

# Na Marsa i... z powrotem

Janusz Osarczuk

Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego (współpracownik)

Marek Halembert

## Streszczenie

*Powodzenie załogowej wyprawy marsjańskiej będzie w dużym stopniu zależeć od sposobu jej przygotowania. Oczywiście już dziś można wsiąść do jednego z istniejących statków kosmicznych i dolecieć nim na Czerwoną Planetę. Chodzi jednak o to, by dotrzeć tam w tak dobrej kondycji zdrowotnej, by być zdolnym do powrotu na Ziemię. Dokonanie tego będzie możliwe tylko po rozwiązaniu najważniejszych problemów medycznych, które niewątpliwie pojawią się podczas tak długiej podróży.*

**Słowa kluczowe:** Mars, lot załogowy, misja międzyplanetarna, medycyna kosmiczna

## Wstęp

Podróż na Marsa od zawsze stanowiła ekscytujący temat. W ostatnim czasie zainteresowanie nim bardzo wzrosło, a stało się tak głównie za sprawą rozwoju technologii i pojawienia się nowoczesnych, dużych rakiet oraz statków kosmicznych. Co prawda, najbliższym celem ludzkości jest powrót na Księżyc, ale ma on być tylko przystankiem w drodze na Czerwoną Planetę.

To, że eksploracja planet rozpocznie się od Marsa, to pewnik. Jest on sąsiadem Ziemi, a oprócz tego jedyną poza nią planetą, która znajduje się w ekosferze Słońca (jest to obszar wokół naszej gwiazdy – na powierzchni planety lub naturalnego satelity – gdzie panują odpowiednie warunki do istnienia wody w stanie ciekłym). Spośród wszystkich planet Układu Słonecznego warunki panujące na Marsie są najbardziej zbliżone do ziemskich.

## Warunki na Marsie

Na Marsie jest zimno, przy czym temperatura może oscylować od około  $-143^{\circ}\text{C}$  na biegunach (zimą) do  $+35^{\circ}\text{C}$  w rejonach równikowych (w południe). Jednak nawet w najcieplejszych miejscach dodatnie temperatury pojawiają się jedynie na chwilę.

Powyższe wartości są wynikiem niskiego ciśnienia atmosferycznego (ok. 636 Pa), bardzo cienkiej atmosfery oraz braku oceanów, które mogłyby stabilizować klimat. Atmosfera Czerwonej Planety składa się głównie z dwutlenku węgla, a jej niewielka grubość nie zapewnia skutecznej ochrony przed promieniowaniem kosmicznym.

Woda na Marsie nie występuje dziś w stanie ciekłym na powierzchni, ale jej obecność jest dobrze udokumentowana

w postaci lodu. Znajduje się on głównie w czapach polarnych, a także – jak wskazują pomiary radarowe – w postaci zamrożonej wody ukrytej pod powierzchnią gruntu, zwłaszcza na wyższych szerokościach geograficznych.

Powierzchnia Marsa przypomina ogromną, zimną pustynię. Niemal cała planeta pokryta jest drobnym pyłem i piaskiem bogatym w tlenki żelaza, które nadają jej charakterystyczny czerwony kolor. Opady wody nie występują, a wiatr odgrywa istotną rolę w kształtowaniu krajobrazu, tworząc wydmy i rozległe równiny pyłowe.

Czerwona Planeta, w przeciwieństwie do Ziemi, nie ma globalnego pola magnetycznego. Zamiast tego występują jedynie lokalne, szczątkowe pola magnetyczne zachowane we fragmentach skorupy. Brak magnetosfery sprawia, że atmosfera planety jest bezpośrednio wystawiona na działanie wiatru słonecznego, który przez miliardy lat stopniowo „zdmuchiwał” ją w przestrzeń kosmiczną. Oprócz cienkiej atmosfery jest to druga przyczyna, dla której natężenie promieniowania kosmicznego na powierzchni Marsa jest kilkukrotnie wyższe niż na Ziemi.

