

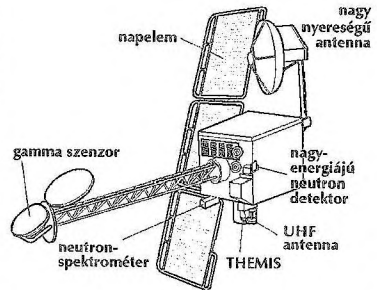
## Ostrom alatt a vörös bolygó

2001. április 7-én újabb szonda indult a Mars felé. A költői nevű Mars Odyssey hat hónapos utazás végén, 2001. október 23/24-én érkezett meg a bolygóhoz. A NASA marskutató programjának fontos lépését képviseli az űreszköz, megépítését az utóbbi években körvonalazódott „kövesd a vizet” stratégia határozta meg. Két és fél éves tudományos programja 2004 augusztusáig tart. Ez alatt feltérképezi a Mars felszíni összetételét, hőszállítását, a felszín közelében lévő vízjég eloszlását. Műszerei hiánypótló adatokkal szolgálnak, mivel sok olyan kísérletet végez, amelyre korábbi űrszondák nem voltak képesek. Eredményei alapján a kutatók a Mars fejlődéstörténetét akarják jobban megérteni, és a legizgalmasabb kérdés megoldásához közelebb kerülni: lehet-e valamikor élet a vörös bolygón?

A Mars Odyssey legfontosabb berendezései három csoportot alkotnak: 1. a gamma- és a neutrondetektorok, 2. az infravörös érzékelők és 3. a bolygó körüli térség sugárzásviszonyait tanulmányozó eszközök.

A gamma- és neutronmérések elméleti alapja a nagyenergiájú kozmikus sugarak (gyorsan haladó atommagok, főleg protonok) és a Mars felszíne közötti kölcsönhatás. Vastag légkör és erős globális mágneses tér hiányában a kozmikus sugarak nagy része eléri a felszínt. 1–3 m-es mélységig behatolnak a felszínbe, miközben az ott lévő atommagokkal kölcsönhatásba lépnek. Ekkor sok másodlagos neutron és proton keletkezik, amelyek szintén reakcióba lépnek a környező anyaggal. A neutronok másodlagosan szóródhatnak, illetve befogódhatnak, majd újra kibocsátódhatnak. Utóbbi esetben lassabb, ún. epitermális neutronok keletkeznek. Ezek akkor jönnek létre, ha kis tömegű atommagokkal, például hidrogénnel lépnek kölcsönhatásba. A lassú neutronok jelenléte tehát elsősorban hidrogénre, és ezen keresztül vízre, vízjégre utal. Ütközések során gammasugárzást is kibocsát az anyag, mégpedig az egyes elemekre jellemző energiaeloszlásban. A gamma spektrumból tehát bizonyos elemek jelenlétére és a relatív koncentrációra is következtethetünk.

A gammasugár spektrométer (Gamma Ray Spectrometer, GRS) az MGS gamma spektrométerének továbbfejlesztett változata. Átlagosan 250 km felbontásra képes, de egyes elemekre nézve a felbontás ennél rosszabb. A detektort egy 90 K alatti hőmérsékleten üzemelő 1,2 kg-os, nagy tisztaságú germánium egykristály alkotja, amely 3000 V feszültség alatt van. Nyugalmi állapotban alig vezeti az áramot (ekkor egy nanoampernél kisebb a mérhető áramerősség). Amikor nagyenergiájú foton, vagy töltött részecske találja el, az áthaladó áram erőssége ugrásszerűen megnő. A beütések időpontja és energiája alapján mérhető a sugárzás hullámhossz szerinti eloszlása. Egy-egy spektrumfelvétel átlagosan 30 másodperc alatt készül el. Összesen húszféle elem, mint például Si, O, Fe, Mg, Na, Al, Ca, S, C kimutatására alkalmas. A GRS az első 1–2 hónapban csak kalibrációs méréseket végzett, majd megkezdte a térképezést. Emellett a gammafelvilanások észlelésében is fontos szerepet kap, akár csak pl. az Ulysses szonda. Ezek a távoli űreszközök a bolygóközi térben végzett háromszöglet



segítségével tudják a felvillanások irányát meghatározni. Mindezekon túl a GRS még a napflerek jellemzőire is ad információkat.

