

MARZANNA JAGIELLO
PROF. DR HAB. ARCH.
KATEDRA KONSERWACJI ARCHITEKTURY
I REWALORYZACJI KRAJOBRAZU KULTUROWEGO
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY,
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

WROCŁAW, 26.07.2026 R.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

MGR INŻ. ARCH. WIKTORII DZIADUŁY

Tytuł rozprawy: „Architektura w ekstremalnych warunkach: Problem samowystarczalności w architekturze kosmicznej i jego wpływ na zrównoważony rozwój”

Oryginalny tytuł w j. ang.:

„Architecture in Extreme Conditions: The Problem of Self-Sufficiency in Space Architecture and Its Impact on Sustainable Development”,

przygotowanej pod kierunkiem dr. hab. inż. arch. Klaudiusza Frossa, prof. PŚI

Podstawy opracowania:

1. Uchwała nr Rady Dyscypliny Naukowej Architektura i Urbanistyka Politechniki Śląskiej z dnia 27.04.2026 r.
2. Pismo Przewodniczącej RDN AiU Politechniki Śląskiej z dnia 29.04.2026 r.
3. Aktualne przepisy.

1. Informacje ogólne

Praca liczy 237 stron, wliczając w to 37 ilustracji, 24 tabele oraz 208 pozycji bibliograficznych. Podstawowa część dysertacji podzielona jest na 11 rozdziałów poprzedzonych streszczeniem a zwieńczonych konkluzjami i podsumowaniem. Układ ten uznać należy za typowy dla prac doktorskich.

2. Ocena ogólna pracy

Recenzowana praca doktorska podejmuje niezwykle aktualną w piśmiennictwie architektonicznym tematykę, która wprost odpowiada pierwszemu członowi jej tytułu: **architekturze w ekstremalnych warunkach**. Autorka koncentruje się na architekturze kosmicznej (*Space Architecture*) oraz projektowaniu dla środowisk typu ICE (*Isolated, Confined, and Extreme*).

Tradycyjne podejście do kształtowania przestrzeni rzadko mierzy się z tak radykalnymi reżimami technologicznymi i fizycznymi, jakie narzuca przestrzeń kosmiczna, bazy polarne czy laboratoria podwodne. Główną wartością dysertacji jest precyzyjne odzwierciedlenie relacji zawartej w tytule: powiązania **problemu samowystarczalności w kosmosie** z jego **wpływem na zrównoważony rozwój**.

Poprzez zastosowanie zasady projektowego sprzężenia zwrotnego (*design feedback loop*), Autorka słusznie zakłada, że rozwiązania projektowane z myślą o kosmosie (gdzie zasoby są ekstremalnie limitowane) mogą i powinny stać się kluczem do rozwiązywania kryzysów zasobowych na Ziemi, wpisując się bezpośrednio w paradygmat ekorozwoju.

3. Struktura pracy i poprawność metodologiczna

Praca charakteryzuje się logiczną, przejrzystą i wysoce zindywidualizowaną strukturą. Składa się z 13 głównych rozdziałów, które konsekwentnie prowadzą czytelnika od podbudowy teoretycznej do autorskich narzędzi aplikacyjnych, mapujących sformułowane w tytule problemy badawcze.

Rozdziały 1–3 (Podbudowa teoretyczna): Prawidłowo definiują siatkę pojęciową niezbędną do udźwignięcia tematu rozprawy. Na szczególną uwagę zasługuje precyzyjne rozróżnienie pojęć takich jak *analog habitats* (reprezentujące warunki ekstremalne), *habitability* oraz systemy *self-sufficiency* (samowystarczalność).

