

# Kosmos na Ziemi – analogowe habitaty kosmiczne. Badania jakościowe podczas symulowanej misji kosmicznej



dr hab. inż. arch.  
**KLAUDIUSZ FROSS, PROF. PŚ**  
Politechnika Śląska  
Wydział Architektury  
ORCID 0000-0002-0013-7619



inż. arch.  
**WIKTORIA DZIADUŁA**  
Politechnika Śląska  
Wydział Architektury  
ORCID: 0000-0002-7674-1409

W artykule przedstawiono założenia, metodologię, przeprowadzone badania oraz ogólne wnioski w zakresie funkcjonowania analogowych habitatów kosmicznych jako symulacji warunków panujących w kosmosie. Artykuł oparty jest na badaniach wykonanych podczas pobytu w habitacie kosmicznym stacji badawczej LunAres.

## Cel i zakres artykułu

Celem artykułu jest prezentacja założeń, metodologii, przeprowadzenia badań oraz ogólne wnioski w zakresie funkcjonowania habitatów kosmicznych jako symulacji warunków panujących w kosmosie podczas wykonywania misji i przeprowadzania badań naukowych. Artykuł oparty jest głównie na wykonanych dwutygodniowych badaniach podczas pobytu w habitacie kosmicznym LunAres. Badania wykonała analogowa astronautka inż. arch. Wiktoria Dziaduła w ramach pracy badawczej pod kierunkiem prof. Klaudiusza Fross z Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej.

## Architektura kosmiczna na Politechnice Śląskiej

Wydział Architektury Politechniki Śląskiej jako jeden z pierwszych w Polsce podjął dyskusję w temacie połączenia architektury, kosmosu oraz nowych technologii. Badania nad tym obszarem zainaugurował Dziekan Wydziału prof. Klaudiusz Fross, tworząc w 2017 r. Program Badawczy Architektury Kosmicznej mający celu promocję i wspieranie prac naukowych oraz koncepcji projektowych w zakresie architektury i kosmosu [1]. Projekty, które zainicjowały perspektywę rozwoju tego obszaru, to prace magisterskie: *City on Mars – Jednostki kolonizacyjne na innych planetach i możliwości wykorzystania ich w ekstremalnych warunkach ziemskich* (autor mgr inż. arch. Kamil Lis, promotor prof. Maria Bielak) oraz *Spaceport Abu-Dhabi – Projekt koncepcyjny portu kosmicznego* (autor mgr inż. arch. Roman Wala, promotor prof. Klaudiusz Fross) [2]. Wsparcie studentów

w tworzeniu kosmicznych innowacyjnych koncepcji zaowocowało wieloma ciekawymi i interdyscyplinarnymi inicjatywami. Pod patronatem Dziekana oraz we współpracy z kółem naukowym AI-METH z Wydziału Mechanicznego Technologicznego przeprowadzono konkurs *Design body for Mars mobile* oraz prezentację łazika marsjańskiego zbudowanego przez studentów AI-METH. Nawiązano również kontakt z Polską Agencją Kosmiczną oraz podjęto próbę popularyzacji tematyki kosmicznej w artykułach: w 2018 r. podczas międzynarodowej konferencji *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* został zaprezentowany artykuł *Space architecture* (autorzy publikacji: Fross K., Bielak-Zasadzka M.). Zorganizowano wykład dla studentów architektury i uczniów Liceum Akademickiego, prelegentem był Leszek Orzechowski, dyrektor placówki badawczej LunAres, założyciel grupy projektowo-badawczej Space is More oraz wielokrotny finalista kosmicznych konkursów, w tym konkursu NASA na projekt habitatu w druku 3D.

## Metodologia badań

Istotą pracy badawczej były przeprowadzone eksperckie badania jakościowe w ramach pracy BK pod kierunkiem prof. Klaudiusza Fross, realizowane m.in. przez inż. Wiktoria Dziaduła (studentkę 2. stopnia WA PŚ) podczas misji kosmicznej PANDA – Pandemic Analog Mission (styczeń 2021) w habitacie LunAres w Pile [3]. Badania architektoniczne obejmowały oceny jakościowe habitatu (w jakości technicznej, funkcjonalnej, organizacyjnej, ekonomicznej i behawioralnej),

obserwacje sposobu użytkowania oraz zachowań użytkowników. Uzupełnieniem były wywiady z użytkownikami. Analogowa astronautka inż. arch. Wiktoria Dziaduła prowadzi-



Fot. 1. Baner Programu Badawczego Architektury Kosmicznej utworzonego w 2017 roku przez Dziekana Wydziału prof. Klaudiusza Fross

ła także dziennik pobytu i zbierała materiały do pracy dyplomowej magisterskiej (*Koncepcja Architektoniczna Kosmicznej Stacji Badawczej*).