A neutronspektrométer három tartományban vizsgálja a neutronokat: a termális, az epitermális és a gyors neutronok mennyiségét, arányát tanulmányozza. Képes különválasztani a Marsról, az űrszondából, valamint a kozmikus térből érkező neutronokat. Nagy energiájú részecskedetektora, a HEND (High Energy Neutron Detector) orosz fejlesztésű, 0,4 eV és 10,0 MeV közötti energiatartományban észlel.

A hőmérséklet-különbségek térképezése az egyes felszíni képződmények eltérő hőmérséklete révén az összetételi, szerkezeti jellemzőkre, a törmelék szemcsenagyságára utal. A különböző anyagok ugyanis eltérő sebességgel melegsznek és hűlnek. A sziklás felszínnek nappal erősen felmelegednek, ezért éjjel is meleg (a képeken világosabbak), míg a homok borította területek az éjszakai felvételeken hidegebbek (sötétebbek). A THEMIS (Thermal Emission Imaging System, hősugárzás rögzítő rendszer) 100 m-es felbontással készíti hőfelvételeket. A látható tartományban is rögzít képeket, ekkor 18 m a felbontása, de az így készült fekete fehér képekből nem lesz majd globális térkép. Az infravörös felvételekkel információt kapunk a felszíni anyagok kémiai, ásvány- és közettani összetételéről, az üledékes vidékek, egykori hidrottermális központok eloszlásáról, ősi víz alatti területekről. A felszínhez közeli magmatikus-vulkanikus vidékek helyzetét is kimutatják – utóbbi az elmúlt években felismert friss vulkáni aktivitás miatt fontos. A THEMIS 6,5 és 14,5 mikrométer között 9–10 sávban rögzít adatokat, és munkája végén 100 m-es felbontású globális térképet ad majd a vörös bolygóról. Képes felismerni a karbonát-, szilikát-, hidroxid-, szulfát-oxidot és foszfátásványokat, amelyek a Mars fejlődéstörténetének rekonstruálásában segítenek. A látható tartományban készült felvételei pedig a Viking és az MGS fotók közötti hézagot töltik be.

A MARIE berendezés (Mars Radiation Environment Experiment, Mars Sugárzási Környezet Kísérlet) célja a marsközeli sugárzási környezet vizsgálata, pontosabban annak megállapítása, hogy a Földről egykor majd a Marsra repülő asztronauták mekkora sugárterhelést kapnak. A különböző mérések alapján a sugárdózis egyébként több mint duplája, mint földkörüli pályán, a Nemzetközi Űrállomáson mérhetőnek.

Mindezek mellett egyéb feladatokat is ellát a Mars Odyssey, a 2003-ban induló marsjárók számára például átjátszóállomásként fog üzemelni. A szonda február végén kezdte meg a térképezést, és máris komoly eredmények születtek. A sok újdonság fő oka az, hogy elődeitől eltérő kutatási módszereket is használ.

Amint megkezdte programját a Mars Odyssey, azonnal látványos eredmény született: a gamma spektrométer közel 10 napos működés után vízre utaló jeleket észlelt a déli pólus vidékén. Ez valószínűleg vízjeget jelent, pontos mennyisége egyelőre nem ismert, csak annyi, hogy a felszín alatti 1–2 m mély rétegben összpontosul. Természetesen ennél mélyebben is lehet jég, de azt a berendezés nem érzékeli. A déli pólus körüli mintegy 30 fok sugarú területen található felszín alatti vízjég. Ez a terület lényegesen nagyobb, mint a déli pólussapka állandó része.