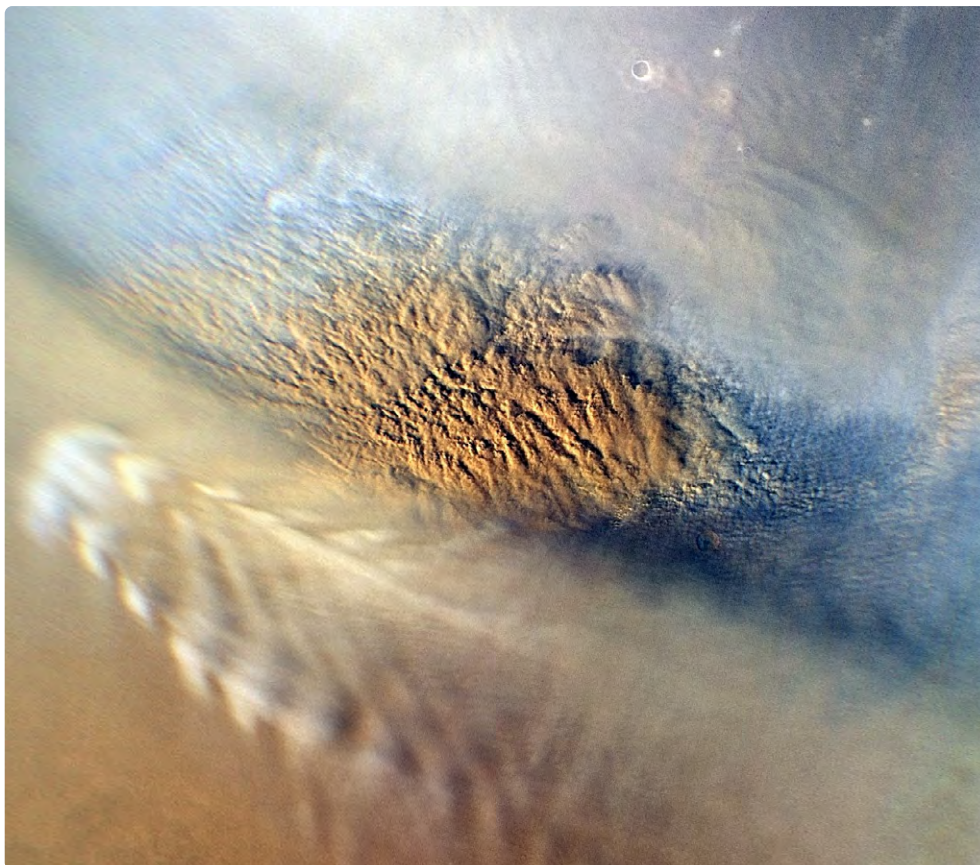
## Regolit

Regolit marsjański, czyli warstwa luźnego materiału pokrywającego lite skały, jest jednym z najbardziej charakterystycznych elementów powierzchni planety. Składa się z drobnego pyłu, piasku oraz pokruszonych skał, powstałych w wyniku miliardów lat uderzeń meteoroidów i powolnego wietrzenia. Pył ten jest łatwo unoszony przez wiatr.

Ważnym problemem jest elektrostatyczność marsjańskiego regolitu. W suchym środowisku, przy silnym promieniowaniu słonecznym i braku gęstej atmosfery, naelektryzowany pył silnie przylega do skafandrów, paneli słonecznych, kamer i radiatorów, a jego usuwanie jest bardzo trudne.

Regolit „wciska się wszędzie”, jego drobne cząstki są w stanie przenikać przez najmniejsze szczeliny, osiadać na uszczelnieniach i dostawać się do wnętrza urządzeń, a potencjalnie także do przyszłych habitatów. Może to prowadzić do awarii systemów technicznych, pogorszenia jakości powietrza wewnątrz baz oraz zwiększonego ryzyka zdrowotnego dla ludzi.

