

Jak zaplanować zajęcia?

[Wersja online](#)

Lekcja jest podzielona na dwie części. Każda część zawiera podstawę i rozszerzenie.

PODSTAWA · ~62 MIN

Te zadania tworzą pełną rozgrywkę: od wyboru celu do wniosków.

ROZSZERZENIE · ~46 MIN

Możecie pominąć cały blok bez wpływu na podstawową rozgrywkę.

TABELA CZASU · MINUTY

Część / strony	Podstawa	Rozszerzenie	Pełny wariant
1. Przygotowanie misji Strony 2-18	~29 min	~33 min	~62 min
2. Realizacja i wnioski Strony 20-41	~33 min	~13 min	~46 min
Razem	~62 min	~46 min	~108 min

PRZYGOTOWANIE I WYDAWANIE KART

Jeśli korzystacie z wersji papierowej, przygotujcie po jednym komplecie materiałów dla każdej drużyny. Drukujcie jednostronnie, w formacie A4, w orientacji poziomej. Podstawa: strony 7-14, 18, 22, 23-40.

Na początku rozdajcie karty przygotowania. Karty tur (strony 23-26) wydawajcie na początku danej tury, a wybrane wyniki (strony 27-39) dopiero po zapisaniu wszystkich działań w turze.

Materiały prowadzącego (strony 43-46) można udostępnić drużynom po finale.

Mariner 4: pierwszy bliski obraz Marsa

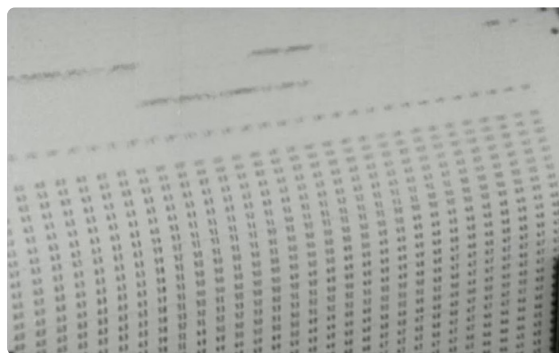
Przelot w lipcu 1965 roku. Cel: zdjęcia powierzchni, pomiary atmosfery i sprawdzenie łączności.

SONDA MARINER 4



Sonda podczas testów w JPL. [1]

SYGNAŁ RADIOWY



Dane docierają radiowo na Ziemię. Zespół odczytuje wydrukowane liczby. [2]

OBRAZ NA ZIEMI



Pierwszy obraz pokolorowano ręcznie według otrzymanych liczb. [3]

CO POKAZAŁA MISJA?

Na Ziemię dotarło 21 pełnych zdjęć i fragment 22. Widać było liczne kratery.

Pomiary sygnału radiowego wskazały bardzo rzadką atmosferę: ciśnienie przy gruncie około 1% ziemskiego.

CZEGO NIE USTALONO?

Zdjęcia objęły mniej niż 1% Marsa. Nie znano jeszcze całej powierzchni ani najlepszych miejsc do badań.

Nie dały też odpowiedzi na pytanie o życie na Marsie.

[1] NASA/JPL-Caltech, „Mariner Space Craft Weight Test”.

[2] NASA Science, „Coloring The Mariner 4 Image Data”, kadr z filmu: 0:09.

[3] NASA/JPL-Caltech/Dan Goods, „First TV Image of Mars (Hand Colored)”, PIA14033.

Dane o misji: NASA Science, „Mariner 4”.

Historia misji

Marinery przelatują obok Marsa i wchodzą na orbitę, a sondy Mars i Viking podejmują badania na powierzchni.

Od przelotu do pracy na powierzchni

- 1969** ● **Mariner 6 i 7:** udane przeloty; zdjęcia i pomiary atmosfery. **Mars 1969A i Mars 1969B:** nieudane starty misji orbitalnych.
- 1971** ● **Mariner 9:** pierwsza orbita i mapa Marsa. **Mars 2 i 3: Częściowy sukces** — dane z orbity; pierwszy lądownik rozbity, drugi zamilkł po miękkim lądowaniu. **Mariner 8:** nieudany start.
- 1974** ● **Mars 4: Częściowy sukces** — zdjęcia z przelotu, bez wejścia na orbitę. **Mars 5: Częściowy sukces** — badania z orbity przerwane. **Mars 6: Częściowy sukces** — dane z opadania, utrata lądownika. **Mars 7:** lądownik minął Marsa.
- 1976** ● **Viking 1 i 2:** długotrwałe badania z orbity i gruntu. Zdjęcia, pogoda i eksperymenty poszukujące życia; brak jednoznacznego dowodu życia.
- 1988–1989** ● **Fobos 1:** utrata kontaktu. **Fobos 2: Częściowy sukces** — dane z orbity Marsa; utrata kontaktu przed wysadzeniem próbników na Fobosie.
- 1993** ● **Mars Observer:** utrata kontaktu przed wejściem na orbitę. Plan: mapowanie Marsa.

Źródła: NASA/NSSDC „Chronology of Mars Exploration”, NASA/JPL, ESA. Linki do multimediów znajdziecie w wersji online.

Historia misji

Mars Global Surveyor mapuje planetę, a Sojourner, Spirit i Opportunity badają skały z bliska.

Mapy z orbity i pierwsze łaziki

- 
- 1996** ● **Mars 96:** Nieudany start. Plan: badania atmosfery, gruntu i wnętrza Marsa.
- 1997** ● **Mars Global Surveyor:** globalne mapy. **Pathfinder i Sojourner:** udane lądowanie i pierwszy działający łazik; dojazd do skał i ich badanie.
- 1998** ● **Nozomi:** próba badań górnej atmosfery z orbity; nie dotarła na orbitę Marsa, misję zakończono w 2003 roku.
start
- 1999** ● **Mars Climate Orbiter:** utracony przed badaniami klimatu. **Mars Polar Lander i Deep Space 2:** utracone przed badaniami gruntu i lodu.
- 2001** ● **Mars Odyssey:** mapowanie składu powierzchni i poszukiwanie lodu pod gruntem z orbity.
- 2003–2004** ● **Mars Express:** dane o powierzchni i atmosferze z orbity. **Beagle 2:** brak łączności. **Spirit i Opportunity:** badania skał i śladów dawnej wody.

Źródła: NASA/NSSDC „Chronology of Mars Exploration”, NASA/JPL, ESA. Linki do multimediów znajdziecie w wersji online.

Historia misji

Phoenix bada lód, Curiosity szuka śladów dawnych warunków sprzyjających życiu, a MAVEN bada utratę atmosfery.

Lód, dawna woda i środowiska przyjazne życiu

- 
- 2006** ● **Mars Reconnaissance Orbiter:** szczegółowe obrazy powierzchni, ślady wody i rozpoznanie miejsc lądowania.
- 2008** ● **Phoenix:** badania gruntu i lodu w rejonie polarnym.
- 2011** ● **Fobos-Grunt i Yinghuo-1:** nie opuściły orbity Ziemi; bez próbek Fobosa i badań Marsa.
start
- 2012** ● **Curiosity:** w 2013 r. potwierdzenie, że dawne środowisko mogło sprzyjać życiu. To nie oznacza odkrycia organizmów.
lądowanie
- 2014** ● **MAVEN:** badania utraty atmosfery. **Mars Orbiter Mission:** udana demonstracja lotu i pracy na orbicie oraz obserwacje Marsa.
- 2016** ● **ExoMars Trace Gas Orbiter:** pomiary gazów śladowych. **Schiaparelli:** **Częściowy sukces** — dane z opadania, lecz próba lądowania zakończona rozbiciem.

Źródła: NASA/NSSDC „Chronology of Mars Exploration”, NASA/JPL, ESA. Linki do multimediów znajdziecie w wersji online.

Historia misji

InSight bada wnętrze Marsa, Perseverance zbiera próbki, a Ingenuity i MOXIE sprawdzają nowe technologie.

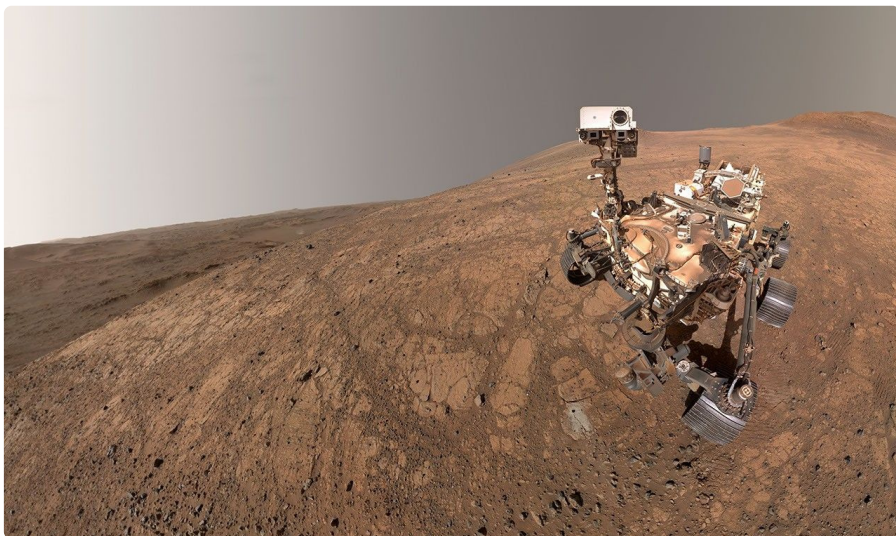
Nowe narzędzia, próbki i otwarte pytania

- 2018**
 - InSight:** pomiary drgań i obrotu Marsa. **Sonda cieplna InSight:** Nieudany pomiar strumienia ciepła z wnętrza Marsa — sonda nie zagłębiła się dostatecznie w grunt. **MarCO:** udany test przekazywania danych z lądowania.
- 2021**
 - Hope:** obserwacje atmosfery. **Tianwen-1 i Zhurong:** badania z orbity i gruntu. **Perseverance:** skały i próbki. **Ingenuity:** pierwszy kontrolowany lot z napędem na innej planecie.
- 2023**
wynik
 - MOXIE na Perseverance:** udana produkcja tlenu z atmosfery. **Dalszy cel:** instalacja o wydajności potrzebnej wyprawom ludzi.
- 2024–2025**
wynik
 - Perseverance:** próbka Sapphire Canyon ze skały Cheyava Falls i potencjalne ślady dawnego życia. **Pytanie otwarte:** pochodzenie biologiczne czy procesy bez udziału życia?
- 2025**
start
 - ESCAPADE:** start dwóch sond 13 listopada; planowany przylot w 2027 roku. **Cel:** równoczesne pomiary wpływu wiatru słonecznego na utratę atmosfery.

