

# ŰRTAN ÉVKÖNYV 2008-2009



*Az Asztronautikai Tájékoztató 60-61. száma*

Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság



**50 éve alakult meg a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya, Társaságunk jogelődje. A jubileumi ünnepséget az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézetében, Budapesten tartottuk, 2009. december 4-én. (Fotó: Both Előd)**

**Címlap: A kanadai Robert Thirsk (balra) és a belga Frank De Winne (jobbra), a Nemzetközi Űrállomás 20. és 21. állandó személyzetének tagjai az űrállomás fedélzetén, amint a magyar részvétellel folyó Neurospat kísérletben vesznek részt. (Kép: NASA) – Balázs László: A Neurospat kísérlet az ISS-en című cikkéhez**

# ŰRTAN Évkönyv 2008-2009

*Az Asztronautikai Tájékoztató 60-61. száma*

Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság



Magyar Asztronautikai Társaság

ÚRTAN Évkönyv  
2008-2009

Asztronautikai Tájékoztató  
60-61. szám

Szerkesztette: Dr. Frey Sándor

**Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság**  
**1027 Budapest, Fő u. 68.**  
***www.mant.hu***

Felelős kiadó: Bacsárdi László főtitkár

kézirat gyanánt

HU ISSN 1788-7771

Készült 400 példányban

## Előszó

Mint a cím is utal rá, az *ÚRTAN Évkönyv* legújabb kötete, amelyet az olvasó a kezében tart, két év eredményeit, eseményeit foglalja össze. A dupla számot a kényszer szülte, mivel a Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) anyagi lehetőségeit az előző évben sajnos meghaladta az önálló 2008-as kötet megjelentetése. Az Évkönyv mostani kinyomtatását a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) űrkutatási témapályázatán elnyert támogatás tette lehetővé, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

Mindkét esztendő, a 2008-as és a 2009-es is bővelkedett jeles nemzetközi és hazai űrkutatási eseményekben. Ezekről, sok érdekes témáról az Évkönyvben részletesebben is olvashatnak. Szokás szerint röviden beszámolunk a MANT rendezvényeiről, a Társaság életének kiemelkedő eseményeiről. Közzöljük a diákok számára kiírt űrkutatási esszépályázatunk középiskolás győzteseinek – a legjobb helyezést elért lánynak és fiúnak – a dolgozatát is, ezúttal mindkét évből. Ezek a diákok képviselték hazánkat az adott év nyarán az Egyesült Államokban, a huntsville-i Nemzetközi Űrtáborban.

Újításként az éves esemény-összefoglaló után közöljük az *Űrkaleidoszkóp* című rendszeres havi kiadványunk 2008-ban és 2009-ben megjelent számainak tematikus mutatóját is. Ennek segítségével utólag könnyebben visszakereshetők lesznek az űrkutatási eseményekkel kapcsolatos hírek, információk – azok is, amelyek hely hiányában ebben az Évkönyvben nem kaphattak helyet.

Budapest, 2010. február

*A szerkesztő*

## Szemelvények az űr kutatás 2008-as és 2009-es eseményeiből

Összeállította: Dr. Frey Sándor

Összeállításunkban elsősorban az Űr Világ internetes hírportál ([www.urvilag.hu](http://www.urvilag.hu)) anyagaiból válogattunk. Az eredeti hírek, beszámolók, összefoglalók szerzői: *Apáthy István, Balázs László, Dancsó Béla, Deme Sándor, Frey Sándor, Kiss Csaba, Ledneczki István, Németh Péter, Orgel Csilla, Pálfalvi József*. A felhasznált képek túlnyomó része NASA, ESA és JAXA fotó.

### 2008. január

**Három évtized után újra a Merkúrnál.** Az amerikai MESSENGER űrszonda útja során elrepült a Naprendszer legbelső bolygója mellett. Az eddigi űrszondás adatok, amelyeket a Merkúrról szereztünk, a szintén amerikai Mariner-10-től származnak, még 1974-75-ből. A NASA MESSENGER (*MERCURY SURFACE, SPACE ENVIRONMENT, GEOCHEMISTRY, AND RANGING*) szondája január 14-én volt a legközelebb, csupán 200 km-re a bolygó felszíne fölött. Ez a tervezett három megközelítés közül az első. Negyedszerre, 2011-ben sikerül majd úgy lelassítani a szondát, hogy az a Merkúr körüli pályára állva egy éven át részletesen tanulmányozhassa az égitestet. (Ezt a Mariner-10 annak idején nem tette.) A mostani első közelség különös érdekessége, hogy a szonda a bolygó eddig részletesen még fel nem térképezett fültekéje fölött halad el. A megközelítés során több mint 1200 felvétel készül. A kamerát és a többi tudományos mérőműszert a Nap sugárzásától árnyékolni kell: a szonda napsütötte oldalán több mint 300 °C a hőmérséklet. A 2004-ben indult, 446 millió dollárba kerülő küldetés a Merkúr igen vékony légkörétől a sűrű magjáig mindenről információt szeretne gyűjteni. A felszín 55%-át, amelyről a Mariner-10 három gyors elrepülése során nem készülhetett kép, most térképezik fel majd először.

### 2008. február

**A Columbus útnak indult.** Február 7-én elindult az Atlantis (STS-122). Az űrrepülőgép fedélzetén végre Föld körüli pályára utazhatott az Európai Űrügynökség (ESA) Columbus nevű kutatólaboratóriuma is. Az euró-milliárdokat érő laboratórium hosszú éveket veszteget a Földön, a Columbia katasztrófája miatt. A start külön érdekessége, hogy napra pontosan 7 évvel ezelőtt is az Atlantis indult a világűrbe. A Columbuszt a Nemzetközi Űrállomás Harmony (Node-2) nevű moduljához csatlakoztatják.

**A Titanon több a szénhidrogén, mint a Földön.** A Szaturnusz legnagyobb holdjának felszínén a becslések szerint sok százszor több folyékony szénhidrogén található, mint az ismert földi olaj- és földgázkészletek. A megállapítást az amerikai Cassini szonda adatainak elemzése nyomán tették amerikai kutatók. A Titan felszínét teljesen beborítják a széntartalmú molekulák, maga a hold egy hatalmas szerves kémiai laboratórium. A felszíni kb. -180°C-os hőmérséklet miatt az ottani állapotok igen távol állnak a Földön megszokottól. Ahogy nálunk a víz, a Titanon a szénhidrogének körforgása a jellemző. A szénhidrogének főleg folyékony etán és metán formájában fordulhatnak elő a Szaturnusz legnagyobb holdján. A Cassini eddig a felszín kb. egyötöd részét térképezte fel radaros módszerrel. Eddig százszámra találtak kisebb-nagyobb tavakat a radarképeken, főleg az északi pólus környékén. Némelyikük egy-maga több folyékony szénhidrogént tárol, mint a földi készletek. Az egyenlítő mentén húzódó dűnékben raktározott szén mennyisége pedig ugyancsak jócskán meghaladja a Földön megtalálható kőszén mennyiségét.

A Titannal kapcsolatos becslések során feltételezték, hogy a még közelebből nem vizsgált területeken is nagyjából ugyanannyi tó van. A tavak mélységéről sincs pontos információ, csupán földi analógiákon és a környező terepviszonyokon alapuló becslések. (Leegyszerűsítve: a Földön a tómélység gyakran kb. tizedrésze a környező domborzat magasságának.) A radarvizsgálatok alapján azt is feltételezik, hogy egyes titani tavak legalább 10 m mélyek lehetnek.

A Titan éghajlatának megértése szempontjából fontos tudni, hogy mennyi folyékony metán van a felszínen. A légköri metán mind ott, mind a Földön erősen üvegházhatású gáz – csakhogy a Szaturnusz narancsszínű holdján sokkal több van belőle. Ha esetleg a Titan tavaiiban kizárólag folyékony metán is lenne, az legfeljebb csak néhány millió évig tartana ki, folyamatosan a légkörbe kerülve ugyanis felbomlana és elszökne az égitéstről. Ebben az esetben a klíma lehülne. A kutatók lehetségesnek tartják, hogy a metán a felszín alól, kriovulkanizmus útján pótlódik. Ebben az esetben a metán múltbeli mennyisége és a hőmérséklet a Titanon igencsak változékony lehetett.

**Elmúlt a „műholdveszély”.** Magyar idő szerint február 21-én hajnalban az amerikai haditengerészet megsemmisítette a Föld sűrű légkörébe irányítatlanul belépni készülő felderítő műholdat. A Csendes-óceán északi részén állomásozó, Aegis osztályú USS Lake Erie hadihajóról indított Standard Missile-3 (SM-3) rakétával találták el a 210 km-es magasságban keringő üreszközt. A hőkövető fegyver telibe találta a műholdat, de nem robbantással, hanem az ütközés erejével semmisítette meg. Az előzetes adatok szerint sikerült eltalálni a műhold hajtóanyagtartályát.

Az NROL-21 (US-193) jelzésű kéműhold 2006. december 14-én indult. Pályára állása után nem tudták felvenni vele a kapcsolatot, ezért irányítatlanul keringett a Föld körül. Az egyre csökkenő pályamagasságból következett, hogy március eleje körül valahol becsapódott volna a felszínbe. Bár annak, hogy lakott területet érjen, igen kicsi volt az esélye, az amerikai illetékesek mégis úgy döntöttek, hogy nem kockáztatnak. A műholdon levő kb. 450 kg-nyi el nem használt, mérgező hidrazin hajtóanyag ugyanis a számítások szerint átvészelt volna a zuhanást.

Kérdés, hogy a döntésben – a műhold megsemmisítésének elrendelésében – mekkora szerepet játszott az adódó fegyverkísérleti lehetőség kihasználása. A hivatalos indoklások az emberi sérülések kockázatának elkerüléséről szólnak. Az Egyesült Államokban is hallhatók azonban olyan vélemények, hogy az okozott politikai kockázat – az ilyesfajta gyakorlat legitimizálása – sokkal nagyobb, mint amekkora egészségügyi veszélyt ezzel sikerült elkerülni.

**Elindult a Kizuna.** Japán nagysebességű internetkapcsolatot kínáló új műholdja február 23-án sikeresen startolt H-IIA hordozórakétával. A JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) japán űrügynökség és a Mitsubishi Heavy Industries közös vállalkozásában készült távközlési mesterséges hold, a Kizuna (WINDS) Tanegashima űrközpontból indult. Ez volt a H-IIA rakéta 14. startja. A japánok célja a Kizuna felbocsátásával, hogy demonstrálják a legmodernebb technológia működőképességét, a műholdas alkalmazások szerepét a nagysebességű internetes adatátvitel, a távoktatás, a távgyógyítás, a katasztrófa-elhárítás és az intelligens közlekedési rendszerek területén.

## **2008. március**

**A gyűrűs bolygó gyűrűs holdja?** A Cassini-szonda méréseiből azt valószínűsítik, hogy a Szaturnusz eddig „unalmasnak” gondolt Rhea nevű holdja körül gyűrű lehet. A 2005. novemberi megközelítéskor végzett helyszíni mérések eredményei szerint a Rhea lehet az első hold a Naprendszerben, amely körül törmelékdarabokból álló gyűrűt találtak. Az erre utaló bizonyítékok közvetettek. Amikor a Szaturnuszt és holdrendszerét vizsgáló Cassini elhaladt a

Rhea közelében, a hold körüli térségben – várakozásokkal ellentétben – igen kevés elektront detektáltak. Ez valami különlegesre utalt, hiszen más holdak esetén nem találtak ilyen jelenséggel. Az egyetlen épkézláb magyarázat, amit eddig találtak, a gyűrűk jelenléte lehet. A feltételezett gyűrűk anyaga – bizonyára centiméteres-méteres nagyságú vízgédarabok – elnyeli a töltött részecskéket, amelyeknek amúgy jelen kellene lenni, hiszen a Rhea a Szaturnusz magnetoszféráján belül tartózkodik. Magukat a gyűrűket a Cassini ugyanakkor még nem „látta”. A kutatók remélik, hogy a meghosszabbított program során alkalmuk lesz ismét közelről vizsgálni a Rheát.

### **Úton az első európai teherűrhajó.**

A Jules Verne március 9-én indult Francia Guyanából. Az Ariane-5 ES rakéta sikeres startja a nagy kapacitású európai automata teherűrhajók (ATV) első példányát juttatta Föld körüli pályára. A közel 20 tonnás Jules Verne fedélzetén a felszerelések mellett hajtóanyag, víz és oxigén tart a Nemzetközi Űrállomásra (ISS). A csatlakozást előkészítő manővereket a következő hetek során hajtják végre. A Jules Verne későbbi feladataihoz tartozik az űrállomás pályamagasságának megemlése is. Az Ariane számára szokatlan volt a teher, s szokatlan a felemelkedés útvonala is. Ezért az Európai Űrügynökség két plusz követőállomást helyezett üzembe: egyet az Atlanti-óceán közepén úszó hajón, egyet a Portugáliához tartozó Azori-szigeteken.



Ezért az Európai Űrügynökség két plusz követőállomást helyezett üzembe: egyet az Atlanti-óceán közepén úszó hajón, egyet a Portugáliához tartozó Azori-szigeteken.

Európa a mostani starttal, valamint a Columbus kutatómodul közelmúltbeli felszerelésével az ISS-re igazán jelentős szereplővé vált az űrállomás programjában. Szakértők ettől azt is várják, hogy újabb lendületet kap az európai űrkutatás.

**Úton az Endeavour.** Az amerikai űrrepülőgép hét űrhajóst és a japán Kibo kutatómodul első nagy elemét szállítja a Nemzetközi Űrállomásra. Az Endeavour 21. startja Floridában éjszaka, magyar idő szerint március 11-én reggel történt. Az űrhajósok hosszú programja címszavakban: a háromelemű japán Kibo kutatómodul első darabjának felszállítása és felszerelése az ISS-re, egy kétrészes kanadai robotkar (Dextre) összeszerelése, és számos tudományos kísérlet elvégzése. A 16 napos küldetés a leghosszabb, amit valaha is teljesített a NASA az űrrepülőgéppel a Nemzetközi Űrállomásnál. Nem kevesebb, mint 5 űrséta szerepel a tervben.

**Szerves anyagok az Enceladusnál.** A Cassini március 12-ei közeli elrepülésének első érdekes eredményei szerint a hold gejzír felhőjének anyaga szinte az üstökösökére emlékeztet. A gejzírek létét maga a Cassini szonda tárta fel még 2005-ben, s azok azóta is foglalkoztatják a szakembereket. Amikor a Cassini „szimatot vett” a Szaturnusz Enceladus holdjának déli pólusa környékéről induló gejzír felhőből, meglepő felfedezést tett. A hold körüli anyagfelhőben a víz, szén-dioxid és szén-monoxid mellett más, összetettebb molekulák (metán, propán, acetilén, formaldehid) is előfordultak, még hozzá a vártnál 20-szor nagyobb mennyiségben. Az immár szokásos – talán kissé merész – gondolati ugrás szerint ismét megnövekedett az esélye, hogy akár valamilyen életformát is találhatunk a Szaturnusz rendszerében. Senki sem tudja igazán, hogy pontosan hogyan is keletkezett az élet a Földön. Az biztos, hogy kellett hozzá bizonyos szerves molekulák, víz, és még valami „szikra”, amittől a folyamat beindult.



Az astrobiológiai szempontból mindenesetre az Enceladus a Naprendszer egyik legérdekesebb helyévé lépett elő.

A Cassini infravörös kamerája a közeli elhaladás során mérte a felszíni ún. tigriskarmolások (hasadékok) hőmérsékletét is, ami minden eddigi adatnál nagyobbak adódott. Nem kell persze földi értelemben magas hőmérsékletre gondolni: a melegebb sávok közepén mínusz 93 °C-ot mértek. (Ez épp 93 fokkal melegebb, mint a környező felszín hőmérséklete.) Mélyebben, a felszín alatt a víz akár folyékony állapotban is lehet.

## 2008. április

**Új Szojuz űrhajó startolt.** Április 8-án Bajkonurból három újonccal a fedélzetén elindult a Nemzetközi Űrállomás felé a Szojuz TMA-12. Személyzetének orosz tagjai – Szergej Volkov parancsnok és Oleg Kononyenko fedélzeti mérnök – mellett államközi egyezmény alapján a Koreai Köztársaság első űrhajója, Li Szo-jun (Yi So-yeon, 29 éves) is utazik. Az oroszok alkotják majd az ISS 17. számú állandó személyzetét. A korai űrhajós hölgy két mostani állandó űrállomáslakó, Peggy Whitson és Jurij Malencsenko társaságában tér majd vissza, április 19-én (Szojuz TMA-11). Szergej Volkov egyébként Alekszandr Volkov korábbi szovjet űrhajós fia.

**Újabb nagy lépés a Galileo megvalósulása felé.** Az ESA második, B jelzésű GIOVE (*Galileo In-Orbit Validation Element*) műholdja közép-európai idő szerint április 27-én startolt Szojuz hordozórakétával a kazahsztáni Bajkonurból. A Fregat végfokozat segítségével a műhold 23 200 km magas, közel kör alakú, az Egyenlítőhöz képest 56°-os hajlásszögű pályára állt. Az 500 kg tömegű űreszközt az Astrium vezette európai konzorcium építette, az integrálást és a tesztelést a Thales Alenia Space végezte Rómában. A GIOVE-B több mint két évvel követte az első Galileo tesztműhold, a kiválóan teljesítő GIOVE-A pályára állítását. Mindkét űreszköz feladata, hogy a hamarosan kiépítendő európai Galileo műholdas navigációs rendszerhez alkalmazandó egyes technológiai megoldásokat kipróbálja. A GIOVE-B fedélzetén található a legpontosabb atomóra (hidrogén mézer), amely valaha is a világűrbe került. Stabilitása eléri a napi 1 nanoszekundumos szintet. Mellette tartalékként két hagyományos rubidium atomóra is repül a GIOVE-B-n.

Az új tesztműhold a sugárzási környezetre vonatkozó méréseket is végez a közepes magasságú pályán, ahol majd a teljes Galileo konstelláció holdjai is működnek. A nagyfontosságú földi lézertáv mérésen alapuló helymeghatározás céljából speciális lézertükröt is elhelyeztek rajta. Természetesen navigációs jeleket is sugároz majd, az L sávban, három különböző frekvencián. A műszaki tesztek mellett a GIOVE-B feladata, hogy fenntartsa a Galileo számára biztosított rádiófrekvenciákon a jelsugárzást – eddig ez az élettartama végé felé közeledő GIOVE-A dolga volt.



## 2008. május

**A Marsra érkezett a Phoenix.** Az amerikai űrszonda hővédő pajzsos, ejtőernyős, majd rakétás fékezést alkalmazva május 26-án simán leszállt a bolygó felszínére. A Phoenix a Mars északi pólusapokájához közeli területen ért talajt, három lábára állva. A szonda alapvető feladata az esetleges marsi élet feltételei, jelei után való kutatás – utaljanak ezek akár jelenlegi, akár régmúltbeli életre. A még mindig a bolygón dolgozó Spirit és Opportunity módszerével szemben a Phoenix nem fog mozogni, hanem egy helyben állomásozik.

Ezen a helyen, magas északi szélességnél a talaj az év legnagyobb részében fagyott állapotban található. Az egyik fontos kérdés, hogy vajon a jég megolvad-e annyira, hogy esetleg mikroorganizmusok számára biztosítsa az élet fenntartásához szükséges feltételeket. A Phoenix egy sor, a Marson újdonságnak számító mérőműszerrel is fel van szerelve.

A NASA Mars-kutatási stratégiájának vezérfonala eddig is a víz nyomának követése volt. Most először arra is mód nyílt, hogy a vizet – ami a felszín alatti jég formájában van jelen – közvetlenül is vizsgálják. A Phoenix kutatja majd a talaj ásványi összetételét, a víz hatását. Sort kerít a sarkvidék időjárásának, a légkör és a felszín kölcsönhatásának megfigyelésére. A meteorológiai állomás a tervezett 3 hónapos – a marsi tavaszt és nyarat érintő – működési idő alatt a légkör víz- és portartalmát is méri. Később a leszállóhely környékét sztereokamerával térképezik fel. A fedélzeten két mikroszkóp is helyet kapott. A szonda közel 2 és fél méter hosszú, behajlítható robotkarja a felszín alatt néhány centiméterrel-deciméterrel feltételezett jeges rétegből tud mintákat venni, majd azokat a szondán levő két berendezésbe (miniatűr laboratóriumba) juttatni további analízisre. A karon kamera és elektromos vezetőképességet mérő berendezés is lesz. A minták vizsgálata egyrészt melegítéssel történik: így tudják meghatározni az illékony összetevőket, mint például a vizet és az élet szempontjából alapvető széntartalmú vegyületeket. A másik műszer a talajminta kémiai összetételét állapítja meg.

A tavaly augusztus 4-én startolt Phoenix 679 millió kilométeres út megtételével jutott a szomszédos bolygóig. Több mint harminc éve, a Viking űrszondák óta, ez volt az első sima leszállás a Mars felszínén. A potenciális leszállóhelyek kiválasztásában a Mars körül keringő űrszondák (elsősorban a Mars Reconnaissance Orbiter) képeit használták. A tudományos célok elérhetősége mellett természetesen a biztonság is elsődleges szempont volt. Olyan helyet választottak, ahol a terep a legkevésbé sziklás.

**Úton a „japán” Discovery.** A május 31-én startolt amerikai űrrepülőgép a japán Kibo kutatómodul fő egységét szállítja a Nemzetközi Űrállomásra. A két hétig tartó utazásra hét űrhajós indult, köztük hat amerikai és egy japán. Az utazás érdekessége, hogy a parancsnok, Mark Kelly ikertestvére, Scott is űrhajós. Karen Nyberg pedig pontosan az ötvenedik nő, aki a világűrbe jutott. A turistabusz méretű japán egység (Kibo - Pressurized Module) a felszerelése után az ISS legnagyobb méretű egyedi modulja lesz. Az űrhajósok három űrsétát tesznek. A legnagyobb szerelési feladat természetesen a Kibo elhelyezése és „felélesztése” lesz, amibe beletartozik a modul saját robotkarjának a felszerelése és a korábban feljuttatott kisebb tárolóegység átmozgatása.

## 2008. június

**Repül a GLAST.** A NASA régen várt új gamma-csillagászati űrobszervatóriuma, a GLAST (*Gamma-ray Large Area Space Telescope*, magyarul kb. nagy gyűjtőfelületű gammasugár-űrtávcső) június 11-én startolt Floridából, Delta-2 hordozórakétával. A 690 millió dolláros, 4303 kg-os, legalább 5 éves munkára tervezett űreszköz többszöri halasztás után került most Föld körüli pályára. A végső körpálya magassága 560 km, hajlásszöge az Egyenlítő síkjához képest 25,6°. A program széles együttműködésben készült, számos amerikai intézet mellett olasz, francia, japán és svéd közreműködéssel. A GLAST a gammatartományban, a legnagyobb energiájú (legrövidebb hullámhosszú) elektromágneses sugárzás tartományában vizsgálja majd az égitesteket.



A tudományos célok közt szerepel a világegyetem legergikusabb folyamatainak, a fekete lyukak környezetéből induló, relativisztikus sebességű részecskékből álló plazmalyukaknak, a gammakitöréseknek, a pulzároknak, a kozmikus sugárzás eredetének, valamint a Napon létrejövő flereknek a kutatása. Az új műhold nevezetes elődje a CGRO (*Compton Gamma Ray Observatory*), amely 1991 áprilisában állt pályára az Atlantis űrrepülőgép rakteréből, s 2000-ig működött. A GLAST az azóta végbement műszaki fejlődésnek köszönhetően sokkal nagyobb felbontással, látómezővel és érzékenységgel tanulmányozhatja majd csillagászati célpontjait.



A NASA augusztusban Enrico Fermiről, a nagyenergiás fizika úttörőjéről nevezte el új űrtávcsövét.

**Phoenix: megvan a jég!** A NASA június 19-én megerősítette, hogy a Phoenix űrszonda jeget talált a Mars felszíne alatt. A szonda a korábbi problémák után most úgy tűnik elérte azt a tudományos áttörést, amiért küldték. A Phoenix egyik, négy marsi nappal korábban (sol 20) kiaszott kutatóárokánál néhány fényesebb felületű rög a 24. marsi napra (amíg a szonda fényképezőgépét nem irányították újra a korábban vizsgált területre) eltűnt. A tudósok szerint a jelenség magyarázata nem lehet más, mint hogy a rögek jégdarabok voltak, amelyek a felszínre kerülve elszublimáltak. A teóriát tovább erősíti, hogy egy másik kutatóárok ásása közben a szonda ásókarja valamilyen kemény anyagba ütközött, ami a feltételezések szerint egy jégréteg lehet. A feltételezett jégréteg egyébként pont olyan mélységben húzódik a felszín alatt, mint egy másik kutatóárokban talált keményebb réteg, így a tudósok most úgy gondolják, hogy a szonda alatt több helyen is fognak jeget találni.

## 2008. július

**Csehország az ESA tagja lesz.** Prágában ünnepélyesen aláírták azt az egyezményt, amelynek értelmében a Cseh Köztársaság teljes jogú tagként csatlakozik az Európai Űrügynökséghez. A csehek az 1990-es évek eleje óta közeledtek a jelenleg 17 tagországgal rendelkező európai űrszervezethez. Az európai együttműködő állam státuszát 2004-ben kapták meg. Emlékeztetőül: az első ilyen „előcsatlakozási” egyezményt korábban Magyarország kötötte az ESA-val. A PECS (*Plan for European Cooperating States*) egyezmény keretében négy év alatt Csehország mintegy 12 millió eurót költött űrkutatási programokra. Ennek hozzávetőleges megoszlása: 50% űrtudomány, 25% űrtechnológia, 22% földmegfigyelés és 3% műholdas navigáció. A szerződés parlamenti ratifikációs eljárása várhatóan az év végéig befejeződik Csehországban. Így 2009. január 1-jétől az egykori szocialista blokk űrkutatói közül a csehek elsőként dolgozhatnak az Európai Űrügynökség keretein belül.

