

RECENZJA

Pracy doktorskiej mgr inż. arch. WIKTORII DZIADUŁY

pt: „Architecture in extreme conditions: the problem of self-sufficiency in space architecture and its impact on sustainable development”

Charakterystyka formalna pracy

Podstawę formalną opracowania stanowi pismo dr hab. inż. arch. Anny Pancewicz prof. PŚ Przewodniczącej Rady Dyscypliny Architektura i Urbanistyka na Politechnice Śląskiej z dnia 29.04.2020. Podstawę merytoryczną stanowi przedłożona praca doktorska pani mgr inż. Wiktorii Dziaduley, której promotorem jest dr hab. arch. Klaudiusz Fross prof. PŚ. Na dysertację składa się 241 stron tekstu wraz z licznymi fotografiami, rysunkami, tabelami, spisem treści, spisem rysunków i tabel, przykładową kartą badań własnych oraz bibliografią. Dysertacja została przedstawiona w języku angielskim, jednak zgodnie z art. 190 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571) recenzja została sporządzona w języku polskim.

Tematyka pracy

Na wstępie autorka pracy (część zatytułowana „Background”), przedstawiła autorskie wyjaśnienie zagadnienia: dlaczego eksplorujemy przestrzeń kosmiczną? Wskazała, że po kilku latach badania tego zagadnienia i po ponad pięćdziesięciu naukowych i popularnonaukowych prezentacjach sformułowała własne stanowisko (tutaj szkoda, że nie wskazała liczby naukowych publikacji gdyż na stronach Politechniki Śląskiej na lata 2021-25 recenzent znalazł 10 publikacji pokonferencyjnych, które można uznać za naukowe). Na stronie 2 pracy przedstawiła diagram wskazujący cztery obszary inicjujące chęć wspomnianej eksploracji: odkrywanie obszarów nieznanych, poprawa życia (recenzent domniema, że autorka miała na myśli jakość), zrozumienia tego co istnieje oraz ludzkiej natury eksploratora. Ponadto, zaznaczyła, że praca została poświęcona obszarowi „healing” – czyli części oznaczonej w diagramie poprawa życia. Jednocześnie wskazała ważność tego, aby badania zawarte w dysertacji miały praktyczne znaczenie aplikacyjne. W pracy doktorskiej analizowana jest architektura kosmiczna zarówno jako narzędzie eksploracji, jak i obszar projektowy o znacznym potencjale wdrożeniowym, inspirujące do tworzenia samowystarczalnych, odpornych i zrównoważonych środowisk życia na Ziemi. Tym samym podjęła się tematu bardzo ciekawego i mało zbadanego w dyscyplinie architektura i urbanistyka. To właśnie ten aspekt wydaje się jednym z najcenniejszych poznawczo i praktycznie elementów pracy. Projektowanie habitatów kosmicznych „wymusza” myślenie systemowe, obejmujące oszczędność zasobów, obieg zamknięty materiałów i wody, niezależność energetyczną, minimalizację strat, odporność na czynniki zewnętrzne oraz integrację funkcji technicznych, biologicznych i społecznych. Są to jednocześnie wyzwania coraz bardziej aktualne w projektowaniu środowiska życia na Ziemi, zwłaszcza w kontekście kryzysu klimatycznego, urbanizacji, katastrof naturalnych, migracji oraz potrzeby tworzenia infrastruktury odpornej na zakłócenia. W tym sensie rozwiązania opracowywane na potrzeby misji kosmicznych, dotyczące modułowości, efektywności energetycznej, autonomii systemów, recyklingu zasobów, ergonomii przestrzeni minimalnej czy projektowania wspierającego dobrostan psychofizyczny użytkowników, mają potencjał transferu do budownictwa o różnorodnej funkcji, kształtowania infrastruktury kryzysowej, obiektów medycznych, stacji badawczych czy zespołów funkcjonujących w trudnych warunkach środowiskowych. Tym samym praca lokuje się w bardzo aktualnym nurcie badań interdyscyplinarnych, gdzie sektor badań kosmicznych może stać się źródłem inspiracji dla zrównoważonego rozwoju na Ziemi.

