

Tanítsunk a világűrrel!

→ ASZTROGEOLOGIA A MARSON

Navigálás a Mars felszínén, a bolygó kőzeteinek azonosítása spektroszkópiával



Tanári útmutató

Alapadatok	3. oldal
A tevékenységek áttekintése	4. oldal
Bevezetés	5. oldal
1. tevékenység: Analóg küldetés emberi Mars-járával	7. oldal
2. tevékenység (opcionális): Analóg küldetés LEGO-ból készült Mars-járával	9. oldal
3. tevékenység: Minták elemzése	11. oldal
Tanulói munkalap	12. oldal
Linkek	17. oldal

Tanítsunk a világűrrel! – Asztrológia a Marson | T12

www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket: teachers@esa.int

Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Egyesült Királysággal együttműködésben

Copyright © Európai Űrügynökség 2022

→ ASZTROGEOLÓGIA A MARSON

Navigálás a Mars felszínén, a bolygó közeteinek azonosítása spektroszkópiával

ALAPADATOK

Tantárgy: bolygótudomány, matematika, fizika, kémia, biológia, geológia

Korosztály: 10–17 év

Típus: tanulói tevékenység

Nehézségi fok: könnyű-közepes

Tanítási idő: 2–4 óra

Költség: Közepes (10-30 euró)

Helyszín: Beltér

Eszközök: Mars-térkép négyzethálójával/
pepita szőnyeg/nagy négyzetrács – bármilyen
nagy felület, amelyen akkora négyzetek vannak,
amelyekbe bele lehet lépni

Időmérő eszköz

Opcionális: LEGO Education robotikai készlet
és/vagy távirányítós jármű

Kulcsszavak: fizika, kémia, bolygótudomány,
Mars, mintaelemzés, vegyészet, biológia,
űrtudomány

Rövid ismertetés

Ezeknek a tevékenységeknek a során a tanulók megtanulják, hogyan lehet egy bolygó felfedezésére irányuló küldetést irányítani. Csoportokat alkotnak, ez lesz az „irányítóközpont”. Egy „Mars-járó” segítségével járják be a Mars térképét, és a felszínén vizsgálandó területeket keresnek, hogy mintákat vegyenek. Az irányítóközpontnak és a Mars-járónak korlátozott idő áll a rendelkezésére ahhoz, hogy megtalálják a vizsgálandó helyeket, és egyszerre csak korlátozott számú parancs használatával tudnak kommunikálni. Ezáltal a tanulók megtapasztalják a küldetés alatti adatátvitel korlátozott jellegét, illetve az irányítóközpontbeli tervezés fontosságát. Ezt követően a tanulók megkapják a vizsgálandó területekről begyűjtött mintákat, és iránymutatást kapnak az elemzésükhöz, hogy megállapíthassák, mit találtak a bolygó felszínén. Végül a tanulók bemutathatják eredményeiket az osztály többi részének.

Az anyag fejlesztésében az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Egyesült Királyság és az Európai Űrügynökség működött együtt.

Tanulási célok

- A térképpel való navigálás legjobb módjának megtalálása, hogy a feladat időkeretén belül a lehető legtöbb mintát lehessen gyűjteni.
- A Mars-járó működésének megértése a „Mars-járó” és az „irányítóközpont” közötti korlátozott kommunikáció keretein belül.
- Tapasztalatok szerzése a minták elemzésében
- A spektrális ujjlenyomatok azonosítása és a geológiai információk értelmezése
- Kommunikációs és prezentációs készségek fejlesztése (az eredmények bemutatása a többi csapat számára)

→ A tevékenységek áttekintése

A rendelkezésre álló időtől és eszközöktől függően el lehet végezni az 1., a 2. vagy a 3. tevékenységet. A 4. tevékenység ezek valamelyikét követi.

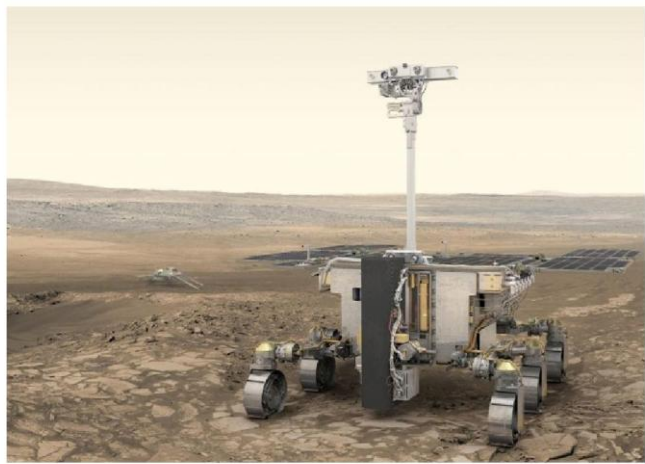
A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Előkövetelmény	Idő
1	Analóg küldetés emberi Mars-járóval	Navigálás a Mars térképén, vizsgálándó minták keresése	Az algoritmusok működésének megértése, alkalmazása a való világban	Nincs	60 perc
2	Analóg küldetés LEGO-ból készült Mars-járóval	Navigálás a Mars térképén, vizsgálándó minták keresése	Navigáció a Mars felszínén kódolás használatával, célpontok elérése	Robotikai oktatókészlet (pl.: LEGO Mindstorms vagy LEGO Spike)	60–90 perc
3	Minták elemzése	A Marson talált minták elemzése	A tanulók a spektrumok és képek segítségével elemzik a mintákat, hogy megállapítsák, mit találtak a Marson.	Az 1. és a 2. tevékenység.	60 perc

→ Bevezetés

A bolygók feltérképezésére alkalmas robotjárművek (rover, Mars-járó) több mint 20 éve segítik a Mars megismerését. A Sojourner volt az első ilyen jármű, 1997-ben, ami a Mars felszínén haladt és lenyűgöző képeket küldött a Földre. Azóta további 5 robotjármű érkezett meg sikeresen a Marsra.

Az ExoMars Mars-járó küldetést az ESA a jövőben fogja megvalósítani, ennek célja a korábbi és jelenlegi élet jeleinek kutatása a Marson. A küldetés a légkörtudomány, a mintaelemzés és a geológia területeit foglalja magában, és segíteni fog a Mars felszínének és történetének megismerésében, hogy megállapíthassuk, lehetett-e itt élet valaha.