Źródła: NASA/NSSDC „Chronology of Mars Exploration”, NASA/JPL, ESA. Linki do multimediów znajdziecie w wersji online.

Misja na Marsa

Wiek: 15+ | Drużyna: 3–5 osób | Czas gry: ok. 60–70 min lub 90–115 min ze wszystkimi rozszerzeniami lekcji



Perseverance na Marsie · 10 maja 2025 r. Autoportret złożony z 59 zdjęć kamery WATSON. NASA/JPL-Caltech/MSSS · PIA26574

Nazwa drużyny

PODZIELCIE PRACĘ

Ustalcie, kto czyta komunikaty, liczy zasoby i zapisuje decyzje.

Przygotujcie i przeprowadźcie własną misję badawczą na Marsie.

Jesteście zespołem naukowym i inżynierskim przygotowującym misję na Marsa.

- 1 CELE**
Wybierzcie 2 cele badawcze.
- 2 PROJEKT**
Dobierzcie sprzęt w założonych limitach i przygotujcie plan misji.
- 3 BADANIA**
Wyślijcie łazik na Marsa i podejmujcie decyzje w turach.
- 4 WYNIKI I WNIOSKI**
Przedstawcie, czego się dowiedzieliście i co warto zbadać dalej.

PRZYGOTUJ CIE

Karty misji, ołówek, kartkę do rachunków i kalkulator.

Po finale: omówienie misji — strona 43, wnioski — s. 44, przykładowe plany misji — s. 45, koszty kombinacji — s. 46.

Poznajcie cele na stronach 8-11, potem wybierzcie je na stronie 12.

Cel A: Ślady dawnego życia

Poziom: trudny

Pytanie badawcze:

Którą skałę warto dalej zbadać?

Zadanie bazowe:

Zbadajcie skład minerałów spektrometrem (I2) w obu punktach X i Y. Pobierzcie próbkę X lub Y wiertłem (I4) i zabezpieczcie ją do dalszych badań.

Analiza:

Po porównaniu wyników oceńcie wybór próbki. Co wiedzieliście w chwili pobrania, a czego dowiedzieliście się później?

Dodatek do celu:

Porównajcie punkty X i Y tą samą kamerą naukową, kamerą mikroskopową lub radarem. Dwie zabezpieczone próbki nie zaliczają dodatku.

CO DADZĄ BADANIA?

- I1 (kamera naukowa): **cała skała i jej otoczenie**.
- I2 (spektrometr): **minerały** mogące świadczyć o działaniu wody.
- I4 (wiertło i pojemniki na próbki): **próbka** do późniejszych analiz laboratoryjnych.
- I5 (kamera mikroskopowa): **ziarna i tekstura** skały.
- I6 (radar podpowierzchniowy): **układ warstw** pod powierzchnią.

JAK WYBRAĆ MIEJSCE?

Szukajcie dawnych osadów lub skał zmienionych przez wodę.

W turze możecie użyć kilku różnych instrumentów do limitu mocy. I1 (kamera naukowa): 4 kg / 8 mln USD / 15 W · I2 (spektrometr): 11 kg / 18 mln USD / 25 W · I3 (stacja pogodowa): 6 kg / 6 mln USD / 15 W · I4 (wiertło i pojemniki na próbki): 10 kg / 20 mln USD / 25 W · I5 (kamera mikroskopowa): 2 kg / 5 mln USD / 15 W · I6 (radar podpowierzchniowy): 3 kg / 10 mln USD / 20 W

Pozostałe cele: strony 9-11. Wybór celów: strona 12.

Cel B: Ślady dawnej wody

Poziom: średni

Pytanie badawcze:

Czy badana skała zawiera ślady dawnego działania wody?

Zadanie bazowe:

Zbadajcie jedną skałę X lub Y spektrometrem (I2) oraz jedną z kamer: naukową (I1) lub mikroskopową (I5).

Analiza:

Oceńcie, czy wyniki wskazują na związek badanej skały z dawnym działaniem wody.

Dodatek do celu:

Zbadajcie tę samą skałę obiema kamerami: naukową (I1) i mikroskopową (I5).

CO DADZĄ BADANIA?

I1 (kamera naukowa): **warstwy i kształt** skały.

I2 (spektrometr): **minerały** mogące świadczyć o działaniu wody.

I5 (kamera mikroskopowa): **ziarna i tekstura** skały.

JAK WYBRAĆ MIEJSCE?

Szukajcie osadów lub minerałów zmienionych przez wodę. W rozpoznaniu wybierzcie dostępne odsłonięcie skały.

W turze możecie użyć kilku różnych instrumentów do limitu mocy. I1 (kamera naukowa): 4 kg / 8 mln USD / 15 W · I2 (spektrometr): 11 kg / 18 mln USD / 25 W · I3 (stacja pogodowa): 6 kg / 6 mln USD / 15 W · I4 (wiertło i pojemniki na próbki): 10 kg / 20 mln USD / 25 W · I5 (kamera mikroskopowa): 2 kg / 5 mln USD / 15 W · I6 (radar podpowierzchniowy): 3 kg / 10 mln USD / 20 W

Pozostałe cele: strony 8, 10-11. Wybór celów: strona 12.

Cel C: Zmiany pogody

Poziom: łatwy

Pytanie badawcze:

Jak zmienia się pogoda w wybranym miejscu?

Zadanie bazowe:

Wykonajcie pomiary pogody stacją pogodową (I3) w dwóch turach.

Analiza:

Opiszcie zmiany pogody na podstawie wykonanych pomiarów.

Dodatek do celu:

Wykonajcie trzeci pomiar pogody stacją pogodową (I3).

CO DADZĄ BADANIA?

I3 (stacja pogodowa): **temperatura, ciśnienie, wiatr i zapylenie.**

JAK PORÓWNAĆ POMIARY?

Sprawdźcie, które wartości wzrosły, a które spadły między pomiarami.

W turze możecie użyć kilku różnych instrumentów do limitu mocy. I1 (kamera naukowa): 4 kg / 8 mln USD / 15 W · I2 (spektrometr): 11 kg / 18 mln USD / 25 W · I3 (stacja pogodowa): 6 kg / 6 mln USD / 15 W · I4 (wiertło i pojemniki na próbki): 10 kg / 20 mln USD / 25 W · I5 (kamera mikroskopowa): 2 kg / 5 mln USD / 15 W · I6 (radar podpowierzchniowy): 3 kg / 10 mln USD / 20 W

Pozostałe cele: strony 8-9, 11. Wybór celów: strona 12.

Cel D: Lokalne zasoby Marsa

Poziom: średni

Pytanie badawcze:

Gdzie szukać lokalnych zasobów Marsa, które mogłyby pomóc przyszłym misjom?

Zadanie bazowe:

Zbadajcie radarem (I6) warstwy podłoża przy punktach X i Y.

Analiza:

Porównajcie profile radarowe i wskażcie miejsce warte pobrania próbki.
Jeśli próbkę pobraliście wcześniej, oceńcie ten wybór.

Dodatek do celu:

Pobierzcie wiertłem (I4) próbkę materiału z punktu X lub Y i zabezpieczcie ją do dalszej analizy.

CO DADZĄ BADANIA?

I4 (wiertło i pojemniki na próbki): **próbka materiału** do dalszych badań.
I6 (radar podpowierzchniowy): **układ warstw** pod powierzchnią.

JAK WYBRAĆ MIEJSCE?

Sprawdźcie, jak głęboko leżą warstwy i czy wychodzą na powierzchnię.

W turze możecie użyć kilku różnych instrumentów do limitu mocy. I1 (kamera naukowa): 4 kg / 8 mln USD / 15 W · I2 (spektrometr): 11 kg / 18 mln USD / 25 W · I3 (stacja pogodowa): 6 kg / 6 mln USD / 15 W · I4 (wiertło i pojemniki na próbki): 10 kg / 20 mln USD / 25 W · I5 (kamera mikroskopowa): 2 kg / 5 mln USD / 15 W · I6 (radar podpowierzchniowy): 3 kg / 10 mln USD / 20 W

Wybierzcie 2 cele ★

Aby wykonać cel, zrealizujcie zadanie bazowe oraz odpowiedzcie na pytanie badawcze na podstawie wyników. Dodatek do celu jest opcjonalny.

☐ **A Ślady dawnego życia**

Którą skałę warto dalej zbadać? Karta celu: strona 8.

☐ **B Ślady dawnej wody**

Czy badana skała zawiera ślady dawnego działania wody? Karta celu: strona 9.

☐ **C Zmiany pogody**

Jak zmienia się pogoda w wybranym miejscu? Karta celu: strona 10.

☐ **D Lokalne zasoby Marsa**

Gdzie szukać lokalnych zasobów Marsa, które mogłyby pomóc przyszłym misjom? Karta celu: strona 11.

WASZE OGRANICZENIA

Budżet na sprzęt **90 mln USD**

Masa całego łazika **do 71 kg**

Dostępna moc **70 / 100 W***

Liczba tur **4**

* Zależnie od wyboru zasilania.

1 tura rozpoznania i 3 tury badań. Każdy instrument najwyżej raz na turę, w jednym punkcie; stacja pogodowa bez punktu.

★ Wyzwanie: spróbujcie zaplanować misję z 3 celami. Nie każda trójka jest wykonalna.

Dalej: magazyn instrumentów, strona 13.

Magazyn instrumentów

Dobierzcie 1-4 instrumenty do zaplanowanych badań.

Możliwości i parametry urządzeń uproszczono na potrzeby zadania. Wizualizacje są umowne.



I1 · Kamera naukowa

4 kg | 8 mln USD | 15 W

Obrazuje warstwy i kształty skał.

Inspiracja: Mastcam-Z.

☐ Wybrane



I2 · Spektrometr

11 kg | 18 mln USD | 25 W

Pomaga rozpoznać minerały.

Inspiracja: SuperCam.

☐ Wybrane



I3 · Stacja pogodowa

6 kg | 6 mln USD | 15 W

Mierzy temperaturę, ciśnienie, wiatr i zapylenie.

Inspiracja: MEDA.

☐ Wybrane



I4 · Wiertło i pojemniki na próbki

10 kg | 20 mln USD | 25 W

W grze wierci do 6 cm i zabezpiecza próbkę.

Inspiracja: System próbek Perseverance.

☐ Wybrane



I5 · Kamera mikroskopowa

2 kg | 5 mln USD | 15 W

Obrazuje ziarna i teksturę skały.

Inspiracja: WATSON.