Warto również podkreślić, że tak sformułowany cel badawczy poszerza tradycyjne rozumienie eksploracji kosmosu, wskazując, że może być środkiem do generowania wiedzy, technologii i metod projektowych służących człowiekowi. Eksploracja zostaje zatem wpisana w logikę odpowiedzialności społecznej i środowiskowej, co stanowi ujęcie dojrzałe i współczesne. Jeśli autorka zdołała w dalszej części dysertacji wykazać konkretne mechanizmy takiego transferu wiedzy i rozwiązań, to należy uznać, że przyjęła perspektywę nie tylko interesującą teoretycznie, lecz także wartościową z punktu widzenia praktyki projektowej. Podsumowując, przedstawione we wprowadzeniu ujęcie uzasadnia sens badań nad wskazaną tematyką, jako wspierającą przyszłą eksplorację przestrzeni pozaziemskiej, jak również generującą rozwiązania możliwe do zastosowania w projektowaniu bardziej odpornych, samowystarczalnych i zrównoważonych środowisk życia na Ziemi. Taki kierunek należy uznać za obiecujący, choć wymaga on konsekwentnego doprecyzowania terminologii, zakresu oraz sposobu wykazania rzeczywistego potencjału wdrożeniowego proponowanych rozwiązań.

Struktura części merytorycznej dysertacji

Dysertacja składa się z 13 rozdziałów, poprzedzonej listą Skrótów oraz akronimów i zakończonych Bibliografią zapisaną w stylu harwardzkim, co bez podania numeracji porządkowej oznacza, że każdy z recenzentów był zmuszony do samodzielnego przeliczenia liczby publikacji - o ile recenzent nie popełnił pomyłki jest to 223 pozycje. Ponadto wskazano 73 ilustracje (zdjęcia oraz diagramy), 24 tabele oraz Załącznik A zatytułowany ARF Strategy Criticality Matrix (Architectural Resilience Factor), który zdaniem recenzenta, z uwagi na niewielką objętość (1 strona A4), mógłby znaleźć miejsce w konkretnym rozdziale. Ponadto, pojawia się tutaj wątpliwość – pełnego przedstawienia danych gdyż zabrakło opisu metodologii, nie wiadomo w jaki sposób ustalono kryteria brzegowe dla trzech parametrów: A – Survival B – Operationality C – Well-being, a takie informacje są integralną częścią każdego załącznika.

Rozdział 1, zawiera informację dotyczącą motywacji podjęcia się tematyki, omówienia publikacji naukowych. Wydaje się jednak, że wśród omawianych publikacji recenzent nie zauważył takich jak np.: Kopeć, W., Pochwatko, G., Kornacka, M., Stawski, W., Grzeszczuk, M., Skorupska, K., Karpowicz, B., Masłyk, R., Zinevych, P., Knapieński, S., Barnes, S. and Biele, C. (2024) *'Human Factors in Space Exploration: Opportunities for International and Interdisciplinary Collaboration'*, w: Biele, C., Kacprzyk, J., Kopeć, W., Możaryn, J., Owsieński, J.W., Romanowski, A. and Sikorski, M. (red.) *Digital Interaction and Machine Intelligence. Proceedings of MIDI 2023*. Cham: Springer Nature Switzerland AG, s. 339–350.; Wiley J. Larson i Linda K. Pranke (2000) *Human Spaceflight: Mission Analysis and Design*, The McGraw-Hill Companies, Inc. W omawianym rozdziale wskazano lukę badawczą określoną jako fakt, iż w dotychczasowych publikacjach nie wyodrębniono jeszcze kompleksowego nurtu badawczego poświęconego możliwościom przeniesienia rozwiązań projektowych opracowanych dla środowisk ekstremalnych, a zwłaszcza kosmicznych, do architektury ziemskiej (str. 14; par. 2 dysertacji). Interesująco zarysowano wskazanie braku ustalonej skali (narzędzia) pozwalających na ustalenie kompleksowego wskaźnika gotowości w zakresie samowystarczalności architektonicznej oraz możliwości porównania rozwiązań projektowych w kontekście badań kosmicznych i przyszłych scenariuszy na Ziemi (strona 15 par.1 dysertacji). Recenzent jest zdania, że luka badawcza została sformułowana poprawnie, chociaż można odnaleźć publikacje poruszające ten temat, nadal nie można ich uznać za kompleksowy nurt badawczy. Wskazanie powyższej luki badawczej ma swoje odzwierciedlenie w celach pracy, chociaż wydaje się, że sformułowanie iż, do potrzeb tej pracy została sformułowana skala wskaźnika gotowości (str. 16 par. 2 dysertacji), jest dosyć przedwczesne ponieważ powyższa skala stanowi efekt dysertacji, a nie została stworzona *a priori*, szczególnie że poniżej znajduje się zapis: „*this dissertation undertakes an attempt to develop a multidimensional model for assessing a broad range of issues such as resources technical systems, spatial organisation and conditions of long term human functioning derived from experience gained in extreme environments*” (tłum. W niniejszej rozprawie podjęto próbę opracowania wielowymiarowego modelu służącego do oceny szerokiego zakresu zagadnień, takich jak zasoby, systemy techniczne, organizacja przestrzenna oraz warunki długoterminowego funkcjonowania człowieka, w oparciu o doświadczenia zdobyte w środowiskach ekstremalnych). Cztery pytania badawcze oraz sześć celów przedstawionych na stronach