Istotną cechą marsjańskiego gruntu jest obecność nadchloranów, czyli związków chemicznych zawierających chlor i tlen. Są one toksyczne dla organizmów żywych i utrudniają bezpośrednie wykorzystanie marsjańskiej gleby do uprawy roślin. Jednocześnie związki te mają zdolność obniżania



Ryc. 1. Burza piaskowa na Marsie (źródło: <https://science.nasa.gov/resource/martian-dust-storm/>)

temperatury zamarzania wody, co rodzi pytania o możliwość istnienia krótkotrwałych, silnie zasolonych roztworów pod powierzchnią gruntu.

Mars słynie również z potężnych burz pyłowych (patrz ryc. 1). Regolit łatwo ulega unoszeniu, tworząc lokalne, regionalne, a czasem nawet globalne „huragany”, które potrafią objąć całą planetę na wiele tygodni. Burze te znacząco ograniczają widoczność, zmieniają bilans cieplny planety i stanowią poważne zagrożenie dla misji opartych na energii słonecznej.

### Misje marsjańskie

Misje na Marsa rozpoczęły się na początku lat 60. XX w., w okresie intensywnej rywalizacji kosmicznej. W 1960 r. Związek Radziecki podjął pierwsze próby wysłania sond w kierunku Czerwonej Planety, jednak zakończyły się one niepowodzeniem. Pierwszym w pełni udanym przełotem była amerykańska misja sondy Mariner 4 z 1965 r., która przesała na Ziemię pierwsze zdjęcia marsjańskiej powierzchni. Od tego momentu Mars stał się jednym z głównych celów badań planetarnych.

Zakres badań dotychczasowych marsjańskich misji był bardzo szeroki. Obejmował analizę atmosfery, pomiary temperatury i ciśnienia, badania składu chemicznego gruntu, poszukiwanie wody oraz śladów dawnego lub obecnego życia. Orbitery mapowały powierzchnię z dużą rozdzielczością, lądowiki prowadziły pomiary *in situ*, a łaziki badały skały,

osady i strukturę regolitu. Coraz większą rolę zaczęły też odgrywać badania przygotowujące przyszłe misje załogowe.

Do najważniejszych osiągnięć należą misje Viking 1 i Viking 2, które wylądowały na Marsie w 1976 r. Były to pierwsze udane lądowania i jednocześnie pierwsze eksperymenty biologiczne przeprowadzone bezpośrednio na powierzchni innej planety. Choć nie potwierdziły istnienia życia, dostarczyły bezcennych danych o chemii gruntu i warunkach środowiskowych. Przełomowe były także odkrycia łazików Spirit, Opportunity i Curiosity, które wykazały, że w przeszłości na Marsie istniały długotrwałe zbiorniki ciekłej wody i środowisko potencjalnie sprzyjające życiu.

Jednym z najbardziej spektakularnych osiągnięć ostatnich lat było wykorzystanie helikoptera Ingenuity, który dotarł na Marsa wraz z łazikiem Perseverance w 2021 r. Był to pierwszy kontrolowany lot statku powietrznego na innej planecie. Ingenuity udowodnił, że lot w ekstremalnie rzadkiej atmosferze Marsa jest możliwy. Wyznażył w ten sposób drogę przyszłym powietrznym zwiadowcom i nowym metodom eksploracji.

### Przyszłość badań Marsa

Plany dalszych misji marsjańskich koncentrują się na przejściu od etapu rozpoznania planety do znacznie bardziej zaawansowanych badań, ukierunkowanych na bezpośrednie poszukiwanie śladów dawnego życia oraz przygotowanie

przyszłej obecności człowieka na Marsie. Kluczowym celem najbliższych dekad jest nie tylko badanie planety na miejscu, lecz także sprowadzenie próbek marsjańskich skał na Ziemię do szczegółowych analiz laboratoryjnych.

Najważniejszym projektem w tym zakresie jest program Mars Sample Return, realizowany przez NASA we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną. Jego zadaniem jest odebranie próbek skał i regolitu, które obecnie zbiera łazik Perseverance, a następnie przetransportowanie ich na Ziemię. Byłby to przełom porównywalny z misjami księżycowymi Apollo, ponieważ umożliwiłby badania z użyciem aparatury, której nie da się umieścić na sondach kosmicznych. Szczególny nacisk zostanie położony na analizę składu izotopowego, struktur mikroskopowych oraz potencjalnych biosygnatur.