☐ Wybrane



I6 · Radar podpowierzchniowy

3 kg | 10 mln USD | 20 W

Pokazuje warstwy pod powierzchnią w pobliżu badanego punktu.

Inspiracja: RIMFAX.

☐ Wybrane

Inspiracje: instrumenty Perseverance, NASA/JPL. Stacja pogodowa obejmuje pomiar zapylenia inspirowany MEDA/RDS.

Uruchomcie serce łazika

Pakiet bazowy jest obowiązkowy. Dodajcie jedno źródło zasilania: S (zasilanie słoneczne) albo R (zasilanie radioizotopowe).

Pakiet bazowy

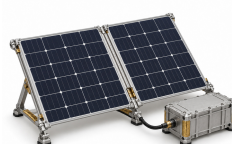


30 kg | 25 mln USD | pobór 20 W

Koła, komputer, antena, ogrzewanie i kamera nawigacyjna.

☒ Wymagane

S · Zasilanie słoneczne



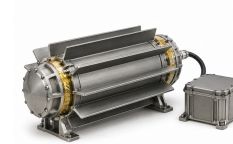
6 kg | 8 mln USD | dostępne 70 W

Panele i akumulator.

Moc zależy od nasłonecznienia.

☐ Wybrane

R · Zasilanie radioizotopowe



14 kg | 20 mln USD | dostępne 100 W

Źródło radioizotopowe i akumulator.

Działa także nocą i podczas burz pyłowych.

☐ Wybrane

Pakiet bazowy stale pobiera 20 W. Instrumenty pobierają moc tylko podczas badania.

Dostępna moc może czasowo spaść o 35-45%; ogranicza się wtedy pracę instrumentów.

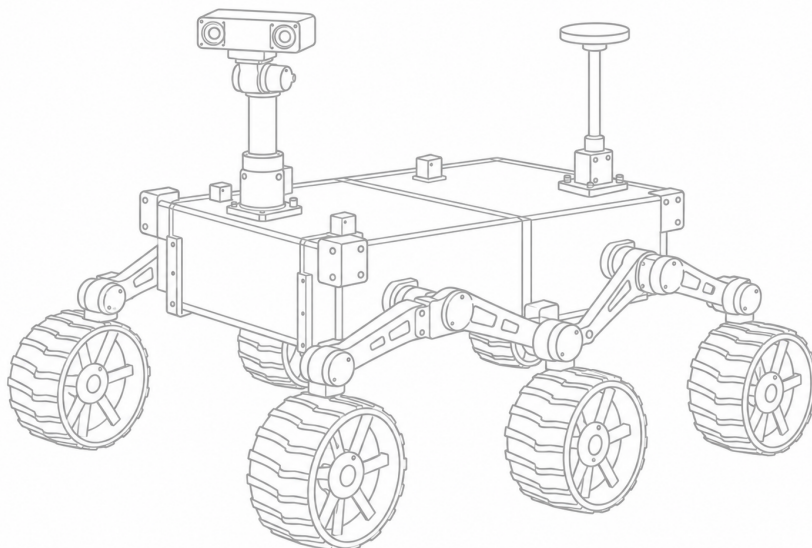
Wizualizacje i parametry są umowne. Inspiracja zasilania radioizotopowego: MMRTG Perseverance, NASA/JPL.

Rozszerzenie: projekt i lądowisko, strony 15-16. W podstawie: kontrola przed startem, strona 18.

Warsztat konstruktorów

Rozmiejście sprzęt tak, aby mógł wykonać badania waszej misji.

ROZMIESZCZENIE SPRZĘTU



1 · ROZMIEŚĆCIE SPRZĘT

Dorysujcie wybrane zasilanie i instrumenty. Oznaczcie je kodami, a strzałkami - kierunek badania lub zasięg narzędzia.

2 · SPRAWDŹCIE SWÓJ SPRZĘT

Kamery i spektrometr: niezastłonięty widok celu; kamera mikroskopowa blisko skały.

Wiertło: dostęp do skały i pojemnika na próbkę.

Pogoda: czujniki wiatru i temperatury poza osłoną, z dala od ciepła urządzeń.

Radar: antena w stronę gruntu.

Panele: dostęp do światła bez zasłaniania przez sprzęt.

DODATKOWO · PORÓWNAJCIE WARIANTY ROZMIESZCZENIA

Zaznaczcie na schemacie alternatywne rozmieszczenie sprzętu. Porównajcie warianty i zakreślcie wybrany.

Co ułatwia wybrane rozmieszczenie sprzętu, a co utrudnia?

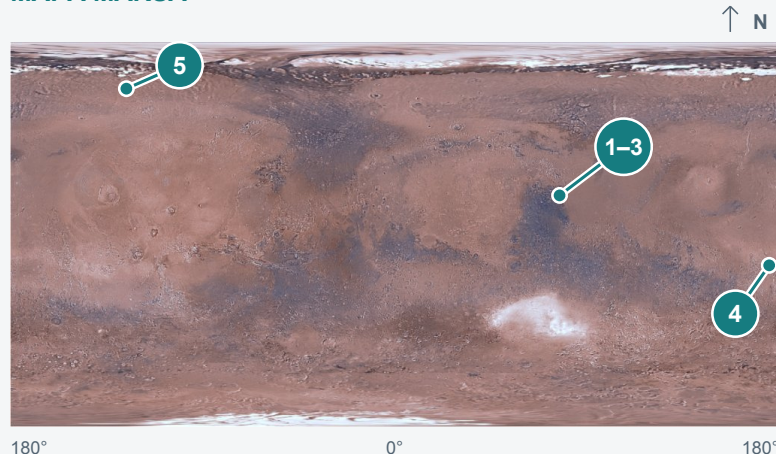
Podkład: umowny schemat pakietu bazowego. Uwzględnijcie miejsce na ruch narzędzi i unikajcie kolizji ze sprzętem.

Wybierzcie region dla misji

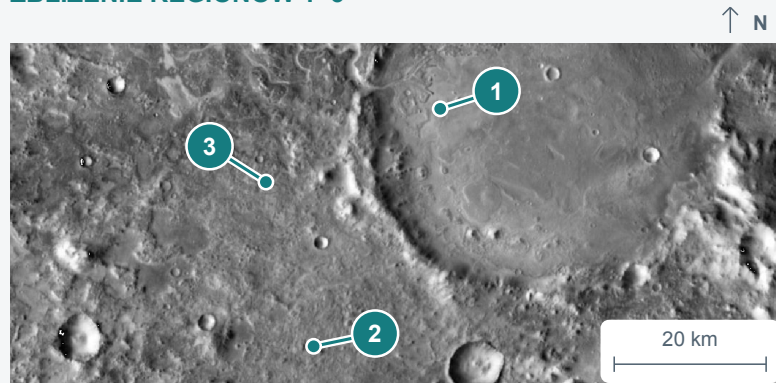
Czterej finaliści Mars 2020 (2018) oraz osobny przypadek: rejon Phoenixa.

Porównajcie miejsca. Zaznaczcie jedno; podkreślcie dwa fakty ważne dla wybranych celów.

MAPA MARSA



ZBLIŻENIE REGIONÓW 1-3



Punkty wskazują położenie regionów.

Co wiadomo o tym miejscu?

Trudność lub niewiadoma

1 ☐ Jezero

Dawne jezioro i delta; **minerały ilaste oraz węglany**. Osady mogły zachować ślady dawnego życia.

Głazy i wydmy. Potrzebne omijanie zagrożeń podczas lądowania z pomocą map i kamer.

2 ☐ Northeast Syrtis

Bardzo stare skały i różne **minerały**. Zapis oddziaływania wody i ciepła na skały.

Niepewne pochodzenie części skał i warunki zachowania materii organicznej.

3 ☐ Midway

Skały podobne do Northeast Syrtis. Możliwość połączenia badań regionu z Jezero.

Dojazd także do delty wymagałby długiej jazdy. Mniej szczegółowych danych o minerałach.

4 ☐ Columbia Hills

Spirit zbadał **osady krzemionki**: możliwe ślady dawnych gorących źródeł. Warto pobrać próbki.

Pochodzenie osadów wymaga sprawdzenia. Nawet potwierdzenie gorących źródeł nie dowodzi życia.

5 ☐ Rejon Phoenixa

Północne równiny: dane orbitalne wskazywały **lód tuż pod powierzchnią**.

Zimno i zimowy niedobór światła. Dla Phoenixa wybierano teren z mniejszą liczbą głazów.

Ćwiczenie wyboru regionu na podstawie NASA/JPL. W dalszej grze wszystkie drużyny badają ten sam umowny teren X/Y. Mapy: NASA/USGS, Viking i THEMIS; punkty: NASA (2020), Phoenix/PDS.

Wstępny plan misji

Zaplanujcie działania i instrumenty na tury 2-4.

Pierwsza tura zawsze służy rozpoznaniu terenu. W turach 2-4 możecie użyć kilku różnych instrumentów naraz, do limitu mocy. Każdy najwyżej raz na turę. Zaplanujcie badania i dodatki do celów. Wynik lub próbka mogą służyć kilku celom, jeśli spełniają ich wymagania. W turze zsumujcie 20 W pakietu bazowego i moc wybranych instrumentów.

Tura	Planowane działanie / instrument	Zadanie bazowe / dodatek do celu	Wymagana moc [W]
1	Rozpoznanie terenu - pakiet bazowy	Rozpoznanie	20
2			
3			
4			

Kontrola przed startem

Zaznaczcie jedno zasilanie. Łazik ma miejsce na maksymalnie 4 instrumenty. Pakiet bazowy jest wymagany.

Sprzęt	kg	mIn USD
☒ Pakiet bazowy	30	25
☐ S (zasilanie słoneczne)	6	8
☐ R (zasilanie radioizotopowe)	14	20
☐ I1 (kamera naukowa)	4	8
☐ I2 (spektrometr)	11	18
☐ I3 (stacja pogodowa)	6	6
☐ I4 (wiertło i pojemniki na próbki)	10	20
☐ I5 (kamera mikroskopowa)	2	5
☐ I6 (radar podpowierzchniowy)	3	10

SPRAWDŹCIE LIMITY

MASA

_____ kg ≤ 71 kg

KOSZT

_____ mIn USD ≤ 90 mIn USD

MIEJSCA NA INSTRUMENTY

_____ ≤ 4 miejsca

Policzcie zaznaczone pozycje z kodem I.

☐ **START:** masa i koszt w limitach; sprzęt do wymaganych badań; rozpoznanie i zadania bazowe wybranych celów mieszczą się w 4 turach.

Drugi członek zespołu sprawdza rachunki, sprzęt do wymaganych badań i plan. Nie mieściecie się w limitach? Poprawcie zestaw i plan przed zaznaczeniem START.