Uwagi krytyczne do stanu badań:

a) Tytuł rozprawy wyraźnie zapowiada analizę **problemu samowystarczalności w architekturze kosmicznej oraz jego wpływu na zrównoważony rozwój**. Tymczasem w przedstawionym przeglądzie literatury odczuwalny jest wyraźny niedosyt pozycji z zakresu inżynierii systemów, systemów podtrzymywania życia (ECLSS), ekologii przemysłowej czy gospodarki cyrkularnej, które stanowią przecież technologiczny fundament tak zdefiniowanej samowystarczalności i ekorozwoju. Autorka w części teoretycznej kładzie zamiast tego silny akcent na ergonomię, psychologię izolacji i formę przestrzenną. Warto, aby w toku obrony Autorka wykazała, jak te humanistyczno-przestrzenne aspekty bezpośrednio korespondują z twardym komponentem technologiczno-środowiskowym, który rozwija dopiero w aplikacyjnych rozdziałach pracy.

b) Doktorantka twierdzi, że dostępna literatura traktująca o środowiskach ekstremalnych jest ograniczona, pomijając fakt, że w 2024 roku na Politechnice Wrocławskiej została obroniona monograficzna rozprawa doktorska dr. inż. arch. Leszka Orzechowskiego, poświęcona determinantom projektowania habitatów analogowych. Ignorowanie tak bezpośredniego punktu odniesienia dla współczesnej teorii architektury kosmicznej jest błędem warsztatowym. W trakcie obrony Autorka powinna jednoznacznie wskazać, gdzie kończą się ustalenia dr. Orzechowskiego, a gdzie zaczyna się jej własny, oryginalny wkład naukowy w rozwój samowystarczalności architektonicznej.

c) W strukturze przeglądu literatury widoczny jest sztuczny, metodologicznie nieuzasadniony podział na publikacje w języku polskim oraz obcojęzyczne. Wprowadzanie tego typu cezur językowych we współczesnym dyskursie akademickim budzi istotne wątpliwości – nauka jest jedna, ma charakter globalny, a kryterium podziału piśmiennictwa powinno opierać się na wartości merytorycznej i relewancji teorii, a nie na języku danej publikacji. Tego rodzaju dychotomia słyca obraz stanu badań, zwłaszcza w tak wybitnie międzynarodowej i interdyscyplinarnej dziedzinie, jaką jest architektura kosmiczna i projektowanie dla środowisk ekstremalnych.

Wniosek ze stanu badań (Zdefiniowanie luki badawczej):

Analiza stanu badań przedstawiona przez Autorkę pozwala jednak na wyraźne zdefiniowanie istotnej luki w literaturze przedmiotu. O ile dotychczasowy dorobek (głównie powiązany z *Sasakawa International Center for Space Architecture* – SICSA czy NASA) obfituje w zaawansowane analizy inżynierskie oraz studia nad psychologią izolacji, o tyle w teorii architektury

widoczny był brak uniwersalnych narzędzi parametryzacji i oceny projektów pod kątem ich strukturalnej autonomii. Niniejsza rozprawa w sposób celowy i udany tę lukę wypełnia, wprowadzając autorski model czynników ARF oraz skalę SSRL, co stanowi oryginalny krok naprzód w rozwoju dyscypliny i w pełni uzasadnia celowość podjętych badań.

Rozdziały 4–5 (Teoria domenowa): Stanowią udaną próbę sformułowania zasad projektowania w tytułowych ekstremach. Autorka słusznie dekonstruuje rolę architektury nie jako statycznej formy, ale jako interdyscyplinarnego narzędzia integracji systemów i przetrwania (włączając w to kluczowe aspekty psychospołeczne i biofilii), co stanowi fundament pod zrozumienie problemu samowystarczalności.