**Műholdas térképpel a szélenergia hasznosításáért.** A NASA QuikSCAT műholdjával készült globális tengeri széltérkép alapján kijelölhetők azok a helyek, ahol a leginkább érdemes part menti szélenergiát kihasználni. Az 1999-ben felbocsátott QuikSCAT az óceánfelszín közelében fújó szél sebességét és irányát képes meghatározni. A mérés radaros elven működik. Azt használja ki, hogy a változó szél következtében más-más módon hullámzó vízfelületről másképpen szóródnak a fedélzeti radarberendezés által a vízfelszínre küldött mikrohullámok. A közel egy évtizedet átfogó adatbázisból most elkészítettek egy széltérképet.

A szélenergia felhasználása során nem keletkeznek közvetlenül üvegházhatású gázok. Ezért ezt a bőségesen rendelkezésre álló „zöld” energiaforrást érdemes volna minél hatékonyabban az emberiség szolgálatába állítani. Ezt segíti, ha megbízható információval rendelkezünk azokról a helyekről, ahol folyamatosan és megfelelő erősséggel fúj a szél. Mivel a QuikSCAT adatai a tengerfelszínre vonatkoznak, ebben az esetben természetesen a partok mentén építendő szélerőművekről lehet szó. Becslések szerint a világ energiaszükségletének akár 10-15%-át is lehetne fedezni a szél energiájából. A számítások azt mutatják, hogy a legalkalmasabb helyeken az egy négyzetméterre jutó termelés 500-800 W lehet. Az ugyancsak környezetbarát napenergiához (1 kW/m<sup>2</sup>) képest ez kevesebb ugyan, de azt is érdemes számításba venni, hogy a szélenergia a generátorokkal hatékonyabban és olcsóbban alakítható elektromos energiává, mint a napenergia a jelenleg gyártott napelemekkel. A jövőben akár úszó szélerőmű-telepek is elképzelhetők – ezek zajukkal kevésbé zavarják a part menti élővilágot, s nyílt vizek felett általában a szél is erősebb.

A térképen megjelöltek néhány helyszínt, ahol különösen érdemes volna a szélenergiát hasznosítani. Ilyen például Észak-Kalifornia, Tasmánia, Új-Zéland egy-egy jól meghatározott vidéke. Az adatbázis nem csak a szélenergia jobb felhasználását segítheti elő. Értékes információt nyújthat például a hajózási társaságoknak, amelyek így el tudják kerülni a legviharosabb tengeri útvonalakat.

### **Teljes a német radaros kéműholdak flottája.**

Július 22-én Pleszeckből orosz Kozmosz-3M rakétával pályára állt a SAR-Lupe sorozat ötödik műholdja is. A 770 kg tömegű űreszköz fedélzetén egy 3 m-es átmérőjű tányérantenna szolgálja a nagyteljesítményű X-sávú radarrendszert. A felhőzetre és a napszakra nem érzékeny, bármikor végezhető műholdas radarméréseket a német hadsereg alkalmazza majd felderítési céllal. A kb. 1 méteres felbontású radarképeket szolgáltató öt műhold alacsony poláris pályákon, 500 kilométeres felszín feletti magasságban kering. A három külön pályásik lehetővé teszi, hogy a földfelszín legnagyobb részét folyamatosan figyelhessék. A SAR-Lupe rendszer kiépítése az első műhold 2006. decemberi indításával kezdődött, működési élettartama várhatóan tíz év. Egy német-francia együttműködés keretében a radaros felderítési információkat kiegészítik a francia Helios rendszertől származó optikai és infravörös megfigyelések.



### **Kigördült a hangárból a WhiteKnightTwo.**

A Virgin Galactic bemutatta az érdeklődőknek a készülőben levő SpaceShipTwo űrgró járművet hordozó repülőgépnél az első példányát. A kéttörzsű WhiteKnightTwo valójában egy nagyméretű, elegáns repülő starthely, ahonnan majd a SpaceShipTwo járművek tovább indulnak. A 104 km-es magasságot két pilótával és hat utassal elérő járművek kb. 15 km-es magasságban válnak le a hordozó repülőgépről. Ez utóbbinak az első példánya 2008. július 28-án gördült ki a hangárból, hogy a meghívott vendégek és újságírók is megismerhessék. Ezzel újabb jelentős mérföldkőhöz érkezett a kereskedelmi űrgrások megvalósítása.

A négy sugárhajtóművel felszerelt, szénszálas kompozit anyagból készült repülőgép építését számítógépes aerodinamikai tesztek előzték meg. Ez a Scaled Composites által megépített negyvenedik gép. A gyakorlati kipróbálás azonban még hátravan, a földi tesztek után a repüléssorozat egy-két hónap múlva kezdődhet. Legjobb esetben mindössze 40 felszállás után a WhiteKnightTwo elvileg készen állhat az űrgrások indítására. A repülőgép a vállalkozó kedvű „úrutasok” indításán kívül más célokra is használható lesz: kisebb műholdak Föld körüli pályára állítását segítheti, de nagyobb teher légi szállítására, vagy akár nagy mennyiségű vízzel való tűzoltásra is bevethető lesz.

**Megvan a marsi víz.** Nem meglepetés, de mégis történelmi jelentőségű felfedezés: a Phoenix közvetlenül is bebizonyította, hogy van vízjég a Mars talajában. Hosszas vizontagságok után sikerült vízjeget tartalmazó mintát juttatni a TEGA (*Thermal and Evolved-Gas Analyzer*) műszer egyik kemencéjébe. Legutóbb azon bukkant el a próbálkozás, hogy a jegesnek feltételezett rétegből lekapart anyagminta megtapadt a markolókanál alján. A TEGA berendezés a fokozatosan melegített anyagmintából eltávozó gázok összetételét analizálja. Korábban, az első vizsgálat során nem bukkantak víz nyomára. A feltételezések szerint azért, mert túl sok ideig tartott a mintának a műszerbe juttatása, s ez idő alatt a benne levő vízjég elszublimált. A talajfelszínen látható, majd pár napon belül eltűnő szemcsék fényképezése egyébként igazolni látszott ezt az elképzelést. (Még korábban a Mars körül keringő űrszondák radaros mérései is a felszín alatti jelentős mennyiségű jégre utaltak a bolygó sarkvidéki területein.) A vízjég közvetlen kimutatása – „megérintése és megizlése” – azonban eddig még váratott magára.

A július 30-án végül a TEGA műszerbe juttatott mintában levő kevéske jég jelenlétére a hőmérséklet emelkedésének menetéből következtettek. A melegítés hatására a jég megolvad, s amíg ez a fázisátalakulás teljesen le nem zajlik, hőmérséklete állandó marad. Eközben a Marson tartózkodó szonda elkészítette a leszállóhely környékének teljes, színes panorámaképét. A Phoenix küldetését egyébként hivatalosan is meghosszabbították, egyelőre 1 hónappal, szeptember 30-ig. Ennek további költsége 2 millió dollár, ami az eddigi teljes 420 millióhoz képest nem nagy összeg...

## 2008. augusztus

**Olimpia és űrkutatás.** Nemrég fenekestől felforgatta az úszóvilágot egy új úszódressz, amelynek viselői sorra döntik meg a világcsúcsokat. A NASA kutatóinak segítségével kifejlesztett ruha főszerephez jutott Pekingben, a nyári olimpiai játékokon is.

A versenyeket természetesen nem a ruha „nyeri meg”, hiszen kell legyen benne egy kítűnő sportoló is! A csúcstechnológiával készült sportruházat viszont megadhatja azt a szükséges pluszt, ami a centiméterek és a századmásodpercek elleni harcban a vetélytársak legyőzéséhez szükséges. A Speedo sportszergyártó cég által piacra dobott úszóruháról a hazai sajtóban is bőségesen olvashattunk. Röviden: a Speedo februárban mutatta be az LZR Racer nevű új úszódresszét. Azóta a sportágban negyvennél is több világrekordot döntöttek meg viselői, s a cég sikere máris érzékenyen érinti a piaci versenytársait.

Az úszóruha anyagát az amerikai repülési és űrkutatási hivatal Langley Kutatóközpontjában (Hampton, Virginia, USA) kísérletezték ki, ugyanabban a szélcsatornában, amelyben például az űrrepülőgépek aerodinamikai tulajdonságait is vizsgálták. A NASA több évtizedes gyakorlattal rendelkezik a gázok és folyadékok dinamikájának, a közegellenállás csökkentésének kutatása terén. Akár a repülőgépek és űrhajók levegőbeli, akár az úszók vízbeli mozgásáról van szó, a jelenségek hátterében álló fizikai törvények ugyanazok.

A ruha anyaga egy igen könnyű, de erős műanyag. A kutatómunka során közel hatvanféle különböző anyag közegellenállási tulajdonságait vizsgálták. Az addig szokatlan feladathoz a módszereket külön ki kellett dolgozni. Egy a vízben kb. 2 m/s sebességgel úszó



embert a szélcsatornában egy 28 m/s sebességgel haladó áramlás útjába helyezett, alumíniumlemezeire erősített csövekkel szimuláltak. Az együttműködés alapján az adatokat a Speedo szakemberei kapták meg.

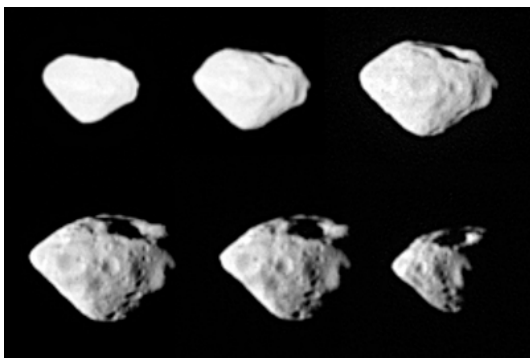
Az újonnan kifejlesztett ruha pozitív hatása abban rejlik, hogy úszás közben a vízben a test körül fellépő örvénylést csökkenti. Ezzel az úszó által befektetett energia nagyobb hányada fordítódik a haladásra. Becslések szerint egy élvonalbeli úszó teljesítményét kb. 2%-kal javíthatja ez az eszköz, amit a Nemzetközi Úszósövetség engedélyezett. Sokan attól félnek, hogy az úszásban is egyfajta technológiai versengés indulhat meg. A legsportszerűbb nyilván az volna, ha mindenki azonos feltételekkel, azonos anyagú ruhában indulhatna. (Az ókori görögök még meztelenül indultak a játékokon...)

### **Kimászott a kráterből az Opportunity.**

Sikeresen visszatért a sík terepre a Victoria-kráter belsejében járt amerikai marsjáró. A viszonylag nagyméretű, közel 800 m-es átmérőjű krátert majdnem egy éve tanulmányozta belülről az Opportunity. A marsi robotgeológus most újra kijutott a kráter belsejéből.

Az Opportunity a leszállása óta eltelt 55 hónap nagyobb részét a Victoria-kráter környékének és belsejének vizsgálatával töltötte. A belső sziklakibúvások és rétegek azokról a régmúlt időszakokról, az akkori környezeti feltételekről tanúskodtak, amikor a kőzetek keletkeztek. A Victoria előtt, 2004 végén a kisebb Endurance-kráter volt az Opportunity kutatási célpontja. A marsjármű hosszú utat követően, 2006 szeptemberében érte el a Victoria-kráter peremét. Először alkalmas helyet kerestek a behatolásra, aztán bevezették az eszközt a mélyedésbe.

A kutatók egy hónappal ezelőtt döntöttek úgy, hogy eleget láttak már a Victoria-kráter belsejében. Korábban természetesen tartottak attól, hogy a rég lejárt „szavatossági idejű” űreszköz kerekeivel történhet valami hiba, ami miatt az akár csapdába is eshetett volna a kráter belsejében. Szerencsére nem így történt, ezért már új tudományos célpontok után nézhetnek. A Mars egyenlítői régiójában, a Meridiani-síkságon tartózkodó Opportunity a következő hónapok során a környéken található kisebb-nagyobb kőveket tanulmányozza majd a robotkarjára szerelt eszközökkel. Ezek az öklömnyi vagy nagyobb „kavicsok” valószínűleg becsapódások alkalmával keletkeztek.



### **2008. szeptember**

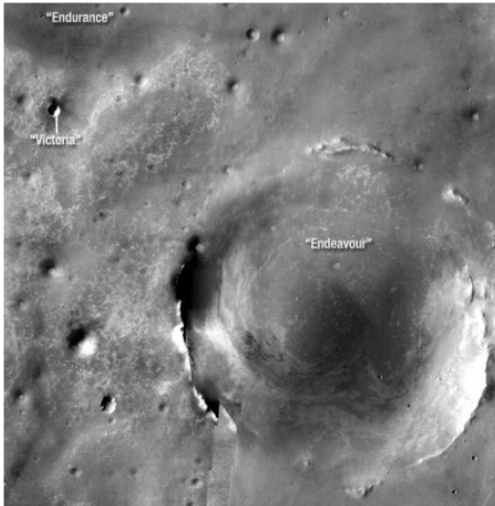
**Az első közeli képek a Steins kisbolygóról.** Az ESA Rosetta űrszondája 800 km-re közelítette meg a 2867 Steins kisbolygót. A 67/P Csurjumov–Geraszimenko-üstökös felé tartó, oda 2014-ben érő európai Rosetta útba ejtette a kisbolygót, s ez alkalmat adott fedélzeti műszereinek kipróbálására is. A legnagyobb megközelítés szeptember 5-én történt. A két test 31 ezer km/h relatív sebességgel haladt el

egymás mellett. A kb. 5 km-es átmérőjű Steins a Mars és a Jupiter pályája közt húzódó fő kisbolygóöv belső részén kering, a Naptól 353 millió km-re. Az előzetes ismereteink szerint kisbolygók egy ritka (E jelű) típusába tartozik. Ilyen kisbolygót még sohasem vizsgált űreszköz közelről. Jellemzője a kis méret és a szabálytalan alak. Az eredetére vonatkozó elképzelés szerint egy nagyobb méretű, a Naprendszer korai időszakában szétdarabolódott kisbolygó kérgének darabja lehet. Anyagát főleg szilikátok teszik ki, vastartalma kicsi. A Steins kisbolygónak a Rosetta OSIRIS kamerájával készült képein egy nagy, 1,5 km-es átmérőjű kráter látható. Meglepő, hogy az égitest annak idején egyben maradt ez után a becsapódás után. A képeken számos kisebb kráter is kivehető, ami idős felszínre utal.

**Pályán az éles szem.** Szeptember 6-án elindult a GeoEye-1 amerikai kereskedelmi távérzékítő műhold, amellyel 41 cm-es földfelszíni felbontású űrfelvételeket is készítenek majd. A műholdat üzemeltető és felvételeit piacra bocsátó, a virginiai Dulles városában székelő GeoEye cég 2006-ban alakult a Space Imaging és OrbView vállalatok egyesülésével. Az új műhold az elődcégek jelenleg is működő Ikonos, illetve OrbView-2 műholdjaihoz csatlakozik. A kereskedelmi forgalomban hozzáférhető legjobb felbontású képek fő vásárlója az Egyesült Államok kormányzata lesz. Az amerikai National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) ügynökséggel kötött 500 ezer dolláros támogatási szerződés segítette a program előkészítését és a műhold felbocsátását. A másik nagy felhasználó a Google lesz, így a képekkel hamarosan találkozhatunk a népszerű Google Earth és Google Maps programokat használva is. Egy exkluzív megállapodás értelmében a nagyfelbontású űrfelvételekhez konkurens online térképi kereszolgáltatások üzemeltetői nem juthatnak hozzá. A Google logója még a Delta-2 rakéta első fokozatára is felkerült, habár a cégnek nincsen közvetlen vagy közvetett anyagi érdekeltsége a vállalkozásban.

**Túlélni az űrutazást...** egy űrhajó belsejében sem garantált. Elsőként az állatok közül, egy apró élőlény példányai ezt kívül, a vákuumban és a sugárzásnak kitéve is megtették! Az ezt igazoló kísérletet svéd vezetéssel, az ESA szervezésében végezték az orosz Foton-M3 visszatérő műholdon, 2007 szeptemberében. A szóban forgó többsejtű élőlény egy aprócska (legfeljebb 1,5 mm-es) teremtmény, a medveállatka (*Tardigrada*). Normális esetben nedves körülmények közt, például erdei mohában és zuzmóban él. Az állatka extrém körülmények közé kerülve képes minden élettevékenységet felfüggeszteni. Ha környezete kiszárad, képes bevárni, amíg élőhelyét újra elegendő víz éri. A hidegnek, melegnek, sugárzásnak ugyancsak ellenáll. Márpedig az űrben töltött tíz nap alatt a körülmények valóban különlegesek voltak: az emberek vagy a legtöbb más élőlény számára pillanatok alatt halálosak lettek volna.

A kutatók számára a legmeglepőbb az volt, ahogy a medveállatkák némelyike az ultraibolya sugárzást elviselte. (A légüres térrel és a kozmikus sugárzás hatásával láthatóan nem volt különösebb baj.) A Nap ultraibolya sugárzása a Föld felszínén, a légkör jótékony takarásában kb. ezerszer gyengébb, mint a Föld körüli pályán. A sugárzás hatására az élő szövet károsodik (gondoljunk csak a bőrünket érő napégésre), de módosulhat a sejtek genetikai állománya (így alakul ki például a bőrrák). A „túlélők” a Földre való visszatérés után újra képesek voltak szaporodni. Feltételezik, hogy még azok a medveállatkák is, amelyek átvészelték a kísérletet, DNS sérüléseket szenvedtek, de valahogy képesek voltak ezeket kijavítani. Ha rájönne arra, hogyan működött a folyamat, azt talán az orvosi kutatásokban is hasznosítani lehetne. Az eredményeket a *Current Biology* című szakfolyóiratban közzölték.



### **Opportunity: még nagyobb kráter a cél.**

Az amerikai marsjárót egy, az előzőnél jó hússzor nagyobb kráter felé irányítják – hátha két év (!) múlva még odaér. Az Endeavour-kráter eléréséhez az Opportunity marsjárműnek kb. 12 km-t kellene megtennie délkeleti irányba, ami nagyjából ugyanannyi, mint amit a 2004-es Marsra érkezése óta összesen haladt. A marsjáró nemrég mászott ki a Victoria-kráter belsejéből. Az utazás a legjobb tempóban is két évet venne igénybe. A NASA JPL szakemberei szerint sem valószínű, hogy a névleges élettartamát már most sokszorosán túlélt rover el is jut a távoli kráterhez, de a haladás iránya tudományos szempontból épp megfelelő. Arrafelé ugyanis egyre többet várnak azokból a

kövekből, amelyeket vizsgálni szeretnének. Így hát miért ne próbálhatnák meg elérni a célpontot? A kráter átmérője kb. 22 km, és mélysége (300 m) alapján ott sokkal több kőzetréteg bukkan ki a felszín alól, mint amennyit a Victoria-kráterben közelről tanulmányozhattak. A bátor célkitűzés teljesítéséhez legfeljebb az adhat reményt, hogy az irányítók két új segítséggel is számolhatnak. Ezek a 2005-2006-ban, a Victoria-kráterhez vezető úton még nem álltak rendelkezésre. Az egyik a Mars Reconnaissance Orbiter szondán levő nagyfelbontású kamera (HiRISE). Ezzel a útvonalat és a várható akadályokat felülről fel tudják mérni. A másik újdonság az új fedélzeti szoftver, amelyet 2006-ban az Opportunity és a Spirit marsjáróra is eljuttattak. Ez utóbbi az autonóm navigációt és akadály-felismerési képességet javítja.

### **Elindult a Sencsou-7 kínai űrhajó.**

Kína harmadszor juttatott embereket – ezúttal három űrhajóst – a világűrbe. A Sencsou-7 Hosszú Menetelés-2F rakétával emelkedett a magasba a Kanszu (Gansu) tartományban, a Belső-Mongólia határához közel fekvő Csiucsüan (Jiuquan) űrközpontból, szeptember 25-én.

A repülés során most először hagyta el kínai űrhajós a Föld körüli pályán keringő űrhajót. Az első kínai űrsétát Csaj Cse-kang hajtott



végre. Feladatai között szerepelt egy, még a start előtt az űrhajó külsejére szerelt anyagminta begyűjtése. Az eseményt a kínai televízió révén világszerte láthatták. A kilépést követően Csaj üdvözlését küldte országa lakóinak és a világ többi részén élő embereknek, majd meglengette a nála levő kínai zászlót. Az orbitális modulban Liu Po-ming segédkezett az űrsétát végrehajtó társának. Míg Csaj az új kínai gyártású űrruhában dolgozott, addig Liu orosz szlafvandert viselt. (Az utóbbi szolgált mintául a kínaiak saját szlafanderéhez is, a Sencsou-7 útja során pedig orosz szakértők is tevékenykednek a földi irányítóközpontban.)



A harmadik űrhajós, Csing Haj-peng az űrtörténelmi esemény alatt a visszatérő modulban tartózkodott. Az űrsétát úgy időzítették, hogy a Nap megvilágítsa az űrhajót. A folyamatos közvetítést földi követőállomások, követőhajók, valamint egy korábban felbocsátott adatátjátszó műhold garantálta. Az esemény során a Sencsou-7 Afrika, az Indiai-óceán és Ázsia felett repült. A harmadik emberes kínai űrhajó leszállókabinja 3 nap (pontosabban 68 óra) repülés után landolt Belső-Mongólia sztyeppéin.

**Falcon-1: a negyedik próba sikerült.** A kaliforniai Space Exploration Technologies (röviden: SpaceX) cég célja olcsó, magánfejlesztésű hordozórakétákkal forradalmasítani a műholdindítások piacát. Első rakétájuk, a Falcon-1 ezelőtt már háromszor kudarcot vallott, legutóbb 2008. augusztus elején. A siker azonban akkor „nem sokon múlt”, ezért a program nem veszített a lendületéből. Az előző probléma megoldásához csupán arra volt szükség, hogy több időt hagyjanak az első fokozat leválása és a második fokozat begyűjtása között. Az indítási kísérlet – mint az eddigi három is – az amerikai hadsereg gyakorlóteréről, a Csendes-óceánban fekvő Kwajalein-atoll (Marshall-szigetek) egyik szigetéről történt. A startra magyar idő szerint szeptember 29-én kerítették sort. A rakéta terhe egy egyszerű, 165 kg-os alumíniumtömb volt, amivel elsősorban demonstrálni kellett, hogy műholdként pályára állt, 500-700 km közötti magasságban.

## **2008. október**

**Másodsor a Merkúrnál.** Az amerikai MESSENGER szonda október 6-án ismét elrepült a Naprendszer legbelső bolygója közelében. E hintamanőverre is az űrszonda Merkúr körüli, 2011-es pályára állásához volt szükség. Csakúgy, mint ez első, januári elhaladásakor, a kutatók most is tudományos szempontból értékes felvételeket és mérési adatokat vártak. Több mint 1200 kép készült, eddig még feltérképezetlen területekről is. A legkisebb felszín feletti magasság most is 200 km volt, mint januárban. A relatív sebesség több mint 21 ezer km/h. A manőver nagy precizitást kívánt az irányítóktól. A kamerák a bolygófelszín közel egyharmadát tudták megfigyelni, de épp a múltkorival átellenes oldalon. A MESSENGER előző látogatása nyomán a kutatók kiderítették, hogy vulkáni tevékenység, és nem becsapódások alakították ki a Merkúr nagy simaságú síkságait. Megállapították, hogy a magnetoszféra cseppszerűen elnyúlt, alakját a napszél formálja. A bolygó körüli végső pályára állás előtt lesz még egy elrepülés, 2009 szeptemberében.

**Elindult a Szojuz TMA-13.** A fedélzeten a Nemzetközi Űrállomásra tartó 18. állandó legénység két tagja és egy amerikai űrturista. A start október 12-én történt a kazahsztáni Bajkonurból. Az űrhajó utasai: Jurij Loncsakov (Oroszország) és Michael Fincke (Egyesült Államok). Velük együtt az ISS-re tart Richard Garriott amerikai űrturista. Garriott kb. 30 millió dollárért tíz napig tartózkodik fent, hogy azután az előző Szojuz űrhajón visszatérjen a Földre, a most az ISS-en dolgozó személyzet két orosz tagjával együtt. Loncsakov és Fincke feladata lesz, hogy előkészítse az ISS állandó lakólétszámának bővítését. Jövőre a tervek szerint már nem csak három, hanem hat űrhajós tartózkodik egyszerre a Föld körüli pályán az űrállomáson.

**Társulási egyezményünk meghosszabbítva.** Magyarország és az Európai Űrügynökség szeptember 26-án újabb öt évre aláírta a PECS megállapodást. Így továbbra is lehetséges, hogy a hazai kutatóhelyek és űripari cégek alvállalkozóként részt vegyenek az ESA különböző programjaiban. A 2003 óta hatályos megállapodás meghosszabbításának ratifikációja Magyarország részéről véget ért azzal, hogy a Magyar Közlöny 2008. október 8-i számában megjelent az azt kihirdető 243/2008. (X. 8.) Korm. rendelet. A megállapodás szerint Magyar-

ország újabb öt évig, 2013. november 5-éig maradhat az Európai Űrügynökség ún. európai együttműködő állama.



**Elindult az IBEX.** A startra a Csendes-óceáni Kwajalein-atollról, egy repülőgépről indított Pegasus rakétával került sor, október 19-én. A NASA kisméretű IBEX (*Interstellar Boundary Explorer*) műholdja a Naprendszer jórészt ismeretlen határvidékéről gyűjt majd információt. Mielőtt megkezdené méréseit, másfél hónapon

át fokozatosan emelik a pályamagasságát. Erre azért van szükség, hogy a Föld magnetoszféráján túlra juthasson. Az IBEX nagyenergiájú, semleges hidrogénatomokat detektál majd, amelyek a Naprendszer és a csillagközi tér határvidékéről származnak, s a napszél protonjaiból akkor keletkeznek, amikor kölcsönhatnak a csillagközi anyag atomjaival, amelyekről elektront szakítanak le. A részecskék beérkezési irányának, valamint energiájának a mérésével fokozatosan felmérhető a Naprendszer peremvidéke. Mivel hasonló méréseket még soha senki nem végzett, a kutatók biztosak abban, hogy meglepő felfedezések is lesznek.

