

Warszawa, 26 listopada 2018 r.

POLSKI UDZIAŁ W BADANIACH MARSA

Observacje powierzchni Marsa z Ziemi rozpoczęły się w II połowie XIX wieku, kiedy rozdzielczość teleskopów była już na tyle dobra, aby można było dokonać przy ich pomocy identyfikacji cech powierzchni planety.

5 września 1877 roku włoski astronom Giovanni Schiaparelli dokonał obserwacji Czerwonej Planety za pomocą swojego 22-centymetrowego teleskopu i stworzył pierwszą mapę Marsa. Zobaczył ciemne i jasne obszary, które nazwał odpowiednio morzami i lądami. Ponadto zauważył długie proste struktury, które łączyły „morza” i „lądy”. Nazwał je po włosku *canali*, co zbliżone jest w znaczeniu do polskiego słowa „rowy”. Uznał je za naturalne zjawisko i nadał im nazwy znanych ziemskich rzek. Zaobserwowane kształty były oczywiście złudzeniem optycznym, ale efekt jego obserwacji zatoczył szersze kręgi. Słowo *canali* zostało błędnie przetłumaczone na język angielski jako kanały - w znaczeniu sztucznych tworów, co wywołało falę spekulacji o istniejącej na Marsie cywilizacji.

Francuski badacz Camille Flammarion uważał, że kanały na Marsie były budowane przez jego inteligentnych mieszkańców. Według niego czerwona barwa planety miała pochodzenie roślinne, a sam Mars jest na późniejszym etapie ewolucji niż Ziemia. W 1698 roku holenderski uczyony Christiaan Huygens w swojej książce „*Cosmotheoros*” wyraził pogląd, że „na Marsie istnieje roślinność i żyją na nim istoty żywe dostosowane do surowszych warunków niż na Ziemi”.¹ Na przełomie XIX i XX wieku istnienie kanałów i „jezior” głosili także, jako wynik swych obserwacji, Wiliam Henry Pickering oraz Percival Lowell, który okresowe zmiany barw powierzchni planety tłumaczył sezonowymi etapami wegetacji tamtejszych roślin.

Kolejni uczeni korzystający z dokładniejszych przyrządów obalali powoli teorię kanałów na rzecz nieregularnych detali na powierzchni, które w związku z odległością obserwowanej planety tworzą złudzenia optyczne.

I tu pojawia się pierwszy polski ślad w teleskopowych obserwacjach Marsa. W 1924 roku nasz uczyony – Stanisław Andruszewski, który prowadził badania wspólnie ze studentami w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Poznańskiego, również nie potwierdził istnienia „kanałów”. Uznał, że „ich dostrzeżenie było złudzeniem spowodowanym złymi warunkami obserwacji przy dużej presji psychologicznej ogólnego pragnienia zobaczenia śladów życia i działania istot żywych poza Ziemią”.²

Kiedy problem istnienia „kanałów” na Marsie został ostatecznie wyjaśniony, rozpoczęto teleskopowe badanie atmosfery planety i starano się określić zawartość w niej m.in. pary wodnej. Jednym z badaczy był prof. Andrzej

¹ H. Hurmik, *Planeta Mars*, Robert Szaj, Fundacja Nicolaus Copernicus, Trzuszczyny 2018, s. 21

² Ibidem, s. 29

Woszczyk z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, który w latach 1968-69 na podstawie obserwacji ustalił średnie ciśnienie atmosferyczne i zakres różnic wysokości poszczególnych punktów planety.

Dalsze badania prowadzone przy pomocy stopniowo doskonalonych teleskopów dostarczały coraz dokładniejszych i bardziej szczegółowych danych na temat warunków geologicznych i atmosferycznych Czerwonej Planety. Niestety, w ten sposób nie można było zbadać wszystkich zagadnień interesujących naukowców. Aby dowiedzieć się więcej o najbliższej nam planecie, należałoby zbadać ją na miejscu. Ponieważ lot załogowy na Marsa w drugiej połowie XX wieku był jeszcze niemożliwy, zdecydowano się na eksplorację planety przy pomocy sond automatycznych.

Badania Marsa z wykorzystaniem sond rozpoczęły się w roku 1960 ale pierwszą, która dotarła do Czerwonej Planety, był amerykański Mariner 4, który 14 lipca 1965 roku przeleciał w pobliżu Marsa i przesłał na Ziemię 21 zdjęć.

Od tej pory niemal co roku leciały w kierunku planety kolejne sondy. Były to głównie obiekty radzieckie (później rosyjskie) i amerykańskie. Dopiero w 1998 roku próbę umieszczenia własnej sondy na orbicie planety podjęła Japonia. W roku 2003 do wyścigu dwóch mocarstw kosmicznych dołączyła ESA, w roku 2011 Chiny, a w 2013 – Indie.

