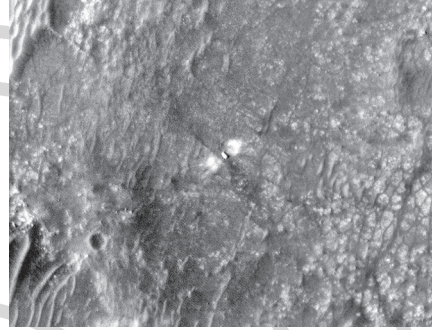


## Csúcsforgalom a Marsnál

A tavalyi Mars-oppozíciót három ország is felhasználta új űrszondák indítására. Bár sok tudományos eredmény még nem született ezektől, az alábbiakban áttekintjük a sikeres első lépéseket. A Meteor 2020. októberi számában már ismertettük a Perseverance-programot. Mint ismeretes, az újabb marsrover landolása a terveknek megfelelően zajlott, a folyamatot a leszállást figyelő hét kamera révén pontosan sikerült követni és dokumentálni. A Mars újabb hatkerekű kutatóeszköze 2021. február 18-án 21:55-kor érte el a bolygó felszínét.

Február 26-án, a leszállás utáni nyolcadik napon szoftverfrissítést végeztek a roveren. Ellenőrizték a RIMFAX és a MOXIE műszereket, valamint a MEDA két szélmérőjét. A robotkart pedig március 2-án nyújtották ki. A SuperCam érzékelőt és RMI egységét is kipróbálták a rover hátán lévő kalibrációs célpontokon; az eszköz 100 mikrométeres részleteket is képes megörökíteni. Elsőként március 4-én mozdult meg a Perseverance, de ekkor még csak 6,5 cm-t haladt, a kerekeket ide-oda forgatták a motorok és az irányítás ellenőrzésének tesztelése végett. Ezt követően majd 33 percen keresztül összesen 4 métert tett meg, és egy 150 fokban fordulat után további 2,5 métert gurult. Új pozíciójából, kicsit más irányból is meg tudta örökíteni a fékezőrakéták által okozott felszíni elváltozásokat, az időközben Octavia Butler névre keresztelt leszállóhelyen. A későbbiekben a tervek alapján alkalmanként akár 200 métert is megtehet egy-egy „vezetés” során, míg a teljes program alatt 20 km-nyi távolságot, vagy többet is bejárhat.

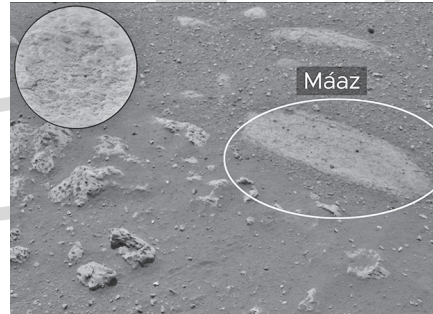
A leszállóhely vidékén egyébként néhány szikla feltűnően lapos, a felszínnel párhuzamos felületű, mint pl. Máaz nevű (amely navajo nyelven Marsot jelent). A Perseverance elsőként rögzített hangot is a Marson: a rover működésének belső zajai mellett a szél suhogását, valamint a Máaz



Az MRO-űrszonda HIRISE kamerájának képe a már leszállt roverről. Jól látszik a fékezőrakéták által tisztára fújt terület (NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)