### Habitaty kosmiczne

Czy ludzkość skolonizuje inne planety? Możliwe nawet, że już wkrótce. Prestiżowe biura, jak BIG czy Foster+Partners, w współpracy z agencjami kosmicznymi snują wizje przyszłości księżycowych baz. Jednak by taka stacja powstała, potrzeba dużo testów i prób, aby zastosowane rozwiązania były niezawodne, szczególnie w niebezpiecznych ekstremalnych warunkach kosmicznych.

„Analogowe” (czyli symulowane) misje, które odbywają się w wyspecjalizowanych placówkach badawczych (habitatach), dotyczą szeroko zakrojonych badań. Celem jest odwzorowanie ekstremalnych warunków kosmicznych, m.in: izolacji, braku promieni słonecznych, specjalistycznej diety, wysokiego poziomu stresu, braku prywatności, przebywania na małej przestrzeni, ograniczonej ilości zasobów. Analogowa misja to niecodzienna szansa i możliwość testowania w ekstremalnych warunkach nowoczesnych technologii (np. telemedycyny, inteligentnego sterowania), badania dynamiki grupy, testowania systemów zarządzania zasobami w zamkniętym środowisku.

Kosmiczne habitaty badawcze zlokalizowane są na całym świecie. Niektóre do przeprowadzania symulacji wykorzystują swoją lokalizację w ekstremalnych środowiskach, np. Mars Desert Research Station na pustyni w Utah; Concordia Research Station na biegunie południowym czy podwodny Aquarius Reef Base. Inne natomiast, pozostając zupełnie odcięte od środowiska zewnętrznego, skupiają badania na temacie psychologii grupy i izolacji (Mars500, HERA, LunAres). Funkcjonują też kosmiczne stacje badawcze, które są swoistymi laboratoriami, w jakich naukowcy badają możliwości upraw roślin oraz systemów podtrzymywania życia (CESRF, MELiSSA). W zależności od potrzeb i możliwości odbywają się tam misje kosmiczne trwające standardowo 2–3 tygodnie, nawet do pół roku, a załoga liczy od 2 do 6 osób. Przez cały pobyt w placówce uczestnicy wcielają się w rolę astronautów, wykonując niezbędne czynności, procedury oraz eksperymenty [4, 5].

Ekstremalne warunki to nie tylko kosmos. W niebezpiecznych i trudnych środowiskach ludzie żyją oraz pracują już od dawna, np. na stacjach polarnych czy łodziach podwodnych. Poczucie bezpieczeństwa i komfort wpływają bezpośrednio na efekty oraz komfort pracy, dlatego często kosmiczne badania pozwalają podnieść jakość rozwiązań ziemskich w ekstremalnych warunkach.

Nie ma jednak potrzeby wyprawy aż na biegun, aby móc zastosować naukę płyną-



Fot. 2. Inż. arch. Wiktoria Dziaduła, analogowa astronautka © PANDA Crew, LunAres



Fot. 3. Załoga misji PANDA, styczeń 2021 © PANDA Crew, LunAres

cą z kosmicznych badań. Przykładowo eksperymenty dotyczące izolacji przeprowadzane w LunAres w Pile pozwalają zgłębić wiedzę na temat przyszłych kosmicznych misji, gdzie astronauta będą musieli funkcjonować w bardzo małych przestrzeniach. Ten problem można odnieść bezpośrednio do przymusowej kwarantanny, którą obywają miliony ludzi na całym świecie. W czasach pandemii wszyscy to „analogowi astronauta”.

### Badania kosmiczne w habitacie LunAres

Główny zakres misji PANDA skupiał się na badaniach w zakresie wpływu izolacji na człowieka, jego zdrowie, samopoczucie i reakcje. Analizowano także dietę kosmiczną na bazie żywności liofilizowanej, testowano sprzęt techniczny, prowadzono uprawy bezglebowe, testowano samowystarczalność obiektu, druk 3D. Po 14 dniach izolacji, 3.02.2021 roku





Fot. 4. Podczas spaceru kosmicznego © PANDA Crew, LunAres

dyrektor Leszek Orzechowski oraz studentka Wiktoria Dziadula zaprezentowali swoje spostrzeżenia badawcze w programie telewizyjnym *Dzień Dobry TVN*, promując Politechnikę Śląską [6]. Poza badaniami kosmicznymi realizowane były oceny jakościowe według opisanej metodologii. Badania miały charakter ekspercki, wspomagano je wywiadami z użytkownikami misji PANDA. W rezultacie uzyskano szereg interesujących wyników oraz dokonano analizy, podsumowań i wysnucia wniosków. Liczne obserwacje oraz wnioski stały się inspiracją do dalszych planów badawczych. Dlatego można stwierdzić, że badania mają charakter rozwojowy i będą kontynuowane.