Rozdziały 6–7 (Komponent empiryczny i studia przypadków): Imponujący pod względem objętości i przekroju materiał badawczy, który w pełni pokrywa zakres przedmiotowy tytułu. Łączy analizę habitatów ziemskich (stacje polarne Halley VI, FMARS, MDRS, bazy podwodne jako egzemplifikacja architektury w warunkach ekstremalnych) z systemami orbitalnymi (Skylab, ISS) oraz koncepcjami planetarnymi (*Moon Village*, projekty druku 3D dla Marsa stanowiące istotę architektury kosmicznej). Wprowadzenie własnych doświadczeń z udziału w międzynarodowych analogowych misjach kosmicznych np. PANDA (2021), wizycie studyjnej w habitacie kosmicznym Astroland w Santander w Hiszpanii (2023), w projekcie badawczo-wdrożeniowym APA Misja MARS (2022), wystąpieniu na Międzynarodowym Kongresie Astronautycznym IAC w Paryżu z publikacją (2022), uwiarygodniając pozycję badawczą Autorki i dowodząc głębokiego zrozumienia badanej problematyki. Do wyjątkowych osiągnięć oraz doświadczeń badawczych autorki, których nie można pominąć należą staż badawczy w najlepszej uczelni zajmującej się architekturą kosmiczną na świecie – SICSA na Uniwersytecie w Houston (w ramach Fundacji Kościuszkowskiej) współprowadzonej przez astronautów, naukowców z NASA i wiele cenionych osób w branży kosmicznej.

Uwagę zwraca także zaangażowanie Doktorantki w realizację eksperymentu biotechnologicznego Space Volcanic Algae w ramach misji IGNIS, który wykonywał polski astronauta dr Sławosz Uznański-Wiśniewski na pokładzie misji Ax-4 na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Eksperyment dotyczył testowania ekstremofilnych mikroglonów w warunkach mikrogravitacji. Badane organizmy, odporne na warunki środowiskowe, mają zdolność produkcji tlenu oraz wartościowych związków bioaktywnych, co czyni je potencjalnym komponentem przyszłych systemów podtrzymywania życia w habitatach kosmicznych. Celem badań jest przetestowanie możliwości wykorzystania tych mikroorganizmów w zamkniętych ekosystemach kosmicznych oraz w zrównoważonych systemach architektury na Ziemi. Projekt nawiązuje bezpośrednio do tematyki pracy doktorskiej¹.

4. Główny wkład naukowy i oryginalność pracy

Najważniejszym, rdzennym wkładem naukowym Autorki w dyscyplinę architektury jest opracowanie dwóch autorskich narzędzi analityczno-projektowych, które stanowią bezpośrednią, operacyjną odpowiedź na zasygnalizowany w tytule pracy **problem samowystarczalności w architekturze kosmicznej**:

1. **Katalog Czynniki Odporności Architektonicznej (*Architectural Resilience Factors* – ARF):** Wydzielenie 7 kluczowych czynników (od autonomii metabolicznej,

¹ Szerzej na: <https://extremo.tech/2024/07/26/volcanic-space-algae-iss-2/>

przez stabilność środowiska, po dobrostan psychospołeczny) pozwala na parametryzację cech obiektów funkcjonujących w warunkach ekstremalnych, które dotychczas w piśmiennictwie opisywano wyłącznie jakościowo.

2. **Skala Dojrzałości Samowystarczalności Architektury (*Self-Sufficiency Architectural Readiness Level* – SSRL):** Jest to bezpośrednia, autorska odpowiedź na inżynierskie skale NASA (np. TRL – *Technology Readiness Level*). Wprowadzenie skali SSRL i jej pilotażowe wdrożenie stanowi unikalny wkład w metodologię oceny projektów architektonicznych pod kątem ich autonomii systemowej.

Przejście od analizy czynników (ARF), przez ich syntezę graficzną (heatmapa w rozdziale 8.3.2), aż po definicję poziomów SSRL udowadnia wysoki stopień dojrzałości naukowej i umiejętność modelowania systemowego. Narzędzia te pozwalają na obiektywne uchwycenie tego, jak rozwiązania wyrosłe z architektury kosmicznej mogą transformować podejście do projektowania obiektów na Ziemi.

5. Ocena stopnia realizacji celów i pytań badawczych

W toku przewodu doktorskiego Autorka w sposób wyczerpujący i udokumentowany odpowiedziała na wszystkie postawione pytania badawcze oraz zrealizowała komplet celów szczegółowych. Pozwoliło to na pełne domknięcie ram badawczych wyznaczonych przez tytuł dysertacji, co jednoznacznie potwierdza wysoki poziom naukowy pracy.