Istotnym elementem przyszłych misji będą eksperymenty technologiczne związane z przygotowaniem lotów załogowych. Obejmą one testy produkcji tlenu z marsjańskiej atmosfery, wykorzystania lokalnych zasobów, nowych metod ochrony przed promieniowaniem oraz systemów długotrwałego podtrzymywania życia. W tym sensie Mars stanie się nie tylko obiektem badań naukowych, lecz także poligonem doświadczalnym dla technologii, które w przyszłości umożliwią człowiekowi bezpośrednią eksplorację tej planety.

## Załogowy lot na Marsa

Plany oficjalnych misji załogowych na Czerwoną Planetę koncentrują się na latach 2030–2040, choć dokładne terminy zależą od postępu rozwoju technologii i powodzenia wcześniejszych misji bezzałogowych. NASA zakłada wykorzystanie programu „Moon to Mars”, w ramach którego doświadczenia zdobyte podczas misji księżycowych Artemis posłużą przygotowaniu lotów na Marsa. Firma SpaceX planuje natomiast wysłanie tam pierwszych astronautów już pod koniec lat 20. XXI w., na pokładzie statku Starship. Misje te mają w założeniu łączyć wysiłki agencji kosmicznych z sektorem prywatnym.

Załogi marsjańskie mogłyby liczyć od kilku do kilkunastu osób, a czas trwania całej misji, od startu z Ziemi do powrotu, szacuje się na 2–3 lata. Lot w jedną stronę trwałby około 6–9 miesięcy, po czym załoga musiałaby oczekiwać na kolejne okno transferowe, aby wrócić na Ziemię.

Ochrona zdrowia załogi i życia ludzi jest najważniejszym wyzwaniem, co przedstawiamy w naszej książce o jakże frapującym tytule: *Czy powrócimy z Marsa?* Temat lotu na Marsa bywa bowiem nagminnie redukowany do kwestii inżynierskich i technicznych. My zwracamy uwagę na problemy, których pokonanie jest konieczne, aby można było podjąć próbę bezpiecznej podróży w obie strony. Zauważamy zagrożenia zdrowotne, które niezwykle często bywają zaniedbywane, a czasem wręcz nieuwzględniane, nawet w poważnych opracowaniach.

Planując loty załogowe na Marsa, projektanci statków kosmicznych stają przed szeregiem wyzwań technicznych związanych zarówno z samym transportem w przestrzeni kosmicznej, jak i z przetrwaniem ludzi na powierzchni planety przez wiele miesięcy.

## Starship

Podstawowym elementem systemu transportowego ma być Starship firmy SpaceX, olbrzymi statek nośny wielokrotnego użytku, zdolny przewozić zarówno astronautów, jak i niezbędny sprzęt badawczy oraz zaopatrzenie. Statek będzie wyposażony w zaawansowane systemy podtrzymywania życia, które kontrolują ciśnienie, temperaturę, wilgotność oraz jakość powietrza na pokładzie. Planowane są również magazyny zapasów, urządzenia do recyklingu wody i powietrza oraz systemy ochrony przed promieniowaniem kosmicznym. Niestety statek nie zapewni „sztucznej” grawitacji, której brak spowoduje dodatkowe, poważne problemy zdrowotne, szczegółowo prezentowane w naszym opracowaniu.

Starship, nad którym pracuje firma SpaceX, jest dziś najbardziej konkretnym projektem środka transportu ludzi i ładunku na Marsa, choć wiele szczegółów nadal znajduje się w fazie testów i dopracowywania. Wraz z pierwszym stopniem, czyli boosterem raketowym Super Heavy, statek ma ponad 120 m wysokości, co czyni go jedną z największych rakiet w historii. Druga część systemu, czyli Starship sam w sobie, ma około 52 m długości i 9 m średnicy, a jego zbiorniki mogą pomieścić około 1500 ton ciekłych czynników napędowych – metanu i tlenu. Jest to ogromna rezerwa paliwa, która w połączeniu z możliwością tankowania na orbicie ma umożliwić lot na Marsa i manewry międzyplanetarne. Super Heavy, pierwszy stopień, wyposażony w około 33 silniki Raptor, ma odpowiadać za wyniesienie Starshipa z powierzchni Ziemi, a jego zbiorniki mieszczą około 3400 ton propelentów, co daje łączną masę startową systemu przekraczającą 5000 ton.