17-18 dysertacji zostały sformułowane w sposób właściwy. Recenzent ma jednak uwagi do zapisu tez. Teza 1: *"Space architecture, analog space missions and buildings in extreme environments constitute a key source of design, technological and operational knowledge that can be directly applied to the development of self sufficient architecture on Earth"* (tłum. Architektura kosmiczna, analogowe misje kosmiczne oraz budynki w ekstremalnych środowiskach stanowią kluczowe źródło wiedzy projektowej, technologicznej i operacyjnej, którą można bezpośrednio wykorzystać przy tworzeniu samowystarczalnej architektury na Ziemi). Teza zawiera pewne słabości. Przede wszystkim technologie kosmiczne powstają i są wykorzystywane w skrajnie innych warunkach fizycznych (np. brak grawitacji lub mikro grawitacja, czy promieniowanie). Przeniesienie ich na Ziemię niemal zawsze wymaga głębokiej, wieloletniej adaptacji (transferu technologii), a nie „bezpośredniego” wdrożenia. Materiały używane w architekturze kosmicznej (zaawansowane kompozyty czy metale rzadkie) są wysokoprzetworzone i mają ogromny produkcyjny ślad węglowy. Tworzenie samowystarczalnej architektury na Ziemi jest związane cyrkularnością, materiałach lokalnych (low-tech) i naturalnych, co w pewnym stopniu jest w sprzeczności z technologiami kosmicznymi (high-tech).

Teza 2: *„Architectural Resilience Factors (ARF) constitute a tool for the systematic assessment of the degree of integration of autonomous systems both in architecture operating under extreme environmental conditions and in buildings designed for everyday use under standard terrestrial conditions"* (tłum. Współczynniki odporności architektonicznej (ARF) stanowią narzędzie do systematycznej oceny stopnia integracji systemów autonomicznych zarówno w architekturze funkcjonującej w ekstremalnych warunkach środowiskowych, jak i w budynkach przeznaczonych do codziennego użytku w standardowych warunkach ziemskich). Recenzent uważa, że w obecnym brzmieniu teza nie została sformułowana prawidłowo, jeśli wskaźniki ARF (Architectural Resilience Factors) są opracowywane dopiero w toku doktoratu. Sformułowanie „współczynniki ARF stanowią narzędzie” to stwierdzenie faktu – zakłada, że to narzędzie już istnieje, działa, jest powszechnie znane i zdefiniowane. Skoro dopiero jest tworzone, to jest to błąd metodologiczny.

Teza 3 obarczona jest analogiczną wadą. *„ The Self-Sufficiency Readiness Level (SSRL) scale is an effective tool for the multidimensional assessment of the level of self-sufficiency of buildings, enabling comparison, classification and the identification of potential directions for the development of technologies and design strategies"* (tłum. Skala poziomu gotowości do samowystarczalności (SSRL) stanowi skuteczne narzędzie do wielowymiarowej oceny poziomu samowystarczalności budynków, umożliwiającej porównywanie, klasyfikację oraz identyfikację potencjalnych kierunków rozwoju technologii i strategii projektowych). Sformułowanie „Skala poziomu gotowości do samowystarczalności (SSRL) stanowi narzędzie” to stwierdzenie faktu – zakłada, że to narzędzie już istnieje, działa, jest powszechnie znane i zdefiniowane. Skoro dopiero jest tworzone, to jest to błąd metodologiczny. Oczywiście Recenzent jest świadomy faktu, że w większości przypadków ostateczny kształt tez jest formułowany często dopiero w końcowej fazie dysertacji. Prawdopodobnie miało to miejsce również i teraz, doprowadzając do istniejących zapisów wyprzedzających zaistnienie faktów.