**Magyarország az EUMETSAT tagja – lehetőségek.** Hazánk a kétoldali ratifikációs folyamatok végeztével immár az EUMETSAT műholdas meteorológiai szervezet teljes jogú tagja. A magyarországi cégek, kutatóhelyek a kutatási részvételen kívül akár a szervezet műholdjainak, földi kiszolgáló létesítményeinek, illetve azok egyes műszereinek, szoftvereknek a fejlesztésébe, megépítésébe is bekapcsolódhatnak. Az EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*) 1986-ban jött létre, 16 alapító tagállammal. Magyarország 1999-ben vált a szervezet együttműködő államává. Az EUMETSAT építeti és üzemelteti a geostacionárius pályán keringő Meteosat meteorológiai műholdakat, továbbá néhány, alacsony Föld körüli pályán keringő időjárás-, klíma-, valamint óceánkutató műholdat (pl. Jason-2).

**Elindult az indiai holdszonda.** A kétéves működésre tervezett Csándráján-1 (Chandrayaan-1) révén az ázsiai ország is megkezdheti a Hold kutatását. Az első indiai holdszonda október 22-én indult Sriharikotából, PSLV hordozórakétával. A kb. másfél méteres élhosszúságú kocka alakú, az üzemanyagot nem számítva 523 kg tömegű üreszköz a Holdat alig egy hét alatt éri majd el. Magával visz majd egy 30 kg-os penetrátort is, amely becsapódik a Hold felszínébe. A Csándráján-1 szonda végső pályája a felszín felett 100 km-re, a pólusok fölött húzódik majd.

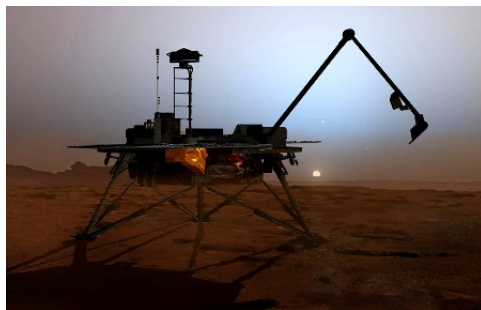
Az űrszonda célja a Hold kutatásán túl az indiai űrtechnológia fejlesztése és tesztelése. A tudományos műszeregyüttes nagyjából fele-fele arányban indiai és nemzetközi (pl. ESA, NASA) berendezésekből állt össze. A három hazai készítésű berendezés: egy 5 m-es felbontású, a felszínt fényképező kamera (*Terrain Mapping Camera, TMC*); a 400-900 nm hullámhosszú tartományban működő, 80 m-es felbontású, a felszín összetételét vizsgáló képalkotó színeképelemző (*Hyper Spectral Imager, HySI*); a domborzatot feltérképező lézeres magasságmérő (*Lunar Laser Ranging Instrument, LLRI*). A negyedik műszeregyüttes egy három egységből álló röntgen- és gamma-spektrométer, amely egyes elemek előfordulási arányát méri. A SARA (*Sub-keV Atom Reflecting Analyzer*) feladata szintén a felszíni összetétel meghatározása, az ott szóródó kis energiájú semleges atomok detektálásával. A közeli infravörös spektrométer (SIR-2) hasonló céllal, de az infravörös színekép elemzésével működik. A RADOM-7 sugárdózis-monitorozó berendezést bolgár kutatók készítették.

Az indiai űrszonda révén a NASA is megkezdte „visszatérését” a Holdhoz. A fedélzeten ugyanis helyet kapott két amerikai műszer. Az egyik a felszín ásványi összetételét vizsgálja majd (*Moon Mineralogy Mapper*), a másik radaros mérésekkel arra keresi a választ,

hogy vannak-e vízjégkészletek a pólusok környékén (*Miniature Synthetic Aperture Radar, Mini-SAR*).

## 2008. november

**Leállt a Phoenix.** A Marsra küldött amerikai űrszondával végleg megszakadt a kapcsolat. A Phoenix nem bírta tovább a mostoha körülményeket. Az egy idő óta már várt vég november 2-án következett be. A NASA JPL földi irányítói ekkor tudtak utoljára kommunikálni az űreszközzel. A Mars északi poláris vidékére május végén érkezett Phoenix már eddig is túlélte tervezett 3 hónapos élettartamát, s bő 5 hónapig maradt működőképes. A sarkvidéki tél beköszöntével, a napsugárzás mennyiségének csökkenésével fokozatosan alacsonyabb lett a napelemek teljesítménye. Energiaellátás nélkül nem lehet a műszereket üzemni hőmérsékletet tartani és a be rendezéseket működtetni.



Küldetése során a Phoenix mintákat vett a marsi talajból, s azokat igyekezett elemezni. Bizonyítékot talált arra, hogy nem sokkal a felszín alatt a talajban vízjég található. Az adatok részletes elemzése természetesen még hosszú ideig, évekig folytatódik. Korábban még reménykedtek abban, hogy a Phoenix november végéig kihúzza, legalább mint meteorológiai állomás. A következő hetekben (a Mars szembenállásáig, amikor a bolygó a Földről nézve a Nap mögé kerül) az irányítók azért tovább „hallgatónak”, hátha elcsípi még a NASA Mars körül keringő szondáin keresztül továbbított rádiójeleket. Jövő októberben kap újra annyi napfényt a leszállóhely, hogy elvileg feléledhetne az űrszonda. Erre azonban igen kevés az esély, az addig átélt nagy hideg és a légkörből a szondára kicsapódó szárazjég miatt.

**Képek egy exobolygóról.** A tőlünk mindössze 25 fényévre levő Fomalhaut óriásbolygójának elmozdulását a Hubble-űrtávcső két, 21 hónap különbséggel készült felvételén fedezték fel. Ez az első, a látható fény tartományában készült közvetlen kép, amelyet egy Naprendszeren kívüli bolygóról készítettek.

A déli égbolt egyik fényes csillaga, a Fomalhaut már régóta a „bolygóvadászok” kiemelt célpontja. Az 1980-as években a NASA IRAS infravörös csillagászati műholdjával kapott adatokból nagy mennyiségű por létezését feltételezték a csillag körül. A csillag környezetét először 2004-ben, a Hubble nagyfelbontású kamerájának koronográfiájával sikerült leképezni. (A koronográf kitakarja a központi csillag vakító fényét, láthatóvá téve a sokkal halványabb régiókat.) A képen világosan kirajzolódott egy jól behatárolható belső peremmel rendelkező gyűrű, amelyből bolygók keletkezhetnek. Azt feltételezték, hogy a gyűrű és a csillag közti pályán egy bolygó keringhet, amely gravitációs hatásával alakítja a törmelékanyagot. Erre közvetett bizonyítékul szolgált, hogy a gyűrű középpontja nem pontosan esett egybe a csillaggal.

A Hubble most valóban lencsevége kapott egy, a gyűrűnél kb. 2,9 milliárd km-rel beljebb levő pontszerű objektumot. A Fomalhaut-b jelű bolygó tömege kb. háromszor akkora lehet, mint a Jupiteré. Maga a megfigyelés igen nehéz volt, mivel a csillag milliárdszorosan túlragyogja a bolygó fényét. A 21 hónapos időkülönbséggel készült képek tanúsága szerint a bolygó valóban a csillag körüli pályán mozog, kb. 17 milliárd km-es sugarú pályán, 872 évente kerülve meg a központi csillagát. A viszonylag fiatal (talán 100 millió éves) bolygó fényesebb annál, mint amit egy háromszoros Jupiter-tömegű égitesttől várnának. Ennek oka talán a környezetében levő por- és jéggyűrű lehet – hasonlóan a Szaturnusz rendszeréhez. A jövőben infravörös méréseket is terveznek, és a bolygó légkörében levő vízre utaló jeleket is

megpróbálnak keresni. A Fomalhaut-b kítűnő célpontja lesz a következő generációs James Webb-űrtávcsőnek, amelyet 2013-ban terveznek indítani.

**Úton az Endeavour.** Majdnem fél év telt már el a legutóbbi űrrepülőgépes út óta. A mostani, STS-126 jelű küldetés során elsősorban az űrállomást, mint lakóhelyet szeretnék „kényelmesebbé” tenni, mielőtt rövidesen megduplázódik (háromról hatra nő) a fent tartózkodó állandó személyzet létszáma. Az Endeavour startjára november 14-én (közép-európai idő szerint már 15-én) került sor. A programban szerepel egy új vécé, egy komplex víztisztító berendezés, egy tisztálkodó és egy főzőfülke, egy edzőberendezés, két alvófülke felszerelése. A szennyvizet és vizeletet tiszta ivóvízzé átalakító rendszer nélkül lehetetlen volna a hat állandóan ott-tartózkodó űrhajóst ellátni, mivel ez túlmutatna az ISS-hez küldendő teherűrhajók kapacitásán. Ezért a legfontosabb feladat a víztisztító üzembe helyezése. Amíg ez legalább 90 napon át nem bizonyítja működőképességét, addig szóba sem jöhet az állandó legénység létszám bővítése.

## 2008. december

**Kínai űrrekord.** Még soha nem volt olyan év a kínai űrkutatásban, mint az idei. Már a tizenegyedik sikeres indításon vannak túl. Az új rekordot egy geostacionárius pályára kerülő meteorológiai mesterséges hold startjával állították fel. A Feng Jun-2E december 23-án emelkedett a magasba Hszicsangból Hosszú Menetelés-3A hordozórakétával. A kínai állami meteorológiai szervezet által üzemeltetett műholdak flottájához csatlakozó új űreszköz az időjárás előrejelzését segíti majd. A 105° keleti hosszúság fölött tartózkodó, 2004-ben indított Feng Jun-2C-t váltja fel. Kína ugyancsak rendelkezik alacsonyabb, poláris pályán keringő meteorológiai műholdakkal. Közülük a legutóbbit szintén ebben az évben indították. A mostani volt 2008-ban a 11. start, ezzel a tavaly elért éves indítási rekordot adták át a múltnak. Összehasonlításképpen: az Egyesült Államokban idén (az űrrepülőgépeket nem számítva) tíz indítást hajtottak végre Delta-2, Atlas-5, Pegasus és Falcon-1 rakétákkal. A kínai Hosszú Menetelés hordozórakéta-család mögött eddig összesen már 115 űrindítás van. Kína először 1970-ben juttatott műholdat Föld körüli pályára.

**Magán-teherűrhajókkal az űrállomáshoz.** Az amerikai űrhivatal két magáncéggel kötött szerződést, hogy 2010 után az ő űrhajóikkal láthassák el a Nemzetközi űrállomást. A két szerződés összértéke 3,5 milliárd dollár. A NASA az *Orbital Sciences* (1,9 milliárd dollár) és a *Space Exploration Technologies* (röviden: SpaceX; 1,6 milliárd dollár) vállalatoktól rendelt meg összesen 20, ember nélküli teherszállító űrhajós utat. Ezek segítségével látnák el a Nemzetközi űrállomást (ISS) a szükséges utánpótlással és új kísérleti eszközökkel, miután az űrrepülőgép-flottát kivonják majd a forgalomból. A NASA számára igen fontosak ezek a megállapodások, ha működésben szeretné tartani az űrállomást 2010 után is. Az esemény igazi „űrtörténelmi” jelentősége, hogy a szerződő partnerek magánvállalatok, amelyek saját erőből fejlesztik űreszközeiket. A szerződések 2009. január 1-jén lépnek hatályba, és 2016 végéig maradnak érvényesek. A NASA alkalmanként legalább 20 tonna tömegű rakományt szeretne feljuttatni.

A korai szerződéskötést az indokolja, hogy a teherűrhajókra sürgősen szükség lesz. A NASA nem várhatja ki, amíg ezek a magánfejlesztések maguktól is beérnek. Az űrrepülőgépeket 2010-ben le szeretnék állítani, miután az ISS építése befejeződik. Az új Ares-1 rakéta és a személyzetet szállító Orion űrhajó fejlesztése addig biztosan nem ér véget. Erre legkorábban 2014-2015 körül számíthatunk, s a teherszállításban ez sem lesz lényeges segítség. Az ISS-t addig az orosz, európai és japán teherszállító űreszközökkel kell működtetőképesen tartani, s az amerikaiak most ezek mellé keresnek alternatívát, kereskedelmi alapon.

2009. január

**Stratégiaaváltás a marsi metán miatt?** A 2011-ben induló amerikai Mars Science Laboratory (MSL) szonda leszállóhelyét befolyásolhatja, hogy nemrég földi mérésekkel is megerősítették: a bolygó légkörében egyes helyeken sok metán található. A komplex önjáró laboratórium így nagyobb eséllyel kutathatna esetleges közvetlen életnyomok után. A reményeket a metán jelenléte táplálja. A gáz előfordulásának egyik lehetséges magyarázata ugyanis az, hogy azt valamilyen, a felszín alatt nagy számban előforduló mikroorganizmusok termelhetik. Az igazsághoz persze az is hozzátartozik, hogy a metán származhat valamiféle megmaradt vulkáni tevékenységből is.

A metán marsi jelenléte korábban űrszondás (Mars Express) mérések alapján vetődött fel, még 2004-ben. A mostani megerősítést több évig tartó földi infravörös megfigyelések alapján tették közzé. Ezek szerint a metán előfordulása jelentős évszakos és helyi változásokat is mutat a Marson. Vannak olyan helyek, ahol különösen sok a metán, ami akár át is alakíthatja a Mars-kutatás eddigi stratégiáját. A NASA eddig hajlott arra, hogy – érthetően konzervatívabb megközelítéssel – inkább régen volt életformák fosszilis nyomai után kutasson. Most azoknak a véleménye kerülhet előtérbe, akik a jelenleg is meglevő életet keresnek a szomszéd bolygón.

A nemrég 2009-ről 2011-re halasztott MSL lehetséges leszállóhelyeinek kiválasztása javában zajlik. Először ennek a folyamatnak adhat új irányt a metánnal kapcsolatos felfedezés. Az MSL képes lesz a helyszínen detektálni akár kis mennyiségű metánt is, bár a feltételezett (felszín alatti) életformákat nem tudná közvetlen mintavételezéssel vizsgálni – ehhez túl mélyre kellene fúrnia, amire nem lesz képes. A metán termelődése elsősorban néhány jól meghatározott marsi vidék (Arabia Terra, Nili Fossae, Syrtis Major) fölött mérhető. A Nili Fossae eddig is szerepelt az MSL lehetséges leszállóhelyeinek listáján, bár valószínűleg túl magasan fekszik ahhoz, hogy a leszálláskor a légköri fékezést biztonságosan végre lehessen hajtani. Az indítás kellemetlen, két éves halasztása ugyanakkor időt ad az új helyzet gondos mérlegeléséhez. Akár biológiailag, akár geológiailag „aktívabb” a Mars annál, mint amit eddig hittünk, a metánnal kapcsolatos új adatok mindenképpen érdekesek.

**Japán műhold az üvegházhatású gázok megfigyelésére.** Január 23-án sikeresen elindult a japán Ibuki (GOSAT), amellyel a légköri szén-dioxid és metán eloszlásának változásait térképezik majd fel. Ez az első olyan mesterséges hold, amelyet kifejezetten az üvegházhatású légköri gázok detektálására készítettek.



Üvegházhatású gázok természetes (pl. biológiai, geológiai) és mesterséges (az emberi tevékenységhez kötődő, pl. fosszilis tüzelőanyagok égetése) folyamatok révén kerülnek a Föld légkörébe. A klímakutatók szerint az éghajlat jelenleg tapasztalható globális melegezése kapcsolatba hozható a szoban forgó gázok (elsősorban a szén-dioxid és a metán) koncentrációjának növekedésével. A műhold feladata a CO<sub>2</sub> és a CH<sub>4</sub> forrásainak és legfőbb elnyelési helyeinek azonosítása a Földön. Azt is megtudhatjuk majd, hogy a szén-dioxid hogyan jut el egyik helyről a másikra a légáramlatok segítségével. A műhold fő műszerei: egy infravörös szinképelemző és egy felhő- és aeroszol-térképező.

A poláris napszinkron pályára került Ibuki a tesztek után működését legkorábban tavasszal kezdheti meg, és 5 évig folytatja. A japánok más országokkal is szeretnék majd megosztani az eredményeket. Az első globális térképek nyilvánosságra hozatala 2010-re várható.

**Már látjuk a Nap túloldalát.** Az amerikai STEREO napkutató űrszondapáros mostanra olyan helyzetbe jutott, hogy a Nap a Földről épp nem látható felének egy részét is megfigyelhetik. Ez önmagában még nem volna olyan különlegesség, hiszen ahogy a csillag forog, a Földről nézve idővel minden részét láthatjuk – egy adott pillanatban azonban természetesen a felszínének csak a felénk eső felét. Épp ez nem elég, ha minél többet meg szeretnénk tudni a naptevékenységről és az űridőjárásról. Előfordulhat, hogy olyan esemény történik vagy kezdődik a Nap túlsó oldalán, amely azután felénk „befordulva” hatással lehet a Föld környezetére is. A Nap túlsó oldalának megfigyelésével végre lehetővé válhat, hogy élesben teszteljék azokat a modelleket, amelyek a túloldali aktivitás előrejelzésére szolgálnak.

A két STEREO szonda 2006 októberében indult. A Nap körüli pályájukon egyikük egy kicsit gyorsabban, másikuk pedig lassabban kering, mint a Föld. Ezért a köztük levő szög egyre nagyobb lesz. Most 90°-os a különbség. A cél a 180°-kal eltérő, a Nap átellenes oldala felett elfoglalt pálya menti pozíció elérése, 2011 februárjában. Ekkor gyakorlatilag a teljes napfelszín egyszerre megfigyelhető lesz a STEREO űrszondákkal.

**Napkutató műhold indult Oroszországból.** Több mint négy év óta a Koronasz-Foton az első jelentős méretű orosz tudományos űreszköz. Az elmúlt években inkább kisebb méretű, viszonylag szűk területre specializált orosz kutatóműholdak készültek. (Ráadásul az előző, négy évvel ezelőtti start – egy földmegfigyelő műhold, a Szics-1M – sem volt sikeres...) Az új napkutató űrobszervatórium január 30-án startolt az észak-oroszországi Pleszeckből, Ciklon-3 rakétával.

A Koronasz-Foton feladata a naptevékenység, a Nap-Föld kapcsolat kutatása. Az 500 km magas pályán három évre tervezett működése során a napkitörésekből származó töltött részecskéket detektálja, a naplégkört, és a naptevékenységnek a földi mágneses viharokkal való kapcsolatát vizsgálja. Fedélzetén az elektromágneses sugárzás széles tartományában érzékeny műszerek vannak. A Nap sugárzását az ultraibolyától a röntgenen át a gammatarományig képes vizsgálni a műhold. A fő cél a Napon zajló nagyenergiájú folyamatok jobb megértése – mindez a 2011-2012-re várható naptevékenységi maximum előtt és alatt. A fle-rekről akár néhány perces időközökben és készíthetnek nagyfelbontású felvételeket, ami alkalmas ad a gyors lefolyású események részletes elemzésére. A fedélzeti műszerek Oroszországban, Indiában és Ukrajnában készültek.

A Koronasz sorozatban eddig két sikeres műhold indult, 1994-ben és 2001-ben. A mostani program része a naptevékenységi maximum megfigyelésére készülő nemzetközi összefogásnak, amelyben az oroszok mellett amerikai, európai, japán, kínai és kanadai kutatók is részt vesznek.

*(A Koronasz-Fotonnal alig 11 hónapnyi működés után, 2009 decemberében idő előtt megszakadt a kapcsolat.)*

## **2009. február**

**Pályán az iráni műhold.** Irán saját hordozórakétával, saját területéről saját műholdat juttatott Föld körüli pályára. Az Omid (magyarul: remény) berepítette az iszlám államot az űrhatalmak közé. A módosított nagy hatótávolságú Safir-2 rakéta február 2-án indította a kis-méretű kommunikációs műholdat. Amerikai jelentések szerint az indítás nyomán két test kering elnyúlt, kb. 250 km-es és 380-440 km-es magasság közt változó pályán. Az egyik maga a műhold, a másik feltehetően a rakéta utolsó fokozata.

A műholdindító nemzetek sorát a Szovjetunió nyitotta meg 1957-ben, a Szputnyik-1-gyel. Az amerikai Explorer-1 1958-ban indult. Azóta saját erőből Franciaország, Japán, Kína, Nagy-Britannia, India, Izrael, és most Irán indított űreszközöket. Izrael 1988-as belépése óta az „elitklub” most bővült először. A mostani indítást az iszlám forradalom 30. évfordulóját ünneplő 10 napos eseménysorozatra időzítették. Korábban voltak már szuborbitális repü-

lési kísérletek a jelenleg ENSZ-szankciókkal sújtott Iránból. A tavaly augusztusi indítási eseményt nyugati elemzők egy kudarcba fulladt műholdindításként könyvelték el.

**Dózistérképező eszközökkel úton a Progressz.** A február 10-én indult orosz Progressz-32P teherszállító űrhajón a Nemzetközi Űrállomás európai Columbus moduljának dózistérképezéséhez szükséges mérőeszközök is helyet kaptak. A több éven át tartó, DOSIS névre keresztelt méréssorozat az ESA szervezésében zajlik. A programban hét, űrkutatóval foglalkozó európai szervezet vesz részt, ezek egyike a KFKI Atomenergia Kutatóintézet (AEKI) Sugárvédelmi Kutató Csoportja (SKCS).

A dózistérképezés kettős céllal készül. Egyrészt a modulon dolgozó asztronauták kozmikus sugárzás okozta dózisterhelésének megállapítására. Másrészt annak vizsgálatára, hogy a Columbus modul sugárvédelmének tervezésénél és építésénél alkalmazott anyagok és technikák megfelelnek-e a várakozásnak. Ennek megállapítására az nyújt lehetőséget, hogy a korábbi építésű orosz (Zvezda, 2000) és amerikai (Destiny, 2001) modulokban már 2001-től kezdve folynak hasonló eszközökkel mérések, amelyekben az SKCS is folyamatosan részt vesz. A 10 mérőpont kijelölését a vizsgálatokban részt vevők közösen végezték az ESA hollandiai technikai központjában (ESTEC, Noordwijk) a Columbus modul élethű másán, melyen a modulban dolgozó asztronauták is gyakorolnak.

**Példátlan műholdütközés.** Február 10-én a műholdas kereskedelmi mobil távközlési rendszer részeként üzemelő egyik Iridium hold 790 km magasan ütközött egy Kozmosz műholddal. (A Kozmosz-2251 orosz katonai kommunikációs hold 1993 júniusában állt pályára, és az elmúlt évtizedben már nem működött.) A baleset Szibéria fölött történt. A gyors elemzések szerint a keletkezett törmelékfelhő rövid távon nem jelent közvetlen veszélyt az alacsonyabban keringő Nemzetközi Űrállomásra, de más, katonai vagy civil műholdak számára kockázatot hordoz. Az amerikai radaros megfigyelő-hálózat mérései szerint legalább 600 darabra esett szét a két ütköző műhold. Ezek többsége a műholdak eredeti pályája mentén kering tovább, de bizonyára alacsonyabb és magasabb pályára is kirepültek egyes darabok.

Az Iridium vállalat 66 műholdból álló flottát üzemeltet, hogy a Föld gyakorlatilag teljes felszínét le tudja fedni műholdas adatátvitelen alapuló mobiltelefonos szolgáltatásával. A szolgáltatásban lehet átmeneti fennakadás a kiesett űreszköz miatt, de a rendszernek vannak pályán levő tartalék holdjai. A kb. 700 kg starttömegű Iridium holdakból 1997 és 2002 között összesen 95 darabot indítottak. Az eltelt évek alatt közülük tönkrement már néhány, de egyik sem ért ilyen véget.

Az ilyesfajta ütközésnek igen kicsi a valószínűsége, s eddig hasonló nagyságrendű esemény még nem is történt az űrutas történetében! Háromszor jegyezték fel katalogizált objektumok közti ütközéseket, de azok lényegesen kisebb méretűek voltak. A keletkezett űrtörmelék idővel elég majd a felsőlégkörben.

**Az óceánban végezte az OCO.** A február 24-én indított amerikai légkörkutató műholdat szállító Taurus rakéta orrkúpja nem tudott leválni. Az űreszköz így nem állhatott Föld körüli pályára, az Antarktisz közelében a Csendes-óceánba zuhant. A NASA 273 millió dolláros OCO (*Orbiting Carbon Observatory*) műholdja a földi légkörben levő szén-dioxid eloszlását térképezte volna fel, nagy érzékenységgel, jó térbeli és időbeli felbontással.

## 2009. március

**A kínai holdszonda vége.** A Csang'e-1 vasárnap irányított módon becsapódott a Hold felszínébe. A március 1-jén, a Hold déli részén történt eseményről a kínai állami hírugynökség számolt be. Az első kínai űrszonda több mint egy évet töltött a Hold kutatásával. A 2350 kg tömegű űreszköz 2007 októberében startolt. Nyolc különböző fedélzeti műszerével vizsgálta

az égitestet. Feltérképezte a Hold felszínét, az ásványi összetételt, tanulmányozta a Hold közvetlen kozmikus környezetét.

A Hold kutatását folytatni szeretnék Kínában. A Csang'e-2 űrszonda felbocsátását 2011-re tervezik. A mostani első kísérletet csak egy folyamat kezdetének szánták. A harmadik próbálkozásra (Csang'e-3, 2013) szóba jöhet a Holdra való leszállás, illetve később (2017-2020) holdjármű odajuttatása is.

**Úton a Kepler-űrtávcső.** Egy néhány százmilliárd csillagot tartalmazó galaxisban, mint a miénk, csak vannak még a Földhöz hasonló méretű bolygók! Az új amerikai űrtávcső hamarosan kiderítheti, hogy ez az állítás igaz-e. Jelenleg egyszerűen nem tudjuk, hogy a Földhöz hasonló bolygók igen gyakoriak, vagy éppen kivételesen ritkák a Tejútrendszerben. Ez azért van, mert az exobolygók detektálására használt módszereink eddig nem voltak érzékenyek az ilyen kis tömegű bolygók felfedezéséhez. Ezen szeretnének változtatni a Kepler-űrtávcső megalkotói. Néhány kivételtől eltekintve a Naprendszeren kívül jelenleg ismert bolygók mind óriások, amelyek ráadásul nagyon közel keringenek a csillagukhoz.