## Problemy i zagrożenia

Biorąc pod uwagę dotychczas przedstawione informacje, wydaje się, że podróż na Marsa jest jedynie kwestią czasu. Do jej zrealizowania potrzebne są przede wszystkim trzy rzeczy: pieniądze, pieniądze i pieniądze. Oczywiście podstawową kwestią jest zbudowanie odpowiedniego statku kosmicznego, który zapewni pierwszym marsjańskim astronautom podróż. W naszej pracy kładziemy jednak nacisk na kwestie, które mają zapewnić załodze nie tylko efektywny transport, ale przede wszystkim przeżycie. Omawiamy więc zagadnienia medyczne i psychologiczne oraz proponujemy konkretne rozwiązania.

Problemy podczas misji kosmicznych nie ograniczają się tylko do ewentualnych awarii sprzętu. W rzeczywistości najłagodniejszym elementem statku kosmicznego jest człowiek – istota biologiczna, wrażliwa na warunki panujące w przestrzeni kosmicznej. Choć astronauta są starannie wyselekcjonowani i reprezentują wzorcowy stan zdrowia, nawet oni mogą w trakcie lotu doświadczać poważnego osłabienia organizmu. Przyczyną tego są zazwyczaj czynniki zewnętrzne, czasem wynikające z problemów technicznych, ale przede wszystkim związane z niekorzystnym wpływem środowiska kosmicznego, w tym promieniowania, które stale oddziałuje na ciało człowieka.

## Promieniowanie kosmiczne

Promieniowanie kosmiczne w przestrzeni międzyplanetarnej składa się głównie z wysokoenergetycznych cząstek: około 90% stanowią protony, 9% to jądra helu, a około 1% – cięższe jądra pierwiastków. Dodatkowo obecne są elektrony i pozytony, również w niewielkiej ilości, oraz neutrony i promieniowanie gamma.

Działanie tych cząstek na organizm człowieka jest bardzo szkodliwe. Promieniowanie jonizuje atomy i molekuły w tkankach, prowadząc do przerywania nici DNA i mutacji, co zwiększa ryzyko nowotworów (zwłaszcza białaczki i raka tkanek miękkich). Uszkodzenia obejmują także układ krwionośny, co może prowadzić do osłabienia odporności i anemii. Wysokoenergetyczne jony ciężkich pierwiastków wpływają na układ nerwowy, powodując zaburzenia pamięci i funkcji poznawczych. Promieniowanie wywołuje stres oksydacyjny, stany zapalne i degenerację tkanek, a przy długotrwałej ekspozycji może zwiększać ryzyko chorób sercowo-naczyniowych.

Dla pełnego uświadomienia sobie wagi problemów związanych z zagrożeniem radiacyjnym, z którym będą musieli radzić sobie bohaterowie pierwszej misji marsjańskiej, spójrzmy na tabelę 1. Jeżeli przyjmimy, że w ciągu całej swojej kariery 45-letni astronauta może przyjąć maksymalną dawkę promieniowania na poziomie 1500 mSv (mężczyzna) / 900 mSv (kobieta) i porównamy te liczby z wartością przedstawioną w tabeli 1, to należy przyznać, że wyprawa na Czerwoną Planetę leży, jak na razie, na granicy ludzkich możliwości biologicznych.