1. ábra



↑ Az ExoMars Mars-járója

Az ExoMars program Mars-járóját Rosalind Franklin brit tudósról nevezték el, akinek munkássága hozzájárult a DNS szerkezetének felfedezéséhez. A Rosalinddal a Marson (Roving with Rosalind) egy osztálytermi tevékenységekből álló sorozat, amely az ExoMars programon alapul, és amellyel a tanulók valódi Mars-küldetésekre épülő, az osztályban és a laborban megtanultakhoz kapcsolódó feladatokat oldhatnak meg. A tanulók megvizsgálják a Mars térképét, megismerkednek a küldetésirányítás mikéntjével, és olyan mintákat elemeznek és azonosítanak, amelyeket a valódi Mars-járó is keresni fog.

Ebben az oktatási segédanyagban a tanulók megtanulják, hogyan lehet navigálni a Mars felszínén, és geológiai mintákat gyűjtenek, amelyekről később információkat kapnak. Ezt követően össze kell

hasonlítaniuk a mintáikat valódi spektrális adatokat tartalmazó táblázatokkal (referenciaadatok), hogy levonhassák saját következtetéseiket. Az 1. és a 2. tevékenység ugyanaz – két különböző platform használatával. Az 1. tevékenység elvégezhető robotikai oktatási eszköz nélkül – ez egy emberrel megvalósított analóg küldetés. Ugyanakkor a 2. tevékenységhez szükség van egy olyan oktatási célú robotikai platform használatára, mint a LEGO Mindstorms vagy a LEGO Spike. Az oktató eldöntheti, hogy az 1. vagy a 2. tevékenységet végzik-e el, mielőtt továbblépnek a 3. tevékenységre.

→ Háttér

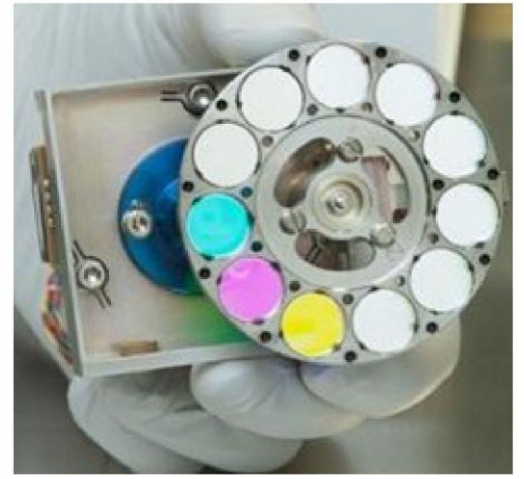
Az ExoMars küldetés a korábbi és jelenlegi élet jeleit keresi majd a Marson, ami nagy kihívást jelent. A Marsról úgy gondoljuk, hogy régen nagyon hasonlított arra, amilyen a Föld volt történetének korai szakaszában. Ha a Marson alakult ki élet, akkor az valószínűleg ebben a korai szakaszban, az ún. noachi korszakban történt. Ezt kutatva ma az élet nyomait (élő vagy fosszilizálódott mikrobiális közösségeket), szerves (szén-, hidrogén-, nitrogén-, oxigén, foszforalapú stb.) molekulákat keresünk, amelynek tulajdonságai biológiai eredetre utalnak; ezek a legnagyobb valószínűséggel a folyékony víz jelenlétében kialakult ásványokban (pl. agyagban vagy hidrotermális lerakódásokban) őrződhettek meg.

Az ExoMars Rosalind Franklin nevű Mars-járóját kifejezetten erre tervezték. Felszerelése közé tartozik egy 2 méterrel a felszín alá lehatolni képes fúró, amivel elérhetjük azokat a felszín alatti rétegeket, ahova a napsugárzás már nem ér el, és nem tudja elpusztítani az élet jeleit. A Rosalind Franklin Mars-járó fedélzetén több műszer található, ezek segítik majd az első lépéseket, amelyeket a Mars felszínének jobb megismerése felé teszünk. Ezek közé tartozik a PanCam kamerarendszer (széles látószögű és nagy felbontású kamerák), amelyet az ExoMars infravörös spektrométere (Infrared spectrometer for ExoMars, ISEM) támogat. Ezek az eszközök mind a fény és a különböző anyagok közötti kölcsönhatásokat vizsgálják. A PanCam széles látószögű kamerái a szokványos kamerákhoz hasonló módon készítenek képeket, azzal a különbséggel, hogy több kör alakú szűrőt használnak a látható és a közeli infravörös (NIR) tartományban. Ezt „multispektrális képalkotásnak” is nevezik.