A Kepler tranzit módszerrel dolgozik, vagyis a bolygó elhaladásakor a mögötte levő csillag fényében bekövetkező apró fényességcsökkenést méri. Így tehát olyan bolygók vehe-tők észre, amelyek keringési síkja közel esik a látóirányunkhoz. Ha abból indulunk ki, hogy a lehetséges keringési síkok véletlenszerűen helyezkednek el a térben, és ennek a helyzetnek a valószínűsége 1% alatti, akkor elég nagy csillagmintát kell szemmel tartani az esetleges siker reményében. A fedések közt eltelő időből lehet következtetni a bolygó keringési idejére és pályájára. A fényességcsökkenés mértéke a bolygó méretéről árulkodik.

Az űrtávcső Delta-2 rakétával indult Floridából, március 6-án este (közép-európai idő szerint március 7-én). Az űreszköz Nap körüli, 371 nap keringési idejű, a Földét követő pá-lyára áll. Fedélzetén egy nagylátószögű megfigyelésekre alkalmas, 1,4 m tükörrátmérőjű, 0,95 m-es nyílású Schmidt-távcső repül. A megfigyelési stratégia szerint az égbolt egyetlen jól meghatározott, kb. 100 négyzetfoknyi területét tartja folyamatos megfigyelés alatt. Nagy je-lentősége van a megszakításoktól mentes észlelésnek, amire a Földről a nappalok és éjszakák váltakozása miatt természetesen nincs lehetőség.

A kiválasztott égbolterületen mintegy 4,5 millió detektálható csillag van. Közülük nagyjából 300 ezer lehet olyan, amelynek a kora, mérete és összetétele alapján érdemes lehet ott Föld típusú bolygókat keresni. Ezeknek mintegy a felét detektálja majd rendszeresen a távcső fókuszsjkjában elhelyezett CCD-kamerarendszer, amely a legfejlettebb, ami eddig a világűrbe került. (A több részről összerakott, rendkívül érzékeny detektor összesen 95 megapixeles.) A Kepler tervezett élettartama 3,5 év. A program teljes költsége 591 millió dollár. Az 1 tonnás űrtávcső négy napelemtáblája 1,1 kW elektromos teljesítményt szolgáltat. A Kepler maguknak a megfigyelt csillagoknak a saját fényességváltozásait is nagyon pon-tosan és hosszú időn át követni tudja. Ez rendkívül értékes adatbázishoz juttatja azokat az aszt-rofizikusokat, akik a csillagok rezgéseinek megfigyelése és modellezése alapján próbálnak minél többet megtudni a működésük fizikai alapjairól. A vizsgálatokban részt vevő nemzetközi csillagászcsoportban magyarok, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének munkatársai is fontos szerepet játszanak.

Az űrtávcső a start után mindössze két nap alatt eléri a Holdnak megfelelő távolsá-got. Az égen a Hattyú és a Lant csillagkép irányában, valahol félúton a Deneb és a Vega között kutatja majd az exobolygókat és méri a változócsillagok fénygörbéit, fáradhatatlanul. Működése során hetente kétszer ellenőrzi műszaki állapotát, és ekkor küldenek fel paran-csokat a fedélzeti számítógépnek. Havonta egyszer a nagyteljesítményű kommunikációs antennája a Föld felé fordul: ekkor sugározza le az összegyűjtött adatokat. Háromhavonta 90 fokkal megváltoztatják az űrszonda térbeli helyzetét, hogy a napelemek a Nap felé, a hőleadó radiátorok pedig azzal ellentétes irányba nézhessenek.



A Kepler működésének első évében várhatóan a könnyebben detektálható (nagy-méretű, a saját csillagukhoz közel keringő) bolygókat fogja felfedezni. A kisebbekhez szükség lesz a teljes tervezett élettartamot felölelő adatgyűjtésre. Az első nagy, rövid periódusú exobolygók már 2009 végére várhatók. A Földhöz hasonló bolygók felfedezésének bejelentéséhez legalább 2012 végéig türelemmel kell lennünk.

**Discovery (STS-119).** Március 16-án elhagyta a floridai indítóállást a Nemzetközi Űrállomásra tartó amerikai űrrepülőgép. Az űrrepülőgépes program 125., a Discovery 36. útja során juttatják fel az űrállomásra az S6 jelű rácsszerkezeti elemet és a napelemrendszer befejezéséhez még szükséges részeket.

**Végre elindult a GOCE.** Egy módosított orosz ballisztikus rakéta állította pályára az ESA legújabb tudományos műholdját, amely a földi gravitációs erőteret térképezi majd fel. A GOCE (*Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer*) az észak-országi Pleszeckből indult március 17-én. Az indítás különböző okok miatt már évek óta késett. A GOCE alacsony, közel kör alakú, a földi pólusok fölött húzódó napszinkron pályára áll. A pályamagasság 280 km, a pályasíknak az Egyenlítő síkjához képest mért hajlásszöge 96,7°.



A GOCE fedélzetén különösen érzékeny gradiométer méri majd a Föld gravitációs terének apró térbeli változásait. A tervezett mérések alapján olyan jelenségeket lehet majd jobban megérteni, mint az óceáni áramlások, a tengervíz felszínének magassági változásai, a klímaváltozás, a vulkáni tevékenység és a földrengések. A műhold elkészítése sokáig tartott ugyan, de az építés kiemelkedő európai műszaki tudományos teljesítmény. Európa 13 országából összesen 45 cég vett részt a munkában. A tudományos programba magyar

kutatók (az MTA Fizikai Geodézia és Geodinamikai Kutatócsoportja) is bekapcsolódnak. A GOCE egy új európai földtudományi műholdcsalád első tagja. Az Earth Explorer sorozatot bolygónknak és közvetlen kozmikus környezetének a vizsgálatára szánják.

**Simonyi második űrrepülése.** Március 26-án, magyar idő szerint 12 óra 49 perc 18 másodperckor a kazahsztáni Bajkonurból elindult a Nemzetközi Űrállomáshoz (ISS) a Szojuz TMA-14 űrhajó. Fedélzetén az állomás 19. állandó személyzetének két tagja, egy amerikai és egy orosz űrhajós, valamint Charles Simonyi (Simonyi Károly) amerikai-magyar űrturista, aki immáron a világ első olyan űrturistája, aki másodszor repült.

Gennagyij Padalka, Michael Barratt és Charles Simonyi 28-án érték el az ISS-t. Padalka és Barratt a jelenlegi 18. számú legénység kép alaptagját (az amerikai Michael Fincke parancsnokot és az orosz Jurij Loncsakovot) váltja. Ők Simonyival együtt térnek haza az előző, Szojuz TMA-13 jelű űrhajóval, április 7-én. Az új állandó személyzet harmadik tagja, a japán Koichi Wakata nemrég érkezett a Discovery űrrepülőgéppel. Padalka korábban már szolgált parancsnokként az űrállomáson (9. legénység, 2004), így ő lesz az első űrhajós, aki kétszer is elláthatja ezt a felelősségteljes feladatot. Amerikai társa újonc. Charles Simonyi viszont nem az, hiszen 2007 után másodszor is a világűrbe utazik. A szervező amerikai Space Adventures cégnek 35 millió dollárt fizetett a lehetőségért. Simonyi ezúttal sem csupán „kirándulni” megy az űrállomásra. Az általa elvégzendő kísérletek között lesz a magyar Pille dózismérővel tervezett mérésorozat. A magyar származású űrturista most is fontosnak

tartja az űrkutatás népszerűsítését. Hazai rádióamatőrök is készülnek arra, hogy több alkalommal is néhány szót váltsanak vele.

**Magyar szavak a világűrben.** Március 29-én délután az első magyar műhold építői a Műegyetemről rádiókapcsolatba léptek Charles Simonyival. A beszélgetésnek több célja is volt: egyrészt a Masat-1 elsődleges vevőállomását tesztelték, másrészt Simonyi fontosnak tartotta, hogy magyarul üdvözlje szülőhazáját. Az üdvözlésen túl Charles Simonyi azonban egy meglepetéssel is készült: egy idézettel Madách Imre Az ember tragédiája című művéből, amelyet minden magyarul beszélő embernek küldött.

*„Sok kérdés volt, hogy magyar szó is hangozzon a Nemzetközi Űrállomásról és ezért szeretnék egy néhány szót mondani Az ember tragédiájából, a 13. jelenet, az űrből hangzik, Ádám mondja a következőt: »A cél voltaképp mi is? / A cél, megszűnt a dicső csatának, / A cél halál, az élet küzdelem, / S az ember célja e küzdelem maga.« Azt hiszem, hogy ezek a szavak Madáchtól nagyon fontosak voltak mindig és nagyon fontosak lesznek a jövőben is. Mindenkinek, aki magyarul beszél, tiszta szívből üdvözlök a Nemzetközi Űrállomás fedélzetéről.”*

## 2009. április

**Nem érte el pályáját az észak-koreai műhold.** Amerikai megfigyelések szerint az április 5-én felbocsátott rakéta harmadik fokozata felmondta a szolgálatot. A Koreai Népi Demokratikus Köztársaságból (KNDK) egy továbbfejlesztett Taepo Dong-2 rakétát bocsátottak fel. A kísérlet deklarált célja egy távközlési mesterséges hold pályára állítása volt. Ez a hivatalos észak-koreai hírközlő szervek szerint sikerült is. Az amerikai felderítő ügynökségek a kísérlet minden fontos mozzanatát figyelemmel kísérték, az előkészületektől kezdve a rakéta útjáig. Az észak-koreai radarok bekapcsolását például a felbocsátás előtti percekben észlelték, így tudták meg, hogy a start azonnal várható. Ez volt az első alkalom, hogy a KNDK előre bejelentette a folyékony hajtóanyaggal működő első és második rakétafokozat tervezett becsapódási helyét, hogy a polgári repülők és hajók el tudják kerülni azokat a régiókat. Miután a rakéta átrepült Japán felett, az első fokozat a szigetországtól 280 km-re a Japán-tengerbe csapódott. A második fokozat a Csendes-óceánban landolt, Japán keleti partjaitól 1070 km-re. Ez néhány száz km-rel közelebb volt az előre bejelentett távolságnál. Amerikai elemzők szerint a harmadik, szilárd hajtóanyagú rakétafokozat nem lépett működésbe. A hiba a 13 perces emelkedés félideje körül következhetett be. A szerkezet maradványai, az állítólagos műhoddal és a – talán csak részben – kiegészített második fokozattal együtt a Csendes-óceánban végezték. A tervezett alacsony Föld körüli pályán mindenesetre nem jelent meg új űreszköz. A repülés elemzésével az amerikai szakértők információt nyerhettek arról, hogy hogyan áll az észak-koreai interkontinentális ballisztikus rakéta fejlesztése. Úgy tűnik, az eddig még soha ki nem próbált harmadik fokozat egyelőre nem alkalmas arra, hogy a rakéta elérje Alaszkát.

Az ENSZ-ben az esemény kapcsán összeült a Biztonsági Tanács, ahol a résztvevők nem tudtak megegyezni egy egységes határozat szövegében. Míg az Egyesült Államok, Japán és a nyugat-európai országok a KNDK-ra vonatkozó rakétakísérleti tilalom megszegésének minősítik az esetet, addig más államok (pl. Kína és Oroszország) békés célú űrkísérletnek tekintik azt.

## 2009. május

**Elindult az Atlantis a Hubble-űrtávcsőhöz.** Egy űrrepülőgép, 7 űrhajós, 11 nap, 5 űrséta, további legalább 5 év remélt élettartam – ez vár a felújítás előtt álló 19 éves űrtávcsőre. Az Atlantis (STS-125) startjára május 11-én került sor a floridai Kennedy Űrközpont 39A jelű indítóállásáról. Az út során az Atlantis megközelíti és robotkarjával befogja az 560 km ma-

gasan keringő Hubble-űrtávcsövet (*Hubble Space Telescope*, HST). Az öt űrséta során a párokban dolgozó űrhajósok kicserélnék egyes előregedett részegységeket (elektronika, akkumulátorok, giroszkópok), egyes tudományos berendezések hibáit kísérlik meg kijavítani, illetve új csillagászati műszerekkel bővítik az űrteleszkóp kapacitását. A felújított Hubble első felvételeit várhatóan szeptemberben láthatja meg a nagyközönség.

**Kitörések tüzeiben keletkeztek az üstökösök kristályai.** Magyar csillagászoknak a NASA Spitzer-űrtávcsöve segítségével tett felfedezését a tekintélyes brit tudományos lap, a *Nature* május 14-ei száma közli. A tudósok régóta szeretnék megfejteni annak titkát, hogyan kerülhettek a rendkívül forró hőmérsékleten keletkező apró szilikátkristályok a Naprendszer hideg, külső peremvidékén kialakuló fagyos üstökösökbe. Valószínűleg ezek a kristályok amorf szilikátszemcséként kezdték életüket, ugyanabban a gáz- és porfelhőben, amelyből Naprendszerünk is kialakult. Egy nemzetközi kutatócsoport, melyben meghatározó szerepet játszottak az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének munkatársai, új magyarázatot talált arra, hol és hogyan keletkeztek az üstökösök kristályai. Elképzelésüket egy fiatal, a korai Naphoz hasonló csillagnak a NASA Spitzer-űrtávcsövével végzett megfigyeléseire alapozzák. A kutatók megfigyelték, amint egy fiatal csillag kitörésének következtében a szilikátszemcsék kristályokká alakulnak át. A gyakran kifényesedő EX Lupi nevű csillag 2008. évi kitörése során a Spitzer-űrtávcsövel olyan színképi jellegzetességeket fedeztek fel a csillag infravörös sugárzásában, amelyek az EX Lupit körülvevő por- és gázkorong felszínén szilikátkristályok jelenlétére utaltak. Ez azért meglepő, mert a csillag környezetéről nyugalmi állapotban készült korábbi mérésben nem látszódtak kristályok.

**Elindult a Herschel és a Planck.** Május 14-én a francia guyanai Kourou űrközpontból Ariane-5 rakétával startolt az ESA két új űrtávcsöve. A Herschel a távoli infravörös és szubmilliméteres hullámhosszakon végez majd megfigyeléseket, köztük olyan tartományokban is, amelyekeken még soha egyetlen más eszköz sem, s amelyekre a légkör miatt a Föld felszínéről egyáltalán nem láthatunk. A Herschel 3,5 méter átmérőjű főtükre nagyobb, mint bármelyik csillagászati távcsőtükör, amit eddig a világűrbe juttattak, beleértve a Hubble-űrtávcsövet is. A nagyobb tükör az eddigieknél sokkal halványabb objektumok megfigyelését teszi lehetővé, sokkal jobb térbeli felbontással.

A Herschel által megfigyelendő hullámhosszakon leginkább a hideg,  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb hőmérsékletű égitestek és a hideg csillagközi por sugároz. A megfigyelések fő célja a csillagok és a galaxisok keletkezésének és fejlődésének vizsgálata, amelyet a látható hullámhosszakon elrejt előlünk a csillagközi por. Emellett jelentős eredmények várhatóak a Naprendszer távoli kis égitestjeinek és az óriásbolygók légkörének, valamint azok holdjainak megfigyeléseiből. A mérések várhatóan három éven keresztül folyhatnak a Herschel űrtávcsövel, az előzetes számítások szerint ennyi időre elegendő a berendezések hűtését biztosító, kb.  $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű folyékony hélium.

A Herschel-űrtávcső fedélzetén három berendezés található. A PACS (*Photodetector Array Camera and Spectrometer*) egy távoli infravörös kamera és alacsony-közepes felbontású színképelemző berendezés az  $55\text{--}210\text{ }\mu\text{m}$ -es hullámhossz-tartományra. Mind a kamera, mind a színképelemző berendezés egyszerre végez megfigyeléseket egy „kék” ( $\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ ), és



egy „vörös” (~170  $\mu\text{m}$ ) hullámhosszon. Ennek a műszernek a fejlesztésében és kalibrálásában az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének munkatársai is részt vállaltak az ESA PECS programja és a Magyar Űrkutatási Iroda támogatásával. A SPIRE (*Spectral and Photometric Imaging Receiver*) egy olyan kamera és szinképelemző készülék, amit a PACS által elérhető 210  $\mu\text{m}$ -nél hosszabb hullámhosszokra fejlesztettek. Érzékelői párhuzamosan végeznek fotometriát a 250, 350 és 500  $\mu\text{m}$ -es sávokban, valamint Fourier-transzformációs leképező spektrométere alacsony felbontású szinképet készít a 210–670  $\mu\text{m}$ -es tartományban. A HIFI (*Heterodyne Instrument for the Far-Infrared*) egy nagyon nagy felbontású szinképelemző készülék, ami részletes információkat tud szolgáltatni a legfényesebb infravörös források kinematikájáról, kémiai összetételéről és fizikai állapotáról.

A Herschellegel egyidőben, ugyanazon az Ariane rakétán felbocsátottak egy másik berendezést, a Planck-űrtávcsövet is. A két űreszköz fél órával a start után szétvált, és elindultak a Föld-Hold – Nap rendszer L2 Lagrange-pontja felé, ahová mintegy hatvan nap alatt érkeznek meg, és majd ezen pont körüli, égi mechanikailag stabil pályákon fogják tölteni aktív hónapjaikat. Az L2 pontban minimalizálható a legfényesebb égitestekből (Föld, Hold, Nap) származó zavaró fény, és a távcsövek elegendően távol, mintegy másfél millió kilométerre vannak a Földtől ahhoz, hogy a műszereik működéséhez szükséges, abszolút nulla fok közeli hőmérséklet stabilan biztosítható legyen. A Planck még a Herschel által megfigyeltnél is hosszabb hullámhosszokon vizsgálódik majd. Ez az első olyan európai készítésű űreszköz, amely a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzást, az ősrobbanás utáni forró világegyetem maradványsugárzását vizsgálja, minden eddiginél jobb térbeli felbontással és érzékenységgel.

**Bemutatták az új európai űrhajósokat.** Az ESA többlépcsős válogatása után hat jelölt maradt „állva”. Az űrhajóscsapat legújabb tagjait sajtótájékoztató keretében mutatták be, május 20-án. Az egyetlen hölgy és az öt férfi névsora: Samantha Cristoforetti (Olaszország), Alexander Gerst (Németország), Andreas Mogensen (Dánia), Luca Parmitano (Olaszország), Timothy Peake (Nagy-Britannia) és Thomas Pesquet (Franciaország). Az új jelöltek hamarosan csatlakoznak régebb óta dolgozó társaikhoz, hogy Kölnben, az ESA űrhajóskiképző központjában (*European Astronaut Centre*, EAC) megkezdhessék felkészülésüket. A jövőben, akár már 2013-tól a Nemzetközi Űrállomáson (ISS) kaphatnak feladatot, sőt talán még az azt követő korszakban is. Az ESA jelenleg 8 kiképzett űrhajóssal rendelkezik, akik mind férfiak.

**Koccintás tisztított vizelettel.** A Nemzetközi Űrállomás három lakója engedélyt kapott arra, hogy megkóstolja a tavaly felszállított amerikai víztisztító berendezés „végtermékét”. A koccintás képletesen értendő, a folyadék ugyanis műanyag tasakokban került az ISS lakóinak kezébe. Laboratóriumi vizsgálatokkal mostanra győződtek meg véglegesen arról, hogy az űrállomáson keletkező szennyvizet (például a vizeletet) feldolgozó, megtisztító és újra ihatóvá tevő berendezés tökéletesen tiszta vizet képes előállítani. Az elért eredménynek nagy a jelentősége, hiszen hamarosan ki szeretnék bővíteni az ISS személyzetének létszámát, a mostani háromról hat főre. Így takarékoskodni kell a vízzel, különben a friss készletek feljuttatása nehezen megoldható feladat elé állítaná az űrügynökségeket az űrrepülőgépek nyugdíjazását követő időkben. A kidolgozott technológia alapján a Holdra és a Marsra induló jövőbeli űrhajósok is vízhez juthatnak. A berendezés földi célokra átalakított változata pedig már jóval az eredeti példány űrbe kerülése előtt megkezdte működését, hiszen a Föld számos pontján is gondot jelent az egészséges ivóvíz biztosítása. Így a NASA technológiája másokon is segíthet. A negyedmilliárd amerikai dollárba került, a Destiny modulban elhelyezett vízvisszaforogató berendezés tavaly év végén került fel az űrállomásra. Működtetését kezdetben technikai problémák akadályozták. Idén márciusban érkeztek hozzá a szükséges pótalkatrészek, s a Földre visszahozott mintákat csak azután lehetett bevizsgálni. Bár az ára borsosnak tűnik, mégsem lesz rossz befektetés. A számítások szerint ugyanis a költségei néhány év alatt meg

is térülnek, ha figyelembe vesszük, hogy milyen sokba kerül a vízzel töltött teherűrhajók felbocsátása.

**Magyar kísérletsorozat az Űrállomáson.** A Szozuz TMA-15 május 27-ei startjával a magyar jelenlét szempontjából is új fejezetet kezdődik az Űrállomáson. Egy éves késleltetés után végre megkezdődhet a Neurospat kísérlet, amely egy magyar és egy belga kutatócsoport kísérletének összevonásával keletkezett. A magyar rész megvalósulását az EU anyagi hozzájárulásával a SURE program tette lehetővé. A tíz megvalósításra kiválasztott programból négy Magyarországról származik. Ezt a sort nyitja meg az űrhajósok kognitív teljesítőképességét és a téri tájékozódásban bekövetkező változásokat vizsgáló *PreSpa*t kísérlet. A magyar és a belga kísérletekben közös, hogy a kérdéseikre az agyi elektromos jelek elemzésével próbálnak válaszolni. *(A kísérlet részleteit Évkönyvünkben külön cikkben mutatjuk be!)*

## 2009. június

**A japán szonda a Holdba csapódott.** A Kaguya (SELENE) űrszonda küldetése végén utoljára még egy rövid látványos eseményt produkált. Az előre tervezett holdi becsapódás időpontja június 10-én jött el, a Holdnak a Föld felé eső féltekéjén, a terminátorhoz közel, a sötét oldalon. A jelenség idején a Hold Magyarországról nem, de Japánból (valamint pl. Kelet-Ázsiából, Ausztráliából, Új-Zélandról) észlelhető volt. A kutatók a kirepülő törmelékfelhő földi megfigyelésével újabb információt szerezhetnek a felszín anyagáról. A 2007 szeptemberében indított japán holdszonda többek közt új adatokkal szolgált égi kísérőnk távoli oldalának felszíni összetételéről, lézeres magasságmérőjével térképezte a domborzatot, látványos nagyfelbontású videofelvételeket küldött a Földre. A „kamikaze-akció”, illetve az azt megelőző pályamódosító manőversorozat további célja, hogy kipróbálják, begyakorolják egy későbbi sima leszálláshoz használható eljárásokat. A Kaguya utóda, az ezt is célul kitűző SELENE-2 akár már jövőre útnak indulhat Japánból.

**Úton az amerikai holdszonda.** Egy Atlas-5 rakéta június 18-án állította pályára a *Lunar Reconnaissance Orbiter*t (LRO). Vele együtt utazik a Hold felé az LCROSS (*Lunar Crater Observation and Sensing Satellite*), amely a tervek szerint október elején csapódik a felszínbe, a Hold déli pólusa közelében. A két automata űrszondás program jelenti a NASA első lépéseit az emberes holdutazások felújításának irányába, majdnem pontosan negyven évvel azután, hogy az Apollo-11 két űrhajója a Holdra lépett.

A start után 46 perccel leváló LRO több évig tartó küldetésre indul. Négy nap múlva áll Hold körüli pályára, ahonnan tanulmányozza majd az égitest felszínét, ásványi összetételét, sugárzási környezetét. Ellipszispályájának magassága kezdetben 30 km és 216 km között változik, amit később 50 km-es magasságú, a pólusok fölött húzódó körpályává alakítanak. Az LCROSS az elkövetkező négy hónapban a Centaur végfokozathoz rögzítve marad. A maradék rakéta-hajtóanyagot a sikeres start után néhány órán belül kiürítik. A kettős űreszköz igen elnyúlt Föld körüli pályán kering majd, amely legtávolabbi pontján eléri a Hold távolságát. A Holdba való becsapódás kijelölt napja 2009. október 9.

Amikor majd a holdutazó űrhajósok következő generációja a Hold felszínére lép, biztosak lehetnek benne, hogy „ütikönyvük” térképeit és információit főleg az LRO által készített nagyfelbontású felvételek és mérések alapján állították össze.

**Elhallgatott az Ulysses.** A NASA és az ESA közös napkutató űrszondája több mint 18 évig, az eredetileg tervezett élettartam bő háromszorosáig működött. A földi irányítók június 30-án küldték az utolsó parancsot a veterán szondának, amelynek a programja összesen 1,4 milliárd dollárba került. Az Ulysses leállítása már hónapok óta napirenden volt. Fogytán volt az energiatermeléshez használt plutónium-izotóp, egyre kevesebb adatot tudtak a Földe sugározni,

és az alacsony hőmérséklet miatt fennállt a manőverezéshez használt hidrazin hajtóanyag befagyásának a lehetősége. Az elmúlt időszakban ezt már csak úgy tudták elkerülni, hogy két óránként rövid időre bekapcsolták a hajtóműveket. Ezzel persze az üzemanyag is jobban fogyott, mostanra gyakorlatilag semmi sem maradt már. Mégis, a „trükkkel” még hónapokkal meg tudták hosszabbítani a küldetést, aminek most véget kellett vessenek. Tudományos szempontból ez a megnyert néhány hónap is igen értékes lehet, hiszen a jelenleg is tartó nap-tevékenységi minimum évszázados rekordot dönt, ami a csillag nyugodtságát és a minimum hosszát illeti.

A Németországban épített Ulysses 1990 októberében indult az amerikai Discovery űr-repülőgépről. A Jupiter lendítő hatását kihasználva 1992-ben repült ki az Ekliptika síkjából, hogy egyedülálló pozíciókból, „felülről” illetve „alulról” figyelhesse meg a Napot. Ezek a megfigyelések majdnem két, kb. 11 éves naptevékenységi cikluson át tartottak.

## 2009. június

**Az eddigi legnagyobb kereskedelmi műhold.** A TerreStar-1 mobil távközlési szolgáltatásokat kínál majd az észak-amerikaiaknak. A valaha épített legnagyobb kereskedelmi célú műhold Francia Guyanából, az európai Kourou űrbázisról indult július 1-jén. Ezúttal nem a szokásos két távközlési holdat állították egyszerre geostacionárius átmeneti pályára, hiszen nagy tömege miatt a TerreStar-1 lekötötte az Ariane-5 ECA rakéta teljes kapacitását. A műholdnak nem csak a 6910 kg-os tömege tekintélyes, hanem a 18 m átmérőjű antennájának mérete is. Az S-sávú (2 GHz körüli frekvenciájú) adásokra készített antennát a startot követő hetekben nyitják majd ki. Ha az óriási műhold „kiterjeszti” napelemszárnyait is, legnagyobb hosszúsága 32,4 m lesz.