* * *

Dążenie do eksploracji kosmosu stanowiło dla wielu krajów koło napędowe różnych dziedzin życia. Przykładem może tu być amerykańsko-radziecki wyścig kosmiczny, który rozpoczął się w latach 50-tych XX wieku i przyczynił się do znacznego przyspieszenia rozwoju technologii, nauki i edukacji. Skutecznie wystrzelony w 1957 roku radziecki Sputnik 1 był między innymi przyczyną ogłoszonego w USA, finansowanego centralnie, masowego programu edukacyjnego pod nazwą „Ustawa o narodowej edukacji obronnej.” „W założeniach miał on objąć jak największą liczbę uczniów w całym kraju, a jego celem było stymulowanie efektywnego nauczania matematyki i nauk przyrodniczych oraz języków obcych (...). Innymi natychmiastowymi następstwami tego wydarzenia były: Narodowa ustawa o przestrzeni kosmicznej z 1958 r. i powstanie Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej”.³

Gene Kranz opisuje dalekie od dzisiejszego poziomu techniki początki pracy nad misją Apollo. „Ponieważ nigdy nie wiedzieliśmy, czy wymiana komunikatów głosowych dotarła do wszystkich ogniw łańcucha łączności, dla pewności każdą ważniejszą informację kierowałem do transkrypcji na dalekopis.”⁴ Ciąg kluczowych danych przekazywany był dalekopisem poprzez sieć rozszarych po całym świecie stacji za pomocą linii naziemnej lub drogą radiową. Obecnie może się wydawać abstrakcyjne, iż taki system komunikacji stanowił zaplecze dla misji wysłania człowieka na Księżyc. Niemożliwe stało się jednak możliwe i rozbudziło jeszcze silniej potrzebę eksploracji kosmosu. „Každy, kto oglądał lądowanie statku Apollo 11 na Księżycu w 1969

³ G. Kranz, *Porażka nie wchodzi w grę. Kontrola misji od programu Mercury do lotu Apollo 13 i później*, Pruszyński i S-ka, Warszawa 2010, s. 14

⁴ Ibidem, s. 22

roku, potwierdzi, że na tę jedną chwilę świat się zatrzymał”.⁵ Wydarzenie to znacznie poszerzyło horyzonty naszej percepcji. Po takim sukcesie rodziły się marzenia o kolejnych podbojach, a „obecność człowieka na Marsie uosabia szczyt ludzkiej myśli technicznej.”⁶

POLSKA NA MARSIE

W dniach 24 sierpnia - 2 września 1976 roku odbył się kongres w Grenoble, na którym Międzynarodowa Unia Astronomiczna, po przeanalizowaniu zdjęć dostarczonych min. przez sondę Mariner 9 i badań wykonanych przez próbnik Viking 1, zdecydowała się nadać nazwy niektórym zlokalizowanym na powierzchni Marsa kraterom. Miały one zostać wybrane spośród nazw niewielkich miast i wsi z różnych krajów na Ziemi. Według przyjętych kryteriów nazwy musiały być maksymalnie trójsylabowe i mieć brzmienie wymawialne w większości ziemskich języków. W gronie wybranych 271 nazw znalazły się także swojsko brzmiące nazwy: Grójec, Puławy, Puńsk i Rypin. W kongresie brało udział około 20 polskich naukowców, w tym wiceprezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej, prof. Wilhelmina Iwanowska.

Zatem polski ślad na Marsie pojawił się szybciej niż komponenty techniczne tworzone przez rodzimych naukowców. To był nasz pierwszy krok w stronę Czerwonej Planety...

* * *

Polska miała udział w wielu misjach największych agencji kosmicznych, wysyłając na Marsa zbudowane przez siebie instrumenty. Początkowo współpracowała w badaniu Czerwonej Planety ze Związkiem Radzieckim, następnie z jego sukcesorem - Rosją, a później także z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) oraz z Amerykańską Agencją Kosmiczną (NASA).

W 1994 roku Polska podpisała z Europejską Agencją Kosmiczną umowę o współpracy w zakresie pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Otworzyła ona możliwości szerszej kooperacji polskich podmiotów z ESA. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CBK PAN), we współpracy z kilkunastoma polskimi firmami, zbudowało szereg instrumentów naukowych uczestniczących w większości flagowych misji badawczych agencji.

W listopadzie 2012 roku Polska stała się dwudziestym państwem członkowskim Europejskiej Agencji Kosmicznej. Pozwoliło to na finansowanie wielu projektów realizowanych przez krajowe przedsiębiorstwa, instytucje naukowo-badawcze i uczelnie wyższe. Otworzyło także możliwości intensywnego rozwoju technologicznego dzięki uczestnictwu w licznych programach i ambitnych misjach ESA. Otwarcie na świat pozwoliło na nawiązanie ściślejszej współpracy z wieloma zachodnimi partnerami.

⁵ S.L. Petranek, op. cit., s. 12

⁶ Ibidem, s. 12

MISJE NA MARSZA Z POLSKIM UDZIAŁEM

FOBOS 1 (7 LIPCA 1988) I FOBOS 2 (12 LIPCA 1988)

Misja Fobos zakładała wystanie w stronę jednego z księżyców Marsa dwóch niemal identycznych statków kosmicznych, z których każdy był wyposażony w ponad dwadzieścia instrumentów naukowych. Sondy zostały wyniesione odpowiednio 7 i 12 lipca 1988 roku.