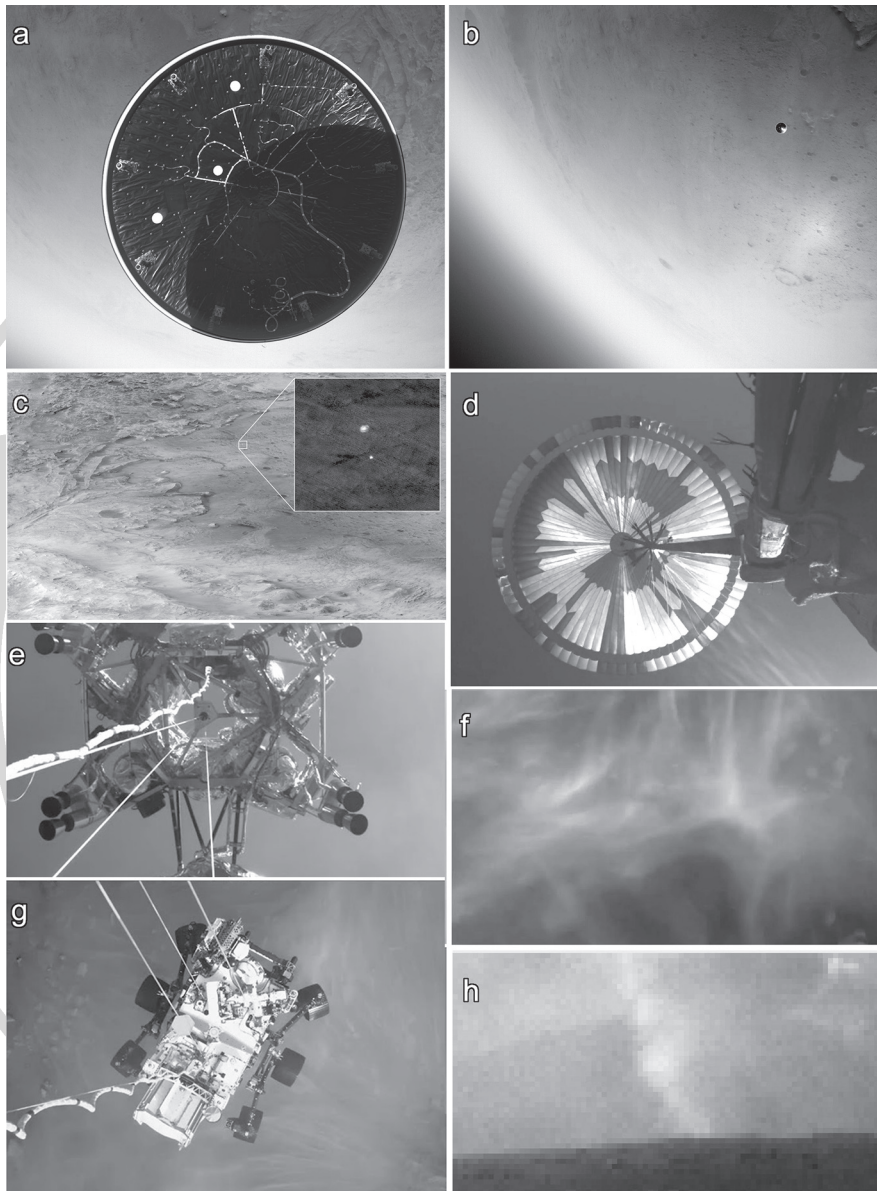
lézeres meglövésének pattogó hangját (a kőzet bazaltos összetételének mutatkozott). Azt azonban még nem tudni, hogy a megvizsgált szikla közel eredeti állapotában van-e itt, avagy bazalt lepusztulása és felhalmozódása révén keletkezett, üledékes kőzetként.

A 2021-es Mars-oppozíciót két további állam is kihasználta űrszondák indítására. A kínai Tianwen-1 2020. július 23-án indult, egy Hosszú Menetelés 5 hordozórakétával.

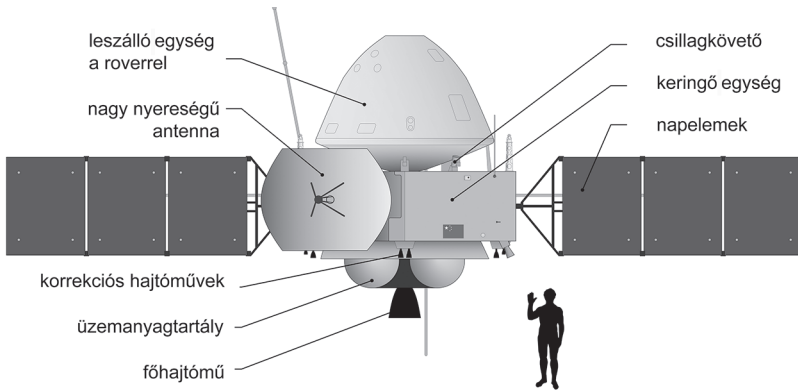


A Máaz sziklát a SuperCam műszer Remote Micro-Imager (RMI) berendezésével vizsgálták, ebből balra fent kb. 6 cm átmérőjű rész látható. (NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)

