

14 czerwca 2024 r.

Prof. dr hab. inż. arch. Janusz Rębielak
Emerytowany profesor Wydział Architektury
Politechniki Krakowskiej

RECENZJA

rozprawy doktorskiej

p. Mgr inż.arch. Leszka Orzechowskiego pt. „Determinanty w kształtowaniu analogowych habitatów kosmicznych”

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie pisma p. Prof.dr hab.inż.arch. Małgorzaty Chorowskiej, Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Architektura i Urbanistyka Politechniki Wrocławskiej, z dnia 15 maja 2024 roku informującego o powołaniu mnie na recenzenta tej dysertacji. Promotorem recenzowanej pracy doktorskiej jest p. Prof. dr hab.inż. Romuald Tarczewski, a promotorem pomocniczym jest p. Dr inż.arch. Jerzy Łątka.

Manuskrypt dysertacji o wyżej podanym tytule został ukończony w 2023 roku na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej we Wrocławiu.

1. Uwagi wstępne

Recenzowana praca doktorska jest napisana w języku polskim, jej treść jest zamieszczona w jednym tomie zawierającym 237 stron ponumerowanych, a całość rozprawy jest utworzona przez siedem wyróżnionych rozdziałów, w treści których zamieszczono 174 ilustracje z indywidualnymi podpisami, a ponieważ niektóre z nich składają się z więcej niż jednego materiału zatem rzeczywista liczba ilustracji jest znacznie większa. W treści tej pracy znajduje się 51 tablic mających indywidualną numerację oraz wprowadzono odwołania do 205 pozycji literaturowych.

Tematyka dysertacji dotyczy niezmiernie aktualnych problemów projektowych związanych z zasadami kształtowania przyszłościowych siedzib ludzkich planowanych do budowy poza naszą macierzystą planetą Ziemią. Początki praktycznej eksploracji przestrzeni kosmicznej datują się od końca lat 50. ubiegłego wieku, a od przełomu pierwszej i drugiej dekady bieżącego stulecia obserwowana jest znacząca intensyfikacja działań organizacyjnych, inwestycyjnych, technologicznych i badawczych związanych bezpośrednio z projektowanym w nieodległej przyszłości powrotem na Księżyc i tym razem jego stosownego zasiedlenia w celu eksploatacji dostępnych tam zasobów. Planowana baza księżycowa ma być kluczowym elementem następnego ogromnego wyzwania jakim jest lot na Marsa wraz z lądowaniem i badaniem nie tylko jego powierzchni. Prawidłowa i bezpieczna realizacja takich zadań wymaga rozwiązania bardzo wielu skomplikowanych problemów z także wielu niekiedy odległych dziedzin wiedzy dlatego ma ona charakter wybitnie interdyscyplinarny. Należy podkreślić, że rozwiązywanie poszczególnych zadań w ramach tylko jednej dyscypliny poznania jest w tym przypadku procesem bardzo

trudnym i zmuszającym do opracowania prototypowych i nowatorskich systemów konstrukcyjnych czy też technologii koniecznych dla przeprowadzenia wielu kompleksowych testów dokonywanych w celu sprawdzenia poprawności i niezawodności działania zaprojektowanych struktur oraz procedur postępowania. Stopień złożoności zadania dotyczącego choćby tylko kilku dziedzin wzrasta niewspółmiernie, a jego rozwiązanie jest bardzo skomplikowane i zwykle długotrwałe.

Struktura recenzowanej pracy jest dostosowana do interdyscyplinarnego jej charakteru i jest złożona z części zawierających rozważania i wyniki przeprowadzonych analiz oraz badań dotyczących kluczowych zakresów tematycznych tej dysertacji.

