

## Prosto z nieba: Fale grawitacyjne na Marsie

W tym odcinku przenieśmy się w wyobraźni na wulkaniczną równinę Elysium Planitia na Marsie, gdzie prawie dwa lata temu (26 listopada 2018 r.) wylądował automatyczny łazik NASA Mars InSight (*Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport*). Został on wysłany, aby badać marsjańską glebę i atmosferę. Jest to pierwsza misja, której celem jest badanie warstw podpowierzchniowych Marsa. InSight jest urządzeniem całkiem pokaźnych rozmiarów, waży 358 kg, a po rozłożeniu paneli słonecznych jego wymiary to  $6,0 \times 1,56 \times 1,0$  m.

Zadaniem InSight jest umieszczenie na powierzchni Marsa sejsmometru oznaczonego akronimem SEIS (*Seismic Experiment for Interior Structure*), dokonanie pomiaru aktywności sejsmicznej i dostarczenie niezbędnych danych do opracowania trójwymiarowych modeli wnętrza planety. Ponadto zaplanowano podziemny pomiar transportu ciepła za pomocą sondy cieplnej o nazwie HP<sup>3</sup> (*Heat Flow and Physical Properties Package*) – gdzie celem jest poznanie wczesnej ewolucji geologicznej planety. HP<sup>3</sup> ma wbić na głębokość 5 metrów penetrator nazwany „kretem”, stworzony przez polskie Centrum Badań Kosmicznych PAN i firmę Astronika. Uderzenia „młotka” popychającego „kreta” do wnętrza planety wytworzą przy okazji wstrząsy sejsmiczne do pomiarów SEIS. Pierwsze próby wbicia „kreta” dowiodły jednak, że warstwa marsjańskiego regolitu (pyłu) znajdująca się na powierzchni planety jest grubsza, niż przypuszczano; mimo że „kret” działa bez awarii, to znajduje za mało oparcia w regolicie, którego niewielki współczynnik tarcia uniemożliwia głębszą penetrację. Próby alternatywnych rozwiązań tego nieprzewidzianego problemu trwają.

Pomimo problemów z „kretem” od grudnia 2018 roku InSight zebrał wiele interesujących danych. Łazik jest wyposażony m.in. w magnetometr do pomiaru pola magnetycznego planety, którym rejestruje niewyjaśnione jeszcze impulsy i oscylacje magnetyczne. Okazuje się, że marsjańskie pole magnetyczne w miejscu lądowania jest około 10 razy silniejsze, niż wcześniej sądzono, i szybko się zmienia. SEIS oraz zestaw czujników APSS (*Auxiliary Payload Sensor Suite*) rejestrują także dźwięki wiatrów marsjańskich (niskie wibracje na granicy zasięgu ludzkiego słuchu). Bardzo ważnym pomiarem czujnika SEIS jest zarejestrowanie naturalnej aktywności sejsmicznej Marsa, który okazuje się mniej aktywny od Ziemi, ale bardziej od Księżyca.

Naukowcy zauważyli także zmieniające się codziennie wiatry wywołwane przez sezonowe zamrażanie i rozmrażanie dwutlenku węgla w czapach polarnych Marsa. Planeta doświadcza silnych dziennych wahań ciśnienia i temperatury (o wiele silniejszych niż na Ziemi), ponieważ atmosfera jest tak cienka, że może się nagrzewać i ochładzać znacznie szybciej niż na Ziemi. Zespół meteorologiczny InSight regularnie rejestruje tornada pyłowe przechodzące w okolicy próbnika oraz „fale grawitacyjne” – nie te związane z drganiem czasoprzestrzeni i teorią względności Einsteina, ale będące oscylacjami wypornościowymi w ośrodku, w którym jest obecna siła wyporności i grawitacyjna. Rejestracja takich fal jest bardzo pomocna w dalszym szczegółowym poznawaniu dynamiki atmosfery Marsa w celu przygotowania planety do misji marsjańskich, a w przyszłości – być może – dla pierwszych ludzkich osadników.

Michał BEJGER

W.B. Banerdt, S.E. Smrekar, D. Banfield, et al. Initial results from the InSight mission on Mars. *Nat. Geosci.* (2020).