Az új űreszközt még hónapokig fogják tesztelni, mielőtt az év vége felé beindítják szolgáltatásait. A tulajdonos, az amerikai TerreStar Networks vállalat tervei szerint mobil hang- és adatátvitelre fogják használni a műholdat. Ezért is kell a nagyméretű antenna, hiszen a geostacionárius pálya messze van, a felhasználók pedig manapság már idegenkednek a nagyméretű antennáktól – a földi berendezés nem lehet nagyobb, mint egy megszokott „okostelefon”. A rendszert úgy tervezték, hogy a műhold szolgáltatásait földi erősítő és átjátszó állomások is kiegészítik. Így olyan helyeken – például beépített nagyvárosi környezetben – is használhatók lesznek a mobil egységek, ahonnan nem lehet közvetlenül rálátni a műholdra.

**Siker a Falcon-1 ötödik startja.** A magánrakéta a korábbi felemás tesztek után most először „élesben” bizonyított: egy malajziai távérzékelési műholdat állított pályára. Ez volt az első alkalom, hogy a kaliforniai székhelyű SpaceX cég magánfejlesztésű hordozórakétája megrendelés alapján egy „igazi” működő űreszközt juttatott a világűrbe. A start július 14-én, magyar idő szerint 5:35-kor történt a Marshall-szigetekhez tartozó Omelek-szigetről (Kwajalein-atoll).

A malajziai RazakSAT egy közepes nyílású kamerát visz magával, amellyel fekete-fehérben 2 és fél, színesben 5 méteres földfelszíni felbontású képeket tud majd készíteni. Alacsony (9°-os) hajlásszögű pályára áll, így Malajzia területe fölött napjában akár tucatszor is elrepül. A kb. 180 kg tömegű, hatszög alapú hasáb alakú műhold képeit tudományos kutatási, kereskedelmi és kormányzati célokra is használják, például a mező- és erdőgazdálkodásban, a környezetvédelemben, térképezéshez, közlekedés- és várostervezéshez.

**STS-127: végre elindult.** Cape Caneveral 39A indítóállásából közép-európai idő szerint július 16-án (floridai zónaidőben 15-én) emelkedett a magasba az Endeavour, fedélzetén hat amerikai és egy kanadai űrhajóssal. A startot előzőleg júniusban kétszer halasztották el, mert a hajtóanyagnak használt hidrogén feltöltése során gázszivárgást észleltek. Ezután hosszabb

pihenő következett, a Nemzetközi Űrállomás (ISS) pályája nem volt megfelelő a randevúhoz. Ez idő alatt sikerült kijavítani a szivárgást okozó hibát. Eddig három egymás utáni kijelölt júliusi startnapon az időjárás szólt közbe: Cape Canaveral környékén heves zivatarok voltak. Az indítóállás környezetében számos villámcsapást regisztráltak, ezért korábban azt is meg kellett vizsgálni, hogy ezek nem okoztak-e valamilyen kárt. Végül többször is zöld utat kapott az űrrepülőgép, eddig hiába.

Az űrállomás jelenlegi hat lakójával együtt összesen 13-an lesznek egyszerre fent, ami rekord az ISS történetében. Az STS-127 útja alkalmával jutott a világűrbe az ötszázadik ember. E nevezetes sorszámot az amerikai Chris Cassidy mondhatja magáénak. A munka során öt űrsétát terveznek. Az elsődleges cél a japán Kibo kutatómodul befejezése, egy külső kísérleti platform felszerelése. Ezzel egy eddig hiányzó „tornác” kerül az ISS-re, ahol az állomás falán kívül, a világűr közvetlen hatásainak kitéve is lehet majd űrkísérleteket végezni. Emellett az elektromos energiaellátó rendszer akkumulátorait is kicserélik, illetve más alkatrészeket is felszállítanak. Érdekesség, hogy az ISS-t építő mind az öt nemzetközi partner – az USA, Oroszország, Európa, Japán és Kanada – képviselői egyszerre lesznek az űrállomáson.

**Az LRO első képei a régi holdi leszállóhelyekről.** Nyilvánosságra hozták a NASA Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) szondájának első olyan nagyfelbontású felvételeit, amelyeket korábbi Apollo leszállóhelyekről készített. Most először jutott el a Holdhoz olyan űreszköz, amelynek az alacsony pályája és főképp a fedélzeti kamerája lehetővé teszi, hogy felismerhetőek legyenek a Holdon hagyott, ember készítette eszközök, vagy legalább azok hosszúra nyúlt árnyékai. Az LRO keskeny látószögű kamerájának legjobb felszíni felbontása kb. fél méteres lesz. A szonda egyelőre még nem érte el a végleges, a felszín felett 50 km-rel húzódo pályát, egyelőre magasabban repül, ezért a később készítendő képek lineáris felbontása is javulni fog még.

Az LRO indítása sokat késett. Az eredeti elképzelések szerint az első holdraszállás 40. évfordulójának idejére már számos ilyen nagyfelbontású felvételnek kellett volna készülnie. A különleges évforduló miatt mégis minden erőfeszítést megtettek, hogy legalább néhány előzetes kép mégis „határidőre” elkészülhessen. Ezeket a július 11-15. között készült felvételeket hozták július 17-én nyilvánosságra a NASA-nál.

**Charles Simonyi Pille-méréseinek eredményei.** A magyar származású űrturista második útja során is igen értékes méréseket végzett a Nemzetközi Űrállomás (ISS) Zvezda modulján 2003 óta folyamatosan működő Pille dózismérő rendszerrel. Simonyi 2009. március 26-án indult a Szojuz TMA-14 űrhajó fedélzetén az ISS-re, mely 28-án kapcsolódott azzal össze. Charles négy új Pille dózismérőt vitt magával, melyek közül hármát a repülést megelőzően a KFKI Atomenergia Kutatóintézete (AEKI) laboratóriumában aránylag nagy, ismert dózissal sugároztak be. A negyediket az Enyergija cég Bajkonurban jelenlévő szakértője a start előtt néhány órával a tartalék repülő-Pillével lenullázta. Ezt a – személyi dózist mérő – eszközt Simonyi zsebében helyezték el azzal a céllal, hogy megmérjék vele az ISS-ig tartó úton az űrhajóst érő dózist.

Charles a dokkolás és átszállás után a lehető legrövidebb időn belül – mintegy 8 óra múlva – felfüggesztette az ISS fedélzetén található Pille automatikus méréseit, és kiolvasta a 2003 óta ott üzemben lévő tíz régi, valamint a magával vitt négy új dózismérőt. Személyi dózismérője tanúsága szerint a Szojuzon való kétnapos repülés alatt kb. 10%-kal nagyobb dózist kapott, mintha ez idő alatt az űrállomáson tartózkodott volna. A pályára állás igen rövid idejét (kb. 10 perc) követően, a megközelítés két napja során a Szojuz az ISS-hez nagyon hasonló pályán kering. A magasabb dózisteljesítmény oka az, hogy a „kis” Szojuz űrhajó kisebb védelmet ad a kozmikus sugárzással szemben, mint a robusztus, műszerekkel és berendezésekkel zsúfolt űrállomás.



A három másik új dózismérőből Simonyi pontosan a Földön besugárzott dózist olvastatta ki (a besugárzástól a kiolvasásig begyűjtött járulékos dózis nagysága ehhez képest elhanyagolható volt). Így meggyőződtek róla, hogy a dózismérők a felbocsátás terhelését károsodás nélkül túlélték, alkalmasak a fedélzeten több mint öt éve üzemelő dózismérők újralibrálására. Egyszermind igazolást nyert, hogy az évek során a kiolvasó berendezés érzékenysége nem változott meg.

Az újralibrálásra Charles a jelenlévő természetes sugárforrást, a kozmikus sugárzást használta. A régi és új dózismérőket különböző kombinációban szorosan egymás mellett elhelyezve (az űrállomás belsejében a sugárzási tér nagyon inhomogén) 2-2 napig exponálta, majd kiolvasta azokat. Bebizonyosodott, hogy a tíz régi dózismérő közül nyolcnak az érzékenysége nem változott meg, azok ma is 100% körüli pontosságúak. Két dózismérő érzékenysége – amint erre korábbi fedélzeti mérések alapján már következtettek – kb. 70%-ra csökkent, de stabil, ezt további használatuk során figyelembe kell venni. Az új dózismérőkkel ezeket kiválthatták, így a jövőben tartalékként szerepelnek.

A fedélzeti mérések során az egyik, másfél óránként automatikus mérést végző dózismérő folyamatosan a kiolvasóban van, ott exponálódik, nagy időbeli felbontású adatokat szolgáltatva. Simonyi további, fontos feladata volt a kiolvasó árnyékoló hatásának az űrállomás nagyon összetett, valós sugárzási terében való kimérése. (A földi, gamma-forrással végzett kalibrálással ez pontosan nem határozható meg). Két-két dózismérőt – felváltva a kiolvasóban, illetve annak tetején elhelyezve – azonos ideig exponált. Az eredmények azt mutatták, hogy a kiolvasó árnyékoló hatása kb. 10%, amit az adatok kiértékelésekor figyelembe kell venni.



Az egyik új dózismérőt Charles mindig magán viselte, és naponta kiolvasta. A kapott átlagos dózisteljesítmény a kalibrálások helyén (az ún. 321. panel mellett) mérthez képest valamivel magasabb, aminek oka a hálöhelyen alvás közben jelentkező járulékos dózis. Személyi dózisteljesítménye a két évvel korábbi repülésénél mérténél kb. 15 %-kal adódott nagyobbak.

Egy dózismérőt Simonyi a hálósákjára erősített. Az ezzel mért dózisteljesítmény a kalibrálási helyen mérthez képest majdnem kétszeres, igen magas érték volt – igazolva azt a már többször publikált figyelmeztetést, hogy a hálöhelyeket az űrállomás jobban árnyékolja részén kellene elhelyezni.

Charles Simonyi április 8-án, a Szojuz TMA-13-as űrhajóval tért vissza a Földre, és magával hozta a megelőző fél évi és a saját Pille-méréseket tartalmazó memóriakártyákat is. Második űrutazása alkalmával is igen értékes méréseket végzett, melyekre az állandó légnyomásnak nem jut ideje. Legnagyobb jelentőségű az űrállomáson öt éve üzemelő dózismérők újralibrálása, illetve a kiolvasó árnyékoló hatásának valós körülmények között történő kimérése volt.



**Meteoritba botlott az Opportunity.** A marsjáró útjába eső, kb. 60 cm-es átmérőjű sötét kődarabról kezdetben csak gyanították, hogy nem marsi eredetű. A feltételezett meteorit egy furcsa alakú, a környezeténél sötétebb, feltűnő kődarab. A földi szakemberek július 18-án fedezték fel az Opportunity marsjármű felvételein. A kő a haladási iránnyal ellentétes oldalon bukkant fel, ezért kb. 250 m-t visszafelé kellett megtennie az Opportunitynek, hogy közelebről is megvizsgálja. Az alfarészecske- és röntgenspektrométer (*Alpha Particle X-ray Spectrometer*, APXS) segítségével próbálták kideríteni pontos összetételét. A mérések alapján valóban úgy tűnik, hogy egy meteoritról van szó. Összetétele hasonlít az ugyancsak a marsjáró által 2005 januárjában talált darabéhoz – az a meteorit volt az első, amelyet egy másik bolygón vizsgálhattak. Az Opportunity most egy időre „letáborozik” a helyszínen, hogy más műszereivel is megvizsgálhassák a leletet.

A rover „testvére”, a Mars túoldalán tartózkodó Spirit továbbra is a mély, laza talaj fogságában van, immár május óta. Alja egy sziklán akadt fenn, ami megakadályozta, hogy még tovább ássa be magát.

## 2009. augusztus

**Jelentős magyar űripari siker.** Mérföldkő a hazai űripar történetében, hogy a miskolci Admatis Kft. részt vesz az EU és az ESA közös űrvállalkozásában, a Sentinel programban. A Sentinel műholdsorozat tagjai alkotják a GMES program műholdas szegmensét. (A GMES – *Global Monitoring for Environment and Security* – program célja a műholdas felvételek és távérzékelési módszerek egységes európai alkalmazásának kifejlesztése elsősorban a környezetvédelmi és biztonsági alkalmazások céljaira.) A Sentinel–2 egy másfél tonnás, környezetvédelmi és mezőgazdasági célokat szolgáló, sokcsatornás infraoptikai műhold. Célja a földfelszín nagyfelbontású folyamatos megfigyelése, s a felszín változásainak a regisztrálása. Az Admatis Kft. korábbi űrtechnikai tapasztalatai birtokában pályázott és nyert az EADS Astrium SAS tenderpályázatán, s így a Sentinel–2 műhold multispektrális berendezésének 16 alkatrészét fogja megtervezni, legyártani és beszállítani.

**A Delta-2 rakéta búcsúja a GPS-től.** Az amerikai műholdas navigációs rendszer Block 2R műholdsorozatának utolsó tagját indították Floridából. A GPS 2R-21 jelzésű űreszköz augusztus 17-én. Húsz év és több mint ötven indítás után a Delta-2 most búcsút mondott nem csak a GPS-nek, de az amerikai haditengerészetnek is. A GPS (*Global Positioning System*) navigációs műholdrendszer következő (Block 2F jelzésű) generációjának tagjait már a nagyobb teljesítményű Atlas-5 vagy Delta-4 rakétákkal állítják pályára, várhatóan 2010-től. A most véget érő sorozat, a Block 2R műholdjai 1997-től repültek, hogy folyamatosan frissítsék a világszerte helymeghatározásra használt rendszert. A sorozat utolsó nyolc darabja már modernizált változatban készült (2R-M). A GPS műholdak kb. 20 ezer km magasban, közel fél napos periódussal, hat különböző pályasíkból keringenek. Minden síkban több műhold is található, hogy a Föld legnagyobb részéről nézve minden pillanatban elegendő űreszköz tartózkodjon a horizont felett a biztonságos helymeghatározáshoz.

**Dél-Korea: a start csak „félsiker” volt.** Az első űreszköz, amelyet dél-koreai területről indítottak, nem érte el a számára kijelölt pályát. A kisméretű STSAT-2 mesterséges hold augusztus 25-én startolt az első dél-koreai hordozórakétával. A KSLV-1 rakéta kerozinnal működő első fokozatát a moszkvai Hrunyicsev cég készítette. Közleményük szerint az indítást követő első 4 percben a fokozat az előírásoknak megfelelően működött, így a kísérletnek azt a részét mindenképpen sikeresnek kell tekinteni. Ami a szilárd hajtóanyagú második fokozatot illeti, a hivatalos változat szerint nem vált le időben a rakéta orrkúpjának egy része, így a

mindössze 100 kg-os műholdhoz jelentős (kb. négyszer akkora) tömegtöbblet adódott. Emiatt feltételezhető, hogy a rakéta nem tudta pályára állítani: a szükséges 8 km/s helyett 6,2 km/s végsebességet tudtak csak elérni. Visszahullva a műhold minden bizonnyal elégett a légkörben. A Koreai Köztársaság így egyelőre mégsem lett a világ tizedik állama, amely önerőből sikeresen űreszkozót juttatott Föld körüli pályára. Azonban ami késik, nem múlik, hiszen a KSLV rakéta második indítását jövő tavaszra tervezik.

**Úton a Discovery (STA-128).** Az űrrepülőgép augusztus 29-én startolt a floridai Kennedy Űrközpontból. Fedélzetén hét űrhajós (hat férfi és egy nő) tart a Nemzetközi Űrállomásra, ahová elsősorban egy nagyobb teherszállítmányt, valamint az állandó legénység egy új tagját viszik (Tim Kopra helyett Nicole Stott marad fenn). Az Európai Űrügynökséget (ESA) a most másodszor repülő svéd Christer Fuglesang képviseli. A raktérben elhelyezett Leonardo teherszállító modulban kísérleti berendezéseket szállítanak az ISS-re. Felkerül az űrhajósok számára egy új hálóhely, és a testezésre szolgáló új COLBERT futópad is – ez utóbbit lényegében a népszerű amerikai tévés személyiségről, Stephen Colbertről nevezték el. A Discovery legénységére három űrséta vár. Az elsőt az európai Columbus modul külső felületére helyeznek fel műszereket, a második alkalommal kicserélik az űrállomás egyik amóniatartályát, a harmadik, utolsó űrsétán pedig a 2010 februárjában felszállítani kívánt Tranquility modul csatlakoztatását készítik elő, valamint felszerelnek két új GPS antennát is.

**Hirtelen halál: az indiai holdszonda vége.** A tavaly októberben indított, a Hold körül keringő Csándráján-1 váratlanul, idő előtt felmondta a szolgálatot. Az Indiai Űrügynökség (ISRO) közleménye szerint az irányítók augusztus 29-én elveszítették a rádiókapcsolatot az ország első olyan űreszkozójával, amely messzebb került a Föld körüli pályánál. Így az nem tudja befejezni két évre tervezett teljes küldetését. A kapcsolatot nem sikerült helyreállítani, így a 11 tudományos műszert szállító szondát elveszítettnek nyilvánították. (A fedélzeti berendezések közül hatot amerikai és európai együttműködők készítettek.) A Csándráján-1 rövidesen a Holdba csapódik. Az ISRO közleménye szerint a szonda több mint 3400-szor kerülte meg a Holdat. Közel 70 ezer képet küldött, és a tudományos célok legnagyobb részét teljesítette. Az ISRO az oroszokkal együttműködve készül a következő holdkutató programjára, amelynek keretében egy leszálló egységet és egy holdjárművet juttatna a szomszéd égitestre, 2012-es indítással.

## **2009. szeptember**

**Az „új” Hubble első képei.** A Hubble-űrtávcső májusi utolsó nagyjavítása, és az azt követő tesztek után most először hoztak nyilvánosságra csillagászati felvételeket. A NASA ünnepélyes keretek között tárta a nagyközönség elé az újjászületett űrteleszkóp új képeit. A három hónapig tartó műszer-beüzemelés kisebb zökkenőkkel folyt, de végül teljes sikerrel járt. Minden fedélzeti műszer és ellátó-berendezés üzemképes. A 19 éves Hubble-űrtávcső készen áll a folytatásra!

**A tett halála a tökölődés... avagy pénzt a NASA-nak!** Egy újabb bizottság, újabb megállapítások, újabb csúszás. De hol a fény az alagút végén? A gazdasági világválság és az amerikai kormányzati irányváltás úgy tűnik szép lassan elkezdte erodálni a NASA jövőjét. Obama elnök az Augustine-bizottságot kérte fel Amerika űrhajózási tevékenységének (az új hold- és marsprogram, valamint az ISS-ben való amerikai részvétel) jövőjét felülvizsgálni. A munka még nincs teljesen kész, nincsenek ajánlások, ám elkészült egy lehetőség-katalógus, amelyből majd kiválasztva a legmegfelelőbbet, elkészülhet egy új nemzeti űrstratégia. Az elnök most öt fő alternatíva – és jónéhány alváltozat – közül válogathat, amelyekben egyetlen közös vonás fedezhető csak fel: több pénz kell hozzá.

Az Augustine-bizottság közel három hónapja dolgozik. A munka közben kiszivárgott megállapítások egy mondatban összefoglalható lényege, hogy a NASA a jelen keretek között képtelen lesz az elé kitűzött célok és menetrend tartására. Most a bizottság alternatívákat kínálva vázolt fel egy lehetséges új űrstratégiát az elkövetkezendő időkre, amely jobban alkalmazkodik a – válság által megtépázott – realitásokhoz.

Az első alternatíva a voltaképpen Bush-féle Constellation: az ISS-t 2015-ig üzemelteti a NASA, aztán lefűkezik a pályájáról a megsemmisülésbe, és kifejlesztik az Orion űrhajót, valamint az azt a Föld körüli pályára szállítani képes Ares-I hordozórakétát. Később sorra kerül az Ares-V nehézzrakéta és az Altair holdkomp kifejlesztése. A bizottság „mindössze” az eredetileg felvázolt időhorizontot tartja betarthatatlannak – vagy ha az érem másik oldalát nézzük, akkor a fejlesztésre szánt pénz kevésnek arra, hogy megfelelő időre elkészüljenek az eszközök. A NASA mostani anyagi lehetőségei szerint az Ares-V a 2020-as évek végénél, a holdkomp és a holdraszállás infrastruktúrája a 2030-as évek közepénél előbb nem készülhet el, ha egyáltalán elkészül.

A második alternatíva is a „ha nincs több pénz” feltételezésből indul ki és valamiféle takarékláng üzemmódot vizionál. Eszerint a NASA egészen 2020-ig kiterjeszti az ISS üzemeltetését, lemondva az Ares-I fejlesztéséről, és az alacsony Föld körüli pálya elérését (taxi és teherűrhajók üzemeltetését) a magánszférába szervezi ki. A legdöbbenetesebb rész ezután jön: „ez a lehetőség a 2020-as évek végéig nem számol a nehézzrakéta megjelenésével és nem kalkulál a Holdra leszálló és ott felfedezéseket lehetővé tevő eszközökre szánt pénzekkel sem”.

A következő három alternatíva már azzal számol, hogy a döntéshozók belátják a helyzet tarthatatlanságát és pénzt is investálnak az űrfelfedezésekbe. Konkrétan évi 3 milliárd dollár forrásbővülést, majd 2014-től 2,4 százalékos – inflációkövető – további emelést javasol a tervezet.

A harmadik választási lehetőség követi az eredeti Constellation programot, csak némi késésekkel kalkulál (amelyek egyébként már most is bőven benne vannak a levegőben). Eszerint a Space Shuttle flotta 2011-ben leáll, az ISS 2015-ig üzemel, majd az óceánba vezetik, ezután a NASA teljes erejét a Constellation programnak szentelheti, mindössze a határidők tolnának: az Ares-I/Orion páros 2017-ben repülhetne, az űrhajósok holdraszállása a 2020-as évek közepére tolnának. Viszont a Marsról, vagy az aszteroidákról nem esik szó, mint a Constellation kiterjesztéseként megálmodott *Moon and Beyond* elképzelésben.

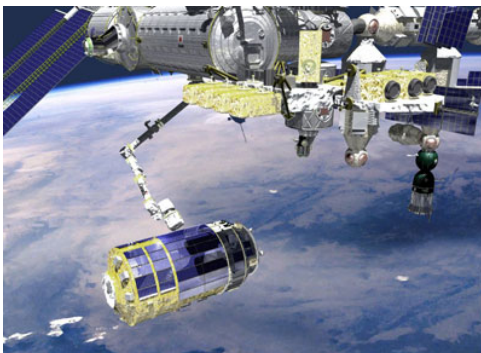
A *Moon First* nevű negyedik opció az eredeti bush-i koncepciók első igazi meghaladása, egy valóban új elképzelés, rögtön két alváltozattal. Az elképzelés magja, hogy az űrállomás élettartamát 2020-ig meghosszabbítanák és a NASA csak a nehézzrakéta-fejlesztéssel foglalkozna, míg az alacsony Föld körüli pálya elérését meghagynák a magánszektor fejlesztési és üzemeltetési területének. És itt két lehetséges alváltozat bontakozik ki. A 4/A változat szerint a shuttle flotta 2011-ben nyugdíjba megy és a NASA azonnal nekilát az Ares-V-nek, valamint a holdűrhajóknak. A 4/B pedig azt mondja, hogy az űrrepülőgépek még 2015-ig repüljenek (időt hagyva a magánszektornak a feladathoz való felnöveszre), majd ezután az STS rendszer technológiai alapjain alapuló új nehézzrakétát fejleszteni a NASA (például a korábbi DIRECT elképzelésrendszer felhasználásával).

Az ötödik alternatíva egyfajta „rugalmas pálya” lenne, alternatív, vagy akár egymást követő/váltó célokkal. Hold körüli keringés, holdraszállás, a Lagrange-pontok meglátogatása, földközeli kisbolygók elérése, a Mars-holdak felfedezése, végül marsi leszállás. Nagyjából évente egy ilyen esemény lehetne az ütem. Az ehhez vezető utak pedig csak abban különböznenek, hogy milyen nehézzrakétát fejlesszen hozzá a NASA: az Ares-V-öt, egy új rakétát, vagy az STS-ből továbbfejlesztett régi technológiáit. Ebben a tervben a 2020-as évek közepén lehetnének tanú az új holdraszállásnak, vagy a Mars körülrepülésének.

Az iránymutatások mellé nagyon komoly ténymegállapítások is járnak az elnök számára. Semelyik elképzelés sem valószínűsíthető meg a mostani – 2010-re megszavazott – NASA

költségvetési keretek között és/vagy belátható időn belül. De még többletforrásokkal sem lesz egyszerű. A shuttle és az új űrhajó közti interregnum ideje előre láthatóan tovább nő, a mostani becslés szerint legkevesebb hét évre. És minden bizonnyal be kell vonni a magántőkét is fejlesztésekbe. A legkeményebb konklúzió viszont ismét letaszítja a Marsot a „fő cél” pozíciójából. A jelentés szerint „...a Mars lehet fő cél, de nem a legfőbb cél...mielőtt elérnénk a Marsot, talán jobban szolgál bennünket, ha kiterjesztjük jelenlétünket az űrben, és további tapasztalatokat gyűjtünk a holdfelszínen...”

**Úton a japán teherűrhajó.** Szeptember 10-én a Japán Űrügynökség (JAXA) első teherszállító űrhajója sikeresen startolt és Föld körüli pályára állt. A start pontos mérföldkő a japán űrkutatás történetében. Az indítás Tanegashima szigetéről, a külön erre a célra átalakított H-2B hordozórakétával történt. A HTV-1 (*H-2 Transfer Vehicle-1*) a Nemzetközi Űrállomáshoz (ISS) tart. Ez egyben jelentős új eszköz az űrállomás ellátására is.



Az eddig használt orosz Progressz teherűrhajókkal, valamint a már repült első európai teherűrhajóval (Jules Verne ATV) ellentétben a japán űreszköz nem tud majd automatikusan vagy távvezérléssel dokkolni az ISS-hez. Ehelyett az űrállomás robotkarjával fogják majd be, ha megfelelően közel (kb. 9 méterre) jutott az ISS-hez.