# meteor



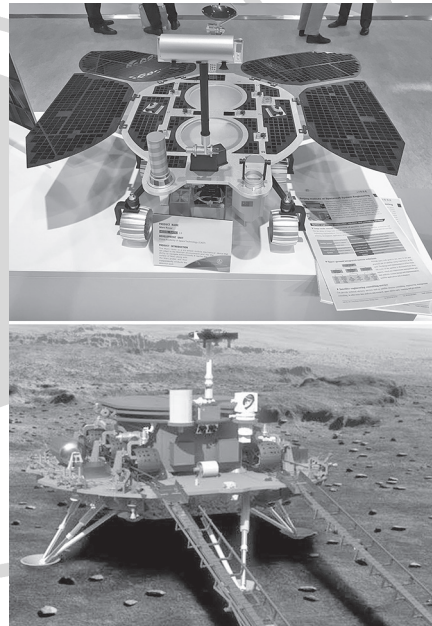
Felvételek a Perseverance leszállásáról: a és b: a levált és zuhanó hővédőpajzs a Lander Vision System Camera (LCAM) műszerrel, c: az MRO felvétele kb. 700 km távolságból az ejtőernyőjén ereszkedő roverről, d: a kinyílt ejtőernyő a rover felől fotózva, e: a légidarú a kieresztett rover egyik kamerájával, f: a rakétás fékezés kavarta por a rover kameráján, g: a kieresztett rover a légidaruból fotózva, h: az elrepült majd becsapódó légidarú által felvert por (NASA, JPL-Caltech)



A Tianwen-1 szerkezete (Kaynouky, Wikipedia)

A keringő- és leszálló egységet, valamint rovert tartalmazó közel 5 tonnás, tehát igen nagy tömegű trió két eleme (a leszálló egység és a rover) lennének az első olyan űreszközök, amelyek sikeresen üzemelhetnek a bolygó felszínén, de nem a NASA készítette őket. A korábban Huoxing-1 vagy HX-1 néven is említett küldetés végső elnevezése, a Tianwen Nagy kérdést vagy Mennyei kérdést jelent, Csü Jüan kínai költő versei nyomán, aki nagy „égi kérdésekről” is értekezett műveiben. A program céljai: egykori életnyomok keresése, a marsi környezet jobb megismerése, valamint demonstráció és technikai felkészülés a 2030-as évekre tervezett mintahozatalhoz – nagy kérdés, hogy ezt Kína valóban teljesen egyedül akarja-e végrehajtani.

A héthónapos út után a szonda 2021. február 10-én érkezett a Marshoz, ezt követően májusra tervezik a leszállóegység landolását. A keringő egység legszorosabban 265 km-re közelíti meg a felszínt, feladata a bolygó térképezése, elsősorban az egykori víznyomokra és a víz mai előfordulási lehetőségére vadászva. Ásványokat is tervez azonosítani a bolygó felszínén, valamint a belső szerkezet elemzésében szintén közreműködik, továbbá a légkört és a bolygó körüli térséget is vizsgálja majd. A rendszer tulajdonképpen nem három, hanem négy egységből áll, van ugyanis egy különválasztható kamera is rajta (TW-1 Deployable



A napelemes energiaellátású kínai rover egyik teszt példánya a Földön, és egy fantáziarajz róla, mielőtt legrul a felszínre (CSA)

Camera – TDC), amely a start után nem sokkal, 2020 szeptemberében vált külön a többi egységtől. Néhány méter távolságból megörökítette a Marshoz érkező keringő egységet, amin a terveknek megfelelően jól látszott a kínai zászló.