Koniec części pierwszej

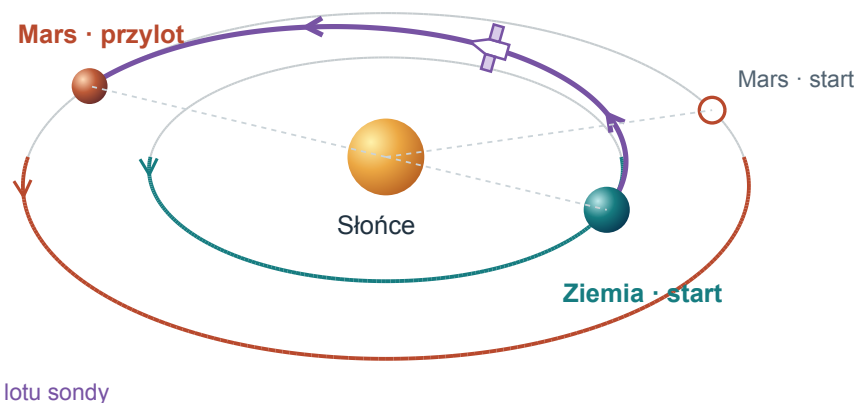
Przygotowanie misji zakończone.

Kurs na Marsa

Obliczcie, co ile miesięcy wraca dogodna okazja do startu, oraz czas podróży sygnału.

ZIEMIA OBIEGA SŁOŃCE SZYBCIEJ

Pełny obieg: Ziemia około 365 dni, Mars 687 dni.



Podobne ustawienie planet wraca, gdy Ziemia zyska nad Marsem **pełny obrót (360°)**.

1 · KIEDY WRACA OKAZJA DO STARTU?

Średni ruch wokół Słońca w ciągu doby:

Ziemia: 0,986° Mars: 0,524°

O ile stopni na dobę Ziemia zyskuje względem Marsa?

_____ °/dobę

Czas zyskania pełnego obrotu:

$360^\circ \div \text{_____} \approx \text{_____}$ dni

Przyjmijcie: miesiąc to średnio 30,4 dnia.

Dogodne okna startowe wracają co około

_____ **miesięcy**.

2 · ILE CZEKACIE NA SYGNAŁ?

Odległość do obliczeń: 180 000 000 km.

Prędkość sygnału: 300 000 km/s.

$t = d / c = \text{_____} \text{ s} = \text{_____} \text{ min}$

Odległość umowna; zmienia się podczas misji.

Sygnał tam i z powrotem: _____ min

Lądowanie trwa 7 minut. Co musi zrobić komputer bez pomocy Ziemi?

Średni cykl, nie dokładny kalendarz startów. Start i największe zbliżenie to różne terminy: sonda leci do przyszłego położenia Marsa. Schemat: kołowe orbity, planety powiększone. NASA/JPL: Mission Timeline; Calculating Launch Windows.

Po obliczeniach: etap 12 (Lądowanie), strona 21.

Siedem minut do powierzchni

Ułóżcie sekwencję lądowania: wpiszcie numery 1-7. Korzystajcie ze wskazówek po prawej.

- ☐ Opuszczanie łoża na linach
- ☐ Otwarcie spadochronu
- ☐ Wejście w atmosferę; osłona termiczna
- ☐ Oddzielenie osłony termicznej
- ☐ Nawigacja i wybór celu lądowania
- ☐ Oddzielenie stopnia; silniki hamujące
- ☐ Przyziemienie, odcięcie lin i odlot stopnia

WSKAZÓWKI DO SEKWENCJI

WEJŚCIE W ATMOSFERĘ

Oslona chroni przed gorącem. Po zwolnieniu sonda otwiera spadochron, a potem odrzuca osłonę.

WYBÓR MIEJSCA I HAMOWANIE

Odsłonięte czujniki pomagają wybrać cel. Stopień z łożem odłącza się od części ze spadochronem i hamuje silnikami.

PRZYZIEMIENIE

Stopień opuszcza łoża na linach. Po przyziemieniu odcina liny i odlatuje.



Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry. Model lądowania Perseverance jest uproszczony; sekwencję wykonuje komputer pokładowy.

Jak działają cztery tury?

TURA 1 · ROZPOZNANIE

Obejrzyjcie X i Y kamerą nawigacyjną pakietu bazowego.

TURY 2–4 · BADANIA

Możecie użyć kilku różnych instrumentów albo zrobić przerwę.

W KAŻDEJ TURZE BADAŃ

- 1 Wybierzcie instrumenty i punkty X/Y.** Każdy instrument najwyżej raz w turze; I3 (stacja pogodowa) nie wymaga punktu.
- 2 Sprawdźcie moc i zapiszcie wszystkie działania.** Suma poboru pakietu bazowego i instrumentów musi mieścić się w limicie.
- 3 Odczytajcie wyniki.** Zapisanych działań nie można już zmienić.

CO MOŻECIE ZMIENIAĆ?

Po każdej turze możecie zmienić plan następnych badań: używane instrumenty, punkty X/Y i kolejność pomiarów.

WSPÓLNE WYNIKI

Ten sam wynik lub próbkę możecie wykorzystać w kilku celach, jeśli spełniają ich wymagania.

CO POZOSTAJE STAŁE?

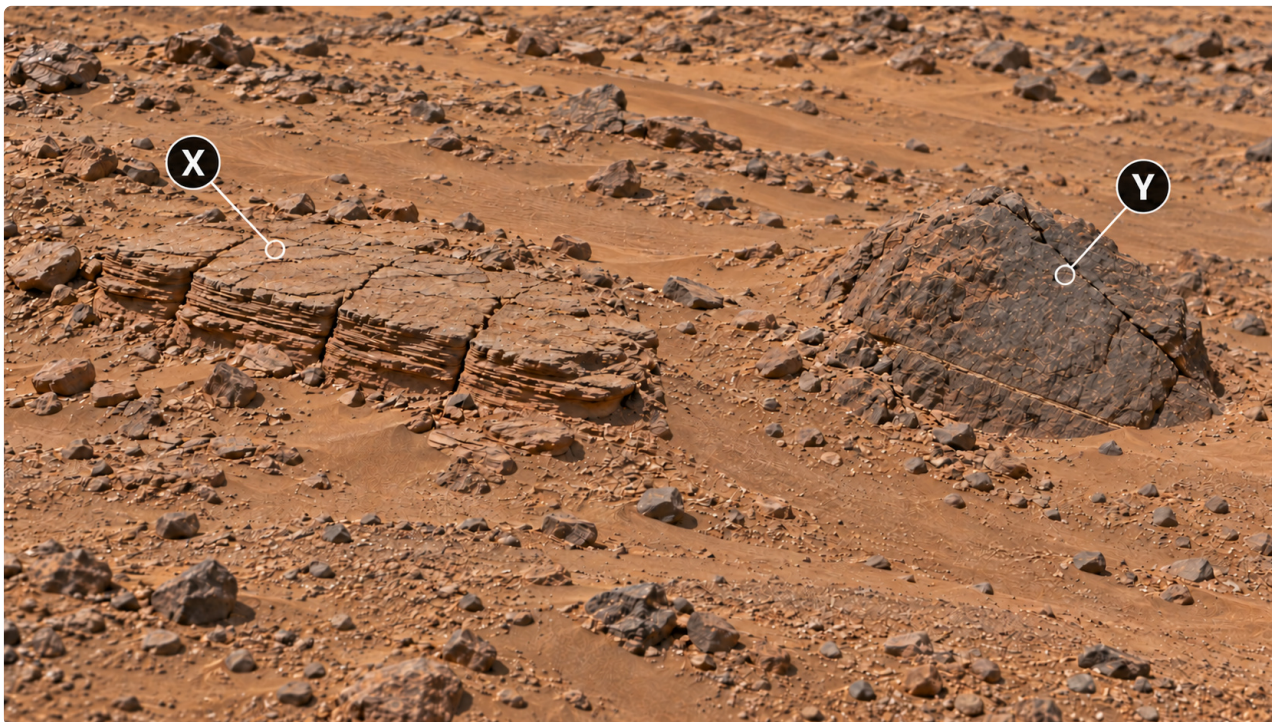
Podczas misji korzystacie z wyposażenia zabranego z Ziemi. Wymagania wybranych celów pozostają bez zmian.

Polecenia i dane docierają z opóźnieniem; nie sterujecie łazikiem na żywo.

Dalej: tura 1, strona 23.

Tura 1: Rozpoznanie

Fikcyjny widok z kamery nawigacyjnej pakietu bazowego. Obejrzyjcie teren.



Dwa punkty widoczne w terenie:

PUNKT X

Niskie, spękanie odsłonięcie.

PUNKT Y

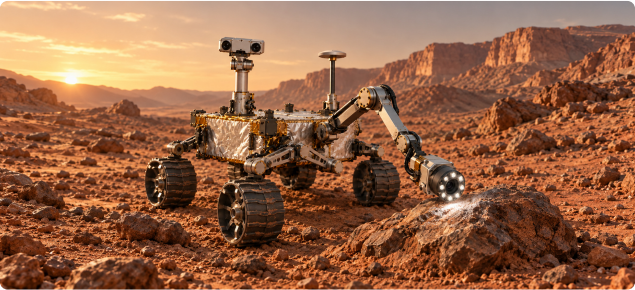
Większy blok skalny o mniej wyraźnym warstwowaniu.

Piasek i drobne odłamki częściowo zasłaniają podłoże wokół obu punktów.

Oba punkty (X i Y) są dostępne.

Tura 2: Decyzja i działanie

Wybierzcie badania zgodne z kartami wybranych celów i decyzją po rozpoznaniu.



WYKONAJCIE WYBRANE BADANIA

Sprawdźcie moc i zapiszcie cały wybór przed odczytem wyników. Jeśli robicie przerwę, wpiszcie „brak badania”.

Instrument (kod lub nazwa)	Punkt X / Y	Moc [W]
1.		
2.		
3.		
4.		
Pakiet bazowy (zawsze)	—	20
SUMA: instrumenty + pakiet bazowy		_____

LIMIT MOCY W TEJ TURZE

S (zasilanie słoneczne): 70 W
R (zasilanie radioizotopowe): 100 W

Limit mocy: _____ W

Każdy instrument raz; X / Y, dla I3 (stacja pogodowa): bez punktu. Nieużywany instrument: 0 W.