Głównymi zadaniami sond Fobos 1 i Fobos 2 było przeprowadzenie analiz środowiska międzyplanetarnego i środowiska plazmowego w najbliższych okolicach Marsa. Miały także przeprowadzić analizy składu powierzchni Fobosa.

Misja została zrealizowana dzięki kooperacji 14 krajów, w tym Polski. Naukowcy z naszego kraju byli odpowiedzialni za dwa analizatory plazmowe niskiej częstotliwości wykonane w Instytucie Lotnictwa przy udziale specjalistów z Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Rakieta nośna Proton-K/D-2 z sondą Fobos 1 na pokładzie wystartowała z kosmodromu Bajkonur 7 lipca 1988 roku. Niestety, w oprogramowaniu komputera pokładowego sondy pojawił się błąd, który spowodował wyłączenie silników orientacji przestrzennej. W wyniku utraty kontroli 2 września 1989 roku została przerwana łączność z Fobos 1. Kolejna rakieta nośna z sondą Fobos 2 na pokładzie wystartowała 12 lipca 1988 roku. 27 marca 1989 roku w fazie zbliżania do powierzchni księżycy kontakt z sondą został utracony najprawdopodobniej na skutek awarii komputera. Jedyne dane, jakie udało się uzyskać z zamieszczonych na sondzie przyrządów, to wzrost aktywności falowej związany z przecinaniem granic sektorów międzyplanetarnego pola magnetycznego.

Doświadczenie zdobyte przez naukowców przy realizacji tego projektu zostało wykorzystane podczas prac nad przyrządem realizowanym na potrzeby misji Mars 96.

MARS 96 (16 LISTOPADA 1996)

Rosyjska sonda Mars 96 składała się z orbitera marsjańskiego, dwóch małych lądowców powierzchniowych i dwóch penetratorów gruntu. Została wystrzelona 16 listopada 1996 roku.

Głównymi zadaniami sondy było zbadanie historii ewolucji Marsa, jego atmosfery, powierzchni i budowy wewnętrznej. Duży nacisk położono na fotografowanie planety oraz wykonywanie map mineralogicznych i pierwiastkowych jego powierzchni. Sonda miała za zadanie poszukiwać oznak aktywności wulkanicznej i sejsmicznej, monitorować występowanie śladowych składników atmosfery (w tym wody, tlenu węgla czy ozonu) oraz badać rozkład temperatury. Analizie miało podlegać także pole magnetyczne planety. Przyrządy przygotowane do misji miały badać zagadnienia związane z jej ewolucją poprzez analizę zachodzących tam procesów fizycznych i chemicznych.

Polscy naukowcy stworzyli podsystemy wchodzące w skład trzech projektów. Jednym z nich był przyrząd o nazwie ELISMA przystosowany do pomiaru pola elektrycznego w zakresie częstotliwości 2-200 kHz oraz pola magnetycznego. Jego zadaniem było badanie procesów elektromagnetycznych zachodzących w magnetosferze i jonosferze Marsa oraz obszarów powstałych na granicach oddziaływania wiatru słonecznego na planetę. Polski zespół opracował także instrument o nazwie ASPERA-C (ang. *Energy-mass Ion Spectrograph and Neutral-particle Imager*) – jonowy spektrograf masowo-energetyczny służący do detekcji strumieni jonów i atomów w pobliżu Marsa. Polacy stworzyli również detektor obrazowy cząstek neutralnych oraz PFS (ang. *Planetary Fourier Spectrometer*) - dwukanałowy spektrometr fourierowski do badania składu atmosfery planety.

Rakieta nośna Proton-K z sondą Mars 96 wystartowała na orbitę z platformy startowej kosmodromu Bajkonur 16 listopada 1996 roku. Niedługo po starcie nastąpiła jednak awaria ostatniego stopnia rakiety nośnej, a oprogramowanie rakiety mylnie odebrało wyłączenie silnika jako sygnał do oddzielenia sondy. Dzięki własnemu silnikowi sonda przeniosła się na orbitę wykonując jeden obieg, a następnie uległa zniszczeniu wchodząc w atmosferę ziemską. Prawdopodobnie wpadła do oceanu w pobliżu terytorium Chile i Boliwii.

MARS EXPRESS (2 CZERWCA 2003)

Europejska sonda Mars Express była niejako odpowiedzią na nieudany start sondy Mars 96. Koncepcja wystania sondy stwarzała możliwość wykorzystania zaplecza badawczego i technicznego przygotowywanego do rosyjskiej misji. Naukowcy chcieli wykorzystać projekty badawcze oraz ocalone zapasowe egzemplarze przyrządów, które wówczas powstały. W 1999 roku Europejska Agencja Kosmiczna ostatecznie zdecydowała o realizacji przedsięwzięcia. Dzięki istnieniu wspomnianego zaplecza misja była przygotowana w stosunkowo krótkim czasie i zdecydowanie mniejszym kosztem.