## Niebo w lipcu

Zaczęła się druga połowa 2020 roku i przez jej większość dzień skraca się aż do przesilenia zimowego na początku trzeciej dekady grudnia. Początkowo ubytek dnia nie jest duży, ale 23 lipca Słońce przecina równoleżnik 20° deklinacji w drodze na południe i od tego momentu długość dnia szybko się zmienia. Wraz z upływem miesiąca kończy się sezon na obłoki srebrzyste i łuk okołohoryzontalny (więcej o nim na angielskiej stronie: [www.atoptics.co.uk/halo/cha2.htm](http://www.atoptics.co.uk/halo/cha2.htm)), przy czym

obłoki srebrzyste najwcześniej zanikają na południu naszego kraju, a najpóźniej na północy, natomiast szansa na dostrzeżenie łuku okołohoryzontalnego najszybciej mija nad Bałtykiem, najpóźniej zaś w górach.

Początek lipca rozświetli silny blask **Księżyca**, którego pełnia przypada na 5. dzień miesiąca, na godzinę 6:44 naszego czasu, w gwiazdozbiornie Strzelca. Dnia 12 lipca

o godzinie 1:30 Srebrny Glob przejdzie przez ostatnią kwadrę w Wielorybie, a 20 lipca o 19:33 czeka Księżyc spotkanie ze Słońcem na pograniczu gwiazdozbiorów Bliźniąt i Raka. Tydzień później, 27 lipca wczesnym popołudniem naszego czasu, Księżyc pokaże tarczę oświetloną w połowie, przechodząc przez I kwadrę na pograniczu gwiazdozbiorów Panny i Wagi.

W tym miesiącu pełnia zostanie okraszona zaćmieniem. Niestety to zaćmienie jest półcieniowe, i to o płytkiej fazie, zaledwie 35% – stąd też zjawisko będzie krótkotrwałe, jedynie 2 godziny i 45 minut. Do zaćmienia dojdzie za dnia polskiego czasu, już po zniknięciu Srebrnego Globu z nieboskłonu. Zjawisko w całości zobaczą mieszkańcy Ameryki Południowej, południowo-wschodniej części Ameryki Północnej oraz zachodnich krańców Afryki. Jednak ze względu na małą fazę efekt należy do tych trudno obserwowalnych, nawet tam gdzie Księżyc w trakcie zaćmienia znajdzie się w okolicach zenitu. Może się zdarzyć tak, że dostrzeżenie delikatnego pociemnienia księżycowej tarczy umożliwi dopiero sfotografowanie zjawiska, ponieważ nasze oczy zbyt szybko przyzwyczajają się do zmiany oświetlenia.

Lipiec odznacza się niezbyt dobrym nachyleniem ekliptyki do widnokregu pod względem obserwacyjnym: na niebie wieczornym ką, jaki tworzy droga Słońca po niebie z linią horyzontu, zaczyna się szybko zmniejszać, a na niebie porannym nie zdąży jeszcze za bardzo urosnąć. Dlatego Księżyc zarówno przed nowiem, jak i po nim jest widoczny raczej słabo, tak samo jak planeta **Mercury**. Pierwsza planeta od Słońca zacznie miesiąc od koniunktacji dolnej, czyli przejścia blisko naszej planety, i przeniesie się na niebo poranne, dążąc do maksymalnej elongacji zachodniej 20 lipca. Planeta oddali się wtedy od Słońca na niecałe 20°. Niezbyt jeszcze duże nachylenie ekliptyki do widnokregu spowoduje, że tego ranka Merkury na godzinę przed wschodem Słońca wzniesie się na wysokość zaledwie około 2°. Trochę lepsze warunki widoczności planety wystąpią pod koniec miesiąca, gdyż przy poprawiającym się nachyleniu ekliptyki planeta wzniesie się o stopień wyżej, mimo mniejszej odległości kątowej od Słońca. Dodatkowo jasność planety urośnie od +0,7<sup>m</sup> w dniu maksymalnej elongacji do -0,7<sup>m</sup> ostatniego dnia miesiąca. W tym czasie tarcza Merkurego zmniejszy średnicę z 8 do 6 sekund kątowych, zaś faza tarczy urośnie z 30 do 66%.

