

Mars-körúton Európában

2003-ban szerencsém volt négy, Marssal kapcsolatos európai rendezvényen részt venni, amelyek célja felkészülés a 2004-es „Mars-rohamra” és a jövő körvonalazása volt. Július 14-25-ig az ausztriai Alpbachban *Working and living in space: from ISS to Moon and Mars* című nyári egyetemen voltam az Osztrák Űrkutatási Iroda jövőtárból. A kéthetes programban európai egyetemisták és fiatal kutatók (köztük egyetlen magyarként) az emberes marsutazással kapcsolatos alábbi problémákon dolgoztunk:

Mielőtt a Marsra menénk, jobban meg kell ismerni a hosszú távú űrbeli tartózkodás hatását az űrhajósokra – erre eddig kevés kísérlet volt, és csak a magnetoszférán belül – nem akarjuk, hogy a légköri fékezés után hetekig regenerálódjanak asztronautáink. Megoldás a több testedzés, éjszakai terhelő „gumiszalagok” viselete és hatékony doppingszerek fogyasztása lehet. A Marson a mérgező oxidánsokat és lényegyületeket tartalmazó füstszecse mércetű por az űruha részébe, a zsilipkamrából pedig a lakótérbe jut. A megoldás olyan szkafander, amely mindig a szabadban van, a hátán keresztül rogzúl a lakóegységhez, itt lehet be- és kímászni belőle. Utóbbi nehézkés, főleg ha pl. valakinek eltorik a lába. Súlyos sérüléskor az életfenntartó egység miatt a hordágyon csak hason fekve szállítható a beteg. Halálcsemetl pedig a testet tökéletesen el kell zárni, a benne elszaporodó mikroorganizmusok mindenkit elpusztítanak.

A felszíni közlekedés problémája: útközben nem tankolhatunk – ha pedig üzemanyagot pl. egy hónapra visszük magunkkal, túl nehéz a jármű. Megoldás az ún. ISRU: helyszíni erőforrás hasznosítás (In-Situ Resource Utilisation), ez Sabatier-rendszerben a földi hidrogén és helyben termelt energia révén a marsi légkör széndioxidjából oxigént, vizet és metánt gyárt. Az expedíció végiglátogatja az ISRU egységeket, és mendeigyiknél feltankol. Ezzel a Földről indítandó teljes tömeg kb. tizedére csökken. A módszer népszerűsítőjével, Robert Zubrinnal, a Mars Society vezetőjével egy hónappal később Brémában találkoztam.

Brémába menet megálltam Münchenben, az ESO központjában. Silvia Vicente és kolléganője, Carla jövőtárból az ESO lenyűgöző könyvtárát is felkereshettem. Az októberi sörfesztivál sátraiban pedig egyértelmű lett, hogy a helybéli fiatal csillagászoknak a tökéletes szakmai körülmények mellett a szabadidő eltöltésével sincs gondjuk. Brémában a *Harmadik Európai Mars Konferencia* (szept. 26–28.) az emberes Marsutazással foglalkozott. Bár fontosak a földi analógia kísérletek, az izlandi európai Mars-analógia bázisra még várni kell. Esténként a *MoonMars Workshop* keretében kellett volna a jövőt körvonalazni – de a társaság szakmai képzetlensége miatt inkább várost néztünk, Bréma ódon épületeivel ugyanis egy „miu Prága” hangulatát kelti. Kellemes meglepetés volt viszont a „No solo musica” („Nem csak zene”) spanyol televízió csatorna érdeklődése, akik külön riportercsapatot küldtek a konferenciára, és az egyetlen magyar véleményére is kíváncsiak voltak.

Műndezek után Spanyolországban a *Harmadik Európai Exo/Asztrobiológiai Workshop* (nov. 18–20.) témája a marsbéli élet lehetősége volt. A rendezvényre a Madrid melletti Asztrobiológiai Központban (Centro de Astrobiología, CAB) került sor, amely kitűnő példája a jól finanszírozott, modern nyugat-európai laboroknak. A tökéletes környezetben a szakemberek főleg biológiai és biokémiai problémákkal foglalkoznak. Az INTA katonai szervezet területén önálló épületben két éve működő CAB folyosóin kivilágított oszlopok mutatják be az asztrobiológia különböző területeinek kapcsola-

tát, miközben az ember a korábbi Mars-szondák 1:1 arányú modelljei között sétál. A konferencia széles palettájáról a legérdekesebb újdonságok:

Az extrém földi élőlények, mint esetleges marsbéli élethez hasonló ökoszisztémák fontosak. Minderre jó példa a spanyol Tinto folyó, amely a benne oldott vastartalom (15–20 ml/l) miatt vöröses színű. Forrásvidékén mélyen, fénytől elzárva olyan életközösség tenyészik, amely a pirítban lévő kén lehasításával vasat, a vas kémiai körforgása révén energiát nyer. Az oxigénmentes ökoszisztéma savas (pH= 2) környezetét mélyfúrással vizsgálják – részben műholdon keresztül irányítva, hogy minél jobban modellezzék a marsbéli munkát és távolról tanulmányozzák a kb. 300 ezer éve „üzemelő” életközösség gyártotta „vas sztramatolitokat”. A vasra épülő metabolizmus egyébként jó sugárvédő anyagokat termel, amelyek hasznosak lennének a Marson. Az ilyen földi, felszínalatti életközösségek folyékony víz jelenlétében, napfény és oxigén nélkül élnek és nulla °C közelében is aktívak. Energiaként gyakran hidrogént használnak, ami vulkáni eredetű, illetve a közet–víz kölcsönhatáskor szabadul fel.

A marskráterek jó helyszínt biztosíthatnak mindchhez (l. Meteor 2003/1. 14. o., 2001/1., 12. o.). A becsapódás törli a közetet, a repedések mentén víz szivárog, a nagy kőzetfelület reakciókat katalizál. A felszín alatti jeget megolvasztó becsapódás száz, vagy akár millió évig folyékonyan tartja és cirkuláltatja a vizet. A krátertő felszínén felgyűlt víz tetje befagy, ez alatt is sokáig folyékony víz lehet. Új eredmény, folyékony víz „sok” helyen lehet ma a Mars egyenlítői vidékén. Ez ún. abszorbeált, 0,1–0,3 mikrométer vékony hártaként borítja a szemcséket, és a molekuláris erők miatt akár –40 °C-on is folyékony. Az erősen kötött abszorpciós víz a párolgással és szublimációval szemben stabilabb, mint a jég. A szemcséken lévő kétdimenziós felület egzotikus kémiai környezetet teremt, az esetleges felszín alatti élőlények testfelületét is beboríthatja. Az abszorbeált víz ad magyarázatot a Mars Odyssey egyenlítői vidéken talált két nagy „jégfoltjára” is (l. Meteor 2003/7–8., fotómelleklet). A fagyáspont csökkentők által folyékonyan tartott víz kedvező körülményeket nyújt biopolimerek, az élet alapvető építőköveinek kialakulásához (l. Meteor 2003/7–8. 27. o.).

A marsbéli hematitos környezetek is fontosak, ez az ásvány főleg vizes környezetben keletkezik. Az USA Utah állambeli sivatagában jura korú homokkő hematitban gazdag részét vizsgálták, amely valószínűleg a feláramló alacsony pH-jú, szénhidrogénekben gazdag víz, és a leszivárgó oxidatív vizek találkozásakor keletkezett. A víznek érdekes helyszín a lehullott meteoritok repedése is. Az Ománi-sivatagban magas sótartalmú vizet találtak hullott meteoritok repedéseiben. Utóbbi a száraz sivatagi légkörből csapódik ki a sajátos mikrokozmoszban. Mindez a Marson érdekes, ahol a meteoritok szervesanyag-tartalma így még az oxidánsok miatti gyors lebomlás előtt érintkezhet vízzel. A marsbéli környezetek rekonstruálásában a homokszemcsék atommikroszkópos vizsgálata is segít: a szel szállította és koptatta szemcsék felületi egyenetlensége szabálytalan, míg a vízben szállítottakon a kémiai mállástól (étetés) az ásvány belső szerkezetének megfelelő szabályos mintázat keletkezik.

A meteoritokban utazó esetleges élőlények miatt vizsgálják az egyszerű életformák űrbeli túlélési képességét. Ezt 2004-től az Expose kísérlettel a Nemzetközi Űrállomáson tanulmányozzák tovább, ahol három évig a munta a hideg űr vákuumának és agresszív sugárzásainak lesz kitéve. A bolygóközi anyagserére egyéb forma is szóba jött: a Kamcsatka-félsziget Tolbacsik vulkánjánál élő termofil (hőkedvelő) élőlények a környék állandóan fagyott talajában is megtalálhatóak, és gázkebocsátással hívják fel magukra a figyelmet. A Marson egy robbanásos vulkánkitörésnél magasabban emel-