Misja Mars Express składała się z orbitera marsjańskiego oraz lądownika Beagle 2. Zadaniem orbitera było sfotografowanie w wysokiej rozdzielczości całej planety oraz stworzenie map mineralogicznych jej powierzchni, a także analiza struktur podpowierzchniowych pod kątem istnienia wody w różnych stanach skupienia. Dostępne na orbiterze przyrządy miały także zbadać atmosferę i jej wzajemne oddziaływania z wiatrem słonecznym. Głównym zadaniem lądownika Beagle 2 miało być jednak poszukiwanie śladów życia na Marsie.

W CBK PAN wykonano przyrząd zwany planetarnym spektrometrem fourierowskim (ang. *Planetary Fourier Spectrometer*, PFS). Eksperyment koordynowany był przez stronę włoską. Polscy naukowcy byli współwykonawcami urządzenia oraz współtwórcami jego programu naukowego. Spektrometr służył do analizy widmowej promieniowania odbitego i emitowanego przez powierzchnię oraz atmosferę planety.

Do spektrometru, skonstruowanego przez międzynarodową grupę naukowców z Włoch, Francji, Hiszpanii, USA, Japonii, Centrum Badań Kosmicznych PAN dostarczyło zasilacz i skaner. Zaletą spektrometru była jego wysoka czułość optyczna i energetyczna. Instrument dawał także możliwość pomiaru całego spektrum w tym samym momencie oraz bezpośredniej obróbki i interpretacji danych uzyskiwanych.

Sonda Mars Express weszła na orbitę Marsa i od 2004 roku zaczęła przeprowadzać badania jego atmosfery, klimatu, mineralogii i geologii oraz struktur podpowierzchniowych. Dzięki obserwacjom poczynionym podczas misji po raz pierwszy stwierdzono prawdopodobieństwo obecności metanu w atmosferze planety, który mógłby wskazywać na działalność wulkaniczną bądź procesy biologiczne zachodzące na lub pod powierzchnią planety.

Misja Mars Express odniosła spektakularny sukces także dzięki zaangażowaniu polskich naukowców. Prof. Vittorio Formisano na konferencji w ESA/ESTEC 25 lutego 2005 roku ogłosił wyniki eksperymentu PFS: „W atmosferze Marsa znaleźliśmy metan i formaldehyd. Metan może być biomarkerem. Rozmieszczenie pary wodnej blisko powierzchni w dużej mierze odpowiada zobrazowaniu metanu.”⁷

Dzięki pomiarom wykonanym przez siedem instrumentów naukowych znajdujących się na pokładzie Mars Express dokonano w trakcie dziesięciu lat wielu przełomowych odkryć. Między innymi po raz pierwszy wykryto uwodnione minerały, stwierdzono obecność metanu, odkryto, iż ostatni epizod marsjańskiej aktywności wulkanicznej mógł mieć miejsce nawet 2 miliony lat temu, oszacowano także tempo ucieczki gazów z atmosfery marsjańskiej.

W tym miejscu warto zauważyć, że powodem dla którego Mars posiada nikłą atmosferę jest słabsze od ziemskiego pole magnetyczne planety, które, *de facto*, stanowi jedyną naturalną ochronę przed tzw. wiatrem słonecznym. Odpowiednio silne pole magnetyczne planety zapewnia także naturalną ochronę przed szkodliwym dla istot żywych promieniowaniem kosmicznym. Niestety, na powierzchni Marsa ochrona ta jest dla ludzi dalece niewystarczająca.

Kapsuła lądownika Beagle 2 oddzieliła się od sondy Mars Express 19 marca 2003 roku i sześć dni później miała wylądować na powierzchni Marsa. Jednak lądownik nigdy nie nawiązał łączności z Ziemią. Został po pewnym czasie zidentyfikowany na zdjęciach wykonanych kamerą HiRISE z sondy Mars Reconnaissance Orbiter. Zdjęcia dowodzą, że wejście i przelot przez atmosferę, a także samo lądowanie przebiegło pomyślnie, natomiast problemy zaczęły się podczas rozkładania paneli słonecznych. Częściowe ich rozłożenie (dwa z czterech paneli) mogłoby wyjaśniać, dlaczego lądownik nie wysyłał żadnych sygnałów z powierzchni Marsa. Do odstąpienia nadajnika radiowego konieczne było rozłożenie wszystkich czterech paneli.

FOBOS-GRUNT (8 LISTOPADA 2011)

Głównym celem rosyjskiej misji bezzałogowej Fobos-Grunt było zbadanie dynamiki atmosfery Fobosa oraz marsjańskich burz pyłowych i sezonowych zmian klimatycznych. Lądownik miał także wykonać pomiary gruntu księżycy - osiąść na jego powierzchni, pobrać próbki i powrócić z nimi na Ziemię.

⁷ P. Orleński, *Technologie kosmiczne, podstawy budowy aparatury pomiarowej*, Wykład 1 - PFS, CBK PAN, 2006, str. 23

Jednym z trzech przyrządów przeznaczonych do tego celu był penetrator geologiczny o nazwie Chomik, zaprojektowany i zrealizowany przez Centrum Badań Kosmicznych PAN w Laboratorium Mechatroniki i Robotyki Satelitarnej. Przyrząd przeznaczony był do zbierania próbek z powierzchni i badań geologicznych w warunkach mikrogravitacji.