**Tabela 1. 1. Typowe wartości wynikające z ekspozycji na promieniowanie kosmiczne**

| Misja/Scenariusz                                                 | Równoważnik dawki [milisiwerty] |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Średnia roczna dawka w Polsce                                    | 3,3                             |
| Średnia roczna dawka tła w Polsce                                | 2,45                            |
| Średnia roczna dawka w USA                                       | 6,2                             |
| Średnia roczna dawka tła w USA                                   | 2,2                             |
| Standardowe zdjęcie rentgenowskie                                | 0,2                             |
| Średnia roczna dawka załogi linii lotniczych (limit roczny)      | 2 (6)                           |
| Średnia dawka w programie Apollo                                 | 12                              |
| Dawka w misji Apollo 14 (najwyższa dawka skórną)                 | 14                              |
| Prom kosmiczny (średnia dawka skórną)                            | 4                               |
| Prom kosmiczny (najwyższa dawka skórną)                          | 79                              |
| Trzecia załoga bazy orbitalnej Skylab 4 (najwyższa dawka skórną) | 178                             |
| Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (średnia dawka półroczna)        | 75                              |

| Misja/Scenariusz                                              | Równoważnik dawki [milisiwerty] |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (dawka podczas misji rocznej) | 215–310                         |
| 2,5-letnia misja na Marsa                                     | ~1000                           |
| Sąsiedztwo elektrowni jądrowej                                | 0,001                           |
| Tło naturalne Ziemi                                           | 2,4                             |

Tabela została wykonana na podstawie danych z prac: [2], [4].

## Mikrogravitacja

Mikrogravitacja także wywiera olbrzymi wpływ na ludzki organizm, powodując m.in. następujące zmiany:

- odwodnienie,
- zmniejszony przepływ krwi,
- deteriorację układu kostnego (demineralizacja i utrata masy kości),
- zmiany w czynnościach płuc,
- osłabienie i utratę mięśni,
- anemię (spadek produkcji erytrocytów),
- utratę osocza krwi i innych płynów ustrojowych,
- zaburzenia równowagi,
- osłabienie układu immunologicznego,
- chorobę kosmiczną, objawiającą się w postaci nudności, bólów i zawrotów głowy, letargu i wzmożonej potliwości,
- zmiany w czynności mózgu spowodowane zwiększonym gromadzeniem się krwi,
- obrzęk twarzy,
- przekrwienie błony śluzowej,
- zaburzenia snu.

## Pył

O szkodliwym wpływie regolitu już wspomnieliśmy. Ze względu na swoje własności elektrostatyczne przywiera on do prawie wszystkich przedmiotów i materiałów, a zatem bardzo trudno go usunąć. Jego wdychanie prowadzi do pylicy płuc. Zabrudzony pyłem kombinezon, co doskonale pokazuje ryc. 2, nie stanowi zatem wyłącznie problemu estetycznego.



**Ryc. 2. Dowódca misji Apollo 16 Eugene Cernan po powrocie ze spaceru po powierzchni Księżyca (źródło: [https://archive.org/details/390895main\\_Gene\\_Cernan\\_covered\\_in\\_lunar\\_dust?](https://archive.org/details/390895main_Gene_Cernan_covered_in_lunar_dust?))**



Ryc. 3. Pleśń na ścianie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

(źródło: <https://www.science.org/content/article/space-station-mold-survives-200-times-radiation-dose-would-kill-human>)

### Izolacja

Na pokładzie statku lecącego na Czerwoną Planetę z pewnością pojawią się też problemy wynikające z izolacji. Astronaucci spędzą wiele miesięcy w ograniczonej przestrzeni, z dala od rodziny, przyjaciół i znanego środowiska, co może wywoływać silny stres, depresję, lęki czy frustrację. Brak bezpośredniego kontaktu z Ziemią i niemożność szybkiego powrotu w razie problemów mogą potęgować poczucie osamotnienia i niepewności.

Astronaucci będą także narażeni na zaburzenia rytmu dobowego, czyli naturalnego cyklu snu i czuwania, który w normalnych warunkach synchronizuje się z 24-godzinny dzień ziemski. W statku kosmicznym nie ma naturalnych bodźców środowiskowych, takich jak zmiana światła dziennego i nocnego, co utrudnia organizmowi utrzymanie regularnego rytmu biologicznego. Sztuczne oświetlenie nie zawsze idealnie naśladuje cykle dnia i nocy, a ograniczona możliwość ekspozycji na światło słoneczne dodatkowo pogarsza synchronizację zegara biologicznego. Długotrwałe zaburzenia snu mogą także wpływać na funkcjonowanie układu odpornościowego, metabolizm, a nawet nastrój i stabilność emocjonalną.