Teza 4: *„Technologies and design strategies developed for the needs of space architecture play an important role in shaping future models of sustainable development and in increasing the resilience of terrestrial architecture for future challenges"* (tłum. Technologie i strategie projektowe opracowane z myślą o potrzebach architektury kosmicznej odgrywają ważną rolę w kształtowaniu przyszłych modeli zrównoważonego rozwoju oraz w zwiększaniu odporności architektury ziemskiej na przyszłe wyzwania). Ma raczej charakter hipotezy, gdyż jako teza z perspektywy metodologii naukowej wskazuje kilka słabości, w tym: nie wskazuje jakie konkretnie technologie i strategie są przedmiotem analizy; „ważna rola” nie jest kategorią naukową i trudno ją zweryfikować, a ponadto architektura ziemska musi uwzględniać także kwestie urbanistyczne, dziedzictwo kulturowe czy aspekty ekonomiczne. Tym samym możliwość transferu nie jest oczywista.

W Rozdziale 2 Research Methodology and Tools, autorka wskazała metodologię badań zbieżną z klasyfikacją Elżbiety Niezabitowskiej, a dokładnie podejście badawcze łączące różne metody, co jest właściwe w przypadku wybranego obszaru badań. Podrozdział 2.2. Development of an Original Self-Sufficient Scale and its Assumptions powinien raczej znaleźć swoje miejsce w późniejszych rozdziałach,

gdyż na tym etapie opisowym dysertacji mogą zaistnieć założenia, ale jeszcze nie samo opracowanie będące przedmiotem dysertacji.

Rozdział 3 Definitions and Literature Review – rozdział zawiera wyjaśnienie kluczowych zagadnień w tym definicji ekstremalnych warunków środowiskowych, architektury kosmicznej, środowisk analogowych, samowystarczalności poszerzonej o uwzględnienie potencjału jakości zamieszkania w warunkach długotrwałej izolacji. Ponadto została omówiona skala TRL (Technology Readiness Level), HRL (Habitation Readiness Level), System Readiness Level (SRL), Innovation Readiness Level (IRL), Societal Readiness Level (SRL) oraz podejście Stage-gate autorstwa Nicka Holdena - łączący poziomy gotowości technologicznej i innowacyjnej z podejściem opartym na cyklu życia. Recenzent jest zdania, że podział danych publikacyjnych na te zawarte z rozdziale 1 oraz na te zawarte w rozdziale 3 jest pewną niezręcznością i w przypadku publikacji dysertacji powinny być razem scalone w jednym rozdziale.

Rozdział 4 Theory of Design in Space poświęcony został klasyfikacji typów środowisk oraz ekstremalnych rozwiązań architektonicznych przedstawiony na rysunku 13 (str. 41 dysertacji). Autorka wskazuje, że obszarem łączącym ekstremalną architekturę na Ziemi oraz w przestrzeni kosmicznej są analogowe środowiska. Recenzent natomiast uważa, że elementem a łączącym oba środowiska jest człowiek. Choć środowiska analogowe stanowią ważne narzędzie badawcze wykorzystywane do testowania technologii, procedur i rozwiązań projektowych przeznaczonych dla eksploracji kosmosu, są one jedynie pośrednikiem umożliwiającym analizę funkcjonowania człowieka w warunkach ekstremalnych. Ich podstawową rolą jest odtwarzanie wybranych cech środowisk kosmicznych w celu oceny wpływu tych warunków na użytkownika oraz weryfikacji skuteczności projektowanych rozwiązań. Zarówno architektura środowisk ekstremalnych na Ziemi jak i architektura kosmiczna powstają przede wszystkim po to, aby zapewnić człowiekowi możliwość bezpiecznego funkcjonowania w środowisku, które naturalnie nie sprzyja parametrom oczekiwany przez ludzkie istoty. W obu przypadkach projektowanie koncentruje się wokół tych samych podstawowych potrzeb użytkownika. W konsekwencji można uznać, że środowiska analogowe pełnią rolę narzędzia badawczego o charakterze metodologicznym, natomiast człowiek stanowi element integrujący oba obszary na poziomie fundamentalnym, ponieważ to jego potrzeby, ograniczenia i możliwości adaptacyjne determinują kierunki rozwoju rozwiązań architektonicznych w obu środowiskach. Fakt ten podkreśla sama autorka dysertacji na stronie 43 wskazując, że „...studies on long term isolation, the human factor, and psychology became one of the main arguments supporting the necessity of including designers, architects and design professionals in interdisciplinary teams responsible for design of space environments”.