Wykonana przez polskich naukowców konstrukcja zabezpieczała przyrząd przed ewentualnym wywróceniem wywołanym uderzeniami penetratora w warunkach nikłej grawitacji. Chomik przenosił na lądownik niewielkie siły reakcji amortyzując je podczas pracy dzięki ściankom wbijanego kontenera.

Odpowiednie ukształtowanie pojemnika i specjalne algorytmy sterujące procesem wbijania umożliwiły pobranie materiału z różnego typu podłoża: skalistego, porowatego i sypkiego. Pomiar przeprowadzone przez instrument Chomik oraz analiza pobranej za jego pomocą próbki pomogłyby rozwikłać zagadkę, czy marsjański księżyc został przechwycony przez planetę czy uformował się na jej orbicie.

Tydzień po wylądowaniu na Fobosie sonda miała wyrzucić moduł powrotny (z kapsułą zawierającą m.in. próbkę gruntu), który miał dolecieć na Ziemię i osiść na terenie Kazachstanu w połowie 2014 roku. Po udanym starcie nie doszło jednak do dwukrotnego odpalenia silnika raketowego i sonda pozostała na niskiej orbicie ziemskiej. Pomimo licznych prób nie zdołano nawiązać z nią łączności i 15 stycznia 2012 roku sonda uległa zniszczeniu w atmosferze. Misja nie powiodła się z powodu błędów w oprogramowaniu, które doprowadziły do zresetowania głównego i zapasowego komputera sondy.

MARS SCIENCE LABORATORY, MSL (26 LISTOPADA 2011)

Celem tej bezzałogowej misji było poznanie procesów przebiegających w atmosferze i na powierzchni Marsa poprzez szereg badań wykonywanych za pomocą łazika Curiosity. Misja rozpoczęła się 26 listopada 2011 roku wyrzeleniem sondy z Cape Canaveral Air Force Station.

Na pokładzie łazika Curiosity działają opracowane i wyprodukowane przez polską firmę Vigo System niechłodzone detektory na podczerwień MCT będące częścią przestrajalnego spektrometru laserowego. 6 sierpnia 2012 roku łazik wylądował na Marsie, gdzie m.in. za pomocą polskich detektorów zajmuje się wykrywaniem śladów metanu.

Curiosity jest zautomatyzowanym laboratorium naukowo-badawczym. Zaawansowane instrumenty naukowe znajdujące się na pokładzie łazika pozwalają badać geologię, atmosferę oraz warunki środowiskowe na Marsie. Prowadzone są dzięki nim badania warunków meteorologicznych, a także przejawy istnienia w składzie mineralogicznym powierzchni wody oraz minerałów od niej zależnych. Odpowiednie przyrządy analizują także promieniowanie naturalne.

Uzyskane dane służą do badania warunków sprzyjających powstaniu i podtrzymywaniu życia organicznego. W trakcie prowadzonych badań odkryto, że zawartość metanu w kraterze Gale⁸, zlokalizowanego w pobliżu

⁸ C.R. Webber, *NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology*, „Science” 2018, t. 360, s.1093

równika, zmienia się sezonowo w okresie marsjańskiego roku. Maksymalny jego poziom na półkuli północnej występował pod koniec lata, a minimalny wiosną i pod koniec jesieni. W warunkach marsjańskich metan jest nietrwały i ulega rozkładowi, stąd występowanie jego miejscowych nadwyżek sugeruje zmiany związane z wegetacją (choć można wskazać również nieorganiczne procesy prowadzące do powstawania tego gazu). Podobne sugestie nasuwają się w związku z odkryciem molekuł organicznych w poczynionych odwiertach. Czas pracy sondy, planowany początkowo na jeden rok marsjański, przedłużono w 2014 roku bez wyznaczania terminu końca misji.

EXOMARS (14 MARCA 2016, II CZĘŚĆ MISJI PLANOWANA NA 2020 ROK)

Exo Mars Trace Gas Orbiter (TGO) jest pierwszą z serii misji podjętych wspólnie przez ESA i Roscosmos. Projekt składa się z dwóch misji. Pierwsza rozpoczęta 14 marca 2016 roku startem z kosmodromu Bajkonur. Celem misji było wysłanie na Marsa sondy z lądownikiem. W jej skład wchodził orbiter TGO (ang. *Trace Gas Orbiter*) i lądownik Schiaparelli. Druga część misji, planowana na 2020 rok, ma przetransportować na powierzchnię Marsa dwa łaziki: jeden przygotowany przez ESA, drugi przez Roscosmos.

Badania przeprowadzone w czasie pierwszej tury misji miały być wykorzystane w trakcie kolejnej fazy projektu. Głównym jej celem jest poszukiwanie biologicznych śladów życia na Marsie. Misja ma się przyczynić do poszerzenia wiedzy na temat metanu i innych gazów atmosferycznych występujących w niewielkiej koncentracji (mniej niż 1% atmosfery), sugerujących potencjalną aktywność biologiczną lub geologiczną na planecie. Sonda ma przeanalizować, gdzie na powierzchni Czerwonej Planety znajdują się źródła metanu i czy jego ilość zmienia się wraz z marsjańskimi porami roku.