2. Analiza ogólna rozprawy doktorskiej

Rozwój cywilizacyjny społeczeństw umożliwił w połowie XX wieku ekspansję gatunku ludzkiego poza naszą Planetę. Jak do tej pory wzięto w niej udział zaledwie kilkaset osób przebywając stosunkowo niedługo na niskiej orbicie okołoziemskiej, a poza tym zaledwie kilkanaście osób badających powierzchnię Księżyca w bardzo krótkich, najwyżej kilkudniowych misjach. Przestrzeń kosmiczna jest niezmiernym obszarem badań naukowych, właściwie dopiero co rozpoczętych i oferuje dostęp do równie ogromnych źródeł surowców oraz energii będąc jednocześnie najbardziej nieprzyjaznym środowiskiem dla życia i działalności człowieka. W próżni kosmosu istnieje wiele śmiertelnych zagrożeń nieodczuwalnych wprost przez człowieka, przy których rozwiązanie problemów takich jak braku dostępu do życiodajnych komponentów jak tlen i woda wydają się zadaniami technicznymi i technologicznymi stosunkowo łatwymi do rozwiązania. Fizyczne własności przestrzeni kosmicznej warunkują formy oraz rodzaje systemów konstrukcyjnych oraz właściwości techniczne materiałów koniecznych do ich wybudowania i bezpiecznej oraz długotrwałej eksploatacji co stwarza liczne, trudne i nowe problemy technologiczne, które mogą być i są stopniowo z powodzeniem rozwiązywane. Długotrwałe przebywanie w kosmosie, nieodzowne w przypadku podróży międzyplanetarnych, implikuje powstawanie wielu często niekorzystnych zjawisk fizycznych i fizjologicznych w organizmach załogi oraz problemów psychologicznych związanych m.in. z interpersonalnymi relacjami członków statku kosmicznego działających w bardzo ograniczonej przestrzeni i mających świadomość ogromnego oddalenia od dotychczasowego środowiska przyrodniczego oraz społecznego, a ponadto uzasadnione odczucie potencjalnego niebezpieczeństwa wykonywanej misji.

W tak złożonym układzie uwarunkowań architektoniczne cechy przestrzeni otaczającej członków załóg misji pozaziemskich, którzy przez długi czas muszą w niej przebywać i pracować, mają ogromne znaczenie dalece przewyższające efekty podobnych oddziaływań doznawanych przez istoty ludzkie na powierzchni Ziemi. Problemy efektywnego projektowania tego typu habitatów należą do bardzo aktualnych wyzwań i zadań badawczych nowego specyficznego obszaru architektury współczesnej, w którym od pewnego czasu z powodzeniem działa Autor recenzowanej dysertacji. Podjęcie tej tematyki badawczej, na początku jej dynamicznego rozwoju,

przez polskiego projektanta dają nadzieję na owocną partnerską współpracę w szerokiej skali międzynarodowej w tym pionierskim obszarze poznania.

Całość rozprawy jest podzielona na siedem wyróżnionych części mogących być określanymi jako rozdziały. Rozdział pierwszy zawiera podstawowe informacje dotyczące historii bliższego rozpoznania środowiska i wczesnych etapów podboju przestrzeni kosmicznej, z nakreśleniem zakresów badawczych stanowiących przedmioty kolejnych rozdziałów oraz omówieniem cech głównych nowej gałęzi w architekturze współczesnej jaką jest architektura określana mianem kosmicznej i prezentacją jej najbardziej znanych przedstawicieli posługujących się stosownymi metodami projektowymi.

W rozdziale drugim przedstawiono motywy podjęcia się tego wybranego zagadnienia badawczego, sformułowano tezy i zakres tematyczny dysertacji oraz postawiono kluczowe pytania badawcze.

W treści krótkiego rozdziału trzeciego nakreślono stan badań dotyczących projektowania analogowych symulacji misji kosmicznych oraz projektowania analogowych habitatów kosmicznych realizowanych głównie przed rokiem 1991.