Recenzent całkowicie zgadza się z poprawnością spiralnego procesu projektowego, który jest klasycznym przykładem zintegrowanego procesu projektowania stosowanego przez Recenzenta od kilkunastu lat w procesie nauczania studentów Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej, i znanego dłużej niż publikacja cytowana przez autorkę dysertacji w podpisie ryciny 14. Diagram „Cyclical Design Process” został przedstawiony przez Häuplik-Meusburger i Bannovą (2016), jednak jego podstawy teoretyczne wywodzą się z wcześniejszych koncepcji iteracyjnego procesu projektowego rozwijanych m.in. przez D.P. Duerk (1993) [Duerk, Donna P. (1993). Architectural Programming: Information Management for Design. New York: Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-01026-5. 258]. Duerk jest ważną autorką, ponieważ już na początku lat dziewięćdziesiątych opisywała projektowanie jako proces iteracyjny, w którym projektant wielokrotnie wraca do problemu, stopniowo zwiększając poziom szczegółowości rozwiązań. To właśnie z jej publikacji pochodzi często cytowane stwierdzenie, że proces projektowy jest to proces cykliczny obejmujący szeroki zakres zagadnień, charakteryzujący się coraz większym stopniem szczegółowości. Autorki Häuplik-Meusburger i Bannova jedynie zaadaptowały tę koncepcję do potrzeb architektury kosmicznej i interdyscyplinarnego procesu projektowania habitatów pozaziemskich. Ponadto jeżeli autorka dysertacji wskazuje cykliczny proces projektowania jako właściwy, to dlaczego nie zawarła tego faktu na rys. 16 (str. 47)? Cykliczność projektowania polega na tym, że wyszczególnione przez autorkę „Odpowiedzi”, takie jak: Metody, Rozwiązania, Strategie czy Podejścia projektowe, także uczestniczą w cyklicznym procesie projektowym i nie są „wyrzucone poza nawias”.

W Rozdziale 5 Architecture in Extreme Environments - Domains, autorka dysertacji wskazuje ponadto, że projekcie projektowania architektury przestrzeni kosmicznej architekt staje się osobą integrującą całość procesów, a tym samym otrzymuje szerszy obszar kompetencji. Recenzent zgadza się z wywodem wskazującym konieczność interdyscyplinarnej współpracy projektanta przy jednoczesnym zastosowaniu narzędzi 3D i wirtualnej rzeczywistości - nie tylko w przypadkach opisywanych przez autorkę dysertacji. W omawianym rozdziale, w Tabeli 3 zostało przedstawione zestawienie ekstremalnych środowisk kosmicznych. Zdaniem Recenzenta zostały one przedstawione zbyt zachowawczo, zabrakło wizji i naukowego rozmachu który powinien charakteryzować doktorat w tym obszarze tematycznym. Z całą pewnością zabrakło przykładu środowiska referencyjnego o skrajnym poziomie ekstremalności, pochodzącego z habitatów potencjalnej przyszłej eksploracji jak np. Europa, jednego z tzw. księżyców Galileuszowych orbitujących wokół Jowisza, uznawanego za jeden z najbardziej obiecujących obiektów Układu Słonecznego pod względem możliwości występowania życia pozaziemskiego. Tym niemniej, Recenzent ocenia opis wpływu poszczególnych parametrów na architekturę jako prawidłowy chociaż niepełny, gdyż np. w przypadku planety Mars istnieje także marsjański regolit uważany za jeden z kluczowych zasobów rozważanych w koncepcjach ISRU (In Situ Resource Utilization), a nie został on wskazany przez autorkę jako lokalny istniejący zasób na stronie 62 dysertacji, chociaż omówiony na stronach kolejnych. Interesująca jest także propozycja zastosowania mycelium, chociaż pojawia się pytanie czy jest to rozwiązanie które z całą pewnością nie będzie ingerowało w obcy habitat? Wewnętrzne parametry środowiskowe oraz parametry warunkujące możliwość użytkowania przestrzeni przeznaczonych dla ludzi, również zostały opisane w sposób prawidłowy, chociaż czasem zbyt ogólnikowy np. str. 70 dysertacji *„The results of these studies indicate that integrating specific natural patterns into built environment can be an effective tool for reducing stress and supporting human psychophysical adaptation, which gives them particular importance in the design of long duration space habitats and other isolated environments”* (tłum. Wyniki tych badań wskazują, że włączenie specjalnych wzorów występujących w naturze do środowiska zabudowanego może stanowić skuteczne narzędzie służące zmniejszeniu stresu i wspieraniu adaptacji psychofizycznej człowieka, co nadaje im szczególne znaczenie przy projektowaniu długoterminowych habitatów kosmicznych i innych odizolowanych środowisk). I tu pojawia się pytanie co to znaczy „specjalne wzory oraz „skuteczne narzędzie”, gdyż nie są to wskaźniki mierzalne w języku naukowym.