Polski udział w projekcie związany jest zarówno z budową orbitera, jak i lądownika. W prace zaangażowane było Centrum Badań Kosmicznych PAN oraz polskie firmy: Creotech Instruments S.A., SENER Sp. z o.o. oraz VIGO System S.A.

CaSSIS jest kamerą o wysokiej rozdzielczości (5 metrów na piksel) wykonującą kolorowe zdjęcia stereoskopowe. Jest w stanie uzyskać kolorowe fotografie powierzchni Marsa w tym formacji skalnych związanych z emisją śladowych ilości gazów. Kamera miała zbadać szeroki kontekst geologiczny źródeł tych gazów, które mogą być przejawem procesów geologicznych, ale także wskazywać na istnienie teraz lub w przeszłości życia na Marsie.

CBK PAN jako członek konsorcjum odpowiedzialnego za budowę orbitera ExoMars wykonało moduł zasilania do kamery CaSSIS, zaś zadaniem firmy Creotech Instruments S.A. był montaż powierzchniowy elementów systemu zasilania kamery.

Moduł Schiaparelli natomiast miał wykonać min. szereg testów technologicznych, które pozwoliłyby udoskonalić procesy wykorzystywane w kolejnych misjach ESA, takich jak test osłony ablacyjnej (chroniący przed wysokimi temperaturami przy wejściu w atmosferę) czy technologię hamowania za pomocą silników rakietowych.

Do przeprowadzenia testów podczas wejścia w atmosferę i lądowania Schiaparelli na Marsie wykorzystany miał być system Comarst+, monitorujący zewnętrzną powłokę lądownika. Jednym z jego elementów były wąskopasmowe radiometry wykorzystujące detektory podczerwieni wyprodukowane przez firmę VIGO System.

Orbiter TGO wszedł na orbitę Marsa 19 października 2016 roku. Obecnie Kamera CaSSIS, znajdująca się na orbiterze, wykonuje trójwymiarowe zdjęcia, krążąc na wysokości 400 km nad powierzchnią Marsa. Naukowcy zauważają bardzo dobrą jakość zobrazowań, biorąc pod uwagę warunki oświetleniowe, w jakich pracuje sprzęt. Orbiter dokonuje także licznych pomiarów dotyczących atmosfery Marsa, skupiając się szczególnie na śladowych emisjach gazów. Analiza naukowa jest prowadzona przez CBK PAN w ramach grantu Fundacji Nauki Polskiej.

Niestety lądownik Schiaparelli w wyniku nieudanego lądowania rozbił się na powierzchni planety.

W drugiej części misji, w 2020 roku, na powierzchnię Marsa ma być wysłany łazik, który będzie badał jej powierzchnię. Firma SENER Polska, na zlecenie Airbus Defence and Space, zaprojektowała i wyprodukowała jeden z kluczowych mechanizmów łazika – tzw. „pępowinę” czyli mechanizm zwalniający połączenia elektrycznego między łazikiem a lądownikiem. Firma SENER współpracowała przy projekcie z grupą polskich partnerów.

Łazik wejdzie w atmosferę Marsa wewnątrz lądownika. Na powierzchni lądownik rozłoży panele słoneczne i rozpocznie ładowanie łazika. Zostanie on uruchomiony poprzez zasilanie przekazywane za pośrednictwem mechanizmu stworzonego przez polską firmę. Po naładowaniu łazik uniesie się na kołach i odłączy od „pępowiny”.

System mechanizmu składa się z podstawowego i rezerwowego układu zasilania, działających w skrajnych warunkach atmosferycznych zarówno jeśli chodzi o spektrum temperatur jak i zapylenie, a także wstrząsy mechaniczne przy lądowaniu. Sener Polska odpowiada za całość projektu, począwszy od etapu koncepcyjnego, produkcji i testów, po wyprodukowanie modelu lotnego.

INSIGHT (5 MAJA 2018)

Misja NASA pod nazwą InSight (ang. *Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport*) ma za zadanie umieszczenie na powierzchni Marsa bezzałogowego lądownika w celu przeprowadzenia badań geofizycznych wnętrza planety. Badania pomogą odpowiedzieć na pytania związane z procesami kształtowania się Marsa.

Jednym z trzech instrumentów umieszczonych na lądowniku jest eksperyment HP3, którego system rozmieszczania zestawu czujników pod powierzchnią Marsa oparty jest o urządzenie młotkujące, tzw. kreta. Głównym wykonawcą mechanizmu Kreta do misji InSight była założona w połowie 2013 roku spółka Astronika. Kontynuując prace rozpoczęte w Centrum Badań Kosmicznych PAN, inżynierowie Astroniki opracowali urządzenie, którego podzespoły mechaniczne zostały wykonane przez CBK PAN. W Instytucie

przeprowadzono również integrację i część testów urządzenia. W celu realizacji projektu Astronika skorzystała z doświadczeń i możliwości innych polskich podmiotów, m.in. Instytutu Lotnictwa, Instytutu Spawalnictwa, Politechniki Łódzka oraz Politechniki Warszawskiej. Prace nad instrumentem były koordynowane przez niemiecką agencję kosmiczną DLR, która zleciła polskiej firmie zaprojektowanie mechanizmu młotkującego dla penetratora HP3. Instrument ma zmierzyć strumień ciepła płynący z wnętrza planety i jego właściwości fizyczne wbijając się na głębokość około 5 metrów. Jeśli istnieje na planecie życie, dadzą o tym znać zmienne zjawiska chemiczne, w tym uwalnianie się gazów (min. metanu).

