

## Scenariusz zajęć

**Autor/  
Autorzy:** **Natalia Zalewska**

**Słowa kluczowe:**

# Jak zbudować bazę kosmiczną na Marsie?

**Mars**  
**tereny marsjańskie**  
**podróż na Marsa**  
**baza marsjańska**

**Tematyka:** **planeta Mars, projektowanie bazy kosmicznej, przygotowania do podróży człowieka na Marsa**

**Przedmioty:**

**Wiek uczniów:** **16-17 lat**

**fizyka**

**Czas:**  **2 x 45 minut**

**geografia**

---

## KONSPEKT ZAJĘĆ

Lekcje mają na celu wprowadzenie uczniów w tematykę misji kosmicznych, w tym przypadku misji załogowej na Marsa, wykorzystując dotychczas zdobytą wiedzę uczniów z obszarów geografii i fizyki. Zajęcia składają się z dwóch lekcji po 45 minut: pierwsza pozwoli poznać się z ogólną budową planety i warunkami panującymi na Marsie, druga to projekt bazy marsjańskiej.

Zajęcia mogą być przeprowadzone dwiema metodami: lekcji odwróconej lub metodą projektową. W przypadku metody projektowej liczba zajęć może ulec zwiększeniu, ale uczniowie będą mogli pracować wówczas w małych, 3-4- osobowych grupach, prowadzić dyskusje podczas lekcji, co umożliwi wnikliwą analizę poruszanych problemów.


### CELE LEKCJI

- poznanie problemów kolonizacji innych planet na przykładzie Marsa;
- inspiracja uczniów karierą w sektorze kosmicznym;
- prezentacja podstawowej wiedzy na temat geologii i fizyki zjawisk marsjańskich;
- budowa kompetencji pracy w zespole.

### REZULTATY LEKCJI

- ogólna budowa Marsa i warunków panujących na tej planecie;
- lepsze zrozumienie tematyki poprzez działania typu „hands-on” - zaprojektowanie bazy marsjańskiej z uwzględnieniem niezbędnych aspektów związanych z bezpieczeństwem (np. w trakcie podróży międzyplanetarnej czy na powierzchni Marsa).

## KORELACJA Z PODSTAWĄ PROGRAMOWĄ

 <b>FIZYKA</b>		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
<i>Wymagania przekrojowe</i>	I.7; I.15; I.16.	I.7; I.17; I.18.
<i>Grawitacja i elementy astronomii</i>	III.1; III.3; III.4.	IV.1; IV.2; IV.9.
<i>Termodynamika</i>	V.6.	VI.4; VI.8.
<i>Fizyka jądrowa</i>	XI.7.	XII.13.

 <b>GEOGRAFIA</b>		
	Zakres podstawowy	Zakres rozszerzony
<i>Źródła informacji geograficznej, technologie geoinformacyjne oraz metody prezentacji danych przestrzennych</i>	I.6; I.7; I.8.	
<i>Ziemia we Wszechświecie</i>	II.3; II.5.	
<i>Litosfera</i>	V.4.	
<i>Metody badań geograficznych i technologie geoinformacyjne</i>		I.5; I.7.
<i>Obserwacje astronomiczne i współczesne badania Wszechświata</i>		II.4; II.5.
<i>Dynamika procesów geologicznych i geomorfologicznych</i>		V.3; V.4.

### KLUCZOWE KOMPETENCJE XXI WIEKU\*

(jakim kompetencjom kluczowym XXI wieku odpowiada scenariusz)

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji
- kompetencje w zakresie wielojęzyczności (materiały w języku angielskim)
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się

\* Więcej informacji o kompetencjach kluczowych na stronie: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)

---

## MATERIAŁY DYDAKTYCZNE DO PRZEPROWADZENIA ZAJĘĆ

Wprowadzenie do tematyki:

- Prezentacja na temat wiedzy ogólnej o Marsie: „Poznajemy planetę Mars” ⇒[link](#)
- Prezentacja na temat wiedzy ogólnej o Marsie: „Projektujemy bazę marsjańską” ⇒[link](#)
- Padlet 1 ⇒[link](#)
- Padlet 2 ⇒[link](#)
- Mars w Wikipedii ⇒[link](#)

Materiały dodatkowe:

- HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment po angielsku; Naukowy Eksperyment Przetwarzania Obrazu Wysokiej Rozdzielczości po polsku) teleskop optyczny na Marsie ⇒[link](#)
- Google Mars przez Google Earth Pro ⇒[link](#)
- strzykawka 10 ml i miska z wodą – potrzebne do doświadczenia pokazującego zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia przeprowadzonego podczas lekcji
- prezentacja PhET- stany materii ⇒[link](#), ⇒[link](#)
- film dot. problemu transportu kosmicznego → Watch Elon Musk Reveal SpaceX's Most Detailed Plans To Colonize Mars ⇒[link](#)
- materiały dot. problemu wyboru odpowiedniego materiału do budowy bazy na Marsie (np. tworzywo chroniące przed promieniowaniem, lód, regolit, pył marsjański z klejem) ⇒[link](#), ⇒[link](#), ⇒[link](#), ⇒[link](#), ⇒[link](#)
- materiały dot. cyrkulacji wody i przygotowywania posiłków w tym hodowli roślin na podstawie dostępnych danych ⇒[link](#), ⇒[link](#), ⇒[link](#)
- materiały dot. dostarczania energii do bazy → generator wodorowy, generator izotopowy, reaktor, panele fotowoltaiczne ⇒[link](#), ⇒[link](#), ⇒[link](#)
- quiz Kahoot na temat Marsa

---

## PRZEBIEG LEKCJI 1

*✍ Przygotowania człowieka do zbudowania bazy na Marsie*

### 🕒 **WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 10-15 MINUT**

- **Planeta Mars** → uczniowie powinni się zaznajomić z ogólną budową ciała. Zajęcia mogą być prowadzone metodą lekcji odwróconej, w której uczniowie najpierw przygotowują się do zajęć, zgłębiając wcześniej ogólną wiedzę o Marsie.
- Omawiając charakterystykę planety uczniowie mogą korzystać z przygotowanej prezentacji. Charakterystyka powinna uwzględnić podstawowe cechy Marsa, takie jak: średnica (w porównaniu do innych planet Układu), liczba księżyców, czas obiegu planety po orbicie wokół Słońca, czas obrotu (trwania doby), ciśnienie atmosferyczne wraz z porównaniem do ciśnienia na Ziemi, skład atmosfery, temperatura, brak występowania wody w stanie ciekłym, ogólna budowa: wulkany, kratery uderzeniowe, czapy polarne, sieci dolin po rzekach.

### 🕒 **CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 30 MINUT**

- Na pewno znajdą się tacy uczniowie, ewentualnie nauczyciele, którzy podróżowali turystycznie na terenach wulkanicznych (Wyspy Kanaryjskie, włoskie wulkany np. Wezuwiusz, Islandia) i przywieźli pamiątkowy kamień – skałę wulkaniczną (zastygłą lawę). Nauczyciel przed lekcją może poprosić, aby przynieść ją do klasy aby pozostali uczniowie mieli możliwość obejrzenia takiej formy skalnej. Nauczyciel powinien wskazać, że tego typu skały często występują na Marsie z uwagi na wulkaniczną przeszłość planety.
  - Uczniowie powinni potrafić wskazać podstawowe cechy fizyczne - czy jest twarda, porowata, kolor etc. oraz wskazać powiązania → w przypadku kiedy ma zabarwienie czerwone, można zasugerować, że składa się m. in z tlenków żelaza, czyli tak samo jak powierzchnia Marsa. (→ oglądanie skał ok. 🕒5minut);
  - W przypadku jednak braku możliwości przyniesienia takiej skały wulkanicznej na prezentacji powinien pojawić się slajd ze zdjęciem skały wulkanicznej – lawy o barwie czerwonej z hematytem (tlenek żelaza(III)) i lawy czarnej, ewentualnie bazaltu.
- **Zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia** → doświadczenie ze strzykawką.
  - Uczniowie z prezentacji powinni się dowiedzieć, że ciśnienie atmosferyczne dwutlenku węgla, który na Marsie dominuje w atmosferze (ok. 95% jej składu), wynosi średnio 6 hPa a średnia temperatura waha się od poniżej -100 do około 20°C, co oznacza, że w takich warunkach nie jest możliwe występowanie wody w stanie ciekłym. W związku z tym na Marsie zachodzi wyłącznie sublimacja i resublimacja, nie ma parowania.
  - Doświadczenie, które pokazuje zachowanie wody w obniżonym ciśnieniu można przeprowadzić w strzykawce, nabierając niewielką ilość chłodnej wody do

---

strzykawki (nie większej niż 10 ml) i zatykając ujście strzykawki palcem. Odciągając tłok przy zatkanym otworze, można zauważyć gwałtowne wrzenie wody.