A HTV program 1997 óta fut Japánban, eddig összesen 700 millió amerikai dollárnak megfelelő összeget költöttek rá. Csak a mostani űrhajó 200 millióba került (ebben nincsenek benne a felbocsátással kapcsolatos költségek). A henger alakú űrhajó mérete egy turisztabuszéval vetekszik. Nincsenek külön „elálló” napelemtáblái, mint orosz és európai társainak. Az energiaellátást a testére helyezett 57 napelem biztosítja. Az embereket nem szállító teherűrhajók közül ez az első olyan, amelyikben nyomás alatt levő hermetizált, valamint nem hermetizált raktér is található. Továbbá ez az egyetlen teherűrhajó, amely közvetlenül az ISS amerikai szegmensét tudja ellátni nagyméretű kísérleti berendezésekkel. (A többiek az orosz részhez csatlakoznak, ahol az átjárók is keskenyebbek.)

A jelenlegi elképzelésekben hét HTV repülése szerepel, nagyjából évente egy új teherűrhajót indítanának a japánok. Ha elég pénz van rá, akár évente két példányt is le tudnának gyártani. A HTV szerepe különösen felértékelődik, ha az amerikaiak valóban rövidesen leállítják űrrepülőgépes programjukat. A jövőbeli HTV-k összesen 6 tonnányi rakományt vihetnek magukkal. A mostani első repülés során a plusz hajtóanyag és akkumulátorok elfoglalnak némi helyet, ezért alig 3,5 t a hasznos teherszállító kapacitás. A hermetizált részben élelmiszert, számítógépeket, kísérleti eszközöket, a személyzetnek szánt tárgyakat visznek. A maradék alig 1 tonnányi rakomány a nem hermetizált részbe kerül. Ezek a japán Kibo modul külső részére kerülő japán és amerikai kísérletekhez készült eszközök.

A HTV-1-nek is az lesz a sorsa, mint a többi teherűrhajónak. Az űrállomáson feleslegessé vált dolgokkal együtt eltávolodik, majd a légkör sűrű részébe lépve, a Csendes-óceán déli vidékei fölött megsemmisül. Erre a műveletre november elején keríhetnek sort.

**Óceánkutató műhold Indiából.** Az Oceansat-2 startja volt az ország huszadik sikeres űrindítása. Az indiai PSLV (*Polar Satellite Launch Vehicle*) hordozórakéta szeptember 23-án emelkedett a magasba a felsziget keleti partjainál fekvő Satish Dhawan Űrközpontból (Sriharikota). Az Indiai Űrügynökség (ISRO) nem sokkal később sikeresnek deklarálta az új mesterséges hold pályára állítását. A közel 1 tonna tömegű Oceansat-2 mellett négy apró kísérleti hold (CubeSat) is repült. A rakéta fő terhe, az óceán- és légkörkutató műhold 720

km magas, 98° hajlásszögű (poláris) pályára került. Tervezett működési élettartama 5 év. Három fedélzeti műszerével biztosítja majd a folytonosságot az 1999-ben indított Oceansat-1-gyel, amely várhatóan hamarosan felmondja a szolgáltatást. A műszerek közül a széles látómezejű optikai és közeli infravörös kamera (*Ocean Color Monitor*) 1400 km széles sávokban, kb. 370 m-es felbontással készít majd felvételeket. Ezek segítségével a víz szennyezettségét, a halkészletet, az üledék és az algák előfordulását kutatják. A szélmérő (*scatterometer*) működési elve, hogy a vízhullámokról visszaverődő radarjeleket detektálja. Ennek alapján becsüli meg a szél nagyságát és irányát az óceánok felett. A harmadik berendezés a légkör felső részén áthaladó, a GPS műholdakról kibocsátott rádiójelek megváltozását elemzi. Ebből naponta ötszáz függőleges hőmérsékleti, nyomás- és páratartalom-profilot tudnak meghatározni.

**Hajszá a holdi víz után.** Van-e víz – persze nem folyékony – a Föld jó öreg, korábban csontszáraznak hitt kísérőjén? A Science magazin szeptember 25-ei számában megjelenő cikkek szerint igen! Ez az a kérdés, ami hosszú évek óta izgatja a kutatókat, s ami miatt nem is egy űreszközt küldtek mostanában a Holdhoz. Épp az új űrszondák révén lehet, hogy a kérdésre belátható időn belül megnyugtató választ is kaphatunk. Ha találnak is jégre utaló jeleket, az még feltehetően jó időbe belekerül, mire a tudományos közvélemény is egyértelműnek fogadja el a bizonyítékokat. Az is meglehet, hogy a távérzékelte adatokat majd helyszíni mintavétellel kell megerősíteni (vagy megcáfolni).

A napfénytől mentes holdi kráterekben levő víz létezésének elméletét az 1960-as évek elején állították fel amerikai kutatók. Később felmerült, hogy a Naprendszer vízjégben gazdag kis égitestei (például üstökösök) a Holdba csapódva sok vizet hordhattak össze az évmilliárdok során. Ha találnak is a felszín alatti jégre utaló „biztos” nyomokat, a nyersanyag kitermelése nem lesz egyszerű. További leszálló űrszondák, holdjárók sorát kell majd oda küldeni, hogy próbafúrásokat végezzenek, a helyszínen állapítsák meg a jég eloszlását és mennyiségét. Mindez technológiai szempontból sem ígérkezik könnyűnek! Eközben arra is érdemes gondolni, hogy a jeget ne csak nyersanyagként tekintsek. Holdi „nemzeti parkok” kijelölésére is szükség lehet, hogy a Naprendszer korai időszakairól tanúskodó anyagot megőrizték a tudományos kutatás számára.

Hogyan maradhat meg a vízjég a sötét kráterek mélyén? Ha a hőmérséklet  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb, akkor a jég szublimációja nagyon lassú, különösen ha egy porréteg borítja, amely megvédi a becsapódó meteoritoktól és a kozmikus sugárzás részecskéitől. A hőmérséklet mindenesetre valóban igen alacsony is lehet: a NASA nemrég jelentette be, hogy a Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) szonda friss adatai szerint helyenként  $-238\text{ }^{\circ}\text{C}$  is előfordul a Hold sarkvidékén.

A legutóbbi fejlemények közül említésre érdemes még, hogy az LRO neutrondetektora (*Lunar Exploration Neutron Detector*, LEND) egyes déli sarkvidéki kráterek környékén gyengébb sugárzási értékeket mért. Ezt a jelenséget azzal magyarázzák, hogy a kozmikus sugárzásból származó nagyenergiájú neutronok a hidrogén atommagokkal kölcsönhatva lelassulnak. Ha pedig sok hidrogén van ott, akkor az akár vízmolekulákban megkötve is lehet. Egyelőre egy probléma adódik a magyarázattal: nem csak az állandóan árnyékban levő kráterbelsőben tapasztalták a jelenséget...

A jelentős holdi vízkészleteknek a léte vagy nemléte végső soron meghatározhatja az emberes űrrepülés jövőjét is. Ha úgy tűnik, hogy számottevő, és esetleg kitermelhető víz rejtőzik a felszín alatt, az újabb érvet adhat a Holdra való visszatérést, a holdbázisok építését szorgalmazók számára. Ha pedig a figyelem a Hold felé fordul, a korlátozott pénzügyi erőforrások miatt is valószínűleg a még távolabbi jövőbe tolódik majd a sokak által hön áhított marsutazás időpontja...

Ez volt tehát, amit *eddig* tudtunk vagy reméltünk a Hold vizéről. A legújabb, három különböző űreszköz mérésein alapuló eredményeket most publikálták. A szóban forgó űreszközök: a nemrég elhallgatott indiai Csándráján-1 holdszonda, valamint a NASA Cassini és

Deep Impact szondái. Az eredmények igazi különlegessége pedig, hogy a víz (vagy az egy oxigén és egy hidrogén atomból álló hidroxil gyök) nem csak az árnyékos kráterbelsőben van, mint ahogy eddig hitték, hanem gyakorlatilag mindenhol.

A Csándráján-1 fedélzetén repült az amerikai M3 (*Moon Mineralogy Mapper*) műszer, amely a Hold felszínéről visszavert fény szinképeinek elemzésével jutott arra a következtetésre, hogy víznek vagy hidroxilnak kell ott lennie. Az M3 csak a holdi regolit felső néhány milliméteres rétegét tudta vizsgálni, a jelek forrásának tehát onnan kell származni. A mérések szerint a pólusvidékeknél erősebbek a spektrális jelek. A Cassini, amely útban a Szaturnusz felé, még 1999-ben repült el a Hold mellett, hasonló eredményekkel szolgált. A szerzők feltételezése szerint a víz vagy hidroxil a felszint alkotó ásványokban lehet megkötve. A Deep Impact szonda meghosszabbított küldetése (EPOXI) alatt, az M3 kutatócsoportjának kérésére, több megközelítés alkalmával ugyancsak vizsgálta a Holdat, még hozzá infravörös tartományban. Azok a mérések is megerősítették a víz vagy a hidroxil előfordulását. A Deep Impact 10°-os északi szélesség fölött mindenhol látni vélte a vízre utaló jeleket, a pólusvidéken szintén erősebben. A többszöri megközelítés alkalmat adott arra, hogy napszakos változásokat is kimutassanak. Ezek szerint a legnagyobb napsütésben voltak a leggyengébbek a jelek, a helyi reggeleken pedig a legerősebbek.

Az új eredmények a holdi vízről alkotott elképzelések azonnali felülvizsgálatát igénylik majd. A jelek szerint a Hold nem csak hogy az egész felületén „vizes”, de ez az állapot a Nap besugárzásától függően dinamikusan változik is. Nem csak külső eredetű (üstökösökből származó) vízről lehet szó, hanem a Holdon magán keletkező anyagról is. Az elképzelések szerint ebben a folyamatban szerepet játszhat a részben protonokból (vagyis pozitív töltésű hidrogén atommagokból) álló napszél, amely kölcsönhat a holdi ásványokkal. A regolit 45%-ban – más elemekkel kémiai kötést alkotó – oxigént tartalmaz. A nagy energiával, folyamatosan érkező protonok felbonthatják az oxigén kötéseit, és kapcsolódhatnak a felszabadult oxigén atomokhoz.

Nem nehéz megjósolni, hogy sokat fogunk még hallani a holdi vízről. A legfrissebb felfedezésekből annyi biztosnak látszik, hogy nem „bányászható” mennyiségben előforduló vízről van szó. A kutatás tehát nem áll meg...

**Fobosz-Grunt: 2011-re halasztva.** A Mars felé idén ősszel indítani kívánt orosz űrszonda nem készül el időre, ezért meg kell várnia a két év múlva ígérkező újabb indítási ablakot. Hasonló sorsra jutott korábban az amerikai Mars Science Laboratory (MSL) szondája. Így a Földről a Mars felé vezető, energetikailag kedvező pályát 2011 végén az amerikaiak és az oroszok is kihasználják. A Fobosz-Grunt a Mars nagyobbik, Phobos nevű holdjára indul majd, ahol leszáll a felszínre. Egyik fő célja talajminta visszajuttatása a Földre. A Fobosz-Grunt lett volna az első orosz vezetésű bolygóközi űrprogram, több mint egy évtizedes kihagyás után. (Ráadásul a legutolsó, az 1996-os Marsz-96 szonda is megsemmisült.)

**Harmadszor a Merkúr mellett.** Az amerikai MESSENGER űrszonda most még nem, de legközelebb már pályára is áll a Naprendszer legbelső bolygója körül. Szeptember 29-én kb. 230 km-rel a bolygó felszíne fölött repül el. A szonda hosszan, immár több mint 5 éve tartó útján ez az utolsó hintamanőver. Mire 2011. március 18-án ismét a Merkúr közelébe ér, képes lesz majd annyira lelassítani, hogy pályára álljon a bolygó körül. Ezt még soha egyetlen űreszköz sem vitte véghez. A Merkúr-szonda eddigi eredményeiből egy az eddig hittnél sokkal aktívabb bolygó képe rajzolódik ki. Az egyik legnagyobb meglepetés az volt, amilyen mértékben a magnetoszféra megváltozott a két előző megközelítés között. A felszínen felfedeztek egy nagy, 3,9 milliárd éves, becsapódásos eredetű medencét (Rembrandt-medence, átmérője 700 km), amelynek a környékén felerősödött vulkáni aktivitás jelei mutatkoztak. Először detektáltak magnéziumot a bolygó közvetlen környezetében, ami megerősítette, hogy ez az elem a felszín anyagának egyik fontos összetevője. A nagy területre kiterjedő,

nagyfelbontású felvételek alapján pedig egyre többet tudnak meg a kutatók a bolygó jelenleg látható kérgének a kialakulásáról.

**Úton az űrbohóc.** Bajkonurból szeptember 30-án elindult az űrállomás felé a Szojuz TMA-16, fedélzetén egy orosz és egy amerikai űrhajóssal, és egy kanadai űrturistával. Az utazás fizető résztvevője a kanadai Guy Laliberté. Most hosszú ideig ő lehet az utolsó űrturista, aki a Space Adventures cég szervezésében ellátogathat az ISS-re. A Szojuz űrhajók férőhelyeit ezentúl inkább a hivatásos űrutazóknak tartják fenn, mivel az amerikai űrrepülőgépek hamarosan leállnak. Az 50 esztendőes Laliberté, korábbi cirkuszi artista, a Cirque du Soleil alapítója a korábbi űrturistákkal ellentétben nem vesz részt tudományos kísérletekben. A repülés „komoly oldalát” a Laliberté megjelölésével „poétikus szociális küldetés” jelenti, amelynek fő célja, hogy a közfigyelmet a világ ivóvízproblémájára irányítsa. Az űrállomásról először közvetítenek olyan élő multimédiás eseményt, amelyben nem csak Laliberté lép fel, hanem a Föld több pontján más művészek is bekapcsolódnak a programba.

## 2009. október

**Hivatalosan is elérhető az EGNOS.** A GPS műholdas navigációs rendszer szolgáltatásait kiegészítő európai rendszert október 1-jén ünnepélyesen működőkésznek hirdették. Az EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*) ún. nyílt szolgáltatásának elérhetővé tételét hosszú éveken át tartó tesztüzem előzte meg. Mindez jelentős lépés az európai műholdas navigációs szolgáltatások fejlődése terén. A következő fontos mérföldkő már az önálló műholdrendszer, a Galileo – ugyancsak jócskán elhúzódo – kiépítése lenne.

Mi is az EGNOS? Egy műholdas adattovábbítást használó kiegészítő rendszer, amely az amerikai GPS műholdak segítségével elérhető helymeghatározást pontosítja. Másrészt nagyobb biztonságot is ad azért, hogy időben figyelmeztet, ha valami hiba folytán esetleg megbízhatatlanná válnának egyes GPS műholdak jelei. Mivel ugyanolyan frekvenciasávot használ, mint maga a GPS, ezért a gyártók a vevőkészülékeket viszonylag könnyen alkalmassá tudják tenni a javító jelek vételére is. A manapság beszerezhető navigációs vevőkészülékek többsége képes is venni és feldolgozni az EGNOS jeleit. Az EGNOS lefedettségi területe Európa és „környéke”. Egyrészt azért, mert a korrekciós információkat olyan geostacionárius műholdakon – méghozzá három műholdon – keresztül sugározzák a felhasználók felé, amelyek ennek megfelelő földrajzi hosszúságok fölött állomásoznak. Másrészt az a kb. 40 tagból álló követőállomás-hálózat, amellyel a GPS jeleket veszik és feldolgozzák, ugyancsak jórészt Európában és környékén épült ki. Az állomások hálózatára azért van szükség, hogy azok a vett GPS jelekből korrekciós paramétereket határozzanak meg, illetve folyamatosan figyelemmel kísérjék a navigációs műholdrendszer egészséges működését. Az EGNOS tehát voltaképpen azon alapul, hogy a GPS hibáit igyekszik kiszámolni, s a szétszórott korrekciós adatokkal segíteni a többi vevőkészüléket a pontatlanságok kiküszöbölésében. A GPS méréseit terhelő hiba lehet például a műholdak helyzetének nem elegendően pontos ismerete, vagy a rádióhullámoknak a folyton változó légkörben való terjedéséből adódó bizonytalanságok. Az EGNOS segítségével az önállóan, csak a GPS műholdak vételén alapuló 15-20 m-es valós idejű vízszintes helymeghatározási pontosság Európában nagyjából 2 m-esre javul. Ez a felhasználók egy részének már éppen elegendő, ráadásul nem kell érte külön fizetni. (Másoknak persze nem kielégítő, így aki néhány centiméter pontos valós idejű helymeghatározást szeretne, annak még sűrűbben telepített földi állomások hálózatából érdemes a korrekciókat beszereznie.)

**Új porgyűrű a Szaturnusz körül.** A nagyméretű, a belső gyűrűrendszerhez képest 27°-os szögben hajló alakzatot infravörös sugárzása alapján fedezték fel a Spitzer-űrtávcsővel. Az újonnan felfedezett gyűrű messze a legnagyobb az óriásbolygó ismert gyűrűihez képest. Nem

rendelkezik éles határokkal; a Szaturnuszról nagyjából 6 millió km távolságban kezdődik és még mintegy 12 millió km-en át folytatódik. Érdekessége, hogy míg a többi gyűrű a bolygó egyenlítői síkjában található, ennek a hajlásszöge a fősíkhoz képest  $27^\circ$ . Benne kering a Phoebe nevű hold, amely a feltételezések szerint a gyűrű anyagának forrása. Az égitest minden bizonnyal nem a bolygóval együtt keletkezett, a Szaturnusz később fogta be. Az alakzat ugyancsak vastag, a bolygó átmérőjének kb. 20-szorosa. Vagyis a gyűrű elnevezés – különösen a többi, eddig ismert gyűrűvel összehasonlítva – kissé megtévesztő. Az egész alakzat kiterjedésére jellemző, hogy ha szabad szemmel láthatnánk, a Földről nézve két teliholdnyi átmérőt foglalna el az égbolton.

A ritka gyűrű apró por- és jégszemcsékből áll. A látható fény tartományában egyáltalán nem figyelhető meg, ezért maradhatott eddig észrevétlen. A 2003-ban indított, a Nap körül keringő, most a Földtől épp 107 millió km-re levő Spitzer a hideg (kb. 80 K hőmérsékletű) por infravörös sugárzását detektálta a Szaturnusz környezetéből.

Az új gyűrű talán egy régi rejtélyre is választ adhat a Szaturnusz rendszerével kapcsolatban. A kétarcú – az egyik oldalán fényes, a másikon sötét – Iapetus hold talán attól néz ki ilyen furcsán, mert kölcsönhatásban áll az óriásgyűrűből származó poranyaggal. Míg a Iapetus, a legtöbb más hold és a belső gyűrűk is egy irányban keringenek, addig a Phoebe és a hozzá kapcsolható új alakzat az ellenkező irányban. A Iapetus egyik felén csapódhat le a gyűrűből befelé jutó por, mint nyári estéken a rovarok az autók szélvédőin.

**Pályán a WorldView-2.** Október 8-án elindult a legújabb, fél méteres felbontású színes űrfelvételek készítésére szánt amerikai kereskedelmi műhold. Üzemeltetője az amerikai DigitalGlobe cég, amely vezető szerepet játszik a kereskedelmi távérzékelés nemzetközi piacán. Jelenleg is két műhold, a 2001-ben startolt QuickBird és a 2007-ben indított WorldView-1 áll a vállalat megrendelőinek rendelkezésére. Az „éles látású” WorldView-2 félméteres felbontású képeket szolgáltat, alig 800 km magasban, poláris pályán repülve a Föld felszíne fölött. Különlegessége, hogy kamerája nyolc különböző hullámhosszon érzékeny, a felvételek kombinálásával így a valóságoshoz közeli színű képeket lehet nyerni. A természetes színek és a nagy felbontás ilyen párosítása egyelőre egyedülálló ebben a műhold-kategóriában. A DigitalGlobe megrendelői között első helyen az amerikai kormányzati szervek szerepelnek, amelyek felderítési célra is felhasználják a képeket. Az űrfelvételeket emellett például várostervező, ingatlanfejlesztő cégek alkalmazhatják. Környezeti célú kutatásokat is végezhetnek velük. Internetes szolgáltatásokban is felbukkannak majd – közülük a legismertebb a Google Earth.

**LCROSS: meglepetés és kis csalódás.** Az amerikai űreszköznek a Hold felszínébe való csapódása némi csalódást keltett azokban, akik látványos fényjelenséget vártak. A 79 millió dolláros LCROSS (*Lunar Crater Observation and Sensing Satellite*) által szállított üres Centaur rakétafokozat majdnem pontosan az előre jelzett pillanatban, október 9-én, magyar idő szerint 13:31-kor csapódott a Hold felszínébe, a déli pólus környékén található Cabeus-kráterben. A 2,2 tonnás rakétafokozatot 13:35-kor követte maga az űreszköz, amely addig is méréseket végzett, amíg ugyancsak el nem érte a Hold felszínét. A kísérlet célja az volt, hogy megpróbálják víz nyomát kimutatni a kirepülő holdanyagban. Ez arra utalna, hogy az állandóan árnyékos kráterbelsőben, a felszín alatt vízjégkészletek lehetnek. Annak ellenére, hogy Észak-Amerikából és a Csendes-óceán térségéből rengeteg távcső szegeződött a Holdra, az optikai tartományban nem következett be a remélt látványos felfényesedés. Bár a rövid „tűzijáték” elmaradt, a földi távcsövek és az űreszközök rengeteg adatot gyűjtöttek az eseményről.

Novemberre aztán elkészültek az LCROSS szinképi mérései egy részének elemzésével. A kirepült anyagfelhőben víz nyomaira bukkantak. Az eredmény lényege: valóban van víz a Holdon – legalábbis a Cabeus-kráterben. Még hozzá nem is kevés. A vízre utaló első bizonyítékot az ütközés nyomán a kráterből felszálló anyagról készített szinképek szolgáltat-



ták, mind a közeli infravörös, mint az ultraibolya tartományban. A spektroszkópiai méréseket az LCROSS végezte, miután az „előreküldött” üres Centaur rakétafokozat becsapódott a Holdba. A becslések szerint a műszerek „látókörébe” összesen mintegy 100 kg-nyi vízmolekula került. Ami izgalmas, hogy ez csak egy viszonylag kicsi felszíni területről származott. Vagyis logikusnak tűnik az a feltételezés, hogy a becsapódási pont környékén jelentős mennyiségű vízjég lehet a Hold talajában. A vízjég pontos koncentrációjára, eloszlására vonatkozó adatokra még várni kell.

**ISS: az első európai parancsnok.** Az ESA belga űrhajósa, Frank De Winne az űrállomás történetében az első európai űrutas, akire ilyen szerepet osztottak. Eddig csak amerikaiak és oroszok látták el a parancsnoki feladatokat. De Winne október 9-én vette át a 21. számú állandó legénység irányítását.

**Még egy meteoritot talált az Opportunity.** A NASA marsjárójának már az előző felfedezése is igen különleges volt, amikor véletlenül egy útjába esett kődarabban a kutatók egy vasmeteoritot ismertek fel. Október 2-án csupán 700 m-re az előzőtől (*Block Island*) egy újabb, kísértetiesen hasonló meteoritba botlott az Opportunity. Az új lelet a *Sheltered Rock* nevet kapta. A júliusban felfedezett előző meteoritot mintegy hat héten át közelről tanulmányozták a marsjáró műszereivel. A kutatók szinte biztosak benne, hogy a két darab ugyanabból a testből származik. Annak idején néhány másodperc eltéréssel érhettek talajt a Marson, miután egy nagyobb darab még a légkörben széttöredezett. Nagyjából 3 milliárd éve érintetlenül fekvő ott, mielőtt most a rover rájuk nem talált. Akkoriban a bolygó légköre a mostaninál sokkal sűrűbb lehetett. Így a meteoritok a felszín közelébe érve eléggé le tudtak fékeződni, nem ütöttek nagyobb krátert a talajba. A másodikkal megtalált meteorit kb. fél méter hosszú, míg az előző valamivel nagyobb, 60 cm-es. Mindkettő tömege 100 kg-os nagyságrendű.



**Meglepetés a Naprendszer határán.** A NASA egy éve indult IBEX (*Interstellar Boundary Explorer*) műholdjának az egész égboltra kiterjedő térképe alapján váratlanul intenzív kölcsönhatásokat lehet sejteni a Naprendszer határvidékén. Az eredmények igazából egyik meglevő elmélet vagy modell jóslatainak sem felelnek meg, így feladják a leckét az elméleti szakembereknek. A kutatók arra számítottak, hogy a kb. tizenöt milliárd kilométernyire húzódó határfelület tulajdonságai más-más irányokba nézve kis mértékben, lassan változnak. Ehelyett egy jól meghatározott, keskeny szalagot (övet) fedeztek fel, amelynek fényessége 2-3-szor nagyobb, mint más irányokban.

A Nap állandóan elektromosan töltött részecskéket bocsát ki magából. Ez a napszél, amely egy hatalmas „buborékot” fúj a csillagközi térbe. A buborékot, amely a Nap galaktikus haladásával ellentétes irányban megnyúlt, helioszférának nevezzük. Az IBEX ENA (*energetic neutral atom imaging*) detektora nagyenergiájú (gyorsan mozgó), elektromosan semleges hidrogénatomok detektálására képes. Ezek a napszél protonjaiból akkor keletkeznek, amikor kölcsönhatnak a csillagközi anyag atomjaival, amelyekről elektront szakítanak le. A részecskék beérkezési irányának, valamint energiájának a mérésével innen a Föld közeléből is fokozatosan felmérhető a Naprendszer peremvidéke. Az igen elnyúlt pályán keringő IBEX mostanra végzett a teljes égtérképezéssel. Az eredmények egyrészt azt mutatják, hogy

a helioszféra határvidéke a vártnál aktívabb terület. A csillagközi tér nagyobb hatással van a Nap környezetére, mint azt eddig sejtettük. Másrészt az is jól látszik, hogy hiába küldünk űrszondákat a Naprendszer határvidéke felé, azok csak egy-egy pontban tudnak helyszíni mérésekkel szolgálni. Az így szerzett adatok pedig szükségképpen korlátozott információt nyújtanak a teljes heliopauzáról. (A Voyagerek például két oldalról épp elkerülik a most felfedezett övet.) Az IBEX folytatja munkáját. Ez azzal a reménnyel kecsegtet, hogy a Naprendszer peremén időbeli változásokat is megfigyelhetnek majd.