### Mikroorganizmy

Podczas lotu na Marsa oraz pobytu na powierzchni planety załoga może być narażona na zagrożenia zdrowotne związane z obecnością mikroorganizmów, zarówno pochodzenia ziemskiego, jak i, potencjalnie, marsjańskiego. Nawet najbardziej sterylne statki kosmiczne nie są całkowicie wolne od mikrobów, które mogą przeżyć i namnażać się w wilgotnych, ciepłych zakamarkach systemów podtrzymywania życia, rur czy filtrów powietrza. Bakterie, grzyby i wirusy pochodzące z Ziemi mogą powodować infekcje,

alergie bądź reakcje immunologiczne, zwłaszcza gdy układ odpornościowy astronautów będzie osłabiony.

Na samym Marsie pojawiają się dodatkowe, nieznane zagrożenia związane z potencjalnymi mikroorganizmami rodzimymi dla tej planety. Chociaż jak dotąd nie wykryto jednoznacznych dowodów na istnienie marsjańskich organizmów, nie można wykluczyć obecności prymitywnych form życia w glebie, podpowierzchniowym lodzie czy w wodnych osadach. Kontakt z takimi mikroorganizmami mógłby prowadzić do reakcji nieprzewidywalnych dla ludzkiego organizmu, w tym do infekcji lub reakcji toksycznych. Pandemia COVID-19 doskonale pokazała, jak niebezpieczne mogą być nowe gatunki mikrobów czy wirusów. Zagrożenie ze strony hipotetycznych marsjańskich wirusów i bakterii nie jest więc jedynie wymysłem scenarzystów filmów *science fiction*.

### Pleśń

Pleśń w statku kosmicznym (patrz ryc. 3) również stanowi zagrożenie dla zdrowia astronautów oraz funkcjonowania systemów statku. W warunkach zamkniętej, hermetycznej kabiny mikroorganizmy takie jak grzyby mogą łatwo rozwijać się na wilgotnych powierzchniach, w filtrach powietrza, przewodach systemów klimatyzacyjnych lub w rejonach, w których dochodzi do kondensacji. Wysoka wilgotność i ciepło w niektórych częściach statku sprzyjają namnażaniu się pleśni, a brak naturalnej wentylacji utrudnia jej usuwanie.

Omówionych zagrożeń dla zdrowia i życia astronauty mogą się spodziewać z wielu stron. W artykule wymieniliśmy jedynie niektóre z problemów czyhających na marsjańskich śmiałków. Jak widać, pokonanie, a przynajmniej zminimalizowanie problemów do rozmiarów, które z dużym prawdopodobieństwem mogą zagwarantować sukces wyprawy, jest ogromnym wyzwaniem.

## Czy powrócimy z Marsa?

W naszej książce *Czy powrócimy z Marsa?* wydanej w 2025 r. przez Oficynę Naukową (patrz ryc. 4) wyprawę marsjańską opisujemy w kontekście wielorakich problemów medycznych, wraz z wielowątkową analizą aspektów historycznych, ekonomicznych, jak również prawnych i etycznych związanych z taką ekspedycją.

Nasza publikacja ma wyraźny charakter edukacyjny. Zwracamy uwagę czytelników na zagrożenia, z których istnienia często nie zdają sobie sprawy osoby fascynujące się eksploracją kosmosu. Pokazujemy, jak poważny wpływ mogą one mieć na zdrowie człowieka. Choć patrzymy na misję marsjańską z dużym optymizmem, przedstawione w książce analizy są jednocześnie jasnym sygnałem ostrzegawczym przed jej pochopnym podjęciem. W sposób rzetelny i oparty na faktach ukazujemy skutki, z jakimi będą musieli zmierzyć się podróżnicy podczas wielomiesięcznego funkcjonowania w trudnym i wrogim dla człowieka środowisku. Misja na Marsa będzie nieocenionym źródłem wiedzy nie tylko o Czerwonej Planecie, ale także, a może przede wszystkim, o wpływie długotrwałych podróży kosmicznych na organizm ludzki.