Rozdział czwarty poświęcony jest prezentacji kryteriów oceny analogowych habitatów kosmicznych. Przedstawiono w nim główne cele oraz ograniczenia projektowe wynikające z docelowego przeznaczenia takich habitatów, omówiono ich funkcje i formy architektoniczne oraz elementarne uwarunkowania ergonomiczne.

Rozdział piąty jest najbardziej obszerną częścią recenzowanej dysertacji, a jego treść poświęcona jest omówieniom i analizom wybranych przykładów analogowych habitatów kosmicznych.

W rozdziale szóstym przedstawiono szczegółowo wyniki przeprowadzonych badań i analiz wraz z sformułowaniem złożonych interpretacji uzyskanych rezultatów określając docelowo poszukiwane determinanty form analogowych habitatów kosmicznych oraz definiując ich typologię.

Ostatni siódmy rozdział zawiera końcowe wnioski z przeprowadzonych prac i analiz badawczych, odpowiedzi na postawione uprzednio pytania, weryfikację tezy pracy wraz ze stosownym podsumowaniem.

W końcowej części rozprawy zamieszczono spis rysunków oraz zamieszczonych w niej tablic.

3. Analiza szczegółowa pracy

Zakres tematyczny recenzowanej pracy jest bardzo szeroki i przez to ma ona charakter interdyscyplinarny. Z lektury wynika, że jej Autor aktywnie działając w głównym zakresie tematycznym swej pracy doktorskiej posiada bardzo szeroką wiedzę w wielu obszarach poznania związanych bezpośrednio z głównym nurtem jego poszukiwań badawczych co daje gwarancję profesjonalizmu podjętych działań i dzięki temu uzasadnione oczekiwanie uzyskania wartościowych wyników naukowych.

Autor dysponując stosowną wiedzą i posługując się odpowiednim oraz znaczącym doświadczeniem w praktycznym rozwiązywaniu problemów w zakresie projektowania i wykonywania analogowych habitatów kosmicznych określił główny cel swojej pracy

definiując go jako dążenie do usystematyzowania wiedzy dotyczącej analogowych habitatów kosmicznych i sformułował dwie główne tezy wraz z towarzyszącymi im pytaniami badawczymi. Również na początku dysertacji określono jej zakres przedmiotowy ograniczony do analiz formalnych i funkcjonalnych 26 najbardziej reprezentatywnych tego typu habitatów powstałych w przyjętym zakresie czasowym.

Stan badań nakreślony w rozdziale trzecim stanowi wstęp do trzech następnych części tej pracy, gdzie w rozdziale czwartym omówiono złożone uwarunkowania procesów projektowania załogowych misji kosmicznych na wybranych przykładach projektów oraz programów przygotowanych zgodnie z instrukcją opracowaną przez NASA. Obszernie przedstawiono zagadnienia dotyczące metod projektowych stosowanych dla przygotowania prototypów habitatów kosmicznych odnośnie ich efektywnych form oraz optymalnej realizacji planowanych funkcji. W sposób podobny zaprezentowano problemy warunkujące procesy projektowe związane z aranżacją niezawodnych systemów podtrzymywania życia, ochrony przed zagrożeniami środowiskowymi wynikającymi z docelowej obecności w przestrzeni kosmicznej oraz dotyczące wyzwań behawioralnych związanych z długotrwałym przebywaniem w bardzo ograniczonej przestrzeni przy znacznie zredukowanym poziomie intymności, co jest często powodem powstawania konfliktów interpersonalnych wpływających na obniżenie efektywności pracy członków załóg takich misji. Konieczność utrzymywania wewnątrz odpowiedniego poziomu ciśnienia powietrza warunkuje w przeważającym stopniu wybór formy geometrycznej oraz systemu konstrukcyjnego projektowanego habitatu kosmicznego. Oprócz czterech standardowych Autor wyróżnił dodatkowo jeszcze dwa typy ich konstrukcji, które przedstawił na stosownie dobranych przykładach. Podano topologię architektury kosmicznej oraz m.in. przedstawiono podstawowe parametry dotyczące zasad ergonomicznych obowiązujących w procesach projektowania tego typu habitatów.