ODCZYTAJCIE TYLKO WYNIKI WYBRANYCH BADAŃ

I1 (kamera naukowa)
X → 27 Y → 28

I2 (spektrometr)
X → 29 Y → 30

I3 (stacja pogodowa)
Tura 2 → 31

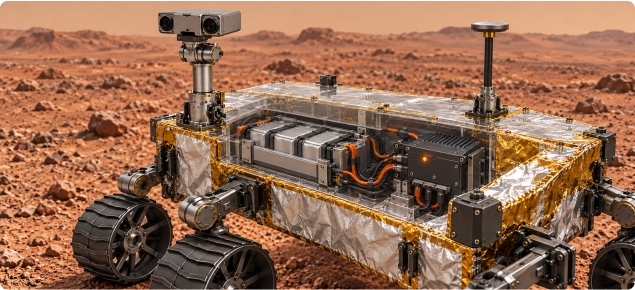
I4 (wiertło i pojemniki na próbki)
X → 34 Y → 35

I5 (kamera mikroskopowa)
X → 36 Y → 37

I6 (radar podpowierzchniowy)
X → 38 Y → 39

Tura 3: Ograniczenie mocy

Okolo 5 minut na naradę zespołu na Ziemi i wybór badań.



KOMUNIKAT Z ŁAZIKA · OGRANICZENIE MOCY

Komputer ograniczył dopuszczalny pobór mocy, aby chronić rezerwę akumulatora. Podstawowe funkcje łazika pozostają aktywne. Zapiszcie cały wybór przed odczytem wyników.

Instrument (kod lub nazwa)	Punkt X / Y	Moc [W]
1.		
2.		
3.		
4.		
Pakiet bazowy (zawsze)	—	20
SUMA: instrumenty + pakiet bazowy		_____

LIMIT MOCY W TEJ TURZE

S (zasilanie słoneczne): 40 W
R (zasilanie radioizotopowe): 65 W

Limit mocy: _____ W

Każdy instrument raz; X / Y, dla I3 (stacja pogodowa): bez punktu. Nieużywany instrument: 0 W.

ODCZYTAJCIE TYLKO WYNIKI WYBRANYCH BADAŃ

I1 (kamera naukowa)
X → 27 Y → 28

I2 (spektrometr)
X → 29 Y → 30

I3 (stacja pogodowa)
Tura 3 → 32

I4 (wiertło i pojemniki na próbki)
X → 34 Y → 35

I5 (kamera mikroskopowa)
X → 36 Y → 37

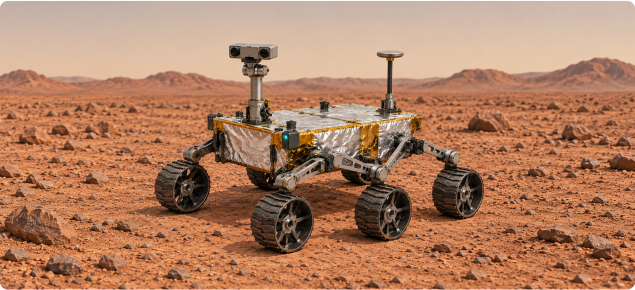
I6 (radar podpowierzchniowy)
X → 38 Y → 39

Moc: I1 (kamera naukowa) 15 W, I2 (spektrometr) 25 W, I3 (stacja pogodowa) 15 W, I4 (wiertło i pojemniki na próbki) 25 W, I5 (kamera mikroskopowa) 15 W, I6 (radar podpowierzchniowy) 20 W.

Po odczycie wyników: tura 4, strona 26.

Tura 4: Ostatnie badania

Wybierzcie badania na podstawie zebranych danych i postępu realizacji wybranych celów.



MOC W TURZE 4

Pył na panelach ogranicza moc S (zasilanie słoneczne) do 65 W. R (zasilanie radioizotopowe) ma 100 W. Zapiszcie cały wybór przed odczytem wyników.

Instrument (kod lub nazwa)	Punkt X / Y	Moc [W]
1.		
2.		
3.		
4.		
Pakiet bazowy (zawsze)	—	20
SUMA: instrumenty + pakiet bazowy		_____

LIMIT MOCY W TEJ TURZE

S (zasilanie słoneczne): 65 W
R (zasilanie radioizotopowe): 100 W

Limit mocy: _____ W

Każdy instrument raz; X / Y, dla I3 (stacja pogodowa): bez punktu. Nieużywany instrument: 0 W.

ODCZYTAJCIE TYLKO WYNIKI WYBRANYCH BADAŃ

I1 (kamera naukowa)
X → 27 Y → 28

I2 (spektrometr)
X → 29 Y → 30

I3 (stacja pogodowa)
Tura 4 → 33

I4 (wiertło i pojemniki na próbki)
X → 34 Y → 35

I5 (kamera mikroskopowa)
X → 36 Y → 37

I6 (radar podpowierzchniowy)
X → 38 Y → 39

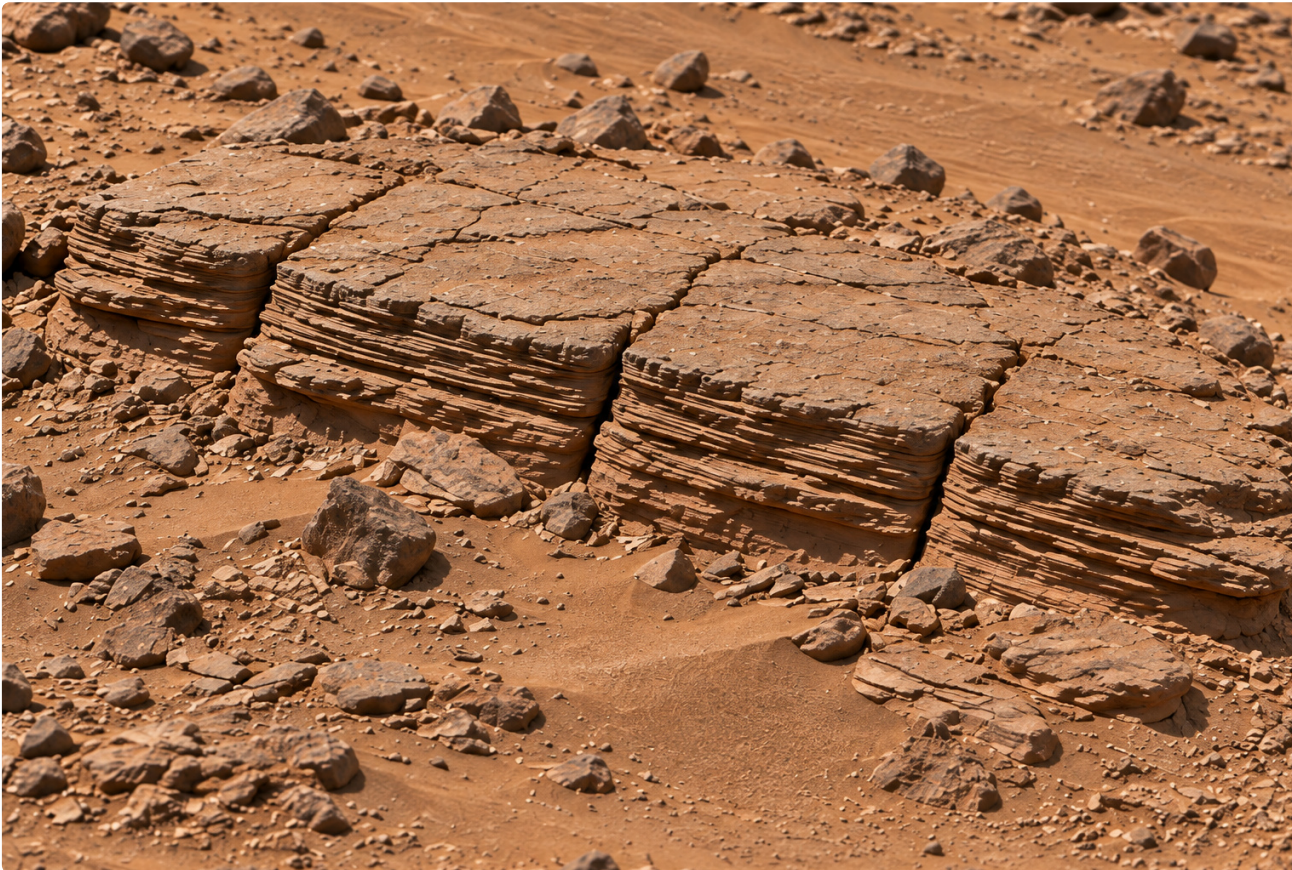
Moc: I1 (kamera naukowa) 15 W, I2 (spektrometr) 25 W, I3 (stacja pogodowa) 15 W, I4 (wiertło i pojemniki na próbki) 25 W, I5 (kamera mikroskopowa) 15 W, I6 (radar podpowierzchniowy) 20 W.

Po odczycie wyników: omówienie, strona 40.

Zdjęcie skały · punkt X

I1 (kamera naukowa)

PUNKT



OBSERWACJA

Odsłonięta skała z cienkimi warstwami.
Liczne szczeliny dzielą ją na fragmenty.

Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.