Rozdział 6 Empirical Experiences zawiera własne doświadczenia autorki podczas PANDA Mission (Pandemic Isolation Campaign) będącą analogową misją kosmiczną przeprowadzoną w stacji badawczej LunAres Research Station w Polsce. A ponadto: Misje studenckie z lat 2022-24 w ramach których studenci wykonywali badania naukowe w efekcie których zostały sformułowane wspólne konkluzje i projektowe rekomendacje. Podrozdział 6.3. Lunae Abissi Project, jest ważnym obszarem autorskich doświadczeń, który jak sama autorka dysertacji napisała wywarł duże znaczenie na zrozumienie czym jest architektura w ekstremalnych warunkach, ze szczególnym wykorzystaniem geologicznych podziemnych struktur jako integralnego elementu podziemnej infrastruktury. Podrozdział 6.4. jest poświęcony studialnym pracom projektowym wykonanych przez grupę studentów pod kierunkiem prof. Klaudiusza Frossa. Brak jest jednak informacji czy autorka dysertacji również brała czynny udział w tym projekcie.

Rozdział 7 zatytułowany Case Study (a właściwie Case Studies) w którym autorka bardzo szeroko potraktowała wybrane przykłady, łącząc przy tym zarówno te zrealizowane i funkcjonujące, jak i takie znajdujące się jedynie w strefie projektowej. Recenzent uważa, że poprawniej byłoby podzielić badania oraz wnioski na część dotyczącą obiektów zrealizowanych i pozostałych. Taki podział byłby prawidłowy analitycznie, gdyż nie każde rozwiązanie projektowe może mieć odzwierciedlenie w ostatecznych realiach. Podział na środowisko polarne, pustynne, podwodne, kosmiczne (LEO – Low Earth Orbit) – jest prawidłowy, zabrakło środowiska podziemnego o którym autorka wspominała w rozdziale 6. Recenzent jest zdania, że środowisko księżycowe oraz marsjańskie powinno być jednak rozpatrywane oddzielnie, chociażby dlatego, że presja psychiczna użytkowników będzie inna z uwagi na odseparowanie od rodzimej planety, a poza tym pomimo badań dla Marsa istnieje bardzo wiele niewiadomych parametrów. Ponadto, podrozdział 7.7. Summary of Case Study (uwaga: Studies)