## A TIANVEN-1 MŰSZEREI

### Keringő egység:

**Medium-Resolution Camera (MRC):** 400 km magas pályáról 100 m-es felbontású képeket rögzít

**High-Resolution Camera (HRC):** 400 km magas pályáról 2 m-es felbontású képeket rögzít

**Mars Magnetometer (MM):** magnetométer a bolygó körüli mágneses tér vizsgálatára

**Mars Mineralogy Spectrometer (MMS):** spektrométer a bolygó felszíni összetételének vizsgálatára

**Orbiter Subsurface Radar (OSR):** felszín alá behatoló radar

**Mars Ion and Neutral Particle Analyzer (MINPA):** semleges- és töltött-részecske-detektor

**Mars Energetic Particle Analyzer (MEPA):** nagyenergiájú részecskeelemző

### Rover:

**Ground-Penetrating Radar (GPR):** közel 100 m mélységig vizsgálja a felszín alatti anyagot és szerkezeteket

**Mars Surface Magnetic Field Detector (MSMFD):** marsfelszíni mágneses tér detektor

**Mars Meteorological Measurement Instrument (MMMI):** meteorológiai műszer-csomag

**Mars Surface Compound Detector (MSCD):** lézerrindukált plazmaspektrométer és infravörös spektrométer

**Multi-Spectrum Camera (MSC):** multispektrális kamera

**Navigation and Topography Camera (NTC):** navigációs és domborzati kamera

A tervek szerint az Utopia Planitia területén kijelölt két leszállóhely egyikén fog landolni, a leszállási ellipszis mérete 100x40 kilométer. Az ejtőernyős fékezés végén rakétás lassítással fog finoman felszínre érni a tervek alapján. A napelemes rover fedélzetén felszín alá behatoló radar- és meteorológiai állomás is van, fényképek készítése mellett a regulit összetételét elemzi, valamint életnyomokat keres. Tervezett nominális élet-

tartama 90 marsi nap. Elméletileg kiemelt mintákat is tárol, amelyeket ideális esetben később egy mintahozzálati projektben a Földre is juttathatnak. A program fontos célja a bolygóközi nagy távolságú kommunikáció tesztelése és megvalósítása.

## AZ AL AMAL MŰSZEREI

**Emirates eXploration Imager (EXI):** hatsávú optikai + UV kamera, kb. 8 km felbontást ér el, vízgőz, jég por, aeoszolkok, ózon elemzésére

**Emirates Mars Infrared Spectrometer (EMIRS):** légköri hőmérséklet profilok, jég, vízgőz és por légköri eloszlásának a vizsgálatára

**Emirates Mars Ultraviolet Spectrometer (EMUS):** távoli UV tartományban, 100–170 nm között méri a termoszféra jellemzői, a hidrogén- és oxigénkorona paramétereit

A tavalyi Mars-oppozíciót mint indítási lehetőséget szintén kihasználó Al Amal (Remény) az Egyesült Arab Emírségek első bolygószondája. Az űreszköz a Mohammed bin Rásid Űrközpont vezetésével, amerikai közreműködéssel készült keringő egység, amely 2020. július 19-én startolt Japánból, H-IIA hordozórakétával. Mivel a start már a koronavírus időszakában történt, az arab mérnököket az érkezés után várható két hét karanténnek megfelelően ennyivel korábban küldték Japánba. A szonda induló tömege 1350 kg, a hasznos tömeg 550 kg (+ 800 kg hidrazin üzemanyag). Mérete 2,37 × 2,90 m, energiatermelése pedig 1800 W, napelemek segítségével.

Az Al Amal-szonda 2021. február 9-én érte el a vörös bolygót, és 27 perces fékezés után állt elnyúlt pályára körülötte. Az űreszköz fő célja a légkör és az éghajlat, valamint az ezekkel összefüggő napi és évszakos légköri ciklusok elemzése, továbbá a hidrogén- és oxigénvesztés mérése, legalább két éven keresztül.

*Kereszturi Ákos*