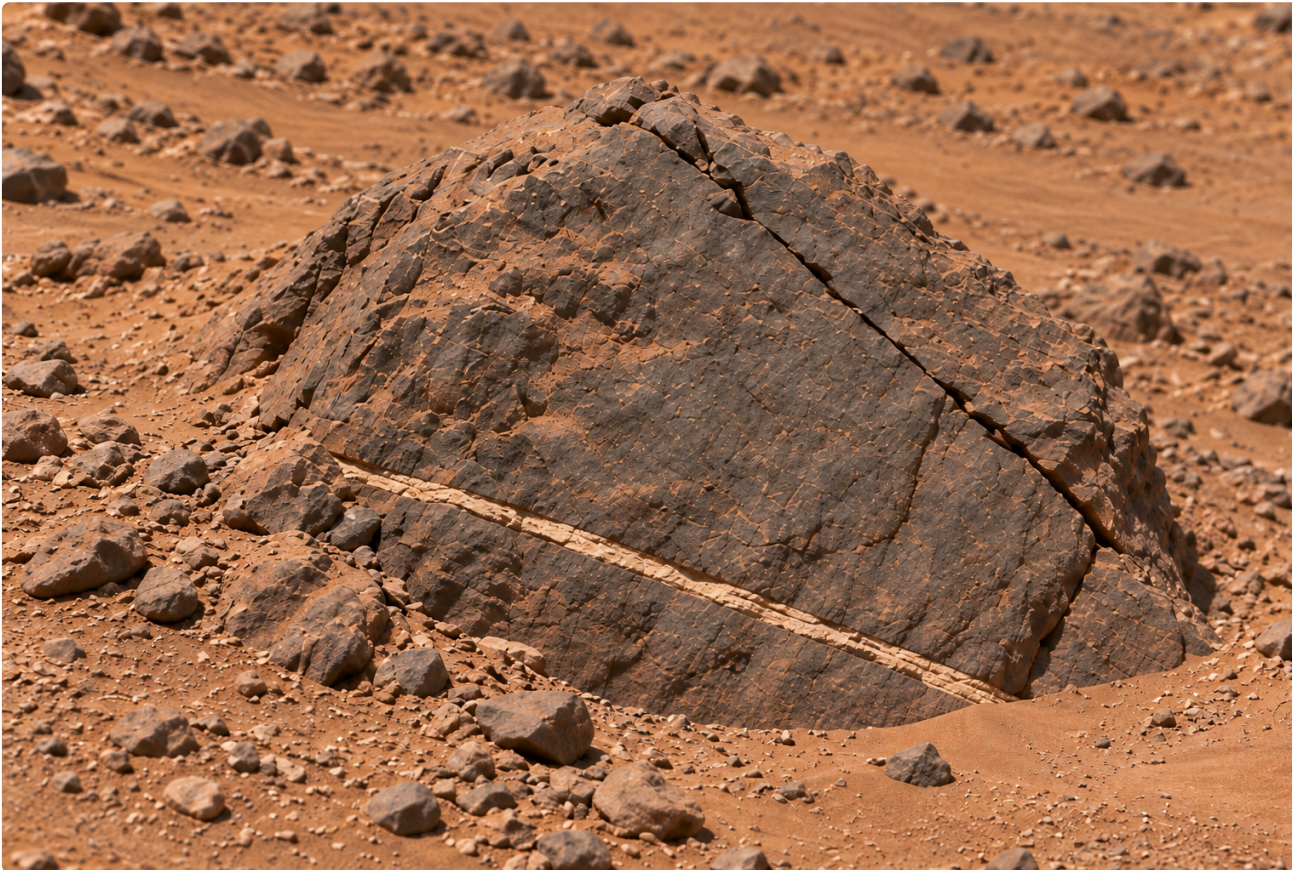
NASA: opis rzeczywistego instrumentu Mastcam-Z.

Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Zdjęcie skały · punkt Y

I1 (kamera naukowa)

PUNKT **Y**



OBSERWACJA

Skała o jednolitej budowie.
U podstawy odsłania się
jasne, nachylone pasmo.

Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.

NASA: opis rzeczywistego instrumentu Mastcam-Z.

Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Minerały w skale · punkt X

I2 (spektrometr)

PUNKT

X



WYNIK POMIARU

Minerały ilaste

Minerały ilaste często powstają przy udziale wody.

DLA ZAINTERESOWANYCH · JAK CZYTAĆ WYKRES

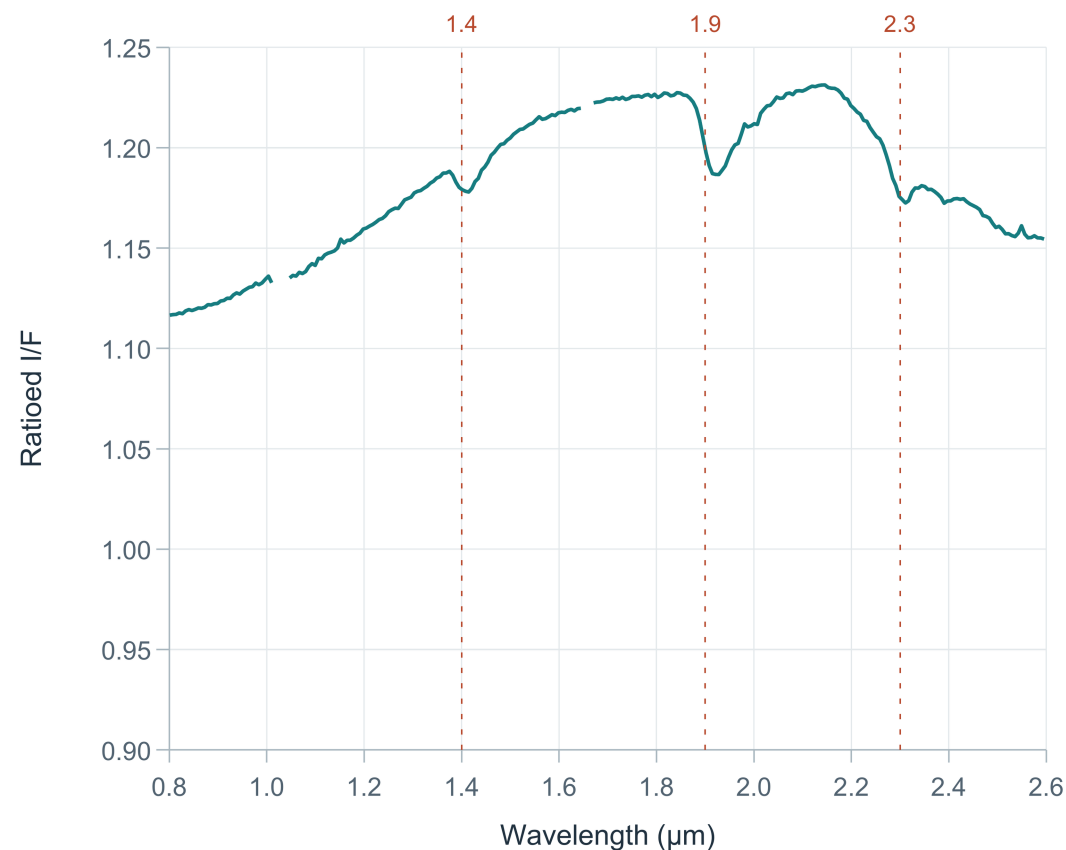
Układ obniżen przy 1,4, 1,9 i 2,3 μm pomaga rozpoznać smektyt magnezowy, czyli minerał ilasty.

Wykres pokazuje przykład z misji NASA. Punkt w grze jest umowny.

PRZYKŁAD RZECZYWISTEGO POMIARU

Mg-smectite

CRISM / MRO · Nili Fossae



NASA: CRISM/MRO, Nili Fossae, FRT00009365. Dane: PDS MICA, Viviano-Beck i in. (2015).

Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Minerały w skale · punkt Y

I2 (spektrometr)

PUNKT **Y**

WYNIK POMIARU

Pirokseny

Zbadano otaczającą skałę: brak rozpoznanych minerałów ilastych.

Pirokseny są częste w skałach wulkanicznych. Nie wykluczają późniejszego kontaktu skały z wodą.

DLA ZAINTERESOWANYCH · JAK CZYTAĆ WYKRES

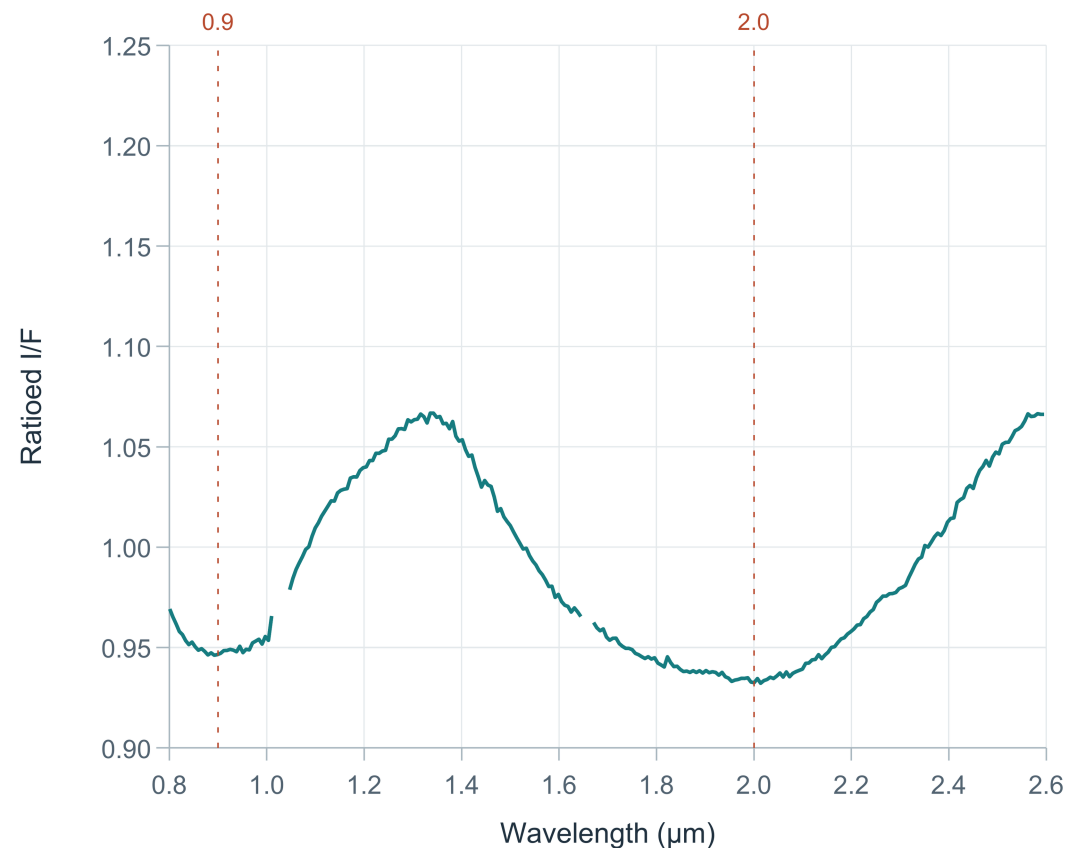
Dwa szerokie obniżenia przy około 0,9 i 2,0 μm pasują do charakterystycznego widma piroksenów ubogich w wapń.

Wykres pokazuje przykład z misji NASA. Punkt w grze jest umowny.

PRZYKŁAD RZECZYWISTEGO POMIARU

Low-Ca pyroxene

CRISM / MRO · Nili Fossae



NASA: CRISM/MRO, Nili Fossae, FRT000064D9. Dane: PDS MICA, Viviano-Beck i in. (2015).

Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Pogoda · tura 2

I3 (stacja pogodowa)

TURA

2



TEMPERATURA POWIETRZA

-35°C

CIŚNIENIE

720 Pa

PRĘDKOŚĆ WIATRU

12 m/s

ZAPYLENIE ATMOSFERY

 $\tau = 0,4$

Umowne dane z karty gry.

Większe τ oznacza silniejsze osłabienie światła przez pył.