powinno być przede wszystkim syntezą wyników prowadzącą do przynajmniej częściowej odpowiedzi na pytania badawcze i weryfikacji hipotezy. Autorka dysertacji zidentyfikowała wspólne cechy takie jak np. izolacja czy ograniczone zasoby, oraz różnice tak jak np. długość misji czy liczebność załogi. Zabrakło jednak wstępnego odniesienia do luki badawczej i hipotezy (np. w formie tabelarycznej) co potwierdziłoby, że case studies nie były celem samym w sobie, lecz etapem prowadzącym do właściwych wyników badawczych, a byłoby to cennym wstępem do rozdziału 8. Self-sufficiency – Analysis of Factors, gdzie autorka dysertacji na stronie 166 powołuje się na „highlighted elements” - elementy wyróżnione - powstałe jako kompilacja wyzwań projektowych (Design Challenges) oraz odpowiadających im technologicznym strategiom (Design Factors). Zdaniem autorki dysertacji pozwoliły one na stworzenie katalogu Architectural Resilience Factors, umożliwiających identyfikację powtarzających się mechanizmów w środowisku budowlanym adaptowanego do ekstremalnych warunków klimatycznych, niezależnie od specyficznego geograficznego lub planetarnego kontekstu i stanowią punkt wyjścia dla dalszej syntezy oraz stworzenia oryginalnego modelu architektonicznej samowystarczalności. Mocną stroną analiz studiów przypadku jest identyfikacja cech wspólnych (m.in. izolacji, ograniczonych zasobów, autonomiczności funkcjonowania) oraz cech różnicujących poszczególne środowiska analogowe i kosmiczne (długości misji, liczebności załogi czy stopnia odwzorowania warunków kosmicznych). Analiza ta stanowi wartościową podstawę do dalszych rozważań nad mechanizmami funkcjonowania habitatów w środowiskach ekstremalnych.

Jednocześnie można odnieść wrażenie, że pomiędzy prezentacją wyników studiów przypadku a kolejnym etapem badań występuje pewna luka metodologiczna. Autorka nie przedstawiła w sposób wystarczająco jednoznaczny, w jaki sposób wnioski płynące z analiz poszczególnych przypadków zostały przekształcone w zestaw czynników wykorzystanych następnie w rozdziale 8. W rezultacie czytelnik otrzymuje informację o istnieniu „highlighted elements”, jednak nie może w pełni prześledzić procesu ich wyłonienia ani zweryfikować logiki przejścia od analiz empirycznych do syntezy teoretycznej. Recenzent prosi autorkę dysertacji o przedstawienie podczas obrony pracy doktorskiej syntetycznego zestawienia prezentującego relacje pomiędzy analizowanymi przypadkami, wyzwaniami projektowymi (Design Challenges), strategiami projektowymi (Design Factors) oraz finalnymi czynnikami odporności architektonicznej. Taka prezentacja poprawi przejrzystość wyводу oraz wzmocni metodologiczną spójność rozprawy. W przedstawionym układzie pracy nie zostało w wystarczający sposób wyjaśnione jakie kryteria decydowały o zakwalifikowaniu danego elementu do katalogu ARF, czy wszystkie analizowane przypadki miały równą wagę, czy proces selekcji miał charakter jakościowy, ekspercki czy porównawczy, czy i w jaki sposób zapewniono powtarzalność i obiektywność procedury. Część z tych rozważań można odnaleźć w kolejnych podrozdziałach rozdziału 8, ale zbyt często proponowana metodologia jest zbyt ogólnikowa np. na str. 168 pojawia się zdanie „Analysis of case studies shows that non of the analysed facilities achieves full resource autonomy. Instead strategies of partial loop closure are applied, which reduce but do not eliminate dependence on external logistics” (tłum. Analiza studiów przypadków pokazuje, że żaden z badanych obiektów nie osiąga pełnej autonomii surowcowej. Zamiast tego stosuje się strategie częściowego zamknięcia obiegu, które ograniczają, ale nie eliminują zależności od zewnętrznej logistyki.). Zdanie jest logiczne i prawdopodobnie zgodne z większością analizowanych przykładów, jednak z perspektywy recenzenta rozprawy doktorskiej można wskazać kilka potencjalnych słabości, w tym: nieprecyzyjne jest pojęcie „pełna autonomia surowcowa”, a bez wcześniejszego zdefiniowania pojęcia lub wskazania gdzie zostało sformułowane w innej części tekstu, trudno jednoznacznie ocenić prawdziwość wniosku. Sformułowanie: „żaden z badanych obiektów nie osiąga pełnej autonomii surowcowej” ma charakter absolutny. Brak jest wskazania kryteriów oceny, danych ilościowych czy stopnia osiągniętej autonomii. Analiza obejmuje zarówno obiekty istniejące, jak i koncepcje projektowe, zatem konieczne jest wyjaśnienie podstaw takiego uogólnienia. Podobnie w podrozdziale 8.5. Pilot Use of the Scale, autorka wskazała, że “Przeprowadzono wstępną analizę porównawczą wybranych istniejących obiektów architektonicznych o bardzo zróżnicowanych funkcjach, skalach i kontekstach środowiskowych” - nie podano jednak na jakiej podstawie obiekty zostały wybrane? Czy dobór był celowy, teoretyczny, czy reprezentatywny? Dlaczego analizowano właśnie te obiekty, a nie inne?