Ryc. 4. Okładka książki *Czy powrócimy z Marsa? Jak leczyć się poza Ziemią*

Niestety, historia pokazuje, że pragnienie zapisania się na jej kartach bywa silniejsze niż głos rozsądku. Racjonalne rozważania często ustępują emocjom, a czasem wręcz lekko-myślności. Naszą książkę napisaliśmy właśnie po to, by spróbować zapobiec takiemu scenariuszowi. Przestrzegamy przed przygotowywaniem wyprawy na Marsa w sposób chaotyczny, pośpieszny i nieprofesjonalny, studząc entuzjazm tych, którzy bezkrytycznie wierzą w szybki sukces.

Dlatego apelujemy o rozwagę, odpowiedzialność i najwyższy poziom profesjonalizmu w przygotowaniach do

marsjańskiej misji. Podejmujemy takie decyzje, które nie doprowadzą do sytuacji, w której ci, którzy przetrwają samą podróż na Czerwoną Planetę, nie będą mieli realnych szans na powrót. Zrobimy wszystko, aby Mars stał się symbolem nadziei na pozaziemską przyszłość ludzkości, a nie pierwszym kosmicznym grobowcem przedstawicieli gatunku *Homo sapiens*.

## Bibliografia:

- [1] Hadfield, C. (2017). Facebook. <https://www.facebook.com/AstronautChrisHadfield/photos/a.157475407603538/1958112927539768/> (dostęp: 31.10.2024).
- [2] Hodkinson, P.D., Anderton, R.A., Posselt, B.N., Fong, K. J. (2017). An overview of space medicine. *British Journal of Anaesthesia*, 119, (S1): i143–i157, DOI: <https://doi.org/10.1093/bja/aex336> (dostęp: 12.12.2020).
- [3] Kosek, P. (2019). Lecimy Na Księżyc – odwiedzamy stację kosmiczną. <https://www.youtube.com/watch?v=53GNS0qMRIU> (dostęp: 12.12.2020).
- [4] Moskal, P., Jozawee, S. (2012). Promieniowanie naturalne z Ziemi i z Kosmosu. *Foton*, 117. <https://foton.if.uj.edu.pl/documents/12579485/c72eee20-f215-47a2-b24d-ed1487df0a2a> (dostęp: 12.12.2020).
- [5] NASA (2009). Gene Cernan Covered In Lunar Dust. [https://archive.org/details/390895main\\_Gene\\_Cernan\\_covered\\_in\\_lunar\\_dust](https://archive.org/details/390895main_Gene_Cernan_covered_in_lunar_dust) (dostęp: 12.01.2026).
- [6] NASA (2025 ostatnia aktualizacja). Mars. <https://science.nasa.gov/mars/> (dostęp: 12.01.2026).
- [7] NASA (2024 ostatnia aktualizacja). Martian Dust Storm. <https://science.nasa.gov/resource/martian-dust-storm/> (dostęp: 12.01.2026).
- [8] Osarczuk, J., Halembert, M. (2025). *Czy powrócimy z Marsa? Jak leczyć się poza Ziemią*. Oficyna Naukowa. ISBN 978-83-67557-36-8. Warszawa.
- [9] Pass, J. (2008). Space Medicine: Medical Astrosociology in the Sickbay. 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, 7–10 January 2008, Reno, Nevada. DOI: <https://doi.org/10.2514/6.2008-1465> (dostęp: 12.12.2020).
- [10] Lovett, R.A. (2019). Space station mold survives 200 times the radiation dose that would kill a human. <https://www.science.org/content/article/space-station-mold-survives-200-times-radiation-dose-would-kill-human> (dostęp: 12.01.2026).
- [11] Starship. Service to Earth Orbit, Moon, Mars and Beyond. <https://www.spacex.com/vehicles/starship> (dostęp: 12.01.2026).
- [12] Strugalski, Z. (1993). *Promieniowanie kosmiczne*. OWPW. ISBN: 83-85912-00-2. Warszawa.