### Wnioski z badań

Udział w analogowej misji symulacyjnej dla inż. Wiktorii Dziadula nie tylko niezapomniana przygoda, ale przede wszystkim ważne obserwacje i wnioski z przeprowadzonych badań. Czas misji w LunAres był momentami bardzo trudny oraz wyczerpujący – napięty grafik, kosmiczna dieta, brak kontaktu ze światem zewnętrznym, brak słońca i mnogość eksperymentów oraz ograniczone zasoby sprawiały, że dwutygodniowy pobyt był dużym wyzwaniem. Ważnym aspektem symulacji ekstremalnych warunków było współdzielenie wszystkich przestrzeni – użytkownicy zwracali uwagę na „brak własnego kąta” – jedynym własnym miejscem była prywatna

kapsuła sypialna wielkości jednoosobowego łóżka. Brakowało także kontaktu z zielenią i światem zewnętrznym. Astronautów bardzo cieszył widok wyhodowanych roślin – niewątpliwie laboratorium było miejscem, gdzie każdy chętnie przebywał, doglądając upraw. Innym ważnym miejscem była kuchnia, gdzie astronauta spożywali wspólnie posiłki – ten czas był jedynym odpoczynkiem oraz chwilą oddechu podczas całego dnia. W ankiecie użytkownicy bardzo dobrze ocenili także łazienkę, która najbardziej ze wszystkich pomieszczeń przypominała domowe warunki. W późniejszej fazie misji dni zlewały się i trudno było orientować się w datach – w tym pomagał szczegółowo zaplanowany harmonogram misji. Astronauta zwracali także uwagę na to, że aby misja była udana, ważna jest dobrze dobrana, współpracująca załoga. Inną kwestią pomagającą „wytrzymać” w trudnych warunkach jest potrzeba sensu, celu przedsięwzięcia oraz odpowiednia immersja (uczucie bycia w prawdziwym kosmosie). Aby to osiągnąć, cały zespół musi współpracować i sumiennie wykonywać założenia misji. Do zwiększenia realizmu przyczyniają się także wizualne oraz estetyczne aspekty przestrzeni – czy analogowy habitat faktycznie wygląda i funkcjonuje jak prawdziwa stacja kosmiczna. Wyniki badań są nadal analizowane. Częściowo posłużyły już do sformułowania dwóch programów dydaktyczno-badawczych w ramach zajęć ze studentami w trybie PBL (ang. projectbase learning) do realizacji na semestr 2021/2022.

### Bibliografia

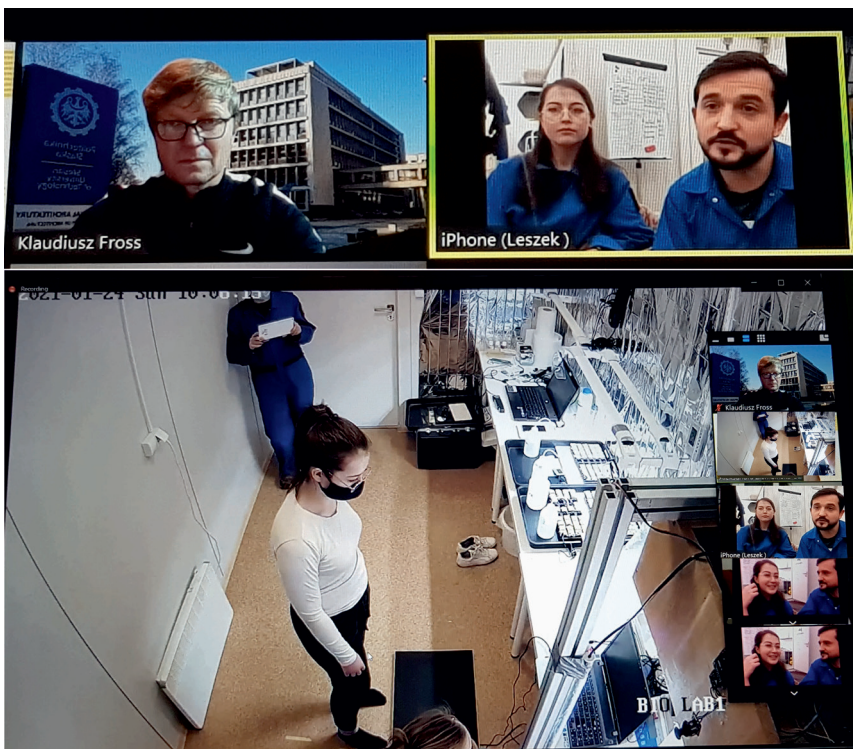
- [1]. Program badawczy architektury kosmicznej <https://builder4future.pl/2017/09/22/program-badawczy-architektury-kosmicznej/> [dostęp: 23.03.2021].
- [2]. Fross K., Bielak-Zasadzka M., „Space architecture” (AHFE – Orlando, Florida, USA July 22–26, 2018, <http://ahfe2018.org>).
- [3]. <https://lunares.space/> [dostęp: 23.03.2021].
- [4]. Boche-Sauvan, L., Pletser, Vladimir, Foing, B., 2009/04/01 „Human Aspects and Habitat Studies from EuroGeoMars Campaign”, 13323, Human Aspects and Habitat Studies from EuroGeoMars Campaign, 11, Geophysical Research Abstracts.
- [5]. Heinicke C., Orzechowski L., Avila M., 2020/04/01 „The MaMBA-concept for an extraterrestrial base and its first module mock-up”, 173, 10.1016/j.actaastro.2020.04.026, Acta Astronautica.
- [6]. Dzień dobry TVN. Symulacyjna misja kosmiczna w..., <https://tiny.pl/rk79r> [dostęp: 23.03.2021].