Odpowiedzi na pytania badawcze:

Determinanty samowystarczalności: Wykazano, że poziom samowystarczalności architektury w środowiskach ekstremalnych uwarunkowany jest przez złożoną, wielowymiarową konfigurację czynników środowiskowych, technologicznych i społecznych. Kluczowe znaczenie ma stopień ekstremalności otoczenia, dostępność i zdolność do lokalnego pozyskiwania oraz odzysku krytycznych zasobów (woda, energia, powietrze, żywność), a także poziom autonomii operacyjnej i stopień domknięcia obiegu systemów podtrzymywania życia.

Integracja czynnika ludzkiego z technologią: Parametry techniczne są nierozzerwalnie sprzężone z uwarunkowaniami ludzkimi (liczba użytkowników, czas trwania misji). Kluczowym pojęciem spajającym te aspekty w architekturze kosmicznej jest *habitability* – rozumiana jako zdolność środowiska zbudowanego do zapewnienia warunków sprzyjających długoterminowemu funkcjonowaniu człowieka w izolacji (komfort psychofizyczny, zdolność adaptacyjna przestrzeni).

Transfer wiedzy Kosmos $\rightarrow$ Ziemia: Udowodniono, że strategię projektowe, technologie i zasady organizacji przestrzennej wypracowane w sektorze kosmicznym oraz w misjach analogowych mogą bezpośrednio wspierać budowanie architektury odpornej na Ziemi (idea *spin-off*). Zgodnie z drugą częścią tytułu rozprawy, to właśnie te mechanizmy transferu bezpośrednio determinują **wpływ architektury kosmicznej na zrównoważony rozwój**. Narzędziami tego transferu w warunkach kryzysu stały się autorskie czynniki ARF oraz operacjonalizacja poziomów skali SSRL.

Metodologiczna innowacja (Model SSRL): Autorka z powodzeniem opracowała i pomyślnie zweryfikowała w pilotażu (rozd. 8.5) wielowymiarową skalę SSRL. Skala ta pozwala na klasyfikację i porównywanie obiektów pod kątem stopnia integracji systemów autonomicznych, precyzyjnie obrazując przejście od zależności zasobowej do pełnej autonomii operacyjnej, co stanowi klucz do systemowego ujęcia problemu samowystarczalności.

Realizacja celów szczegółowych:

1. Zbadano zależności między charakterystyką środowiska ekstremalnego a stopniem integracji systemów samowystarczalnych (rozd. 7).

2. Zidentyfikowano i przeanalizowano rozwiązania technologiczne oraz projektowe, co pozwoliło na systemowe uporządkowanie powtarzalnych strategii adaptacyjnych w odpowiedzi na ograniczenia w architekturze kosmicznej (rozdz. 7 i 8).
3. Wskazano precyzyjne kierunki transferu wiedzy i technologii w ujęciu zjawisk *spin-off* i *spin-in*, co wprost dokumentuje deklarowany w tytule **wpływ na zrównoważony rozwój**, szczególnie w kontekście środowisk zagrożonych i kryzysowych na Ziemi (rozdz. 11.5).
4. Wyodrębniono czynniki architektonicznej odporności i samowystarczalności (ARF) jako uniwersalną bazę analityczną do porównywania obiektów ziemskich i kosmicznych (rozdz. 8).
5. Opracowano autorską skalę SSRL opartą na czynnikach ARF, umożliwiającą wielowymiarową klasyfikację integracji systemów autonomicznych w ujęciu środowiskowym, technologicznym i psychospołecznym (rozdz. 8.4).

6. Główne zalety i mocne strony pracy w odniesieniu do jej tytułu

Analiza struktury i zawartości merytorycznej dysertacji pozwala na wskazanie jej kluczowych atutów, które bezpośrednio realizują obietnicę zawartą w temacie rozprawy:

Wysoka użyteczność naukowa: Autorka trafnie zidentyfikowała lukę badawczą. Integracja aspektów psychospołecznych z technologicznymi w ocenie autonomii budynków stanowi nowatorskie i profesjonalne podejście do **problemu samowystarczalności**, wykraczające poza proste, inżynierskie bilanse instalacyjne.