kedik a felhő, mint a Foldon, az anyag egy része el is hagyhatja a bolygót. Igaz, a ki-repülő szemcsék túl kicsik ahhoz, hogy a bennük maradt esetleges termofil élőlényeket megvédjék az űrbeli sugárzásoktól. Az életrajzok kutatásában új ötlet: egyes baktériumok makroszkóposan is észrevehető geometriájú telepeket alkotnak. Az *Escherichia Coli* centiméteres telepeit akár a Marson is észrevehetnénk. „Könnyű” célpont a mikroszkopikus élőlények életképességekor a kőzetfelületeken keltező biofilm is, ennek felismerhetőségét a Beagle-2 földi tesztkamerájával vizsgálták.

A konferencián természetesen szóba került az eddig talált kb. 28 marsmeteorit, amelyek kora 4,5 milliárd és 165 millió év közötti (l. Meteor 2002/4. 10. o., 2001/4. 16. o. 2001/7-8. 37. o.). Anyagukban a vas és a kén változatos oxidációs állapotokban fordul elő, ami azért fontos, mert egyes földi életközösségek a kén oxidációja és redukciója révén nyernek energiát. A marsmeteoritok egy olyan komplex környezeti rendszerről tanúskodnak (szerves anyagok, energiaforrások, egykori folyékony víz), amely egy képzeletbeli marsbéli felszín alatti ökoszisztémának jó körülményeket biztosít.

A technológiai fejlesztések között a földi távcsöves észlelések újdonsága: a felszín összetételére utaló infravörös spektroszkópiát korábban a gyenge felbontása miatt alig használták. 2003 augusztusában a hawaii adaptív optikájú UKIRT teleszkóppal 50 km-nél jobb felbontást értek el a szakembereknek a Marson. A jövő űrástávcsöveivel néhány km-es részleteket is rögzíthetünk majd oppozíciókor. Több előadás foglalkozott a jövő marssonadával. Az európai 200 kg-os Exomars rover a 10 és 45 fokos szélességek között landol majd 33 kg-nyi műszerrel 30 km-t jár be, 2 m magas sztereokamerájával a környéket, mikroszkópjával pedig 1 mikronos felbontással a sziklákat és a regolitot vizsgálja. Több helyen is lefűr 2 m mélységig, és külön oxidáns érzékelője van. A konferencián hazánkat rajtam kívül Bérces A., Bérczi Sz., Csengeri T., Földi T., Ronto Gy., Sik A. képviselte. Bérczi Szaniszló és Földi Tivadar előadásukban egy olyan berendezést mutattak be, amellyel az elektrosztatikusan összetapadó marsfelszíni port lehet összegyűjteni, és abban életrajzok után kutatni.

Külön szekciót kapott a bolygóvédelem, ennek keretében nem csak a természetes eredetű élet vándorlásról esett szó (l. Meteor 2001/6., 20. n.), de űrszondás szennyezésről is. A COSPAR űrkutatási szervezet ma az alábbi kategóriákat különbözteti el a bolygóvédelemben: marskörüli keringés, leszállás a bolygóra, exobiológiai kísérletek végzése a felszínen, mintahozatal a Földre. Az új szondák tervezésénél kritérium, hogy egy 200 nm-nél nagyobb földi biogén test kibocsátásának valószínűsége a marsbéli környezetben 10^{-14} -nél kisebb legyen. „Legveszélyesebb” az anyagminta hozatala a Földre. Ekkor a visszatérő egység pályája eredetileg bolygónk mellett vezet el, és csak akkor módosítják a leszálláshoz, ha az utolsó fedélzeti ellenőrzésen is minden rendben van. A leszállóegység valószínűleg nem használ ejtőernyőt, mivel az elromolhat, és a becsapódáskor széttörő szonda a földi környezetet beszennyezheti. A szondát olyan masszívra építik, hogy megússza a landolást, az anyag elszigeteléséről pedig speciális „biopajzs” gondoskodik. Az Aurora program keretében először 2011-ben áll marskörüli pályára egy szonda, majd két évvel később érkezik meg a leszálló egység. Utóbbi a felszíni anyagmintát a keringő egységre szállítja, amely a mintát a Földre hozza. A Marsra utazás előtt nem csak sterilizálni kell a szondákat, de az elpusztított földi élőlények maradványait el is kell távolítani. Mindez lehet hogy túlzott óvatosság, de minimálisra kell csökkenteni a két égitest közötti biogén anyagcseré esélyét.

KERESZTURI ÁKOS