2. ábra



3. ábra

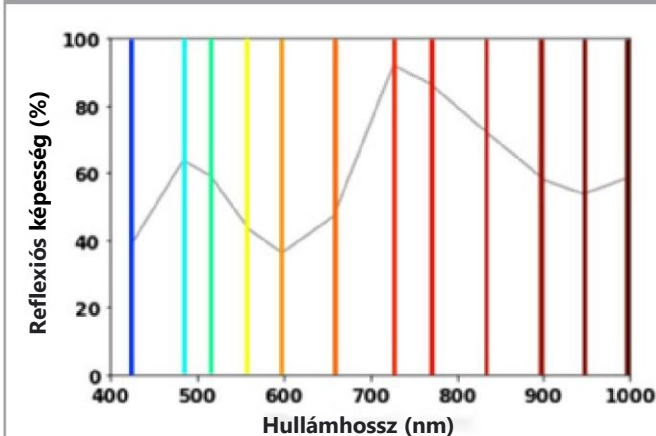


↑ A PanCam eszköz és a szűrőket tartalmazó kerék, M. de la Nougerede, UCL/MSSL

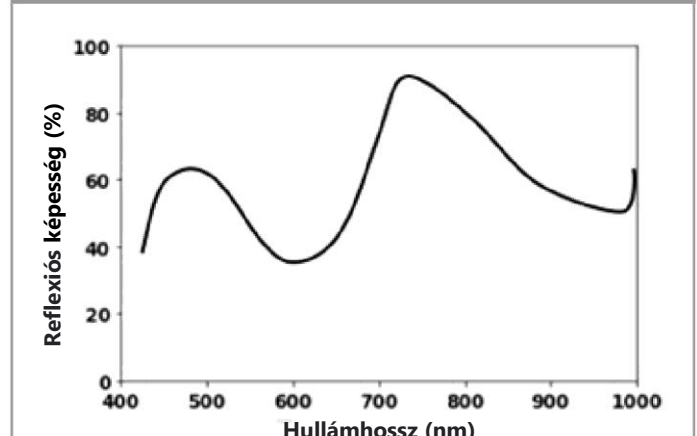
A multispektrális képalkotás azon az elven működik, hogy a PanCam minden szűrője a Mars felszínéről visszaverődő napfény hullámhosszának csak egy bizonyos tartományát engedi át. Minden szűrőből szürkeárnyaltos képeket nyerünk ki, és ezek összeadásával jelenítjük meg a színeket és spektrumokat. Ez azt jelenti, hogy a PanCam multispektrális adatokat biztosít számunkra, az egyes szűrőkhöz tartozó hullámhosszok mindegyikére vonatkozóan (ld. alább az a) ábrát). Ugyanakkor a spektrum folytonos vonal is lehet; ezek a hiperspektrális adatok, ahol az összes hullámhosszról van információ (ld. alább a b) ábrát). A hiperspektrális képeket tekinthetjük olyan szokványos kamerafelvételeknek, ahol spektroszkopikus adatok is rendelkezésre állnak.

Így néznek ki a multispektrális adatok: Így néznek ki a hiperspektrális adatok:

4. ábra



5. ábra



↑ a) A PanCam hullámhosszai és a multispektrális adatok, b) Példa hiperspektrális adatokra

A spektrális képalkotás nagyon hasznos módszer a Mars felszínének és más, távoli űrbeli objektumoknak a részletes feltérképezésére. Attól függően, milyen anyagok vannak jelen a Mars felszínén, a napfény bizonyos hullámhosszai elnyelődnek, míg más hullámhosszok visszaverődnek. Így minden anyagnak sajátos, felismerhető spektruma van. Egy anyag spektrumára gondolhatunk úgy, mint az egyedi ujjlenyomatára.

→ 1. tevékenység: Analóg küldetés emberi Mars-járóval

Ebben a tevékenységben a tanulók „irányítóközpontbeli” csapatokat alkotnak. Mindegyik csapat egy Mars-járót navigál a Mars egy nagy térképén (vagy hálón), vizsgálendő helyeket keresve. Minden csapatból egy tanuló a Mars-járó szerepét játssza, vele közlik a többiek a tervet. A csapatnak a lehető legtöbb vizsgálendő területet kell megtalálnia a rendelkezésre álló idő alatt, közben próbálják elkerülni az idő csökkenését eredményező veszélyeket. Amikor a csapat megtalálta ezeket a helyeket, „küldetésadatokat” kapnak elemzésre. A spektrumok és képek segítségével kell elemezniük a mintákat, hogy megállapítsák, mit találtak a Marson.

Eszközök

- Mars-térkép négyzethálós/pepita szőnyeg/nagy négyzetrács – bármilyen nagy felület, amelyen akkora négyzetek vannak, amelyekbe bele lehet lépni
- Időmérő eszköz

Feladat

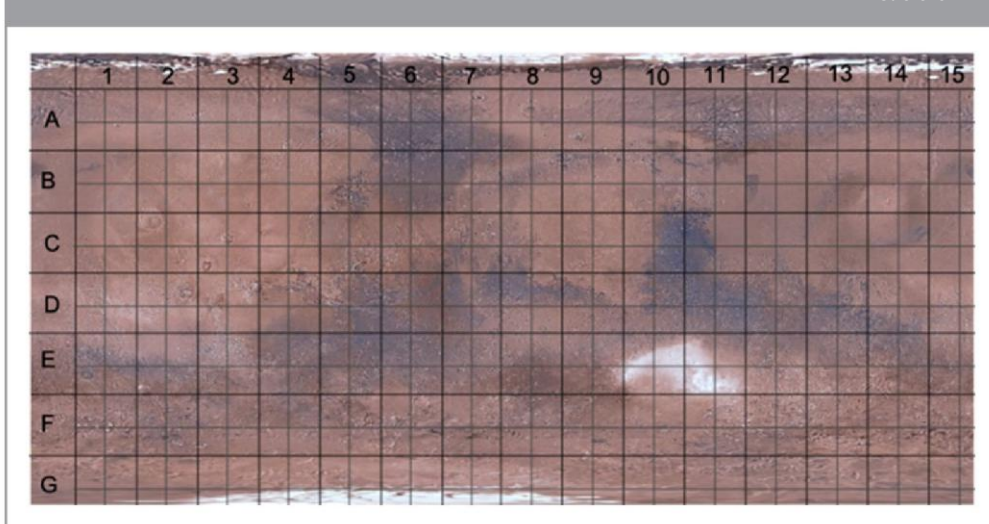
1. A Mars-térkép előkészítése a felfedezéshez

Itt található egy példa egy Marsot mutató képre:

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/02/Dried_out_river_valley_network_on_Mars#.YIGJoa1zbaM.lik

A képet részekre lehet osztani, majd azokat A1-es méretben ki lehet nyomtatni. A részek hálószerűen oszthatók fel, ehhez az osztályterem padlóján ragasztószalagot használhatunk.

