyczących zmiennych cech klimatycznych i ekologii. W przedstawionym w dysertacji biomimetycznym podejściu do projektowania ograniczenia fizyczne i właściwości materiału, wraz z ograniczeniami produkcji, wytwarzania i konstrukcji, mogą być kodowane w generatywnych procesach obliczeniowych.

Udowodniono, że instrumentalizacja procesów morfogenetycznych i ewolucyjnych lub innych procesów powstawania, wraz z proponowanymi metodami i technikami, umożliwi zastosowanie tych wzorców w projektach architektonicznych i konstrukcyjnych oraz ich wykorzystanie w projektowaniu efektywnych rozwiązań dla architektury. Każda konkretna forma lub struktura wywodząca się z tych postępujących po sobie procesach pozostaje w pełni spójna z logiką i granicami materializacji.

W ten sposób udowodniona została przyjęta w dysertacji teza zakładająca, że morfogenetyczne narzędzia projektowania zmieniają konceptualną stronę architektury jak i jednocześnie mają wpływ na osiągnięcie efektywności ekologicznej projektowanych budowli. Naśladowanie procesów formotwórczych zachodzących w Naturze przez procesy obliczeniowe zmienia rozumienie pojęcia *mimesis* jako kategorii estetycznej w architekturze.

Udowodniono na przykładach analizowanych obiektów, że w architekturze, podobnie jak w naturze forma może wyłaniać się z procesu. Jest to proces, który wytwarza, rozwija i utrzymuje formę lub strukturę biologiczną i niebiologiczną, a który składa się ze złożonych serii wymian między organizmem/budynkiem a środowiskiem.

Rozwiązaniem problemu naukowego jest określenie pojęcia *mimesis* w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania: „MIMESIS ujawnia się przez osadzanie w budynkach



procesów biologicznych i funkcjonalności takich jakie posiadają organizmy, dla korzyści człowieka oraz innych żyjących gatunków i środowiska”.

Problematyka ta nie jest często podejmowana w opracowaniach naukowych z dyscypliny architektura i urbanistyka, z zwłaszcza przez krajowe ośrodki naukowe, co wykazano w stanie badań (s. 22-35). Rozprawa doktorska Pani mgr inż. arch. Natalii Paszkowskiej-Kaczmarek jest zatem cennym kompendium wiedzy dotyczącej wieloaspektowego zintegrowanego projektowania architektonicznego i inżynierskiego nastawionego na wysoką jakość środowiska zabudowanego oraz realizację wyzwań stawianych wobec postępujących zmian klimatu na Ziemi. Tym bardziej cenne, że zawiera analizy przykładów przeprowadzając czytelnika, krok po kroku, przez kolejne fazy powstawania złożonego projektu morfogenetycznego.

Ważnym dla projektowania architektonicznego osiągnięciem dysertacji jest opracowanie „ram metodologicznych” dla projektowania morfogenetycznego (s. 357) oraz diagramu przepływu danych (s. 359).

Równie ważnym i potrzebnym dla projektantów elementem dysertacji jest Część 3 pt. „Imitowanie utworów Natury w architekturze w dobie technologii informatycznych”. Część ta opisuje bowiem procesy morfogenetyczne występujące w Naturze, które dały podstawy do opracowania narzędzi do ich imitowania w przestrzeniach informatycznych, a także logikę i sposób ich zastosowania w projektowaniu architektonicznym („Interpretacje architektoniczne”). Część ta mogłaby stanowić rodzaj podręcznika dla projektanta i studenta architektury i zasługuje na publikację. Tym bardziej, że struktura pracy jest jasna i czytelna.

Manuskrypt jest starannym opracowaniem obejmującym istotne zagadnienia dotyczące problemu naśladownictwa szeroko pojętej Natury w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania. Podjęta problematyka jest stosunkowo nowa w architekturze, a zwłaszcza w Polsce, i nie doczekała się jeszcze odpowiednich studiów i badań. Uwidacznia się zatem potrzeba konstruowania i definiowania od nowa podstawowych kategorii poznawczych tak w zakresie teorii jak i praktyki architektury. Bez wątplenia miało to znaczny wpływ na objętość rozprawy doktorskiej.

Przeprowadzone przez Doktorantkę studia pozwoliły określić, jak pojęcie mimesis ewoluowało, jak było rozumiane w poszczególnych okresach rozwoju myśli architektonicznej. Doktorantka bardziej skoncentrowała się na skutkach oddziaływania praw Natury i zjawisk naturalnych na formy architektoniczne, niż na naśladownictwie kształtów form przyrodniczych (Część 2). Niemniej można było by bardziej uwypuklić perspektywy rozwoju morfogenetycznych narzędzi projektowania dedykowanych architektom, zwłaszcza współpracujących z systemem CAD/CAM/CAE.

#### **Uwagi do rozprawy - językowe i edytorskie**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska napisana została poprawnym językiem naukowym, nie budzącym zastrzeżeń. Drobnym niedopatrzeniem jest dwukrotne pojawienie się paragrafu „Ku nowej koncepcji mimesis w architekturze”. Po raz pierwszy jako paragraf 4.6 (strona 360), a drugi jako paragraf 5.2 (strona 371). W obu przypadkach mamy zbieżne treści.

#### **Reasumując**

Rozprawa pt. „Problem mimesis w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania” autorstwa Pani mgr inż. arch. Natalii Paszkowskiej-Kaczmarek jest oryginalna i potrzebna na polskim rynku wydawniczym. Wypełnia lukę w literaturze specjalistycznej dotyczącej teorii i historii architektury

najnowszej oraz metodologii projektowania z zastosowaniem morfogenetycznych narzędzi w dobie globalnych zmian klimatycznych.

Stwierdzam, że praca doktorska będąca przedmiotem recenzji spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Wnoszę o jej przyjęcie oraz dopuszczenie mgr inż. arch. Natalii Paszkowskiej-Kaczmarek do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Równocześnie wnioskuję o przyznania Doktorantce wyróżnienia. Recenzowana rozprawa doktorska jest pracą pionierską, podejmującą próbę określenia pojęcia *mimesis* w architekturze w dobie morfogenetycznych narzędzi projektowania. Potwierdzone badaniami hipotezy pozwoliły również na zdefiniowanie kierunku rozwoju projektowania architektonicznego. Bez wątplenia jest to osiągnięcie znaczące, otwierające drogę do dalszych badań.

A handwritten signature in green ink, appearing to read 'A. Gannoniewicz', is located on the right side of the page.