DOI: 10.5604/01.3001.0014.9334

### PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Fross Klaudiusz, Dziadula Wiktoria, 2021, Kosmos na Ziemi – analogowe habitaty kosmiczne. Badania jakościowe podczas symulowanej misji kosmicznej, „Builder” 7 (288). DOI: 10.5604/01.3001.0014.9334

**Streszczenie:** Zainteresowania badaniami w zakresie kosmosu i VR (ang. *virtual reality*) na Wydziale Architektury zainicjowały dwie prace dyplomowe magisterskie: *City on Mars – Jednostki kolonizacyjne na innych planetach i możliwości wykorzystania ich w ekstremalnych warunkach ziemskich* (autor mgr inż. arch. Kamil Lis, promotor prof. Maria Bielak) oraz *Spaceport Abu-Dhabi – Projekt koncepcyjny portu kosmicznego* (autor mgr inż. arch. Ro-



Fot. 5. Spotkanie online z członkami misji PANDA



Fot. 6. Leszek Orzechowski i studentka Wiktoria Dziaduła prezentują wstępne spostrzeżenia badawcze w programie telewizyjnym *Dzień Dobry TVN*, promując Politechnikę Śląską

man Wala, promotor prof. Klaudiusz Fross). Kolejnym krokiem był utworzony w 2017 roku przez Dziekana Wydziału prof. Klaudiusza Fross Program Badawczy Architektury Kosmicznej mający na celu promocję i wspieranie prac naukowych oraz koncepcji projektowych w zakresie architektury kosmicznej. W artykule przedstawiono założenia, metodologię, przeprowadzone badania oraz ogólne wnioski w zakresie funkcjonowania analogowych habitatów kosmicznych jako symulacji warunków panujących w kosmosie. Artykuł oparty jest na badaniach wykonanych podczas pobytu w habitacie kosmicznej stacji badawczej LunAres. Badania przeprowadziła uczestniczka kosmicznej symulacyjnej misji inż. arch. Wiktoria Dziaduła w ramach pracy badawczej pod kierunkiem prof. Klaudiusza Fross z Wydziału Architektury Politechniki Śląskiej.

**Słowa kluczowe:** architektura kosmiczna, habitaty kosmiczne, analogowy astronauta, badania jakościowe

**Summary:** SPACE ON EARTH – ANALOG SPACE HABITATS. QUALITATIVE RESEARCH DURING A SIMULATED SPACE MISSION. Interest in researches of space and VR (virtual reality) at the Faculty of Architecture was initiated by two Master thesis projects: City on Mars - Colonization units on other planets and the possibility of using them in extreme terrestrial conditions, (author mgrinż. arch. Kamil Lis, supervisor prof. Maria Bielak) and Spaceport Abu-Dhabi - Concept design of the spaceport (author mgrinż. arch. Roman Wala, supervisor prof. Klaudiusz Fross). The nextstep was the Space Architecture Research Program, created in 2017 by the Dean of the Faculty, prof. Klaudiusz Fross,

aimed at promoting and supporting scientific works and design concepts in the field of space architecture. The article presents the assumptions, methodology, research, and general conclusions regarding the functioning of space analog habitats as a simulation of space conditions during various missions. The article is mainly based on a study carried out during a mission in the LunAres Research Station. The tests were performed by the analog astronaut, Eng. arch. Wiktoria Dziaduła, as part of research work under the supervision of prof. Klaudiusz Fross from the Faculty of Architecture, Silesian University of Technology.

**Keywords:** space architecture, space habitats, analog astronaut, qualitative research

[WWW.BUILDERSSCIENCE.PL](http://WWW.BUILDERSSCIENCE.PL)