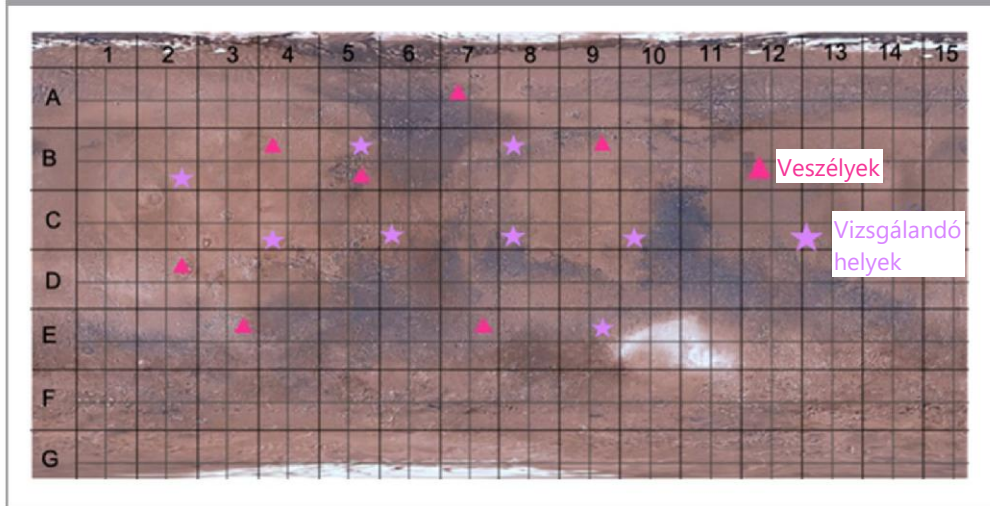
6. ábra



↑ Példa Mars-térképre

2. Jelöljük ki vizsgálendő helyeket bizonyos négyzetekben, másokban pedig veszélyeket, anélkül, hogy az osztálynak megmutatnánk.

Javasolt két különböző színű papírból két különböző formájú darabokat kivágni, ezek jelképezhetik a vizsgálendő helyeket és a veszélyeket.



↑ Példa Mars-térképre vizsgálandó helyekkel és veszélyekkel

- Osszuk a tanulókat 4-6 fős csoportokba, és ők döntsék el, kinek jut a Mars-járó szerepe.
- Ő a térkép szélének bármelyik részéről indulhat. A kezdéstől számítva a csapatnak 10 perc áll rendelkezésére, hogy a veszélyeket elkerülve a lehető legtöbb vizsgálandó helyet elérje. Ha nem sikerül őket elkerülni, az egyes veszélyek 30-30 másodperces büntetést eredményeznek.
- A Mars-járó tanulóknak alkalmanként legfeljebb 5 szóban kell elmondaniuk, mit látnak.
- Ekkor az irányítóközpont eldönti, milyen utasításokat ad a Mars-járónak. Egyszerre legfeljebb 3 műveletre adható ki utasítás (pl. 1 Lépj előre, 2. Fordulj el 90 fokot jobbra, 3. Lépj előre).
- Amikor lejár az idő, a tanulók kapnak egy fájlt a beérkező adatokkal (2. melléklet) minden egyes olyan vizsgálandó helyhez, amelyet elértek.

→ 2. tevékenység (opcionális): Analóg küldetés LEGO-ból készült Mars-járával

Ez az 1. tevékenység variációja, amelyben egy valódi járművet használnak a tanulók. Ebben a tevékenységben a tanulók alkotják az „irányítóközpontbeli” csapatot, amely egy LEGO-ból készült Mars-járót navigál a Mars egy nagy térképén (vagy hálón), vizsgálendő helyeket keresve. A tanulónak 10 perce van megtervezni az útvonalat, mielőtt elindul az óra. A csapatnak a lehető legtöbb vizsgálendő helyet kell megtalálnia a rendelkezésre álló idő alatt, közben próbálják elkerülni az idő csökkenését eredményező veszélyeket.

Eszközök

- Mars-térkép négyzethálós/pepita szőnyeg/nagy négyzetrács – bármilyen nagy felület, amelyen akkora négyzetek vannak, amelyekbe bele lehet lépni
- Idómérő eszköz
- LEGO WeDo 2.0 készlet/LEGO Spike (1 vagy 2, a megépítendő járműtől függően) vagy valamilyen más LEGO Education robotikai készlet.
- Laptop vagy tablet az utasításokhoz.

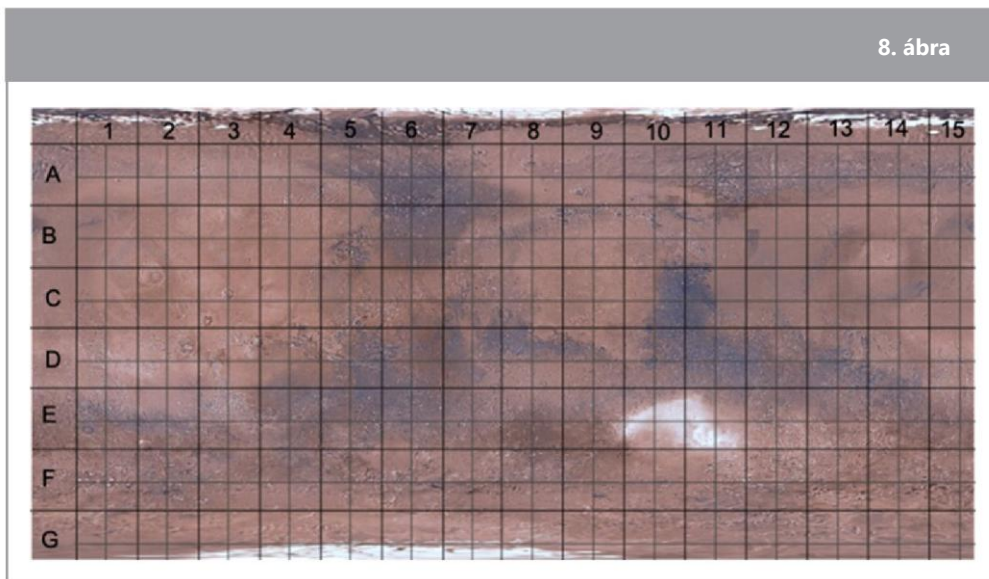
Feladat

1. A Mars-járók megépítése. Az útmutatók itt találhatók:

a. LEGO WeDo: https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/blt93026f2eecb58ffa/5fe32e74520daf30e5a2f117/en-gb_365e16c6-a026-44e9-a296-e7dc623d6362.pdf vagy <https://education.lego.com/en-us/product-resources/wedo-2/downloads/building-instructions>, MILO Twins

b. LEGO Spike: <https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/blt990212b2cd50c4d3/5f88025fbc43790f5c4389ee/going-the-distance-bi-pdf-book1of2.pdf>,