Próbnik HP3 (ang. *Heat Flow and Physical Properties Package*) to jedno z trzech głównych urządzeń pomiarowych, które zabiera ze sobą misja InSight. W związku z przesunięciem startu misji niemiecka strona zlecała firmie Astronika wykonanie kolejnych, ulepszonych wersji urządzenia.

Astronika zaangażowała Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk do produkcji części napędowych mechanizmu. W CBK PAN zaprojektowano instrument oraz przeprowadzono część testów. Kret będzie pierwszym kompletnym podsystemem dostarczonym na tak istotną amerykańską misję przez polskie podmioty sektora kosmicznego.

* * *

Polskie instytuty badawcze i przedsiębiorstwa prywatne z sektora kosmicznego coraz częściej zostają wykonawcami elementów urządzeń do kolejnych misji kosmicznych. Komponenty produkowane przez polskie podmioty każdorazowo musiały spełniać ścisłe wymagania związane z wysoką odpornością na uszkodzenia mechaniczne, podwyższone temperatury i warunki próżni.

Docenione projekty takie jak mechanizm młotkujący Kret HP3 czy moduł zasilania kamery CaSSIS to realne przykłady potencjału polskich wykonawców. Sprawdzone i skuteczne realizacje przyczynią się zapewne do wkroczenia polskiego sektora kosmicznego na nowy etap rozwoju. Krajowe podmioty są na najlepszej drodze, aby w niedługim czasie wykonywać nie tylko pojedyncze komponenty, ale także kompletne systemy mechanizmów do kolejnych misji kosmicznych.

* * *

Znaczące sukcesy w przygotowaniach do misji marsjańskich osiągają także polskie start-upy oraz projekty młodych polskich naukowców. Przy współpracy z Mars Society i Mars Society Polska naukowcy z polskich placówek uczestniczą w symulacjach misji, mających na celu odwzorowanie życia i pracy w środowisku marsjańskim, w specjalnych bazach, min.: MDRS (Utah) i FMARS (Devon Island) a także w niedawno powstałej polskiej bazie Lunares.

Fundacja [EXORION] jako pierwsza w Polsce zainicjowała cykliczny program symulacji analogowych astronautów pod nazwą EXO: Experimentally Objectives. Pierwsza tego rodzaju symulacja pod nazwą EXO.17 została zrealizowana w marcu 2017 roku w habitacie Mars Desert Research Station (MDRS) położonym w Stanach Zjednoczonych, na pustyni w okolicy Hanksville w stanie Utah. W symulacji wzięła udział pierwsza w pełni polska załoga, która przeprowadziła serię testów krajowych prototypów i rozwiązań technologicznych ze szczególnym uwzględnieniem roli czynnika ludzkiego.

W czasie misji EXO.17 członkowie zespołu byli odpowiedzialni m.in. za przeprowadzenie testów urządzeń, które mogą być użyteczne podczas rzeczywistej misji kosmicznej: prototypu pryszniczaka mgłowego FOG 2.0, którego pierwsza prezentacja miała miejsce podczas misji AMADEE 15 organizowanej przez Austriackie Forum Kosmiczne (OeWF), holtera medycznego firmy Medicalgorithmics SA, robotów studenckich Politechniki Warszawskiej Gaia i ARES 2, prototypu kombinezonu ekspedycyjnego przygotowanego przez School of Form (SWPS) oraz systemu ewakuacji rannego astronauty. Ważnym elementem misji była seria testów psychologicznych związanych ze stresem i dwutygodniową izolacją zespołu.

Kolejne misje analogowe i testy terenowe planowane są przez Fundację [EXORiON] na lata 2019 i 2020 we współpracy z podmiotami krajowymi i zagranicznymi.

Pierwsza polska baza badawcza o nazwie Lunares została założona przez spółkę Space Garden w 2017 roku. Specjalizuje się ona w załogowych symulacjach misji kosmicznych na Księżycu oraz na Marsie i jest jedynym tego typu obiektem w Europie. W czasie przeprowadzanych tam symulacji realizowane są badania z zakresu psychologii czynnika ludzkiego oraz testy nowoczesnych technologii.

PMAS 2017 – pierwsza, trwająca dwa tygodnie, misja marsjańska w habitacie Lunares, odbyła się w sierpniu 2017r. Pozwoliła przetestować możliwości bazy i przeprowadzić szereg badań związanych z całkowitą izolacją załogi od świata zewnętrznego, telemetrią oraz systemami symulacji cyklu dnia i nocy.

Analizowano także kwestie interakcji człowiek-maszyna prowadząc liczne prace w terenie. Astronaucci sprawdzali wykorzystanie drukarek 3D, testowano czujniki medyczne, inteligentne ubrania oraz łaziki. Analizowano wzrost roślin w warunkach mikrogravitacji, na glebie zbliżonej do marsjańskiej przy użyciu urządzeń pozycjonujących i systemów wodnych.