A Mars Odyssey remélhetőleg segít megoldani napjaink egyik dilemmáját. Miközben egyre több bizonyíték utal az egykori vizes környezetre, egyre több olyan elmélet lát napvilágot, amely víz nélkül is képes megmagyarázni ezeket a felszínformákat. A „Kék és Fehér Mars” néven ismert két ellenlábás teóriára jó példát nyújt az alábbi két (nem a Mars Odyssey-től) származó eredmény. Az Athabasca Vallis egy folyóvízgyere

hasonlító képződmény, az egyenlítőől kicsit északra található. A folyóvölgyet övező síkságon a Cerberus Rupes, egy 1000 km hosszú repedés húzódik. Az 1980-as évek óta feltételezték, hogy az Athabasca Vallisban láva és víz folyt. Az árok területén feltört vulkánokból kiömlött lávák fiatalabb lávafolyásai maximum 100 millió évesek, valószínűleg 20 millió évnél sem idősebbek. Devon M. Burr and Alfred S. McEwen (University of Arizona) vizsgálatai szerint a völgyben eredetileg láva, majd később víz folyt, ennek maximális vízhozama 1–2 millió m<sup>3</sup>/s lehetett. A víz valószínűleg a vulkáni aktivitással kapcsolatban jutott a felszínre.

A vizes „kék Mars” teóriáját támogató fontos tényező volt napjainkig az a sok réteges üledékes képződmény, amelyeket ősi tavi üledékeknek tartottak. Egy új elképzelés szerint itt nem ősi állóvizekből kiülepedett anyaggal, hanem lerakódott vulkáni porral van dolgunk. A Brian Hynek (Washington University) vezette kutatócsoport mérései alapján az üledékes rétegsorok a Tharsis-hátságához közeledve vastagodnak, ami vulkáni eredetre utal.

## A belső borítón bemutatott felvételek

1. A 31,4x69,7 km-es területről készült éjszakai infravörös felvételen jól láthatók a felszín anyagának különbségei. A középső 5 km-es kráter pereme világos, mivel por alig borítja a kibukkanó kőzeteit. A kanyargó vízfolyásnyom ellenben sötét, alját a környező területnél is finomabb anyag boríthatja. (É.sz. 2°, ny.h. 0°4', észak jobbra, THEMIS, felbontás 100 m, 2002.02.09.)

2. A Hydaspis Chaos a Mars tipikus káosz vidékei közé tartozik. Területén a felszín alatti tározószerkezetekből kitört víz és/vagy széndioxid hatalmas csatornát vájta a felszínbe, míg a vízfeltörés helyén az egyes blokkok megsüllyedtek, összeomlottak. A valóban kaotikus megjelenésű területen az abszolút magasságkülönbség 5 km. A peremen lévő meredek lejtőket borító kőzettörmelék világos színű, míg a sík területek sötétebbek, az egyes blokkok teteje a káosz terület fenekénél is sötétebb. Balról egy 7 km széles, 280 m mély csatorna érkezik a területre. (É.sz. 2°, ny.h. 29°, 106x30 km, észak jobbra, THEMIS, felbontás 100 m, 2002.02.20.)

3. Az Acheron Fossae egy erősen tektonizált, töredezett terület a Marson. A kinyírt felvételen látható árok pereme kb. 1 km magas, a lejtőn kb. 50 m széles sötétebb omlásos sávok is láthatók. A vizuális tartományban készült felvétel egy 18x9 km-es területet mutat. (É.sz. 37°, ny.h. 131°, észak felfelé, THEMIS, felbontás 18 m, 2002.02.19.)

4. Nappali infravörös felvétel a Kovalsky-kráterről (balra) és a Terra Sirenumról (jobbra) a déli felföldek területén. A kráter fenekén igen egyenlőtlen a por eloszlása, ami érdekes, foltos megjelenést okoz. (D.sz. 33°5', ny.h. 141°5', 32x108 km, észak balra, THEMIS, felbontás 100 m, 2002.02.19.)

5. Nappali infravörös felvétel a Terra Sirenum töréses szerkezetéről. Sok kráter körül látható sötét halo, amit a kidobott kőzettörmelék hoz létre. (D.sz. 33°5', ny.h. 141°5', 32x108 km, észak jobbra, THEMIS, felbontás 100 m, 2002.02.19.)

6. Nappali infravörös felvétel a Terra Sirenum területéről. A kép felső részén egy lávafolyás frontvonalának 35 km hosszú szakasza látszik. (D.sz. 33°5', ny.h. 141°5', észak balra, 32x108 km, THEMIS, felbontás 100 m, 2002.02.19.)

KERESZTURI ÁKOS