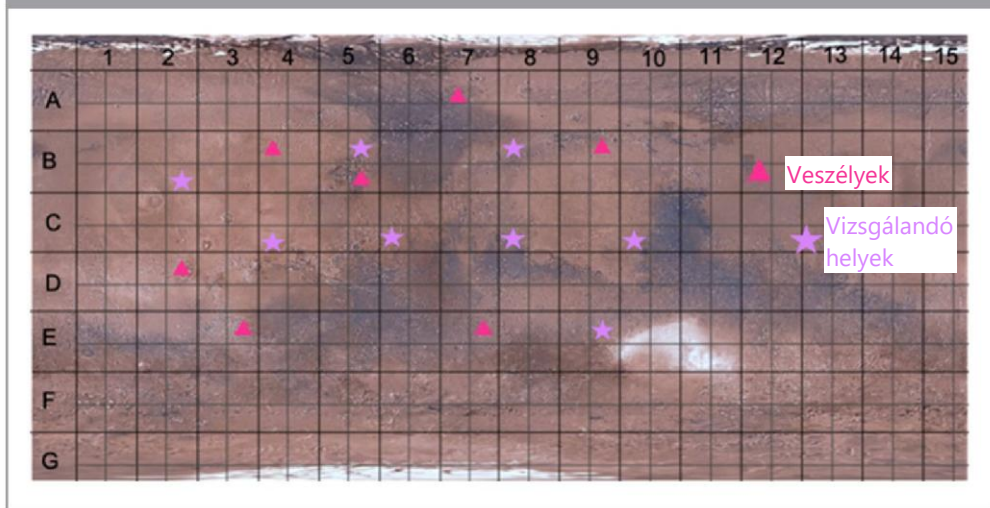
8. ábra



↑ Példa Mars-térképre

2. Jelöljük ki vizsgálendő helyeket bizonyos négyzetekben, másokban pedig veszélyeket, anélkül, hogy az osztálynak megmutatnánk.

Javasolt két különböző színű papírból két különböző formájú darabokat kivágni, ezek jelképezhetik a vizsgálendő helyeket és a veszélyeket.



↑ Példa Mars-térképre vizsgálандó helyekkel és veszélyekkel

- Osszuk a tanulókat 4-6 fős csoportokba. A tanulók közösen felelősek az irányítóközpont munkájáért.
- A Mars-járót helyezzük el egy tetszőleges helyre a térkép szélén.
- Mutassuk meg a csapatoknak a térképet, és adjunk nekik 10 percet az útvonal megtervezésére. A tanulók rajzolhatnak maguknak saját térképet és írhatnak utasításokat, ez segítheti a tervezést.
- A kezdéstől számítva a csapatoknak 10 perc áll rendelkezésére, hogy a térképen haladva, a veszélyeket elkerülve a lehető legtöbb vizsgálандó helyet elérjék (áthajtsanak rajtuk). Ha nem sikerül őket elkerülni, az egyes veszélyek 30-30 másodperces büntetést eredményeznek.
- Amikor lejár az idő, a tanulók kapnak egy fájlt a beérkező adatokkal (1. melléklet) minden egyes olyan vizsgálандó helyhez, amelyet elértek.

→ 3. tevékenység: Minták elemzése

A 2. tevékenység végére a csapatoknak össze kellett gyűjteni több multispektrális mintát (beérkező vagy céladatokat az 1. és 2. mellékletből) azokról a vizsgálandó helyekről, ahova elértek a Mars-járóval. Az egész csapatnak együtt kell működni, hogy megállapítsák, mit találtak. Ehhez össze kell vetniük a vizsgálandó helyekről begyűjtött „beérkező adatokat” (1. melléklet) a tanártól/oktatótól megkapott „referenciaadatokkal” (2. melléklet).

Feladat

A referenciaadatokban (1. melléklet) 8 referenciaminta szerepel. Ezek látható és közeli infravörös hiperspektrális adatokból (VNIR /visible and near-infrared/ hiperspektrális adatokból) állnak, ezeket lehet összevetni a küldetés során megszerzett beérkező adatokkal (2. melléklet).

A tanulóknak a rendelkezésre álló referenciaadatokat kell megfeleltetniük a Mars-járójuk által gyűjtött beérkező adatokkal. Az tekinthető találatnak, amikor a begyűjtött minta multispektrális képe megfelel az egyik hiperspektrális referenciaképnek.

A feladat célja, hogy segítsen a tanulóknak megérteni, hogyan lehet a Marsról érkező, különböző típusú adatokból teljes képet alkotni a bolygó felszínéről. A tanulók vitassák meg társaikkal a kapott eredményeket, és vonjanak le következtetéseket.

Nyilatkozat: A beérkező adatok táblázatában szimulált ábrák szerepelnek. Remélhetőleg rendelkezésre fognak állni valódi adatok az ExoMars küldetés elindulását követően!

A beérkező adatok így fognak kinézni:

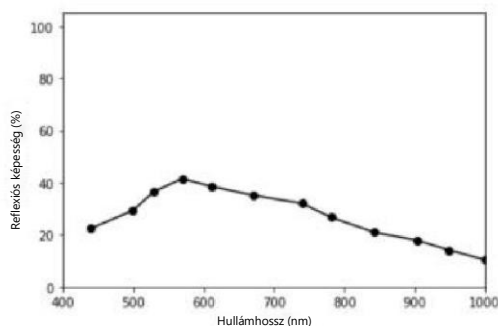
PanCam-kép:

Nagy felbontású kép:



Forrás: NASA

PanCam multispektrális adatok



A referenciaadatok így fognak kinézni:

Olivin

Cél jellemzése

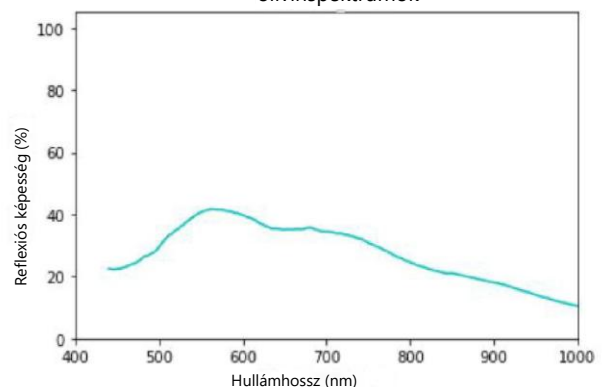
Az olivin magmatikus (vulkáni) kőzetekben található. Ha találunk ilyet a Mars felszínén, akkor bizonyára sok van belőle, vagy vulkanikus vagy tektonikus tevékenység jellemző a területre.