W rozdziale piątym zaprezentowano przegląd 26 wybranych przykładów analogowych habitatów kosmicznych, a na szczególne wyróżnienie zasługuje Polska Placówka Badawcza LunAres założona i kierowana przez Doktoranta znajdująca się na terenie byłego lotniska wojskowego w Pile, która wykonuje komercyjne prace badawcze m.in. we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną ESA. Analizy badanych habitatów przeprowadzono na podstawie szerokiego zespołu danych zgrupowanych w stosownie zbudowanych tablicach. W strukturach tych tablic umieszczono pola przeznaczone do prezentacji wielu danych technicznych takich jak np.: daty powstania danego habitatu czy też cechy technologiczne, operacyjne i naukowe badanego obiektu. Liczba i zakresy pojęciowe parametrów przyjętych dla przedmiotowej oceny tych obiektów są znacznie większe i odnoszą się m.in. do cech układów przestrzenno-funkcjonalnych. Rozdział ten zawiera potężny ładunek odpowiednio uporządkowanych informacji dotyczących analogowych habitatów kosmicznych zgromadzonych w celu ich oceny oraz zdefiniowania czynników determinujących formy projektowanych tego typu obiektów.

Treść rozdziału szóstego poświęcona jest przedstawieniu syntezy całości przeprowadzonych badań i analiz oraz sformułowaniu autorskich wniosków na podstawie uprzednio uzyskanych wyników. W szczegółowej analizie porównawczej

analogowych habitatów kosmicznych brano pod uwagę czynniki mające decydujący wpływ na jak najlepsze odwzorowanie parametrów egzystencji i funkcjonowania przyszłych, już rzeczywistych habitatów mających być umieszczonymi na orbicie okołoziemskiej lub na powierzchni Księżyca, a w dalszej perspektywie na powierzchni Marsa. Omówiono implikacje wynikające z lokalizacji mobilnej lub stałego ich umieszczenia na powierzchni lądu lub po wodą. Autor wyróżnił m.in. typy architektury kosmicznej, określił rodzaje systemów konstrukcyjnych stosowanych do jej materialnego urzeczywistnienia omawiając przy tym także zagadnienia dotyczące stosowanych technologii realizacji takich obiektów. W rozdziale tym wprowadzono nowe parametry, które odpowiednio zdefiniowane mają służyć ogólnej ocenie oraz pomóc w precyzyjnym określeniu determinant w procesach kształtowania tytułowych habitatów. Zdaniem Autora decydującymi czynnikami wpływającymi w procesie projektowym na ostateczny wybór formy architektonicznej są podstawowe potrzeby programów kosmicznych i bezpośrednio z nimi związane uwarunkowania inżynierskie wynikające z planowanej logistyki kosmicznej oraz całościowego planu realizacji misji w celu osiągnięcia głównych celów badawczych. W końcowej części tego rozdziału zamieszczona została autorska typologia analogowych habitatów kosmicznych ustalona na podstawie przeprowadzonych badań i analiz, a wyróżnione typy zostały stosownie scharakteryzowane.

W ostatnim siódmym rozdziale zamieszczono obszernie omówienia uzyskanych rezultatów wraz z uzasadnieniami wniosków sformułowanych na ich podstawie. Całość pracy kończą spisy rysunków oraz tablic.