ICAres-1 (Innovative Concepts Ares) była kolejną analogową misją, która symulowała funkcjonowanie bazy na Marsie. Odbyła się w październiku 2017 r. także w habitacie Lunares w Pile.

Analogowi astronauta przez dwa tygodnie byli zamknięci w bazie i odizolowani od świata zewnętrznego nie mogąc ustalić pory dnia ani godziny. Oświetlenie wewnątrz habitatu było sterowane zdalnie a komunikacja odbywała się z 20-minutowym opóźnieniem symulującym rzeczywistą łączność z urządzeniami znajdującymi się na Marsie. Uczestnicy misji przeprowadzili szereg eksperymentów związanych z percepcją czasu i zegarem biologicznym. Testowano również wynalazki i urządzenia polskich producentów. Eksperymenty medyczne odbyły się pod auspicjami Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w ramach Pracowni Medycyny Ekstremalnej Katedry i Zakładu Profilaktyki Zdrowotnej.

Polscy naukowcy i młode firmy z sektora kosmicznego mają doświadczenia także w międzynarodowych eksperymentach mających na celu symulację życia i pracy w środowisku marsjańskim.

Firma Skriware dostarczająca rozwiązania oparte o technologię druku 3D uczestniczyła w 30-dniowej symulacji ekspedycji na Czerwoną Planetę. Misja pod nazwą AMADEE-18 odbyła się w lutym 2018 roku pod kierownictwem Austriackiego Forum Kosmicznego.

Celem projektu było odwzorowanie na pustyni Dhofar w Omanie warunków marsjańskiego środowiska. Zespół ekspertów z 25 krajów i 16 instytucji przeprowadził szereg eksperymentów mających pomóc w przyszłej eksploracji planety. Istotną rolę podczas trwania projektu pełniła technologia druku 3D.

Polskie drukarki były wykorzystywane do tworzenia części zamiennych oraz komponentów służącym badaniom geologicznym. Podczas misji załogowej astronauta będą musieli posiadać sprzęt, który umożliwi im samodzielną produkcję niezbędnych narzędzi. Polska drukarka 3D z powodzeniem zrealizowała stawiane przed nią zadania, a wyprodukowane narzędzia były poddawane licznym eksperymentom z pozytywnym skutkiem.

* * *

Marzenie o wyprawach na inne planety towarzyszy kolejnym pokoleniom naukowców i teoretyków. Stephen Petranek w swym wykładzie na konferencji TED (ang. *Technology, Entertainment and Design*) przekonywał, iż dysponujemy technologią, aby przekształcić Marsa w planetę nadającą się do zamieszkania w perspektywie kilkuset lat. Cały proces będzie oczywiście niesłychanie kosztowny.⁹

Aby ten zamiar stał się realny, trzeba dostosować środowisko do potrzeb człowieka, dokonać „terraformacji” planety. Będzie to możliwe dzięki stopniowemu badaniu Marsa przez kolejne misje. W związku z tym nasuwa się szereg pytań: jak zwiększyć średnią temperaturę na Czerwonej Planecie, która obecnie wynosi -62°C ; jak wzbogacić w tlen cienką warstwę atmosfery przesyconej dwutlenkiem węgla; jak pozyskiwać wodę potrzebną do uprawy roślin, czy choćby wytwarzania paliwa niezbędnego do transportu i funkcjonowania wielu urządzeń... Między innymi te zagadnienia starają się obecnie zgłębić naukowcy. „Potencjał jest ogromny, ale pułapek jest mnóstwo. Teraz jest czas na myślenie.”¹⁰ – podsumowuje Petranek.

Porównując pierwsze próby kosmiczne z obecnymi misjami, w perspektywie zaledwie jednego pokolenia obserwujemy ogromny rozwój technologii. W 1933 roku Konstanty Ciolkowski, rosyjski uczonego polskiego pochodzenia, na krótko przed śmiercią wypowiedział znaczące słowa, które właśnie realizują się na naszych oczach: „Teraz jestem dokładnie przekonany o tym, że moje marzenie – podróże międzyplanetarne – teoretycznie przeze mnie uzasadnione, przekształci się w rzeczywistość. Pracowałem czterdzieści lat nad silnikiem odrzutowym i myślałem, że wycieczka na Marsa zacznie się dopiero za kilkaset lat. Ale terminy zmieniają się. Wierzę, że wielu z was będzie świadkami pierwszej podróży poza atmosferę...”¹¹

Być może jesteśmy już bardzo blisko czasów, kiedy kolejny cel zostanie osiągnięty.

Justyna Makulska
Polska Agencja Kosmiczna

⁹ S. L. Petranek, op. cit., s. 75

¹⁰ Ibidem, s. 16

¹¹ K. G. Nikiforow, *Konstanty Ciolkowski: Per aspera ad astra*, „Gazeta Uniwersytecka UŚ” 2001 nr 7 (86), <http://gazeta.us.edu.pl/node/208771>