- Przy średnim ciśnieniu rzędu 6 hPa, jakie panuje na Marsie, woda w stanie ciekłym nie jest obecna na większości obszarów – wyparowałaby.
- Prezentacja PhET – **Stany materii** → interaktywna prezentacja pokazuje jak zachowuje się woda w różnych stanach skupienia w zależności od zadanego ciśnienia. można zaobserwować od jakich czynników zależą fazowe przemiany wody . .
- **Google Mars** poprzez Google Earth Pro (🕒10minut) → korzystamy z Google Mars w programie Google Earth Pro na dostępnych komputerach/komputerze (po otwarciu mapy Ziemi na górnym pasku wybiera się zakładkę z planetami, a potem planetę Mars). Oprogramowanie jest darmowe.
  - Uczniowie zaczynają od oglądania planety Mars w trybie mapy hipsometrycznej – Global Mars/ Colorized Terrain. Mapa ukształtowania terenu jest wykonana na podstawie danych z sondy MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter). Kolory pokazują ukształtowanie powierzchni. Tereny nizinne – niebieskie i zielone, tereny wyżynne – czerwone i brązowe. Aby zobaczyć nazwy najważniejszych obszarów planety, należy włączyć warstwę Place Named.
  - Dodatkowo w opcji Szukaj uczniowie powinni wpisać w kolejności takie nazwy jak:
    - Tharsis – wyżyna z wygasłymi wulkanami Marsa i z największym wulkanem w naszym Układzie Słonecznym - Olympus Mons. Uczniowie dowiadują się, że wulkany na Tharsis już nie są czynne ale kilka miliardów;
    - Valles Marineris – kanion w środkowej części Marsa z siecią dolin rzecznych. Jest to największy kanion w Układzie który rozgałęzia się w sieć dolin. W przeszłości Marsa kiedy atmosfera była grubsza, mogły nimi przepływać rzeki o sile katastrofalnych przepływów;
    - Hellas – równina wewnątrz krateru uderzeniowego, potencjalne miejsce występowania wody w stanie ciekłym ze względu na wyższe ciśnienie atmosferyczne;
    - Vastitas Borealis – północna czapa polarna, 2 km lodu wodnego i kilka metrów zamrożonego dwutlenku węgla;
    - Planum Australe – południowa czapa polarna mieszanina lodu wodnego i lodu CO<sub>2</sub>.
  - Podstawowe wnioski: na północnej półkuli Marsa przeważają doliny, a na południowej wyżyny. Informacje na temat ukształtowania powierzchni będą stanowić istotną pomoc przy wykonywaniu ćwiczeń. Tereny nizinne mogą być potencjalnymi miejscami do lądowań i eksploracji człowieka na Marsie.
  - Zostając w opcji Global Maps i Colorized Terrain, należy włączyć opcję Spececraft Imagery i wybrać HiRISE i CTX. Pozwoli to zobaczyć zdjęcia z kamer HiRISE i CTX z wybranych obszarów. Po kliknięciu na wybranym terenie w zdjęcie można obejrzeć scenę satelitarną przedstawiającą powierzchnię Marsa z rozdzielczością 25 cm /pix w przypadku zdjęć z teleskopu HiRISE i z rozdzielczością 4 m w przypadku kamery CTX.

---

## PRZEBIEG LEKCJI 2

### *✍ Budowa bazy na Marsie*

#### 🕒 **WSTĘP DO ZAJĘĆ ⇒ 5 MINUT**

- ➡ **Projektowanie bazy** → kolejna lekcja może zacząć się od prezentacji uczniów pokazującej projekty baz marsjańskich. Prezentacja została zawarta w materiałach dodatkowych, zadaniem uczniów jest przygotowanie komentarza opisującego poszczególne projekty. Można także wykorzystać filmy z YouTube.