Interdyscyplinarność: Szerokie ujęcie tematu – od biologii środowiskowej po integrację systemów technicznych i *habitability* – znacząco podnosi wartość aplikacyjną opracowanego narzędzia i pozwala rzetelnie naświetlić specyfikę architektury kosmicznej.

Skalowalność i uniwersalność: Założenie o możliwości bezpośredniego porównywania habitatów kosmicznych, baz ICE (*Isolated, Confined, and Extreme*) oraz obiektów ziemskich nadaje pracy uniwersalny charakter. Pozwala to na realne zbadanie, jak architektura w ekstremalnych warunkach rezonuje z tradycyjnym budownictwem.

Logiczna struktura metodologiczna: Proces konstrukcji skali SSRL (od studiów literaturowych, przez operacjonalizację czynników ARF, aż po pilotażową walidację) jest spójny i precyzyjnie dowodzi, w jaki sposób badane parametry przekładają się na **wpływ na zrównoważony rozwój** na Ziemi.

7. Granice uniwersalności narzędzia i ocena rozdziału 10.

Rozdział 10. rozprawy doktorskiej w istotny sposób dopełnia przyjętą metodologię, stanowiąc kluczowy pomost pomiędzy analizą teoretyczną a jej aplikacją w uwarunkowaniach ziemskich. Autorka definiuje w nim ograniczenia skali SSRL, jej kontekst aplikacyjny oraz potencjał transferu technologii kosmicznych do budownictwa powszechnego, co stanowi bezpośrednio rozwinięcie tytułowego **wpływu na zrównoważony rozwój**.

Doktorantka wykazuje się wysoką świadomością naukową, wprost wskazując na pilotażowy charakter badań, konieczność analizy ekonomicznej przy wdrażaniu wysokiej autonomii oraz na możliwość ewolucji skali z poziomu pojedynczego obiektu do złożonych systemów urbanistycznych. Uwzględnienie zaawansowanych studiów przypadków, takich jak projekty firmy ICON (druk 3D) czy systemy zamkniętych obiegu MELiSSA Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), potwierdza uniwersalność narzędzia w kontekście architektury kosmicznej. Analizy te pozwoliły także na sformułowanie wartościowych wytycznych i rekomendacji dla rozwoju architektury samowystarczalnej przyszłości, wskazując kierunki projektowania obiektów odpornych, adaptacyjnych i zdolnych do funkcjonowania w

warunkach niepewności (co Autorka rozwija w rozdziałach 9 oraz 11.5). Rozdział ten udowadnia, że badany problem samowystarczalności nie został potraktowany w sposób oderwany od realiów operacyjnych.

8. Ocena krytyczna i dyskusja (Uwagi polemiczne oraz pytania do obrony)

Pomimo bardzo wysokiej oceny struktury i zawartości merytorycznej pracy, jako recenzentka dostrzegam obszary wymagające dodatkowego naświetlenia i doprecyzowania. W związku z tym proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się podczas obrony publicznej do następujących kwestii:

- **Pytanie 1 (Dotyczące skalowalności rynkowej i ekonomii):**
W rozdziale 10.2 Autorka stawia fundamentalne pytanie: „*czy każdy budynek musi być samowystarczający?*”. W nawiązaniu do tego problemu, uprzejmie proszę o precyzyjne wskazanie granic aplikowalności autorskiej skali SSRL w masowej architekturze komercyjnej i mieszkaniowej na Ziemi. Jak wysoki koszt technologii wywodzących się bezpośrednio z sektora kosmicznego (ECLSS, zaawansowane systemy podtrzymywania życia) wpływa na realną opłacalność ekonomiczną wdrażania wyższych poziomów samowystarczalności w standardowych uwarunkowaniach rynkowych, gdzie inwestorzy kierują się przede wszystkim wskaźnikami stopy zwrotu z inwestycji (ROI)?
- **Pytanie 2 (Metodologiczne – dotyczące kalkulacji kosztów):**
Architektura kosmiczna z natury operuje w reżimie budżetów agencji rządowych i strategicznych programów badawczych, gdzie priorytetem jest bezwzględne przetrwanie człowieka, a nie rynkowy rachunek zysków i strat. W jaki sposób autorskie narzędzia, takie jak Katalog Czynników Odporności Architektonicznej (ARF) oraz skala SSRL, uwzględniają ziemskie realia rynkowe? Czy w pilotażowym wykorzystaniu skali (rozdz. 8.5) brano pod uwagę kryterium kosztów w cyklu życia obiektu (LCC – *Life Cycle Costing*), czyli relację między podwyższonym kosztem inwestycyjnym (CAPEX) a potencjalnymi oszczędnościami operacyjnymi (OPEX)?
- **Pytanie 3 (Aplikacyjne – dotyczące scenariuszy i alternatyw):**
W podsumowaniu pracy słusznie wskazuje Pani na potrzebę „*stopniowego i scenariuszowego podejścia do samowystarczalności, zamiast dążenia do autonomii absolutnej*”. Jakże konkretnie kryteria kryzysowe, środowiskowe lub lokalizacyjne na Ziemi – w Pani ocenie – uzasadniają pod względem ekonomicznym i społecznym całkowitą rezygnację z tradycyjnej infrastruktury sieciowej (*grid*) na rzecz pełnej lub częściowej autonomii obiektów architektonicznych?
- **Pytanie 4 (Dotyczące luki badawczej i systemów certyfikacji):**
W sformułowaniu luki badawczej słusznie Pani wskazuje, że obecne systemy wielokryterialnej certyfikacji budynków (takie jak LEED czy BREEAM) nie obejmują w wystarczającym stopniu zagadnień kluczowych dla głębokiej samowystarczalności, takich jak pełna integracja zamkniętych systemów podtrzymywania życia czy psychosocjalna adaptacja użytkownika w izolacji. W jaki sposób autorska skala SSRL mogła w przyszłości uzupełnić lub przetransformować rynkowe standardy oceny budynków zrównoważonych na Ziemi, aby realnie zwiększyć ich odporność (*resilience*) na współczesne kryzysy cywilizacyjne i klimatyczne?

Podsumowanie części krytycznej

Konkludując ten obszar oceny, wprowadzenie przez Autorkę rozważań zawartych w rozdziale 10. chroni pracę przed zarzutem naiwnego techno-optimizmu. Przyznanie, że „nie każdy budynek na Ziemi musi i powinien być samowystarczalny”, świadczy o dużej dojrzałości naukowej Doktorantki oraz właściwym rozumieniu ekonomiczno-społecznych realiów

wdrażania zaawansowanych technologii. Podczas obrony publicznej kluczowe będzie jednak wykazanie obiektywizmu opracowanego narzędzia oraz obrona przyjętych kryteriów parametryzacji wobec wskazanych powyżej barier systemowych i metodologicznych, zwłaszcza w kontekście przełożenia założeń architektury kosmicznej na standardowe rynki budowlane.

9. Rekomendacje dla dyscypliny i praktyki projektowej

Sformułowane w pracy wnioski końcowe niosą istotny ładunek teoretyczny i aplikacyjny dla rozwoju dyscypliny naukowej Architektura i Urbanistyka, wskazując jak problem samowystarczalności przekłada się na ziemski **zrównoważony rozwój**:

1. **Paradygmat systemu adaptacyjnego:** Konieczność traktowania architektury nie jako obiektu statycznego, lecz jako dynamicznego systemu adaptacyjnego, zdolnego do reagowania na zmienne warunki ekstremalne, środowiskowe, zasobowe i użytkowe (rozdz. 11.3).
2. **Podejście scenariuszowe i stopniowalne:** Potrzeba stopniowalnego podejścia do samowystarczalności, dostosowanego do skali ryzyka i kontekstu otoczenia, zamiast dogmatycznego dążenia do autonomii absolutnej na Ziemi (rozdz. 11.2).
3. **Zintegrowana definicja samowystarczalności:** Przedstawienie nowatorskiej, autorskiej definicji samowystarczalności (rozdz. 8.4), która w sposób zrównoważony spaja czynniki technologiczne, przestrzenne, środowiskowe oraz psychospołeczne (rozdz. 5.4, 8).
4. **Wymiar aplikacyjny:** Integracja gotowych, sprawdzonych w misjach analogowych i sektorze kosmicznym rozwiązań dla ziemskiej praktyki projektowania (rozdz. 11.5) oraz poszerzony zestaw czynników wynikających ze szczegółowych studiów przypadku (rozdz. 7, 8).