Lecsiszolódott olivinkristály a Földről (több mm átmérőjű)

VNIR hiperspektrális adatok

olivinspektrumok



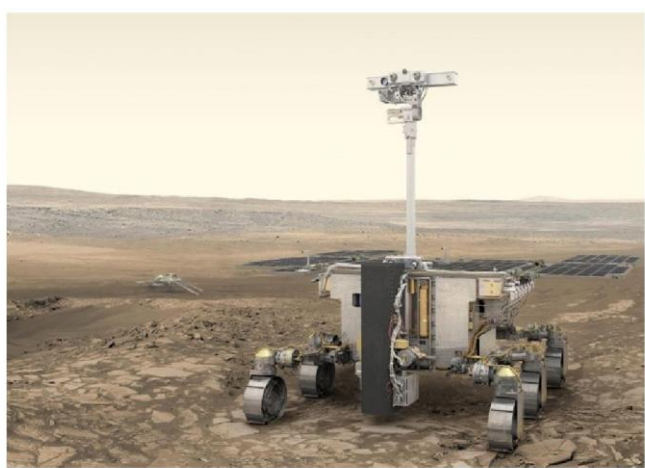
Megoldás

Referenciaadatok	Beérkező adatok
olivin	007. cél
kaolinit	005/001/003. cél
gipsz	005/001/003. cél
augit	008/009. cél
szmektit	004. cél
opál	006. cél
goethit	008/009. cél
hematit	002. cél

Navigálás a Mars felszínén, a bolygó kőzeteinek azonosítása spektroszkópiával

Gondolkodtatok már azon, hogyan irányítanak egy másik bolygót feltérképező küldetést? Hogyan küldenek a mérnökök utasításokat a Mars felszínén lévő járműnek, és hogyan kapnak attól adatokat? A Marsra érkező robotjárműveket a földi irányítóközpontból működtetik, de rendelkeznek olyan hardver- és szoftvertechnológiával is, amely lehetővé teszi a félautonóm működést. A fedélzeten szállított műszerekkel mintákat lehet gyűjteni és el lehet végezni bizonyos kísérleteket. Az ezekből a kísérletekből nyert adatokat a jármű visszaküldi a Földre, ahol a tudósok elemzik őket.

1. ábra



↑ Az ExoMars Mars-járója

Az ExoMars Mars-járós küldetést az ESA a jövőben fogja megvalósítani, ennek célja a korábbi és jelenlegi élet jeleinek kutatása a Marson. Ez a páneurópai küldetés a légkörtudomány, a mintaelemzés és a geológia területeit foglalja magában, és segíteni fog a Mars felszínének és történetének megismerésében, hogy megállapíthassuk, lehetett-e itt élet valaha.

A Mars-járó tetején több műszer található, ezek segítenek majd megtenni az első lépéseket a Mars felszínének megismerése felé. Ezek közé tartozik a PanCam kamerarendszer (széles látószögű és nagy felbontású kamerák), és az ExoMars infravörös spektrométere (Infrared spectrometer for ExoMars, ISEM). Ezek az eszközök mind a **fény és a különböző anyagok közötti kölcsönhatásokat** vizsgálják.

→ Háttér

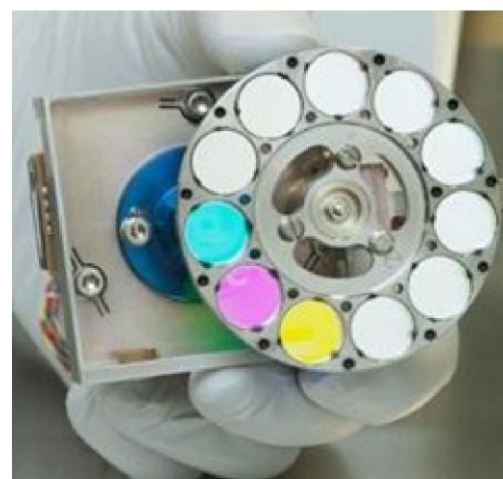
Az ExoMars küldetés a korábbi és jelenlegi élet jeleit keresi majd a Marson, ami nagy kihívást jelent. A Marsról úgy gondoljuk, hogy régen nagyon hasonlított arra, amilyen a Föld volt történetének korai szakaszában. Ha a Marson alakult ki élet, akkor az valószínűleg ebben a korai szakaszban, az ún. noachi korszakban történt. Ezt kutatva ma az élet nyomait (élő vagy fosszilizálódott mikrobiális közösségeket), az élet összetevőit (szenet, hidrogént, nitrogént, oxigént, foszfort stb.) keresünk, valamint olyan feltételeket, amelyek között az élet nyomai fennmaradhattak (pl. agyagokat).

Az ExoMars Rosalind Franklin nevű Mars-járóját kifejezetten erre tervezték. Felszerelése közé tartozik egy 2 méterrel a felszín alá lehatolni képes fúró, amivel elérhetjük azokat a felszín alatti rétegeket, ahova a napsugárzás már nem ér el, és nem tudja elpusztítani az élet jeleit. A Rosalind Franklin Mars-járó fedélzetén több műszer található, ezek segítik majd az első lépéseket, amelyeket a Mars felszínének jobb megismerése felé teszünk. Ezek közé tartozik a PanCam kamerarendszer (széles látószögű és nagy felbontású kamerák), amelyet az ExoMars infravörös spektrométere (Infrared spectrometer for ExoMars, ISEM) támogat. Ezek az eszközök mind a **fény és a különböző anyagok közötti kölcsönhatásokat** vizsgálják. A PanCam széles látószögű kamerái a szokványos kamerákhoz hasonló módon készítenek képeket, azzal a különbséggel, hogy több kör alakú **szűrőt** használnak a látható és a közeli infravörös (NIR) tartományban. Ezt „multispektrális képalkotásnak” is nevezik.