#### 🕒 **CZĘŚĆ PRAKTYCZNA ⇒ 35 MINUT**

- ➡ Uczniowie dyskutują, jakiego typu tereny byłyby najbardziej bezpieczne dla człowieka. Tereny gdzie jest:
  - dodatnia temperatura (mapa) wymienienie terenów na podstawie mapy z dodatnią temperaturą ⇒ [link](#)
  - szansa na najdłuższe utrzymanie wody w stanie ciekłym - na podstawie punktu potrójnego wody - (potrzebne wyjaśnienia prowadzącego), ewentualnie mapa rozkładu ciśnienia atm. na Marsie. Przypomnienie doświadczenia ze strzykawką (lekcja 1) ⇒ [link](#)
  - tereny najmniej narażone na promieniowanie kosmiczne takie jak: jaskinie (tereny wulkaniczne), podziemne kawerny i doliny (obszary sieci dolin), kratery uderzeniowe, kaldery wulkan.
- ➡ W Padlecie 1 są umieszczone materiały do zapoznania się z warunkami fizycznymi jakie występują na Marsie ⇒ [link](#) Tu można pozwolić uczniom na szeroką dyskusję wyboru najdogodniejszych miejsc.
- ➡ Proponuje się skorzystać z przygotowanego Padletu 2 gdzie zebrane są przykłady baz marsjańskich ⇒ [link](#)
- ➡ Po dyskusji, uczniowie zaczynają przez Google Mars oglądać wcześniej wybrane zobrazowania z teleskopu HiRISE i kamery CTX i decydują, czy na wybranych terenach są potencjalne miejsca do wybudowania bazy, z uwzględnieniem powyższych warunków takich jak, ciśnienie, temperatura, budowa terenu – jaskinie, kaldery, kratery itp. Mogą znaleźć kilka/kilkanaście miejsc i wyboru dokonać poprzez głosowanie uzasadniając go.

### *✍ Rozszerzenie zajęć*

- ➡ **Podróż na Marsa** → dyskutując problem podróży kosmicznych warto rozważyć wpływ promieniowania kosmicznego (pochodzącego od Słońca i Galaktyki) na organizm ludzki. Pozostałe aspekty brak grawitacji, który wpływa niekorzystnie na kości, mięśnie i układ krążenia i oddechowy oraz problem psychologiczny związany z izolacją i zamknięciem na niewielkiej przestrzeni z innymi osobami przez dłuższy czas.

- Proponowana prezentacja PhET – promieniujący ładunek ⇒[link](#) W tej interaktywnej prezentacji można zobaczyć jak wygląda promieniowanie cząstki naładowanej.
- Można dodatkowo rozważyć problem transportu materiałów z Ziemi na Marsa:
  - transport bazy z Ziemi na Marsa powinien zawierać kilka opcji na podstawie dostępnej literatury i artykułów (drukowanie z lodu lub pyłu, materiały z pamięcią kształtu itp.) ⇒[link](#)
  - wybór odpowiedniego materiału do budowy, np. tworzywo chroniące przed promieniowaniem, lód, regolit, pył marsjański z klejem, etc ⇒[link](#) ⇒[link](#) ⇒[link](#) ⇒[link](#)

⇒ Proponuje się skorzystać z przygotowanego Padletu 2 gdzie zebrane są przykłady materiałów, z których można zbudować bazę oraz sposób wykonania ⇒[link](#)

⇒ W kolejnym etapie zajęcia będą polegały na projektowaniu bazy w wybranych miejscach.

⇒ Projekt bazy marsjańskiej → kluczowe elementy projektu:

Pomieszczenia niezbędne do życia – kuchnia, habitat, pokoje, sypialnie, greenhab, laboratoria, itp. (przydatne materiały na YouTube)

Cyrkulacja wody i przygotowywania posiłków w tym hodowli roślin na podstawie dostępnych danych np. z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ⇒[link](#) ⇒[link](#) ⇒[link](#)

Dostarczania energii do bazy: generator wodorowy, generator izotopowy, reaktor, panele fotowoltaiczne itp. ⇒[link](#) ⇒[link](#) ⇒[link](#)

- Proponowane programy do projektowania: PaintBrush 3D, SketchUp, Inkscape, 3D Builder.
- Można posłużyć dla przykładu projektem polskiej bazy Twardowski ⇒[link](#)
- Proponuje się skorzystać z przygotowanego Padletu 2 gdzie zebrane są przykłady materiałów z których można zbudować bazę, pomysły na uprawę roślin na Marsie oraz dostarczanie energii do bazy ⇒[link](#)

## 🕒 **PODSUMOWANIE ZAJĘĆ**

⇒ Podsumowanie obydwu lekcji może nastąpić w formie quizu w Kahoot ⇒[link](#), Mars quiz ⇒[link](#)



---

## UWAGI NAUCZYCIELA PO PRZEPROWADZENIU ZAJĘĆ



---

*Materiał edukacyjny opracowany  
w ramach projektu FUTURE SPACE  
(nr umowy: 2019-1-PL01-KA201-065434),  
współfinansowany przez Unię Europejską  
w programie ERASMUS+*



Erasmus+

**LICENCJA: CC BY-SA 4.0**

<https://futurespaceproject.eu/>