4. Ocena ogólna pracy

Efektywny podój przestrzeni kosmicznej datuje się od połowy minionego wieku. Obecnie jesteśmy świadkami jego znaczącego przyśpieszenia oraz radykalnych zmian ilościowych i jakościowych związanych ze sposobami jego prowadzenia. Zmiany te dotyczą zastosowania innowacyjnych rozwiązań technicznych, technologicznych i materiałowych w planowaniu, konstruowaniu i eksploatacji habitatów kosmicznych, ale odnoszą się one także do sposobów inicjowania, finansowania i całościowego prowadzenia takich misji. O ile na początku była to wyłączna domena potężnych instytucji kierowanych i finansowanych przez władze mocarstw światowych to w okresie ostatnich kilkunastu lat obserwujemy istotne zmiany. Obecnie wiele już krajów prowadzi samodzielnie lub we współpracy z innymi państwami bardzo zaawansowane badania przestrzeni kosmicznej, a istotnymi podmiotami takich działań są firmy prywatne. Te ostatnie będąc nastawione na osiągnięcie zysku finansowego odznaczają się znacznie większą efektywnością działania i sprawnością w osiąganiu zamierzonych celów - w tym także naukowych - niż dawne ogromne instytucje państwowe.

Z lektury recenzowanej dysertacji wynika, że jej Autor rozpoznał nowatorski oraz niezmiernie interesujący obszar działań twórczych oraz poznawczych i jako architekt posiadający bardzo rozległą wiedzę w mógł z powodzeniem wziąć udział w projektach o wybitnie interdyscyplinarnym charakterze. Duże doświadczenie praktyczne

Doktoranta jest gwarancją uzyskania rzetelnych wyników z przeprowadzonych badań. Analizując sposób i metodologię ich prowadzenia stwierdzam, że Autor w pełni osiągnął postawione przez siebie cele naukowe.

Język rozprawy jest dobry, a prowadzenie narracji świadczy o wysokich kompetencjach Doktoranta w zakresie omawianych tematów, choć czasami narracja ta przyjmuje cechy publicystyczne stosując tzw. skróty myślowe łatwo kojarzone z powszechnie przyjętym znaczeniem omawianych terminów technicznych. W pewnych partiach dysertacji zauważyć można niekonsekwencje w stosowaniu zasad interpunkcji, numeracji stron oraz pewnych procedur i narzędzi edytorskich. Odnosi się to na przykład do nietypowego sposobu podpisywania tablic licznie zamieszczonych w treści rozprawy, jednak sposób ich budowy jest dobry i umożliwia prawidłową percepcję zamieszczonych tam danych. Wysoko należy ocenić jakość całości materiału ilustracyjnego.

Na szczególnie wysoką ocenę zasługuje rozdział szósty zawierający zbiorcze opracowania studiów i analiz wykonanych przez Autora i odnoszących się bezpośrednio do celów tej pracy doktorskiej określonych w jej tytule. Zdefiniowane kryteria oceny można uznać za wystarczająco dobrze spełniające wymogi stawiane tego typu parametrom stosowanym w metodologiach naukowych. Jednak w ocenie recenzenta sposób oceny np. poziomu wierności naukowej analogowych habitatów kosmicznych pozostawia zbyt duży margines wpływu niesprecyzowanych odniesień mogących decydować o ocenie końcowej. Szczególnie w tym przypadku należałoby podać metodę wymiernego określenia tego poziomu na przykładzie choćby jednego habitatu opisanego w czasopiśmie o różnych punktacjach wynikających z posiadanych Impact Faktorów oraz liczby cytowań tych artykułów w innych czasopiśmie o podobnie wysokich statusach naukowych.

Zamieszczony spis pozycji bibliograficznych dotyczy publikacji ściśle związanych z tematyką rozprawy.

Wspomniane wyżej uwagi krytyczne odnoszą się do zagadnień drugorzędnych i nie mają wpływu na ogólnie bardzo dobrą ocenę całości recenzowanej pracy doktorskiej.

5. Wniosek

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa autorstwa p. Mgr inż.arch. Leszka Orzechowskiego pt. „Determinanty w kształtowaniu analogowych habitatów kosmicznych” spełnia wszystkie warunki stawiane przez obowiązującą ustawę o tytule i stopniach naukowych i może być podstawą dla kolejnych etapów przewodu wszczętego na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej w sprawie nadania Kandydatowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej architektura i urbanistyka.