10. Konkluzje i wnioski końcowe

Przedstawiona do recenzji praca doktorska stanowi nowatorskie i głębokie studium nad architekturą przyszłości. Autorka udowodniła, że architektura w obliczu współczesnych kryzysów oraz reżimów środowisk ekstremalnych musi być postrzegana jako dynamiczny, zintegrowany system, a nie jako tradycyjny, statyczny obiekt budowlany. Praca posiada jasno zdefiniowany cel, prawidłowo dobraną metodologię oraz wartościowy aplikacyjny finał w postaci autorskich modeli ARF i SSRL.

Sformułowana przez Autorkę luka badawcza charakteryzuje się wysokim stopniem dojrzałości metodologicznej. Doktorantka słusznie dystansuje się od czysto publicystycznych rozważań nad ekologią, przenosząc ciężar badań na płaszczyznę operacyjną, systemową i parametryczną. Za szczególnie cenne uznać należy wykazanie niedoskonałości współczesnych systemów certyfikacji wielokryterialnej (takich jak LEED czy BREEAM) w zderzeniu z wyzwaniem środowisk ekstremalnych i kryzysowych. Autorka trafnie zidentyfikowała brak systemowego spójnika pomiędzy czysto inżynierskimi skalami NASA (np. TRL czy HRL) a architektoniczną potrzebą ewaluacji autonomii przestrzennej. Tak zdefiniowana luka badawcza w pełni uzasadnia oryginalność, celowość oraz innowacyjność podjętej dysertacji i opracowania skali SSRL.

Warto podkreślić, że dotychczasowe studia nad środowiskami ICE, reprezentowane m.in. przez metodologiczne prace K. Frossa (2012, 2021) czy dysertację L. Orzechowskiego (2024) skupioną wokół przestrzenno-funkcjonalnych determinantów projektowania habitatów analogowych, traktowały obiekty ekstremalne głównie przez pryzmat ergonomii, psychologii izolacji oraz uwarunkowań architektonicznych samej formy. Ponieważ nauka ma charakter globalny i nieobwarowany granicami językowymi, w literaturze przedmiotu wciąż widoczna była wyraźna nisza teoretyczna. Niniejsza rozprawa doktorska tę lukę skutecznie wypełnia.

Przesuwa ona punkt ciężkości z analizy statycznych uwarunkowań przestrzennych na dynamiczne, interdyscyplinarne ujęcie odporności systemowej (*systemic resilience*) oraz architektonicznej samowystarczalności. W odróżnieniu od wcześniejszych prac, badany przez Autorkę obiekt nie jest już traktowany jedynie jako przestrzenne schronienie (*shell*), lecz jako autonomiczny, zintegrowany technologicznie ekosystem o zamkniętej pętli zasobów, co wnosi oryginalny i uniwersalny wkład do światowej dyskusji nad architekturą ekstremalną.

Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska w pełni spełnia z nawiązką wszystkie ustawowe wymogi stawiane pracom doktorskim w dyscyplinie Architektura i Urbanistyka. Wniosuję z pełnym przekonaniem o dopuszczeniu Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego oraz do publicznej obrony.

Ze względu na wybitnie nowatorski charakter pracy, opracowanie autorskiej i unikalnej skali SSRL, rygorystyczne podejście systemowe oraz zgromadzenie bogatego, unikalnego w skali międzynarodowej materiału empirycznego, **wniosuję również o wyróżnienie tej rozprawy doktorskiej.**

Podpisała: prof. dr hab. inż. arch. Marzanna Jagiełło