Znacznie lepiej widoczna na niebie porannym jest planeta **Venus**, która w lipcu oddali się od Słońca na ponad 40°, choć w maksymalnej elongacji znajdzie się dopiero w połowie sierpnia. Dzięki temu Venus zostanie ozdobą porannego nieba, mimo słabego nachylenia ekliptyki. Planeta początkowo nie pokaże się zbyt wysoko: na godzinę przed wschodem Słońca wzniesie się na około 5° ponad wschodni widnokrąg, zajmując pozycję tuż na północny zachód od Hiad w Byku. Jednak z upływem czasu jej wysokość na nieboskłonie szybko urośnie: w połowie miesiąca do 12°, pod koniec zaś – o kolejne 7°. W tym czasie Venus przejdzie przez Hiady, zbliżając się na niecały stopień do Aldebarana

12 lipca, a zakończy miesiąc 2,5° od gwiazdy ζ Tauri, czyli południowego rogu Byka. Jasność planety wyniesie około -4,5<sup>m</sup>, jednocześnie tarcza planety skurczy się z 43 do 28'', natomiast faza urośnie z 19 do 42%.

Obie planety na początku drugiej dekady lipca minie dążący do nowiu Księżyc. Najpierw 17 dnia miesiąca mając tarczę oświetloną w 14%, utworzy trójkąt prawie równoboczny z Wenus i Aldebaranem. Wszystkie trzy ciała Układu Słonecznego przedzieli wtedy odległość około 3°. Dwa dni później sierp Księżycza w fazie zaledwie 3% przejdzie tylko 3° nad Merkurym. Niestety to ostatnie złączenie zdarzy się bardzo nisko nad widnokregiem.

Dwie największe planety Układu Słonecznego w lipcu przejdą przez opozycję względem Słońca. **Jowisz** zrobi to 14 lipca, zaś **Saturn** – 6 dni później. Obie planety przez cały miesiąc utworzą dość ciasną parę, o rozpiętości mniej więcej 7°. Saturn zacznie miesiąc w gwiazdozbiorze Koziorożca, ale już 3 lipca przeniesie się do gwiazdozbioru Strzelca, w którym prawie cały sezon obserwacyjny spędza Jowisz. Niestety przebywanie w tym rejonie nieba oznacza, że obie planety nie wzniosą się zbyt wysoko ponad widnokrąg. Do końca okresu widoczności planety będą przecinać południk lokalny na wysokości nie przekraczającej 20°. W związku z opozycjami w lipcu rozmiary i jasności obu planet osiągną maksymalne wielkości w tym roku. Jowisz świeci blaskiem -2,7<sup>m</sup>, mając tarczę o średnicy 48'', natomiast Saturn pojaśnieje do +0,1<sup>m</sup>, zaś średnica jego tarczy osiągnie 18''. Księżyc spotka się z Jowiszem i Saturnem na początku miesiąca, gdy w nocy z 5 na 6 lipca, mając tarczę oświetloną w całości, przejdzie mniej niż 3° na południe od Jowisza. Już lornetka albo niewielki teleskop wystarczy, by obserwować najjaśniejsze księżycy obu tych planet. Dotyczy to zwłaszcza Jowisza, którego cztery najjaśniejsze tzw. księżycy galileuszowe, czyli Io, Europa, Ganimedes i Kallisto, osiągają jasność między +4,5 a +6<sup>m</sup>, i gdyby nie bliskość bardzo jasnej planety, dałoby się je dostrzec gołym okiem. Najłatwiej dostrzec Kallisto, która oddala się od swojej planety macierzystej na ponad 10', czyli ponad 13 średnic tarczy Jowisza. Ganimedes oddala się maksymalnie na ponad 7 średnic kątowych Jowisza, Europa – na prawie 5 średnic, zaś Io tylko na 3 średnice Jowisza i ją dostrzec najtrudniej. W przypadku Saturna jego największy i najjaśniejszy księżyc Tytan świeci blaskiem około +8,5<sup>m</sup>, a zatem nieco słabiej od **Neptuna** i maksymalnie oddala się od Saturna na ponad 3', co przekłada się na 10 średnic kątowych jego planety macierzystej. Do jego dostrzeżenia wystarczy większa lornetka. Trzy kolejne co do jasności księżycy Saturna, czyli Rea, Tetyda i Dione, mają jasność około +10<sup>m</sup> i krążą znacznie bliżej Saturna, w odległości do 3–5 jego średnic. Dlatego aby je dostrzec, potrzebny już jest raczej teleskop albo naprawdę duża lorneta, o średnicy obiektywów przynajmniej kilkanaście centymetrów.

*Ariel MAJCHER*