2. ábra



3. ábra

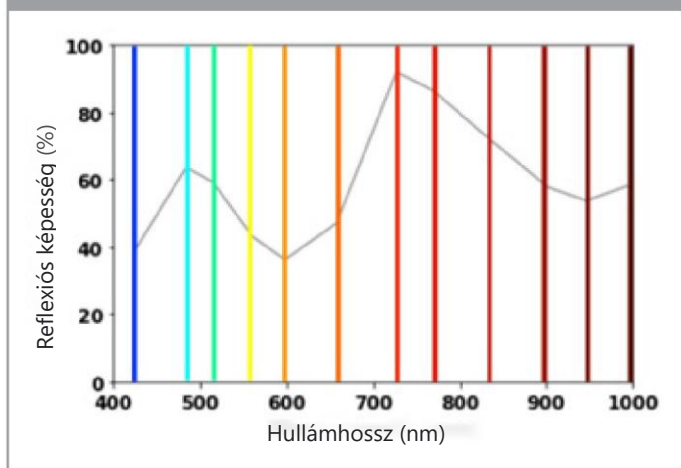


↑ A PanCam eszköz és a szűrőket tartalmazó kerék, M. de la Nougerede, UCL/MSSL

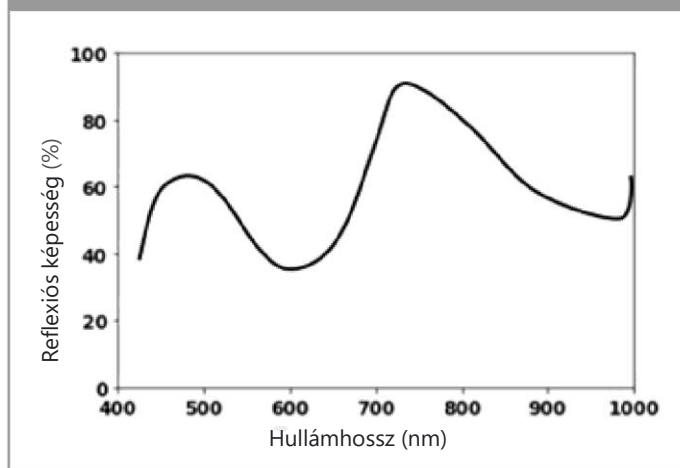
A multispektrális képalkotás azon az elven működik, hogy a PanCam minden szűrője a Mars felszínéről visszaverődő napfény hullámhosszának csak egy bizonyos tartományát engedi át. Minden szűrőből szürkeárnyaltos képeket nyerünk ki, és ezek összeadásával jelenítjük meg a színeket és spektrumokat. Ez azt jelenti, hogy a PanCam **multispektrális** adatokat biztosít számunkra, az egyes szűrőkhöz tartozó hullámhosszok mindegyikére vonatkozóan (ld. alább az a) ábrát). Ugyanakkor a spektrum folytonos vonal is lehet; ezek a **hiperspektrális** adatok, ahol az összes hullámhosszról van információ (ld. alább a b) ábrát). A hiperspektrális képeket tekinthetjük olyan szokványos kamerafelvételeknek, ahol spektroszkopikus adatok is rendelkezésre állnak.

Így néznek ki a multispektrális adatok: Így néznek ki a hiperspektrális adatok:

4. ábra



5. ábra



↑ a) A PanCam hullámhosszai és a multispektrális adatok, b) Példa hiperspektrális adatokra

A spektrális képalkotás nagyon hasznos módszer a Mars felszínének és más, távoli űrbeli objektumoknak a részletes feltérképezésére. Attól függően, milyen anyagok vannak jelen a Mars felszínén, a napfény bizonyos hullámhosszai elnyelődnek, míg más hullámhosszok visszaverődnek. Így minden anyagnak sajátos, felismerhető spektruma van. Egy anyag spektrumára gondolhatunk úgy, mint az egyedi ujjlenyomatára.

Tudtad?

- Az ExoMars program Mars-járóját egy tudósról, Rosalind Franklinról nevezték el, akinek munkássága hozzájárult a DNS szerkezetének felfedezéséhez.
- Az ExoMars Mars-járónak két „szeme” van a PanCam műszerben, ezért hozzánk hasonlóan 3 dimenzióban lát!
- A PanCam mindkét szemében 12 szűrő található, így több mint 15 színben lát.
- Az ExoMars jármű mélyebbre fog hatolni a Mars felszíne alá, mint bármelyik elődje.

→ 1. tevékenység: Analóg küldetés emberi Mars-járóval

Feladat

1. Ha csapatokat alkottatok, döntsétek el, ki lesz a Mars-járó – a csapat többi tagja lesz az irányítóközpont.
2. A Mars-járó a térkép szélén bármelyik négyzetről indulhat. Ne feledjétek, hogy az irányítóközpont nem látja a térképet!
3. 10 perctek van, hogy a veszélyeket elkerülve a lehető legtöbb vizsgálandó helyet elérjétek. Ha nem sikerül őket elkerülni, az egyes veszélyek 30-30 másodperces büntetést eredményeznek.
4. A Mars-járó tanulónak alkalmanként legfeljebb 5 szóban kell elmondania az irányítóközpontnak, hogy mit lát.
5. Ekkor az irányítóközpontban megbeszéljük és eldöntjük, milyen utasításokat adjanak a Mars-járónak, hogy megtalálja a vizsgálandó helyeket és elkerülje a veszélyeket. Egyszerre legfeljebb 3 műveletre adható ki utasítás (pl. 1. Lépj előre, 2. Fordulj el 90 fokot jobbra, 3. Lépj előre).
6. Ismételjétek meg a 4. és 5. lépést ahányszor tudjátok, mielőtt lejár az idő.
7. Minden egyes olyan vizsgálandó helyhez, amit megtaláltatok, kaptok egy fájlt a Marsról beérkező adatokkal (1. melléklet). A beérkező adatokban PanCam-képek, spektrumok és nagy felbontású képek találhatók.
8. Az egész csapatnak együtt kell működnie, hogy megállapítsátok, mit találtatok: ehhez hasonlítsátok össze a beérkező adatok fájljait a referenciafájlokkal (1. és 2. melléklet).