Recenzent prosi, aby autorka pracy w ramach prezentacji przedstawiła trzy inne sformułowania dowolnie wybrane z rozdziału 8 dysertacji charakteryzujące się potencjalnymi słabościami metodologicznymi i je wyjaśniła. Recenzent uważa, że autorka dysertacji zajęła się ważnym obszarem i posiada dobry warsztat naukowy, jednak tok zapisu pracy charakteryzuje się lukami metodologicznymi. Jest niezmiernie ważne, aby autorka sama potrafiła je wyróżnić i wyjaśnić, co będzie cenne w ramach jej dalszej kariery naukowej i kolejnych publikacjach.

Dobrym standardem naukowym jest taki sposób formułowania zapisów pracy, aby wszystkie rozdziały publikacji naukowych miały taką samą liczbę stron. Rozdział 10. Discussion – to zaledwie dwie strony i można było je dołączyć w innym układzie. Rozdział 11 Conclusion zawiera wskazania dotyczące pracy i raczej powinien być połączony z Rozdziałem 12 Summary, który w kontekście ważności pracy wydaje się dosyć skromny, chociażby dlatego, że autorka powinna dokładnie wskazać w których punktach pracy zostały potwierdzone wszystkie cztery przedstawione w dysertacji tezy przypominając jednocześnie ich treść.

Pomimo powyższych uwag Recenzent akceptuje trafność wniosków wskazujących na to, że doktorantka udowodniła przedstawione na początku dysertacji tezy, a szczególnie drugą i trzecią. Wydaje się, także że spójność i klarowność wniosków pozwala na akceptację przyjętej do analizy „próbki” case studies. Można zatem przyjąć, że założona metoda, chociaż niedoskonała, oraz zastosowane metody badawcze pozwoliły na przeprowadzenie analizy potwierdzającej założenia. Uważam, że dysertacja stanowi cenny przyczynek do bazy wiedzy zawierającej informacje na temat kształtowania przestrzeni dedykowanej architekturze w warunkach ekstremalnych. Jest cennym źródłem do dyskusji na temat nowatorskich rozwiązań w architekturze przy jednoczesnym zastosowaniu interdyscyplinarnego podejścia do przeprowadzonych analiz.

Doktorantka wykazała się umiejętnością przeprowadzania studiów i gromadzenia materiałów dowodowych niezbędnych do przeprowadzenia stosowanych analiz i rozważań teoretycznych. Materiał ilustracyjny został dobrany w sposób prawidłowy. Sposób zapisu oraz zastosowania przypisów i odnośników bibliograficznych nie budzi zastrzeżeń.

Rozprawa została zapisana na dobrym poziomie języka angielskiego i pomimo, iż jest to dysertacja naukowa, jej zrozumienie nie powoduje większych trudności. Można zatem założyć że doktorantka opanowała warsztat naukowy w stopniu wystarczającym.

Wniosek końcowy

Recenzowaną pracę uważam za dobrą pod względem naukowym, a także przydatną jako baza wiedzy do prowadzenia dalszych badań w tym obszarze. Oceniam ją wysoko pomimo wykazanych niedociągnięć i uwag na które zapewne uzyskam odpowiedź w ramach obrony pracy. Odznacza się ona dobrym warsztatem naukowym, nawet jeżeli w zapisach dysertacji nie zostały wystarczająco jasno zawarte wszystkie przeprowadzone procedury badawcze. Cele pracy zostały zrealizowane przynosząc wyniki o cennych walorach teoretycznych. Przedstawiona dysertacja jest dowodem odpowiednich kompetencji i znajomości naukowych metod badawczych wymaganych na tym etapie działalności naukowej. Powyższe uwagi pozwalają na stwierdzenie iż praca doktorska spełnia wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668). Tym samym wnioskuję o dopuszczenie dysertacji do publicznej obrony.

Warszawa, 10.07.2026.