Pogoda · tura 3

I3 (stacja pogodowa)

TURA

3



TEMPERATURA POWIETRZA

-32°C

CIŚNIENIE

714 Pa

PRĘDKOŚĆ WIATRU

32 m/s

ZAPYLENIE ATMOSFERY

 $\tau = 0,9$

Umowne dane z karty gry.

Większe τ oznacza silniejsze osłabienie światła przez pył.

Pogoda · tura 4

I3 (stacja pogodowa)

TURA

4



TEMPERATURA POWIETRZA

-34°C

CIŚNIENIE

719 Pa

PRĘDKOŚĆ WIATRU

10 m/s

ZAPYLENIE ATMOSFERY

 $\tau = 0,5$

Umowne dane z karty gry.

Większe τ oznacza silniejsze osłabienie światła przez pył.

Pobrana próbka · punkt X

I4 (wiertło i pojemniki na próbki)

PUNKT

X



PRÓBKA

Zabezpieczona

Próbka X pobrana i zabezpieczona do dalszych badań.

Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.

Pobrana próbka · punkt Y

I4 (wierćło i pojemniki na próbki)

PUNKT

Y



Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.



PRÓBKA

Zabezpieczona

Próbka Y pobrana wraz z materiałem jasnego pasma i zabezpieczona do dalszych badań.

Tekstura skały · punkt X

I5 (kamera mikroskopowa)

PUNKT

X



OBSERWACJA

Drobne ziarna ułożone w pasma.

Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.

Szerokość kadru: 30 mm. Umowna skala gry, jednakowa dla X i Y.

NASA: opis rzeczywistego instrumentu WATSON.

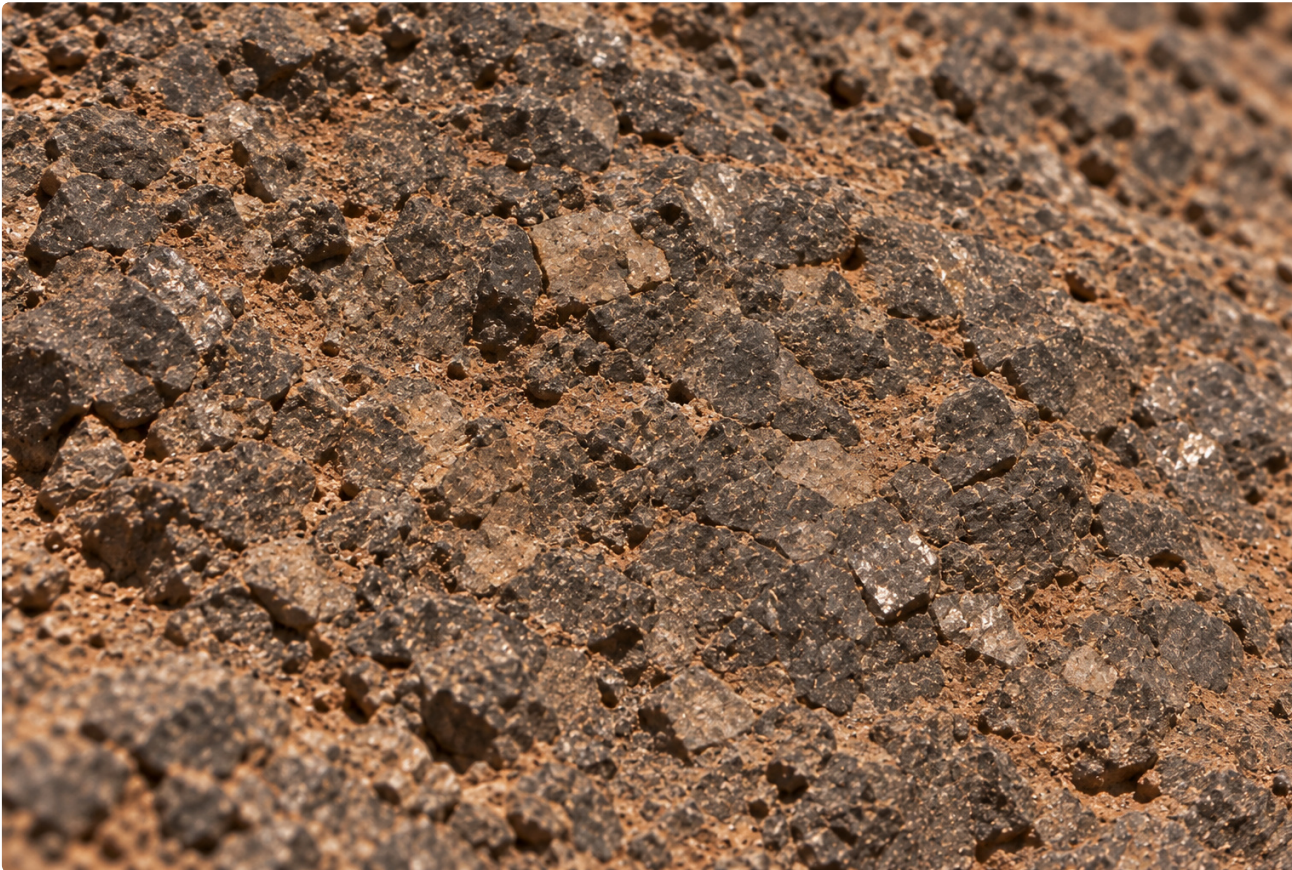
Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Tekstura skały · punkt Y

I5 (kamera mikroskopowa)

PUNKT

Y



OBSERWACJA

Duże ziarna bez widocznego uporządkowania w otaczającej skale.

Wizualizacja przygotowana na potrzeby gry.

Szerokość kadru: 30 mm. Umowna skala gry, jednakowa dla X i Y.

NASA: opis rzeczywistego instrumentu WATSON.

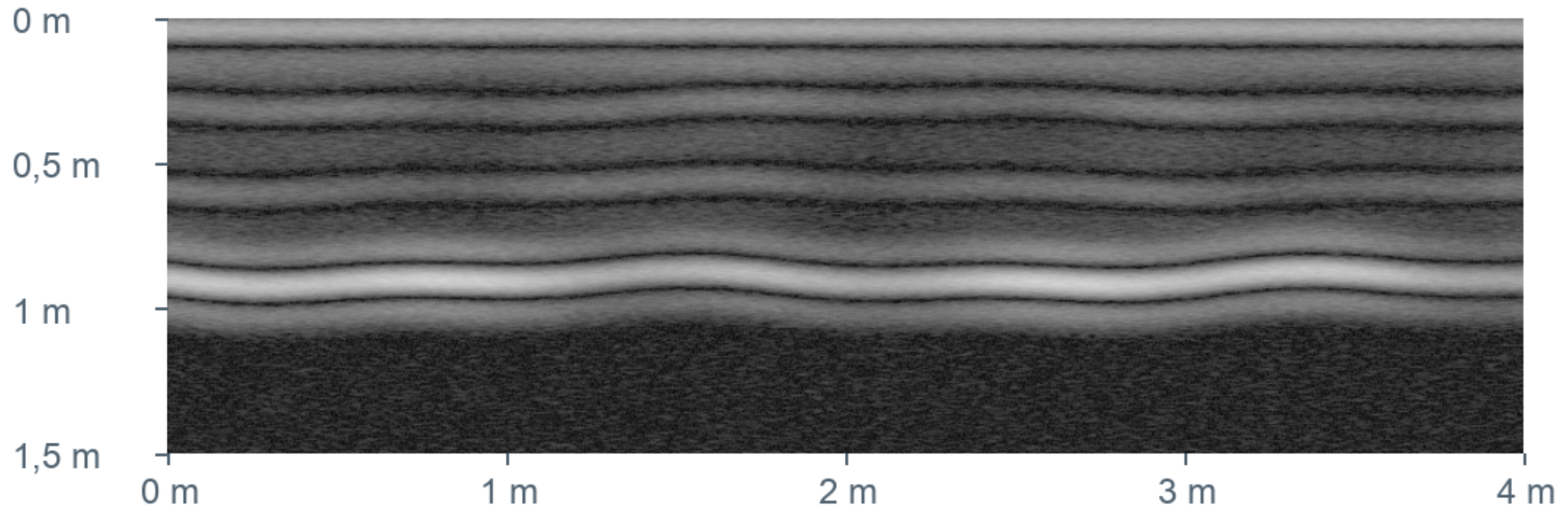
Zachowajcie kartę do omówienia wyników.

Warstwy pod gruntem · punkt X

I6 (radar podpowierzchniowy) | Symulacja pomiaru. Wspólna skala głębokości X/Y.

PUNKT

X



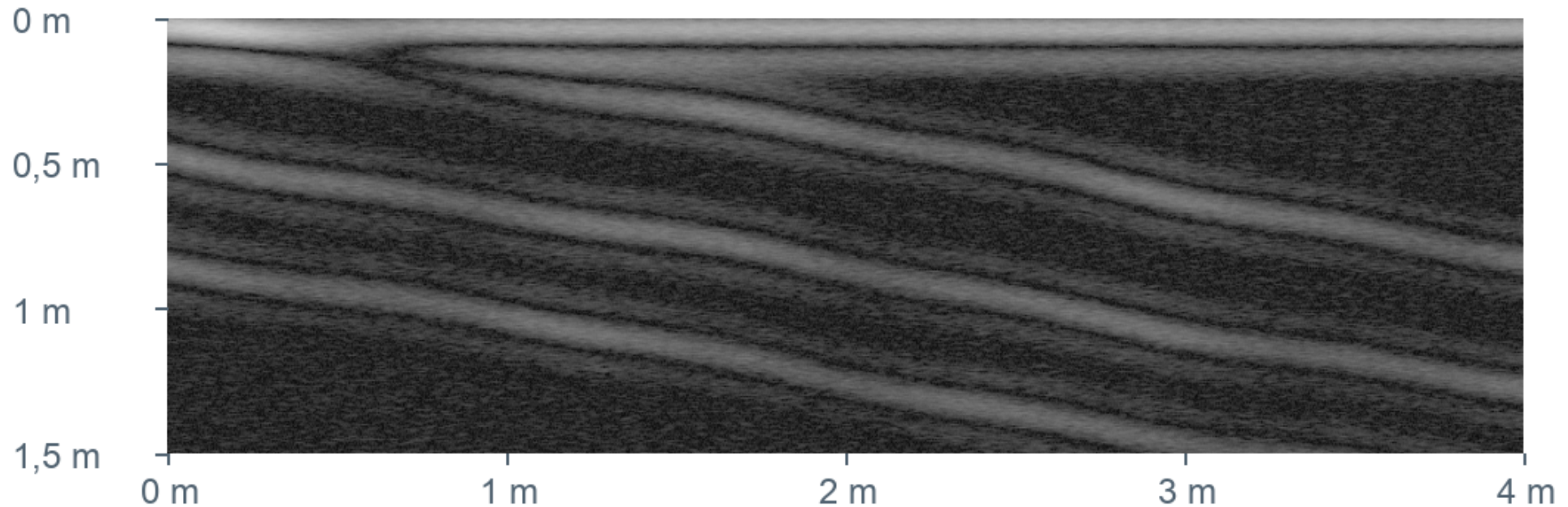
Profil X pokazuje niemal poziome, ciągłe odbicia. Głębsza granica leży na $0,9 \pm 0,2$ m.