**Ares-I-X: siker.** A NASA legelső, október 28-án Cape Canaveral 39B jelű indítóállásáról végrehajtott kísérleti Ares-I indítása sikert hozott, miután a bizonytalan időjárás miatt számos alkalommal el kellett halasztani a startot. A repülés első szakaszát a tesztrakéta minden komolyabb nehézség nélkül teljesítette, rendben sikerült elvégezni a fordulási programot, a stabilizáló rendszer és a rakéta vezérlése végig rendben működött, miközben a több millió lóerő fellődította a tesztrakétát a floridai égre. Miután az első fokozat üzemanyaga elfogyott, a piropatronok rendben leválasztották a (csak tömeg- és mérekszimulátor) második fokozatról. Ezt követően egy darabig továbbrepült, és az előre eltervezett módon, az űrrepülőgépek gyorsítórakétáinál már megszokott három ejtőernyő segítségével leereszkedett az Atlanti-óceán felszínére. A második fokozat irányítatlanul zuhant tovább a szétválás után, majd később, amint a mozgási energiáját felemésztette a légkör fékező hatása, visszazuhan és fékezés nélkül becsapódott az óceánba.

Később kiderült, hogy az első fokozat zuhanását fékezni hivatott három fő ejtőernyő közül csak egy működött rendesen. Emiatt a terveknek megfelelően az Atlanti-óceánba zuhant fokozat, amelyet utána a helyszínre érkező bűvárok segítségével vizsgáltak meg először, a kelleténél nagyobb sebességgel ért vizet. Ez okozhatta a rakétatesten látható jókora horpadást.

Amennyiben a NASA továbbmehet a Constellation program meghirdetésekor kijelölt úton, akkor ezt az eseményt tekinthetjük az első jelentős mérföldkönek. Az Ares-I koncepció életképesnek bizonyult, nincs más hátra, mint befejezni a fejlesztését, ezzel elkészíteni a Holdra való visszatérés és a távolabbi emberes Mars-utazás(ok) kirakós játékának egyik legfontosabb puzzle-darabkáját, az embert szállító űrhajót a Föld körüli pályára juttató közepes teljesítményű hordozórakétát. Az Ares-I fejlesztésének következő jelentős állomása 2013 szeptemberére várható legkorábban. Az Ares-I-Y, amennyiben a fejlesztés a jelenleg tervezett ütemben folytatódhat tovább, már a teljes mértékben átépített 39B indítóállásról és a jelenleg még csak épülő új, az Ares-I számára elkészülő *Mobile Launcher*-ről fog indulni. Az akkor már öt szegmensből álló első fokozat, valamint az Orion mentőrendszerének éles tesztjéből álló, szintén szuborbitális tesztrepülés lesz.

## 2009. november

**Kettős európai start.** Egy orosz Rokot rakétán osztozva útítársként, a Föld körüli pályára indult az ESA két új mesterséges holdja, az SMOS és a Proba-2. A startra november 2-án került sor az észak-oroszországi Pleszeckből. Az SMOS (*Soil Moisture and Ocean Salinity*) műhold feladata a talaj nedvességtartalmának és az óceánok sótartalmának feltérképezése lesz. Az évek óta készülő műholdat szokás az Európai Űrügynökség (ESA) „vizes küldetésének” is nevezni. Fedélzetén a fő műszer egy újszerű, interferometrikus elven működő mikrohullámú sugárzásmérő (*Microwave Imaging Radiometer using Aperture Synthesis*, MIRAS). Az adatoktól a kutatók azt remélik, hogy jobban megérthetik a víz körforgását bolygónkon. Ennek hasznát vehetik a klímaváltozást leíró modellezésben, az árvizek előrejelzésében, de a vízgazdálkodás és a mezőgazdaság területén is.

A hordozórakétáról később leváló, sokkal kisebb méretű (kevesebb, mint 1 köbméter térfogatú) Proba-2 (*Project for Onboard Autonomy-2*) a második egy olyan sorozatban,

amely új űrtechnológiák kikísérletezésére indult. Fedélzetén összesen 17 új, innovatív műszaki fejlesztést próbálnak ki a gyakorlatban. Ez általában az új fejlesztések utolsó stádiuma, mielőtt – immár kipróbált módszerekként, illetve eszközként – nagyobb űreszközökön, „élesben” is alkalmazzák őket. Néhány példa a Proba-2 fedélzetén repülő új eszközök közül: újfajta Li-ion akkumulátor, kombinált szénszál és alumínium szerkezeti elemek, új giroszkópok, csillagérzékelők, GPS vevőberendezések, napelemek, kamera, és még sok más. A műhold négy tudományos kísérlete a Nap és az űridőjárás kutatására összpontosít. Összesen 10 európai ország és Kanada vett részt a műszeregyüttes elkészítésében.

**Új orosz dokkolómodul az űrállomásra.** A Poisz (más nevén MRM-2, *Mini Research Module-2*) nevű egység november 10-én startolt Bajkonurból, Szozuz hordozórakétával. A veterán Szozuz rakéta különféle konfigurációkban immár 1750. alkalommal emelkedett a magasba. A Poisz (magyar jelentése: kutatás) modul egyrészt újabb dokkolómodulként működik majd az orosz Szozuz és Progressz űrhajók számára, másrészt légzsilipként is használhatják az ISS űrhajósai, amikor űrsétát hajtanak végre. Az új modult egy orosz Progressz teherűrhajó kiszolgáló egységéhez csatlakoztatták, így jutott el két napig tartó utazást követően az ISS-re. A Poisz az orosz Zvezda űrállomásmodulnak a Földdel átellenes oldalára kerül. Hosszú idő óta a Poisz lesz az első fontos orosz szerkezeti egység, amivel az ISS-t bővítik. (Legutóbb 2001-ben került fel a mostanihoz hasonló Pirsz modul, amely a Zvezda átellenes, a Föld felé néző oldalán foglal helyet.)

**Egy utolsó látogatás itthon.** November 13-án egy újabb hintamanőver erejéig ismét a Föld közelébe kerül az európai űstökösszonda, a Rosetta. Az űrszonda – immár harmadik alkalommal – arra használja bolygónk gravitációs lendítő hatását, hogy megkezdje a 67/P Csurjumov–Geraszimenko-üstökös felé vezető hosszú útjának utolsó nagy szakaszát. Mielőtt a Rosetta az üstökös felé vezető pályára áll, megfigyeléseket végeznek vele a Föld és Hold körül. Az űrszonda 2014 májusában randevúzik majd az üstökössel, amelynek magjára leszálló egységet (Philae) is küld majd. Az égitestet akár két évig is követheti, miközben az egyre közelebb kerül a Naphoz. Előtte, jövő júliusban a Rosetta még útba ejti a 21 Lutetia kisbolygót is.

**STS-129: Úton az Atlantis.** A Nemzetközi Űrállomáshoz küldött űrrepülőgép és hatfős legénysége november 16-án sikeresen Föld körüli pályára állt. Az ISS-hez való dokkolást követően összesen 12 fő fog tartózkodni a nemzetközi űrbázis és a hozzá kapcsolt űrrepülőgép fedélzetén. A repülés célja az űrállomás műszaki hátterének a bővítése. Két darab ún. *ExPRESS Logistics Carrier* (amelyeknek a fejlesztésében Brazília is részt vett) segítségével az űrállomás gyarapodik két tartalék giroszkóppal, két új nitrogéntartállyal, szintén két új szivattyú-modullal, egy új ammóniatartállyal, egy magas nyomású gáztankkal és még több kisebb berendezéssel. Az új eszközök az űrállomás külső, a többek között a napelemeket is hordozó vázára kerülnek, felszerelésükre három űrsétát fordítanak.

## 2009. december

**SpaceShipTwo: bemutatkozás.** A Virgin Galactic vállalat a közönség elé állt a fizető utasok szállítására készülő szuborbitális „űrgró” járművével. A bemutató december 7-én a kaliforniai Mojave-sivatagban, a gyártó *Scaled Composites* cég telephelyén volt. Bár korábban arról lehetett hallani, hogy akár már 2009-ben beindulhatnak a rendszeres utak, a program késése mégsem számít kiugróan nagyoknak. A Burt Rutan irányításával tervezett SpaceShipTwo teste könnyű, szénszál anyagból készült. Nagy „testvére” a hasonlóan gyártott SpaceShipOne-nak, amely a világ első magánfejlesztésű gépeként űrgrásra volt képes, elnyerve ezzel 2004-ben a 10 millió dolláros Ansari X-díjat. A SpaceShipTwo hat



utassal és két pilótával repül majd. A projekt mögött a Richard Branson által alapított *Virgin Galactic* cég áll. Céljuk, hogy először szuborbitális repülésekre, hosszabb távon pedig – egy majdan megalkotandó új járművel – Föld körüli utakra szállítsanak fizető utasokat, űrturistákat. A SpaceShipTwo helyeire eddig már kb. 250-en jelentkeztek, fejenként 200 ezer dolláros áron. Az űrgrást végrehajtó jármű a kettős törzsű WhiteKnightTwo nevű repülőgéphez

rögzítve emelkedik majd el a Föld felszínéről, hogy utána saját hajtóműveivel jusson még feljebb. A hordozó repülőgép első példányát tavaly nyáron már bemutatták. A repüléseket az Egyesült Államokban, az új-mexikói Las Cruces közelében most épülő *Spaceport America* kereskedelmi űrrepülőtérrel indítják majd. A kifutópálya elkészültét most 2010 nyarára ígérik.

Mások mellett az amerikai hadsereg is komolyan érdeklődik a Virgin Galactic fejlesztései iránt. Nem elsősorban a SpaceShipTwo, hanem inkább a hordozására szolgáló WhiteKnightTwo repülőgép lehet ígéretes. Erről ugyanis kisebb műholdakat is Föld körüli pályára lehetne állítani, még hozzá viszonylag olcsón és gyorsan. Így szinte azonnal lehetne reagálni a felmerülő katonai igényekre. Szó van egy, a WhiteKnightTwo repülőgépre szerelhető hordozórakéta kifejlesztéséről. Ennek munkaneve *LauncherOne*, s képes lenne egy 50 kg tömegű műholdat alig több mint 2 millió dollárból alacsony Föld körüli pályára állítani. A fejlesztés azonban ideális esetben is még több évet venne igénybe.

**Elindult az infravörös égtérképező.** A NASA WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) űrszondákészítő Delta-2 rakétával állt Föld körüli pályára, december 14-én. A WISE egy 40 cm-es tükörátmérőjű űrtávcső, amely a 3 és 25  $\mu\text{m}$  hullámhosszak közötti infravörös tartományban működik majd. Feladata a teljes égbolt felmérése lesz. Elődeiét nagyszágrendekkel meghaladó érzékenységének köszönhetően több százmillió infravörös forrást detektálhat és katalogizálhat majd az égen. A legújabb amerikai űrszondákészítő hold 525 km magas, kör alakú poláris napszinkron pályára került. 11 másodperces expozíciókkal készíti majd égtérképét. Elsődleges élettartama 7 hónap (1 hónap a próbaidő és fél év a mérésekre). Ezalatt az égbolt több mint 99%-áról készíti infravörös méréseket, pontonként legalább nyolc különböző alkalommal. A távcső látómezeje – az egyszerre leképezhető égboltterület – 47 ívperc átmérőjű. A fókusz síkban levő műszereket és a tükröt szilárd hidrogén hűtőközeggel tartják a szükséges  $-256\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékleten. A hűtőanyag a remények szerint kb. 10 hónapi működésre lesz elegendő.

**Három GLONASSZ-M műhold indult.** Az orosz navigációs műholdrendszer új generációjának három példányát egy Proton rakéta indította december 14-én Bajkonurból. Ez volt a nagyteljesítményű orosz Proton hordozórakéták jubileumi, 350. indítása. (A hordozóeszköz 1965-ben mutatkozott be.) A GLONASSZ három új holdjával folytatják az orosz globális navigációs műholdrendszer kiépítését. A most indított űreszközök egy modernizált, M jelű sorozatba tartoznak. A rádiós navigációs jeleket sugárzó műholdak tervezett élettartama 7 év. A GLONASSZ a jól ismert amerikai GPS rendszer orosz változata, ugyancsak világszerte lehet használni például járművek navigációjára, s egyéb helymeghatározással kapcsolatos feladatokhoz. A szovjet, majd orosz rendszer 27 éves története során – gazdasági okokból – többször tetszhalott állapotba került, de a közelmúltban elhatározták, hogy elérik a 24 egyidejűleg működő űreszközt igénylő teljes kiépítettséget. Ennek érdekében jövőre három

alkalommal újabb 3-3, összesen 9 műholdat terveznek közepes magasságú Föld körüli pályára állítani. Az első, még 2009-ből áthúzódó start már februárban megtörténhet.

**Hárman tartanak az űrállomásra.** A december 20-án indult orosz Szozuz TMA-17 űrhajó három utasa a Nemzetközi Űrállomás (ISS) két jelenlegi lakójához csatlakozik. Egy orosz orvos, egy amerikai helikopterpilóta és egy japán mérnök révén bővül majd ötfősre az ISS állandó személyzete, sorszám szerint a huszonkettedik. Oleg Kotov, Timothy Creamer és Szoicsi Nogucsi küldetését fél évesre tervezik. A következő néhány hónap feladatai között említésre méltó, hogy az ISS-en dolgozó űrhajósoknak kell majd beüzemelnie a nemrég feljuttatott új orosz Poiszok dokkolómodult. Ugyancsak felkerül az űrállomásra az amerikai tulajdonú Tranquility modul, s vele együtt a hét ablakával kitűnő panorámát nyújtó Cupola egység.

## Az Űrkaleidoszkóp 2008. és 2009. évi számainak tárgymutatója

Összeállította: Bán András

Az *Űrkaleidoszkóp* a Magyar Asztronautikai Társaság hagyományos, havi rendszerességgel megjelenő tájékoztató kiadványa (nyaranta egy július-augusztusi dupla számmal). Célja, hogy összegyűjtse az űrkutatással, űrtevékenységgel kapcsolatos friss információkat. A legfontosabbnak vagy legérdekesebbnek tartott hírek mellett a hazai lapokban megjelenő írásokból is szemlézünk. Elsősorban tagjaink naprakész tájékozottságát szeretnénk ezzel segíteni. Az *Űrkaleidoszkóp* számai ugyanakkor elektronikus formában, a MANT internetes honlapján keresztül a széles nagyközönség számára is hozzáférhető:

[www.mant.hu/urkaleidoszkop](http://www.mant.hu/urkaleidoszkop)

Az alábbi összeállításunk azért készült, hogy segítsünk utólag „navigálni”, egy-egy érdekes vagy fontos információt könnyebben megtalálni az *Űrkaleidoszkóp* 22. és 23. évfolyamának írásai, hírei között. A fő témakörökön belül – időrendben – megadjuk az azokhoz kapcsolódó hírek címét, valamint az *Űrkaleidoszkóp*nak azt a számát (az év és a hónap megjelölésével), amelyben az adott hír megjelent. (A listán nem szerepelnek a *Rövid hírek* rovatban megjelent egy-két mondatos információk.)

### Emberes űrrepülés

A SpaceShipTwo tervei	2008. II.
Kigördült a hangárból a WhiteKnightTwo	2008. IX.
A harmadik kínai emberes űrrepülés	2008. X.
Charles Simonyi harmadszor	2008. XI.
Hubble: javítás előtt váratlan hiba (Atlantis, STS-125)	2008. XI.
Mi várható 2009-ben?	2009. II.
Discovery (STS-119)	2009. IV.
Charles Simonyi újra mér a Pillével	2009. IV.
Alakulóban a kínai űrállomás	2009. IV.
A Hubble javítására indult az Atlantis (STS-125)	2009. VI.
A hetedik űrturista	2009. VII-VIII.
Landolt az Endeavour (STS-127)	2009. IX.
Úton a Discovery (STS-128)	2009. IX.
Az amerikai emberes űrrepülések jövőjéről	2009. X.
Űrbohóc és európai űrállomás-parancsnok	2009. XI.
Atlantis (STS-129)	2009. XII.

### Nemzetközi űrállomás (ISS)

Atlantis, Columbus (STS-122)	2008. III.
A Kibo modul első eleme és a Dextre robotkar	2008. IV.
A Jules Verne dokkolása	2008. V.
Személyzetcsere és dél-koreai űrhajósnő az ISS-nél	2008. V.
Elindult a Discovery (STS-124)	2008. VI.
Leszállt a Discovery (STS-124)	2008. VII-VIII.
Az európai teherűrhajó feltankolta és megemelte az űrállomást (Jules Verne)	2008. VII-VIII.
Szojuz TMA-12: sima leszállás	2008. XI.
Az Endeavour (STS-126) útjáról	2008. XII.
Magán-teherűrhajókkal az űrállomáshoz	2009. I.
Mi várható 2009-ben?	2009. II.

Dózistérképező eszközökkel úton a Progressz Discovery (STS-119)	2009. III. 2009. IV.
Charles Simonyi újra mér a pillével	2009. IV.
Simonyi egy nap késéssel landolt Kazahsztánban	2009. V.
Magyar kísérlet az űrállomáson (Neurospat kísérlet)	2009. VII-VIII.
A hetedik űrturista	2009. VII-VIII.
Landolt az Endavour (STS-127)	2009. IX.
Úton a Discovery (STS-128)	2009. IX.
Úton a japán teherűrhajó (HTV-1)	2009. X.
Űrbohóc és európai űrállomás-parancsnok	2009. XI.
Atlantis (STS-129)	2009. XII.

### **Műholdas navigáció**

Újabb nagy lépés a Galileo megvalósulása felé	2008. V.
Képregényben a műholdas helymeghatározás (pályázat)	2009. VII-VIII.
Galileo: költözés, késés (európai navigációs rendszer)	2009. XI.

### **Távérzékelés**

Az Antarktisz nagyfelbontású műholdas mozaikképe (Landsat)	2008. I.
Globális tengeri szintérték (GMES program; GlobColour adatbázis; Envisat, Aqua és OrbView-2 műhold)	2008. VI.
Elindult a Jason-2 (műholdas óceán-megfigyelés)	2008. VII-VIII.
Műholdas térképpel a szélenergia hasznosításáért (QuikScat)	2008. IX.
Mi várható 2009-ben?	2009. II.
Japán műhold az üvegházhatású gázok megfigyelésére (Ibuki/GOSAT)	2009. II.
Az óceánban végezte az OCO	2009. III.
Egyre fogy a jég az Északi-sarkvidék körül	2009. V.
Az űrből is látszik a pingvinguánó	2009. VII-VIII.
Fényes jövedelmek (éjszakai műholdfelvételek a kivilágítottágról, mint az adott állam gazdasági fejlettségének fokmérője)	2009. X.
Kettős európai start (SMOS: földi vízkörforgás megfigyelése; Proba-2: új űrtechnológiák kísérlete)	2009. XII.

### **Távközlés**

Sikeres Zenyit rakétaindítás (Thuraya-3)	2008. II.
TDRS: huszonöt év (adatátvitel az űreszközök és a földi irányítók között)	2008. VII-VIII.
Iráni műhold indult	2009. III.
Eutelsat-W2A: műholdas tévéadás mobilokra	2009. V.
Működik a Masat-1 földi állomása	2009. V.
Műholdas madárkövetés (NOAA, MetOp)	2009. VII-VIII.
Pályán a kalandos sorsú malajziai műhold (MEASAT-3A)	2009. VII-VIII.
Egy 13 éves sikersorozat vége (Palapa-D sikertelen indítása kínai hordozóval)	2009. X.

### **Nap**

Ulysses: közel a végkimerülés	2008. III.
A STEREO ikerszondák napaktivitási minimumban	2008. V.
Utazás (majdnem) a Napba (Solar Probe)	2008. VI.

## **A Föld és környezete**

- Szökik a földi oxigén (Cluster műholdak) 2008. X.  
Végre elindult a GOCE 2009. IV.

## **Hold**

- Kevés a remény a holdi vízre  
(Kaguya, Lunar Prospector, Clementine) 2008. XI.  
Elindult az indiai holdszonda (Csándráján-1) 2008. XI.  
A Hold körül az indiai szonda (Csándráján-1) 2008. XII.  
Mi várható 2009-ben? 2009. II.  
A kínai holdszonda (Csang'e-1) vége 2009. IV.  
Az amerikai holdszonda indítása (LRO, LCROSS) 2009. VII-VIII.  
Kaguya: urán a Holdon 2009. VII-VIII.  
Az LRO első képei a régi holdi leszállóhelyekről 2009. IX.  
Vizet találtak a Holdon  
(LCROSS, Csándráján-1, Cassini, Deep Impact) 2009. X.  
LCROSS: meglepetés és kis csalódás  
(a Holdba csapódó rakétafokozat megfigyeléséről) 2009. XI.  
Megtalálták a vízjeget a Hold sarkvidékein (LCROSS) 2009. XII.

## **Merkúr**

- A MESSENGER először a Merkúrnál 2008. II.  
Homogén a Merkúr felszíne 2008. XII.  
Harmadszor a Merkúr mellett (MESSENGER) 2009. XI.

## **Vénusz**

- Újdonságok a Vénuszról (Venus Express) 2008. I.  
Aktív vulkánok a Vénuszon? (Venus Express) 2008. V.  
A felhők tetején a Vénusz légkörében (Venus Express) 2009. I.

## **Mars**

- A Phoenix leszállt a Marsra 2008. VI.  
Phoenix-fejlemények 2008. VII-VIII.  
A Naprendszer legnagyobb krátere 2008. VII-VIII.  
A marsi vízre vonatkozó közvetlen bizonyítékokkal szolgált a Phoenix 2008. IX.  
Elhallgatott a Phoenix 2008. XII.  
Hatalmas opálmezőket fedeztek fel a Mars felszínén 2008. XII.  
Hordozható mágneses pajzs marsutazáshoz? 2008. XII.  
Mars Science Laboratory: 2011-re halasztva 2009. I.  
MRO: az első két év vége 2009. I.  
Metán a Marson 2009. II.  
A nagy utazás: élőlények a Phobosra 2009. II.  
Lefújta a szél a port a marsjáróról (Spirit) 2009. III.  
Új magyar eredmények a marsi élet lehetőségeiről (MRO) 2009. VI.

## **Szaturnusz**

- Részecskecsapdák a Szaturnusz körül (Cassini) 2008. III.  
Felszín alatti óceán a Szaturnusz legnagyobb holdján? (Cassini) 2008. IV.  
Szerves anyagok az Enceladusnál (Cassini) 2008. IV.  
A gyűrűs bolygó gyűrűs holdja? (Cassini) 2008. IV.



A Cassini 25 km-re haladt el az Enceladus mellett	2008. XI.
A Titan „mágneses memóriája”	2008. XI.
Új képek egy aktív jéghold felszínéről	2008. XII.
Metánész hullik és áradnak a tavak a Titanon (Cassini)	2009. III.
Talajmetán folyik a Titanban (Cassini-Huygens)	2009. V.
Konyhasót azonosítottak az Enceladus feltételezett óceánjában (Cassini)	2009. VII-VIII.
Meleg, felhős nyárutó a Titanon (Cassini-Huygens)	2009. VII-VIII.
Tükörsima tavat találtak a Titanon	2009. IX.
Hatalmas gyűrű a Szaturnusz körül (Spitzer-űrtávcső)	2009. XI.

### **Egyéb Naprendszer-kutatás**

Újév előtt új célpont felé!	
(Deep Impact szonda a Hartley-2 üstököshöz)	2008. I.
Üstökösrobbantás nyomában: új célpontot kapott a Stardust	2008. I.
A Voyager-2 a Naprendszer határán jár	2008. I.
Meglepő eredmény az üstökösök anyagának eredetéről (Stardust)	2008. II.
Furcsán mozgó űrszondák (Pioneer-10 és -11)	2008. IV.
Megvan a Pioneer-anomália oka?	2008. V.
A Rosetta a Steins kisbolygó felé halad	2008. IX.
Harmadszor tért vissza egy napsűrű SOHO-üstökös	2008. X.
Fényes sáv a Naprendszer körül (Voyagerek, IBEX műhold a helioszféráról)	2009. XI.

### **Űrbiológia, űrorvostan**

A medveállatkák túléltek az űrutazást	2008. X.
Mi várható 2009-ben?	2009. II.
A nagy utazás: élőlények a Phobosra	2009. II.
Dózistérképező eszközökkel úton a Progressz	2009. III.
Charles Simonyi újra mér a Pillével	2009. IV.
Magyar kísérlet az űrállomáson (Neurospat kísérlet)	2009. VII-VIII.
520 napos Mars-szimuláció	2009. XII.

### **Űrcsillagászat**

Villanás a semmiből (gammavillanást, Swift űrteleszkóp)	2008. II.
Idegen világokra vadászik a Deep Impact üstökösszonda	2008. III.
Szabad szemmel is látszó gammakitörés hét és fél milliárd fényév távolságból (Swift)	2008. IV.
Alig 140 éves szupernóva-maradvány a Galaxis magjában (Chandra)	2008. VI.
Először láttak szupernóvát a robbanás pillanatában (Swift)	2008. VI.
GLAST – elindult az új űrteleszkóp	2008. VII-VIII.
Hubble: javítás előtt váratlan hiba (Atlantis, STS-125)	2008. XI.
1,2 millió faktoros űrnapvédő (James Webb-űrteleszkóp)	2009. I.
Mi várható 2009-ben?	2009. II.
Kistömegű exobolygó egy Naphoz hasonló csillag körül (CoRoT)	2009. III.
Elindult a Kepler-űrtávcső	2009. IV.
Új élet küszöbén a Spitzer-űrtávcső	2009. V.
A Hubble javítására indult az Atlantis	2009. VI.
Elindult a Herschel és a Planck	2009. VI.
Kitörések tüzeiben keletkeztek az üstökösök kristályai	2009. VI.