→ 2. tevékenység: Analóg küldetés LEGO-ból készült Mars-járóval

Feladat

1. Alkossatok irányítóközpontbeli csapatokat.
2. Amikor elhelyeztéték a LEGO-ból készült Mars-járót a térkép szélén, 10 perccel lesz arra, hogy megnézzétek a térképet és megtervezzétek, milyen útvonalon tudjátok elérni a vizsgálandó helyeket. Rajzolhattok magatoknak egy minitérképet, írhattok le utasításokat, stb.
3. A kezdéstől számítva 10 perc áll rendelkezésetekre, hogy a veszélyeket elkerülve a lehető legtöbb vizsgálandó helyet elérjétek (áthajtsatok rajtuk). Ha nem sikerül elkerülni egy veszélyt, 30 másodpercet elveszítetek a 10 percből.
4. Amikor lejár az idő, kaptok egy fájlt a beérkező adatokkal minden egyes olyan vizsgálandó helyhez, amelyet elértetek. A beérkező adatokban PanCam-képek, spektrumok és nagy felbontású képek találhatók.
5. Az egész csapatnak együtt kell működnie, hogy megállapítsátok, mit találtatok: ehhez hasonlítsátok össze a beérkező adatok fájljait a referenciáfájlokkal

→ 3. tevékenység: Minták elemzése

Ahhoz, hogy megértsük, mit találtak a Mars-járó műszerei a Marson, hasonló eszközökkel meg kell vizsgálnunk sok különböző anyagot itt a Földön, olyanokat, amelyeket esetleg találhatunk majd a Marson is. Ezeket az eredményeket aztán összehasonlítjuk a marsi adatokkal. Az ilyen anyagokat analógoknak vagy referenciamintáknak nevezzük.

Jellemzően az itt elérhető műszereink sokkal jobbak, mint amiket a Mars-járóval el tudunk küldeni, mert itt nincsenek a hőmérsékletre, tömegre, méretre vagy adatmennyiségekre vonatkozó korlátok.

Feladat

Az egyes küldetések végére a csapatotoknak mintát kellett gyűjtenie minden vizsgálandó helyről, ahova elértetek a Mars-járóval. Most az egész csapatnak együtt kell működnie, hogy megállapítsátok, mit találtatok.

Vessétek össze a küldetésben kapott adatokat (beérkező minták) a következő analógokkal/referenciacélokkal, hogy megállapítsátok, mik ezek. Összehasonlíthatjátok a küldetés folyamán szerzett minták formáját, színét, rétegeit és spektrumát, hogy megállapítsátok, milyen anyagról van szó.

A beérkező adatok így fognak kinézni:

PanCam-kép:

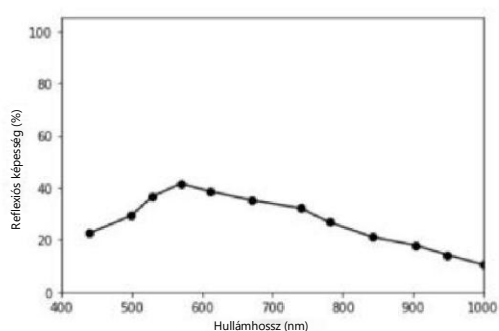


Nagy felbontású kép:



Forrás: NASA

PanCam multispektrális



A referenciaadatok így fognak kinézni:

Olivin

Cél jellemzése

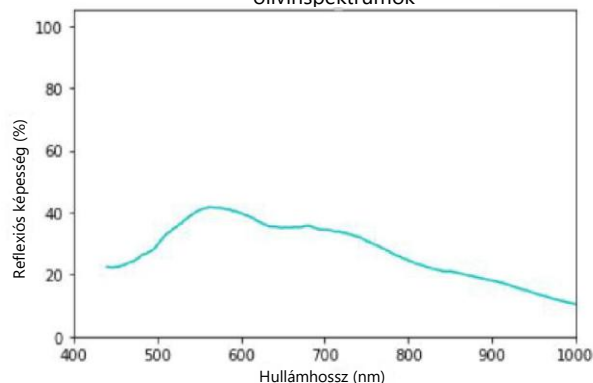
Az olivin magmatikus (vulkáni) kőzetekben található. Ha találunk ilyet a Mars felszínén, akkor bizonyára sok van belőle, vagy vulkanikus vagy tektonikus tevékenység jellemző a területre.



Lecsiszolódt olivinkristály a Földről (több mm átmérőjű)

VNIR hiperspektrális adatok

olivinspektrumok



Pontosan úgy fogjátok azonosítani a marsi mintákat, mint ahogy mi fogjuk azonosítani a különböző marsi kőzeteket. Ha megvizsgáljuk a spektrumokat, a rétegeteket, színeket, formákat és textúrákat, megtudhatjuk, milyen anyagok vannak a vörös bolygón.

Vitassátok meg az eredményeiteket a társaitokkal. Beszéljétek meg, szerintetek milyen kőzeteket lehet a legnagyobb valószínűséggel találni a Marson.

→ Linkek

Az Európai Űrügynökség segédanyagai

Oktatási segédanyagok:

esa.int/Education/Classroom_resources

Az ESA Kids honlapja (gyerekeknek ajánlott anyagok):

esa.int/kids

Az ESA videói Paxival:

esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Paxi_animations

A Naprendszer és bolygói:

[esa.int/kids/en/learn/Our Universe/Planets and moons/The Solar System and its planets](https://esa.int/kids/en/learn/Our_Universe/Planets_and_moons/The_Solar_System_and_its_planets)

Az Európai Űrügynökség űrprogramjai

Az ESA ExoMars programja:

esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars

További információk

További források a Rosalinddal a Marson (Roving with Rosalind) tevékenységekkel kapcsolatban:

stem.org.uk/cxgt4x

Az ideális szerepem egy Mars-küldetésen (személyiségteszt):

spacecareers.uk/?p=mars_quiz

Miért Rosalind Franklin nevét viseli az ExoMars Mars-járója:

gov.uk/government/news/name-of-british-built-mars-rover-revealed