Radar pokazuje **granice warstw**, nie ich skład.

Warstwy pod gruntem · punkt Y

I6 (radar podpowierzchniowy) | Symulacja pomiaru. Wspólna skala głębokości X/Y.

PUNKT **Y**



Nachylone odbicie zbliża się do powierzchni. W grze odpowiada warstwie widocznej jako jasne pasmo u podstawy skały.

Radar pokazuje **granice warstw**, nie ich skład.

Omówcie wyniki

Odpowiedzcie na pytania badawcze wszystkich wybranych celów. Korzystajcie tylko z uzyskanych wyników.

CZEGO SIĘ DOWIEDZIELIŚCIE?

Wskażcie wyniki, które to potwierdzają.

CZEGO NADAL NIE WIECIE?

Sformułujcie pytanie, na które wasze wyniki nie dają odpowiedzi.

CO WARTO ZBADAĆ DALEJ?

Zaproponujcie badanie, które pomoże odpowiedzieć na to pytanie.

DODATKOWO · OCEŃCIE SWOJĄ MISJĘ

Co zmienilibyście przy kolejnej próbie i dlaczego?

Przekażcie misję dalej

Przedstawcie, co powinna wiedzieć następna misja.

Zdający korzystają ze strony 40. Odbierający odpowiadają na pytania na podstawie tego, co usłyszeli.

ZESPÓŁ ZDAJĄCY

ZESPÓŁ ODBIERAJĄCY

1

Przedstawcie wyniki i najważniejszy wniosek.



Który wynik wspiera ten wniosek?

2

Powiedzcie, czego jeszcze nie wiecie.



Dlaczego dotychczasowe pomiary nie wystarczają?

3

Zaproponujcie następne badanie.



Co to badanie pomoże ustalić?

Po każdej odpowiedzi zdający potwierdzają lub korygują uzasadnienie. Bez drugiego zespołu wykorzystajcie pytania do sprawdzenia własnej wypowiedzi.

Koniec części drugiej

Sprawdźcie swoje wyniki.

Dla prowadzącego: omówienie misji

Pytania do omówienia i odpowiedzi do zadań o locie i lądowaniu.

SUGEROWANE PYTANIA

Czy zrealizowaliście wybrane cele?

Czy wszystkie wykonane badania były potrzebne do realizacji celów?

Co dał wam dodatek do celu?

Jeżeli pobraliście próbkę, które wyniki znaliście przed jej pobraniem, a które poznaliście później?

Które wyniki wspierają wasze wnioski?

Czego nadal nie wiecie?

Co ograniczało liczbę zrealizowanych celów?

Czy można było zrealizować cele taniej?

LOT I LĄDOWANIE

Cykl:

$0,986 - 0,524 = 0,462^\circ/\text{dobę}$;

$360 \div 0,462 \approx 779$ dni;

$779 \div 30,4 \approx 26$ miesięcy. Tyle mniej więcej dzieli dogodne okazje do startu.

Sygnal:

$180\,000\,000 \div 300\,000 = 600\text{ s} = 10\text{ min}$; tam i z powrotem 20 min.
Lądowanie trwa 7 minut: komputer sam steruje hamowaniem i opuszczeniem łazika.

Sekwencja lądowania:

1. wejście w atmosferę
2. otwarcie spadochronu
3. oddzielenie osłony termicznej
4. nawigacja i wybór celu
5. oddzielenie stopnia i hamowanie silnikami
6. opuszczenie łazika na linach
7. przyziemienie, odcięcie lin i odlot stopnia.

Przykładowe wyniki, wnioski i dalsze badania

Wnioski zależą od zebranych danych.

A · ŚLADY DAWNEGO ŻYCIA

X: minerały ilaste uzasadniają dalsze badania.

Y: pirokseny nie wykluczają wartości próbki.

Niewiadome: czy materiał zawiera ślady dawnego życia. Sama próbka ani minerały ilaste nie dowodzą życia.

Dalej: analiza laboratoryjna związków organicznych i ich pochodzenia.

Analiza na Ziemi: próbkę można zachować dla przyszłej misji powrotnej. Ziemskie laboratoria pozwalają wykonać dokładniejsze, różnorodne analizy i sprawdzić, czy ślady mogły powstać bez udziału życia. W grze łązik zabezpiecza próbkę; nie wysyła jej na Ziemię.

B · ŚLADY DAWNEJ WODY

X: minerały ilaste oraz warstwy lub pasma ziaren wspólnie wspierają hipotezę działania wody. Widmo mówi o składzie skały, a zdjęcia pokazują jej strukturę.

Y: pirokseny i wygląd skały nie rozstrzygają, czy działała tam woda.

Niewiadome: kiedy i jak długo działała woda ani czy warunki sprzyjały życiu. Ślady dawnej wody nie oznaczają, że dziś jest tam lód.

Dalej: zbadać kolejne skały, aby sprawdzić zasięg śladów dawnej wody.

C · ZMIANY POGODY

Tury	Temp.	Ciśnienie	Wiatr	Pył · τ
2 → 3	+3°C	-6 Pa	+20 m/s	+0,5
3 → 4	-2°C	+5 Pa	-22 m/s	-0,4
2 → 4	+1°C	-1 Pa	-2 m/s	+0,1

Wyniki: Trzy pomiary pokazują przejściowy wzrost wiatru i zapylenia. Przy dwóch pomiarach można przeoczyć ten epizod albo zobaczyć tylko wzrost lub spadek.

Niewiadome: skąd pochodził pył i jak długo utrzymywały się silniejszy wiatr oraz większe zapylenie.

Dalej: częstsze pomiary przez dłuższy czas. Pomogą planować loty, prace i zasilanie; wiatr i gęstość atmosfery wpływają na lot, a pył na temperaturę i światło dla paneli.

D · LOKALNE ZASOBY MARSJA

X: ciągle warstwy. Głębsza granica: 70-110 cm.

Y: warstwa dochodzi do jasnego odsłonięcia.

Niewiadome: czy zasoby są dostępne i możliwe do wydobycia. Lód nie został potwierdzony.

Dalej: analiza próbki i ocena zasobów: wody do picia i produkcji tlenu oraz wodoru; CO₂ do metanu z wodorem; gruntu i skał na materiały budowlane.

Analiza na Marsie: materiał z możliwym lodem warto od razu zbadać na miejscu, jak robił Phoenix, ponieważ po odsłonięciu lód może sublimować.

Przykładowe plany misji

Sześć par i jedna trójka celów. Przykładowe działania w turach 2–4; tura 1 to rozpoznanie.

Kombinacja	Nazwa kombinacji	Przykładowe działania	Możliwe dodatki
A+B	W poszukiwaniu dawnego życia Ślady wody i próbka do badań życia.	R; sprzęt: I2, I4, I5 T2: I2:X + I5:X, 60/100W T3: I2:Y + I5:Y, 60/65W T4: I4:X, 45/100W	A lub B
A+C	Próbka i jej otoczenie Próbka i pogoda w miejscu pobrania.	R; sprzęt: I2, I3, I4 T2: I2:X + I3, 60/100W T3: I2:Y + I3, 60/65W T4: I4:X + I3, 60/100W	C
A+D	Od powierzchni w głąb Marsa Skład skał, próbka i warstwy podłoża.	S; sprzęt: I2, I4, I6 T2: I2:X + I4:Y, 70/70W T3: I6:X, 40/40W T4: I2:Y + I6:Y, 65/65W	A i D
B+C	Mars dawniej i dziś Dawna woda i dzisiejsza pogoda.	S; sprzęt: I1, I2, I3, I5 T2: I2:X + I3, 60/70W T3: I3, 35/40W T4: I1:X + I3 + I5:X, 65/65W	B i C
B+D	Tropem marsjańskiej wody Ślady dawnej wody i poszukiwanie lodu.	R; sprzęt: I1, I2, I5, I6 T2: I2:X + I1:X + I5:X, 75/100W T3: I6:X, 40/65W T4: I6:Y, 40/100W	B lub D
C+D	Rozpoznanie miejsca prac terenowych Pogoda i podłoże do planowania prac.	R; sprzęt: I3, I4, I6 T2: I3 + I6:X, 55/100W T3: I3 + I6:Y, 55/65W T4: I3 + I4:Y, 60/100W	C i D
B+C+D	Przygotowanie wyprawy ludzi Skały, pogoda i poszukiwanie wody dla załogi.	R; sprzęt: I2, I3, I5, I6 T2: I2:X + I3 + I6:X, 80/100W T3: I3 + I5:X, 50/65W T4: I3 + I6:Y, 55/100W	C

I1 — kamera naukowa; I2 — spektrometr; I3 — stacja pogodowa; I4 — wiertło; I5 — kamera mikroskopowa; I6 — radar. S — zasilanie słoneczne; R — radioizotopowe.

Możliwe dodatki do celów dotyczą całej kombinacji celów, także przy innym zestawie i planie niż w przykładzie.

Kombinacje: co daje droższy zestaw?

Porównanie kosztu całej misji, wraz z pakietem bazowym i zasilaniem.

Kombinacja	Tańszy wariant	Droższy wariant — co daje?
A+B	S (zasilanie słoneczne) · 76 mln USD Oba cele i dodatek A. Próbkę wybieracie przed poznaniem widm.	R (zasilanie radioizotopowe) · 88 mln USD Te same cele i dodatek A. Oba widma i obrazy tekstury można poznać przed wyborem próbki.
C+D	S (zasilanie słoneczne) · 49 mln USD Oba cele i dodatek C: trzy pomiary pogody. Bez pobierania próbki.	R (zasilanie radioizotopowe) · 81 mln USD Oba cele oraz dodatki C i D razem: trzy pomiary pogody i próbka. Cena obejmuje także dołożenie wiertła.
B+C+D	S (zasilanie słoneczne) · 72 mln USD Trzy cele bez dodatków: badanie skały, dwa pomiary pogody i dwa profile radarowe.	R (zasilanie radioizotopowe) · 84 mln USD Te same trzy cele oraz dodatek C: trzeci pomiar pogody.