Egy fekete lyuk közvetlen közelében (XMM-Newton)	2009. VII-VIII.
A Tejútrendszer szuper-részecskegyorsító (ESO VLT, Chandra)	2009. VII-VIII.
Bolygóütkezés egy fiatal csillag körül (Spitzer-űrtávcső)	2009. IX.
Szenzációk a Kepler-űrtávcső első eredményei	2009. IX.
Hatalmas gyűrű a Szaturnusz körül (Spitzer-űrtávcső)	2009. XI.
Tovább működtetik a CoRoT űrteleszkópot	2009. XII.

### **Egyéb hírek**

A kínai „űrszemtelés” után egy évvel (szétlőtt Feng Yun 1-C)	2008. II.
Elmúlt a „műholdveszély” (lelőtt NROL-21)	2008. III.
Rakétaindítással avattak űrközpontot Iránban	2008. III.
Hogyan takaríthatnánk az űrben?	2008. VII-VIII.
Új űrruhákat és holdjárókat tesztel a NASA	2008. VII-VIII.
Nőtt az űripar bevétele 2007-ben	2008. VII-VIII.
Harmadszor sem működött jól a magánrakéta (Falcon-rakéták)	2008. IX.
Falcon-1: a negyedik próba sikerült	2008. X.
Elégett a légkörben a Jules Verne	2008. X.
Hordozható mágneses pajzs marsutazáshoz?	2008. XII.
Magán-teherűrhajókkal az űrállomáshoz	2009. I.
Iráni műhold indult	2009. III.
Példátlan műholdütkezés	2009. III.
Nem érte el pályáját az észak-koreai műhold (Taepo Dong-2)	2009. V.
Európai rendszer épül az űrszemét követésére	2009. VI.
Dél-Korea: az első űrindítás csak „félsiker” volt	2009. IX.
Űripari lendület	2009. IX.
Ares-1-X tesztrepülés (új amerikai hordozórakéta)	2009. XII.
Forgasd meg a saját kísérleted! (hipergravitációs kísérletek az ESTEC-ben, pályázat)	2009. XII.

### **Magyar vonatkozású események és eredmények**

Újdonságok a Vénuszról (ASPERA – MTA KFKI RMKI)	2008. I.
Kell egy magyar műhold (BME)	2008. II.
A láthatatlan Naprendszer (film, MTA KFKI RMKI)	2008. V.
A Rosetta a Steins kisbolygó felé halad	2008. IX.
A Titan „mágneses memóriája” (MTA KFKI RMKI)	2008. XI.
Dózistérképező eszközökkel úton a Progressz (MTA KFKI Atomenergia KI)	2009. III.
Charles Simonyi újra mér a Pillével (MTA KFKI AEKI)	2009. IV.
Működik a Masat-1 földi állomása (BME)	2009. V.
Elindult a Herschel és a Planck (MTA KTM Csillagászati KI)	2009. VI.
Kitörések tüzeiben keletkeztek az üstökösök kristályai (MTA KTM Csillagászati KI)	2009. VI.
Új magyar eredmények a marsi élet lehetőségeiről (Collegium Budapest)	2009. VI.
Magyar kísérlet az űrállomáson (Neurospat; MTA Pszichológiai KI)	2009. VII-VIII.
Magyar űripari siker (Admatis, Magyar Űripari Klaszter)	2009. VII-VIII.
Távoli világok – A sci-fi mestermunkái (pályázat)	2009. VII-VIII.
Tovább működtetik a CoRoT űrteleszkópot (MTA KTM Csillagászati KI)	2009. XII.

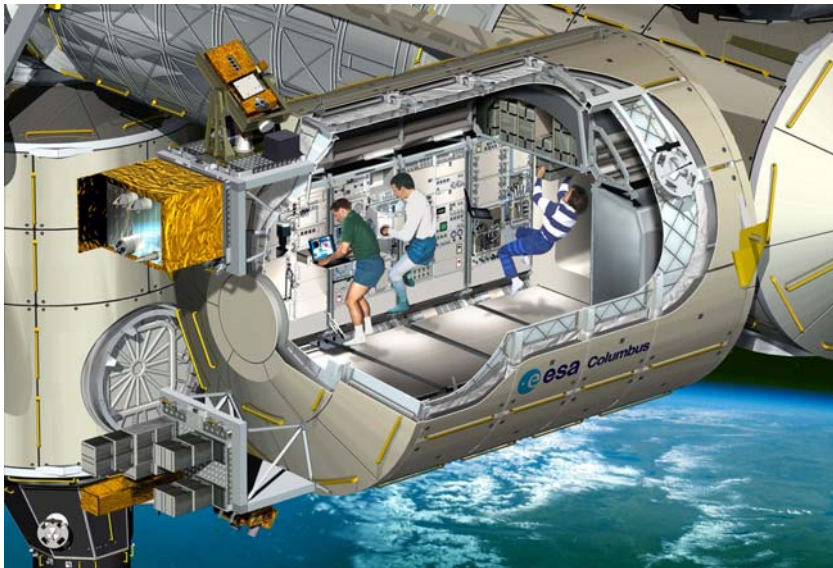
## A Neurospat kísérlet az ISS-en

**Dr. Balázs László**

MTA Pszichológiai Kutatóintézet, Űrkutató Csoport

### Az első nap az Űrállomáson

2009. június 3., 9:20 (közép-európai idő). A Nemzetközi Űrállomás (ISS) *Columbus* moduljának München melletti irányítóközpontjából telemetrikus úton bekapcsolják az Európai Fiziológiai Modul (EPM) áramforrását. Két és fél évig tartó előkészítő munka után ezzel a lépéssel kezdődik a *Neurospat* kísérlet legizgalmasabb szakasza, az első fedélzeti kísérlet. A nemzetközi kutató csapat és a kísérlet technikai támogatását biztosító népes nemzetközi gárda az EPM toulouse-i irányító termében izgatottan lesi a kivetítőt. A szemközti fal egyik oldalán a Columbus kamerájának képe, a másik oldalon az EPM képernyője látható. Az EPM-et mindössze két alkalommal kapcsolták be, mióta 2008 februárjában a Columbus modullal együtt megérkezett az űrállomásra. A csatlakoztatás után kipróbálták az alapszisztemek működését, azután vagy fél évvel később az agyi elektromos aktivitás vizsgálatára szolgáló modult is bekapcsolták és kalibrálták. De vajon működik-e a bonyolult gépezet minden funkciója? Képesek lesznek-e az asztronauták az elektróda sapkában lévő elektródákat hibátlanul feltölteni az elektromos vezetést biztosító géllal? Ezt a feladatot a földi laboratóriumokban több hétig gyakorolják kezdők. Űrhajósainknak csak 2-3 alkalom jutott a gyakorlásra, és az is több hónappal ezelőtt. Most súlytalanul lebegve, szűkre szabott időkeretben kell hibátlanul dolgozniuk. Az időkeret lejártával a földi irányítás egyszerűen továbbküldheti őket a következő feladatra. Esetleg az előkészület olyan hosszúra nyúlik, hogy nem marad idő magára a kísérletre. A kutatócsoport saját vészforgatókönyvvel érkezett. Előre megállapodtunk, hogy az egy órás programból melyik kísérletrészekről mondunk le, attól függően, hogy mennyi idő marad a végrehajtásra. Így legalább abban biztosak lehetünk, hogy nem fogunk közönség előtt hajba kapni azon, hogy ki mit tart fontosabbnak.



*Fantáziarajz az ISS Columbus moduljáról. (Kép: ESA)*



*Bob Thirsk kanadai űrhajós még a Földön, az ESA kölni kiképzőközpontjában gyakorolja a sapka kezelését. Jobbra Pató Livia, a magyar kutatócsoport egyik tagja. (Kép: ESA )*

Valamivel 10 után beúszik a képbe Frank De Winne és Bob (Robert) Thirsk. Ez fél éves küldetésük hetedik napja. Lassan előkerülnek a csomagokból az eszközök és kábelek. Minden lépésnél elolvassák a következő instrukciót az erre való laptop képernyőjén. Persze, régen voltak a tréningek, nem emlékezhetnek fejből a százféle kísérlet ezerféle lépésére. A videó-összeköttetés időnként megszakad, ahogy az űrállomás kikerül a nagysebességű adatátvitelt biztosító holdak látóteréből. Végtelenség tűnő negyedórákon át bámuljuk a kimerevített utolsó képet. Nagy megkönnyebbülés, amikor az egyik ilyen sötét periódus után hirtelen megelevenedő képen látjuk, már Bob fején a sapka. Kezdődhet az elektródák feltöltögetése a géllal töltött injekciós fecskendőkből. Csakhogy már több mint másfél órás késésben vagyunk. Frank villámgyorsan végez az aprólékos munkával, most végre nem kell az instrukciót olvasgatni. Végre megpillantjuk a sapka virtuális képét, ahol kék pöttyök jelzik a jól vezető és pirosak a nem működő elektródákat. Alig van piros. Miközben Frank javítgatni próbálja, már küldjük is az üzenetet, hogy hagyja, erre már nincs idő. Gyorsan végignézzük az elektromos jeleket. Itt már tényleg csak a gyakorlott szem veheti észre, ha valami nem stimmel, de a jelek minden várakozáson felül tiszták. A tudós csapat kórusban kiabál, hogy jó, tovább. Hangunk persze nem hallatszik az égig, csak a központ ügyeleteséig. Az ő mikrofonját is csak Oberpfaffenhofenben hallja az ügyeletes EuroCom, aki végre közvetlenül szólhat az asztronautákhoz. Már csak az a baj, hogy mire elkezdik a kísérletet, már pakolni kellene. Gyorsan döntenek, hogy majd valamikor később pakolnak el. Elkezdődik a kísérlet. Most már csak azon izgulunk, melyik pillanatban mondja be a houstoni irányító, hogy itt a vége. Időnként megkérdezi, hol tartunk, és egyre határozottabban állítja, hogy bármennyire sajnálja, de most már szólnia kell, hogy fejezzék be. Pedig már csak 10 perc lenne hátra. Ekkor a toulouse-i ügyeletes bedob valami nem túl fontos kérdést. Mire az összes irányító felfogja és elmondja a véleményét, befejeződik a kísérlet. Most már nyugodtan rendelkezhet a NASA-s kontroller. A programból még hátra lenne egy csomó fénykép Frank-ről, a fején a sapkával, hogy később pontosan be tudjuk mérni az elektródák helyét. Örülünk, hogy csak erről kell lemondanunk. Mindenkinek leesik az álla, amikor látjuk, hogy asztronautáink siet-

ség nélkül hozzáfognak a fényképezéshez. Tudjuk, hogy Bobnak már a napi testedzését kellene végeznie, ami nem maradhat el. Nyilván a saját pihenőidejét áldozta fel, majd akkor megy kondizni. Végül vagy két órával többet fordítottak ránk a nehezen felbecsülhető értékű időből, de egyetlen adat sem hiányzik.

Másnap szerepcsere, Frank fejére kerül a sapka. (*Címlapfotónk ezt a szereposztást mutatja.*) Két hónapra rá ismétlés. Végül kisebb-nagyobb izgalmak után mind a négy kísérletet maradéktalanul végrehajtották. Karácsonyra végre kézbe kaptuk az adatokat tartalmazó DVD-ket. Annyi már bizonyos, hogy értékelhető adatokat kaptunk. Kezdődhet a feldolgozás, miközben várjuk az ESA döntését: kik lesznek az újabb asztronauták, mikor kezdhetjük a betanítást.

## Miért éppen Neurospat?

A név előtagja arra utal, hogy az idegrendszert vizsgáló kísérletről van szó. Volt már szó elektródasapkáról és elektromos jelekről, vagyis mindenki sejti, hogy a vizsgálat eszköze az agyi elektromos jelek – az EEG – elemzése. A „spat” a térre, nevezetesen a térben való tájékozódásra utal. Vagyis akkor azt vizsgáljuk az EEG segítségével, hogy hogyan változik meg az emberek téri tájékozódása a világűrben? Tulajdonképpen igen, de ennél azért jóval többet. Már a név megfejtése is összetettebb, mint amilyennek látszik. Valójában két kísérlet nevére utal: *Neurocog* és *PreSpat*. Neurocog néven már folyt egy kísérletsorozat az ISS-en 2002 és 2005 között. A név megfejtését ezúttal az olvasóra bízva, érdekességként megemlíjtük, hogy hét évvel ezelőtt a belga Frank De Winne volt az első kísérleti személy. A Neurocog francia és belga csapatának újabb terve Neurocog-2 néven pihent a megvalósításra váró kísérletek halmazában, amikor az ESA és az Európai Bizottság közös SURE pályázati kiírásának nyerteseként befutott a mi PreSpat kísérletünk. A SURE lényegében az ESA által az EU FP6 program keretében elnyert forrás, abból a célból, hogy egyszeri alkalommal olyan európai kutatók is tehessenek javaslatot az ISS-en folytatandó kísérletre, akik nem ESA tagországban dolgoznak. A magyarok jól szerepeltek, a tíz helyből négyet szereztünk meg, bár technikai okokból valószínűleg csak három kísérlet valósul majd meg. Visszatérve a PreSpatra, a név a prefrontális agyterületre és a téri tájékozódásra utal. Az ESA-nak kapóra jött a lehetőség: két legyet egy csapásra. A kísérletek lényegében azonos eszközöket igényelnek, készítsen hát a két csapat egy közös protokollt a két kísérlet együttes végrehajtására. De úgy ám, hogy a kísérletre fordítható idő kevesebb, mint a fele legyen az eredeti tervek összegének. Jó fél éves kötélhúzás után megszületett az egyesített protokoll. Belefért a két eredeti javaslat egy-egy legfontosabb kísérlete és egy közösen kreált új feladat, amibe mindkét csoport szempontjai belekerültek. Akkor lássuk végre mik is ezek a szempontok, legalábbis a mieink. Kezdjük a „Spat”-tal.

## Téri tájékozódás

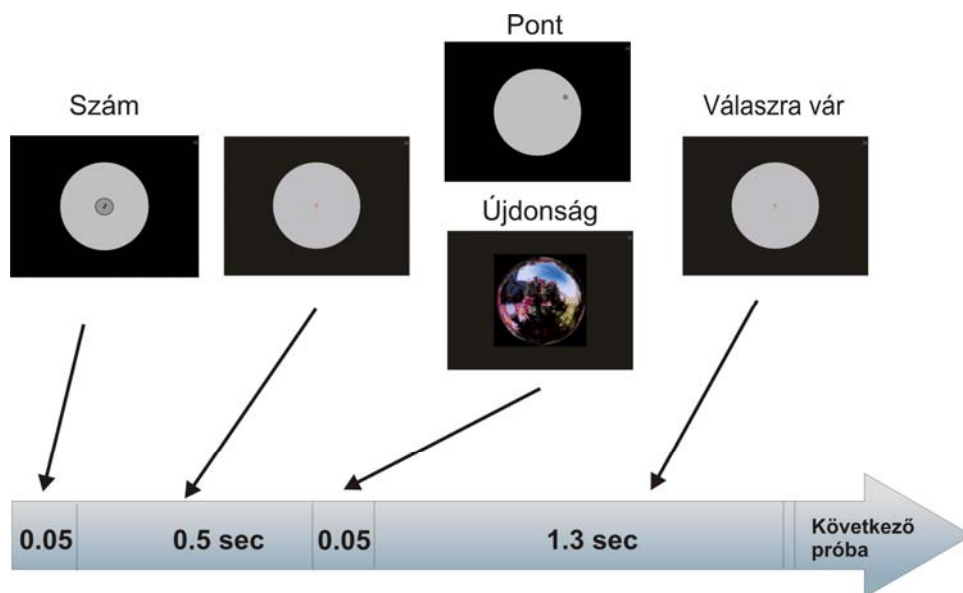
Földi körülmények között a gravitáció megadja, hogy mi a „fent” és mi a „lent”, ami beépül a téri tájékozódásunkba. A gravitációt, a látott információkat és a test egyéb érzékszervei által közvetített információkat (pl. a bőrünket ért hatások érzékelését) használja fel az idegrendszerünk a térbeli tájékozódásra. Az űrhajósok idegrendszerének alkalmazkodnia kell a megváltozott körülményekhez, térbeli tájékozódásukat a súlytalanságban a többi érzékszervre, elsősorban a látásra kell építeniük. A téri tájékozódást sokféle szinten lehet vizsgálni. Mi ezúttal egy egészen elemi szintet választottunk: az irányok észlelését és feldolgozását.



Egyik feladatunkban a személyek egy számot látnak 1-től 12-ig. Ezt úgy kell értelmezniük, mintha egy számkijelzős óra mutatná az időt. Ezután egy pontot látnak. A kérdés az, hogy a pont helyzete egy elképzelt óra számlapján megfelel-e az előbb mutatott időnek?

Annak érdekében, hogy a vizsgálati személy csak a kísérletezők által megtervezett információra hagyatkozhatson, a laptop képernyőjét egy sajátos alagúton keresztül nézhetik (a címlapfotón jobbra lent). Az alagút oldalára szerelt nyomógombok és joystick segítségével reagálhatnak a feladatok ingereire. Az alagút kör alakú látómezeje semmiféle irányjelzéssel nem szolgál. A feladat egyik változatában viszont négyyszögletes keretben jelenik meg a szám és a pont. Mint mondtuk, a súlytalanságban a látási orientáló ingerek fokozott szerepet kapnak, így azt várjuk, hogy a keret hatása fokozottan érvényesül majd.

Lényeges még, hogy a feladatot bemutató notebook az ingerek megjelenésével és a gombnyomásokkal egy időben digitális jelet küld az agyi jeleket felvevő gépnek. Így lehetőség van arra, hogy az elemzésnél összeátlagolhassuk az egyes ingerféleségeket követő pár tized másodperces EEG szakaszokat, például minden olyan szakaszt, amikor a pont nem a megfelelő helyen jelent meg és a személy a „nem” gombbal helyes választ adott. Ezt az átlagot *eseményhez kötött potenciálnak* nevezik. Segítségével az időben nyomon követhetők az inger feldolgozásának és a válasz megszervezésének szakaszai. Ez azért érdekes, mert ebből következtethetünk arra, hogy a feldolgozás mely szakaszát befolyásolta pl. a súlytalanság. Ha elég sok elektródánk van, behatárolhatjuk azt is, hogy az agynak melyik területét érintette a változás.



*Ezt a szekvenciát látja a személy az „óra” feladat egy próbájában. Ritkábban a pont helyett egy képet mutatunk.*

## Prefrontális agyi funkciók

A Földet elhagyva az űrhajósok szervezetének alkalmazkodni kell a megváltozott körülményekhez. Az élettani kutatások a keringés, izom- és csontrendszer alkalmazkodásra koncentrálnak; kevesebb szó esik az idegrendszer alkalmazkodási problémáiról. Arról már beszéltünk, hogy a téri tájékozódásban hozzá kell szokni egy, a földön állandóan jelen lévő



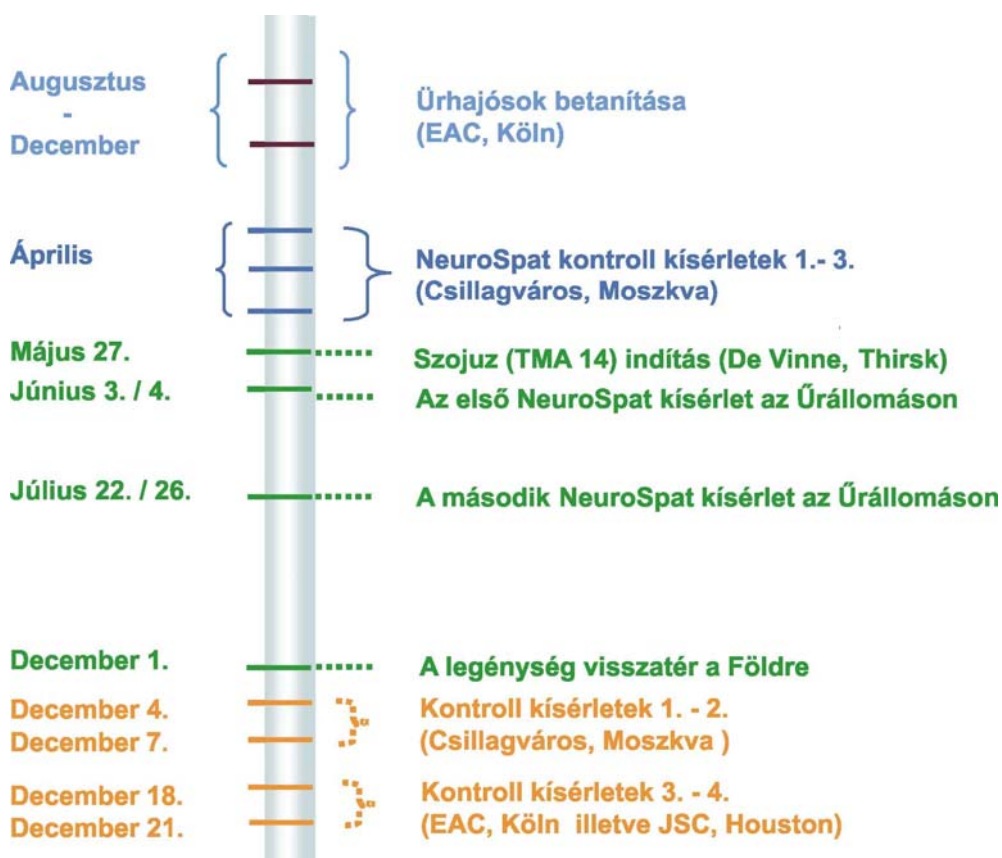
jelzőinger hiányához. A tárgyak súlyának hiánya viszont a mozgató rendszer újraprogramozását kívánja meg. Ahhoz, hogy egy mozdulatot pontosan végrehajtsunk, ki kell számítani, hogy mekkora erőre van szükség. Ez az erő a mozgatandó tárgy és a mozgást végző testrésztől és tömegétől függ. Mindenkinek volt már olyan élménye, amikor egy kidolgozott mozgásprogram nem illeszkedett a fizikai valósághoz. Például, amikor egy tárgy, amit felkapunk, a megszokottnál könnyebb, vagy nehezebb. Vagy idézzük fel azt a kellemetlen élményt, amikor a lépcsőn járásnál nem vesszük észre, hogy az utolsó lépcsőfok a többinél alacsonyabb, vagy magasabb. Az átprogramozás komoly megterhelés az agy számára. Erre talán legjobban azok a kísérletek világítanak rá, amikor a személyeknek egy torzító, vagy éppenséggel az egész látványt a feje tetejére állító prizma viseléséhez kell hozzászokniuk. Néhány nap után már úgy mozognak a világban, mintha a prizma ott se lenne. A fordító prizma esetében a világ egy idő után újra talpra is áll. Ezeknek a napoknak a teherterele azonban lemérhető az alvási mintázat megváltozásán: ilyenkor megnő az alvás álmolatlással kapcsolatos (REM) szakaszában eltöltött idő. És ha már az alvásnál tartunk: az úrben hozzá kell szokni a napszakok változásnak felborulásához is. Az állomás ablakán kinézve 45 percenként láthatják felkelni és lenyugodni a Napot. Hogy ettől, vagy valami más okból szenvednek az űrhajósok alvászavaroktól, még nem eldöntött kérdés, de annyi bizonyos, hogy a legtöbben altatót szednek, és még így sem alszanak annyit, mint a Földön. Vajon mindezek a megterhelések érintetlenül hagyják-e az űrhajósok mentális képességeit? A mi feltevésünk az, hogy az alapképességek szintjén valószínűleg minden rendben van, de különösen nehéz vagy szokatlan helyzetekben képességeik elmaradhatnak a tőlük megszokott magas színvonalról. Azt is feltételezzük, hogy az ilyen deficitek háttérben az agy lefelé, úgynevezett prefrontális területének zavara állhat. Ennek az agyterületnek egyik funkcióját úgy szokták jellemezni, hogy valamiféle ellenőrzést gyakorol a részképességek végrehajtása felett. Erre a funkcióra van szükség, ha a megszerzett képességeket valamilyen váratlan helyzethez kell adaptálni, vagy ha agyi erőforrásokat kell megosztani párhuzamos feladatok között, vagy éppen saját cselekvéseink hibáit kell észlelni és kijavítani.

De miért tételezzük fel, hogy az űrhajósokat érő adaptációs stressz-hatások éppen ennek a funkciónak a gyengülésével járhatnak? Azért, mert ilyesféle zavarokat figyeltek meg például szellemi kifáradás vagy megzavart alvás után, vagyis olyan helyzetekben, amikor az agyi erőforrások időleges csökkenésével kell számolnunk. Saját korábbi vizsgálatainkban több bizonyítékot találtunk a prefrontális működés zavarára a magaslati oxigénhiányt utánozó helyzetekben. Hátra van még a kérdés, hogy hogyan vizsgáljuk ezt a feltevést a Neurospat kísérletben. A fenti jellemzésből látszik, hogy a feltételezett zavarok leginkább váratlan helyzetben, vagy különösen összetett feladatokban nyilvánulnak meg. Ilyen kísérleti helyzetet teremteni és reprodukálni meglehetősen nehéz; ráadásul a többszöri ismétlés hatására a feladatok rutinná válhatnak, és így már nem lennének érzékenyek a prefrontális ellenőrzés zavarára. Feltételezésünk igazolására ezért egy olyan agyi elektromos jelenséget választottunk, amelyikről tudjuk, hogy kapcsolatban lehet a prefrontális működéssel. Ilyen a feladathoz nem kapcsolódó, újdonság ingerek által kiváltott válasz.

Korábban szó volt a téri tájékozódást vizsgáló óras feladatról, ahol végül egy pont helyzetéről kellett döntést hozni. Ebben az ingersorban a pont helyett néha egy képet mutatunk. A személyek tudják, hogy ilyenkor nem kell semmit tenniük, de a kép mégis kivált egy jellegzetes agyi hullámot, amiről tudjuk, hogy keletkezésében szerepet játszik a prefrontális terület egy kisebb része. Kísérletek bizonyítják, hogy ez a hullám kisebb prefrontális sérülteknél, illetve lecsökken alvásmegvonás után. Saját vizsgálatainkból tudjuk, hogy az oxigénhiány is csökkenti az újdonság hullám amplitúdóját. Az űrhajósokon végzett kísérletek mellett itthon, a laboratóriumban, azt vizsgáljuk, milyen változások mutathatók ki Neurospat kísérlettel mentális fáradás, alváshiány vagy hipoxia hatására. Ha – a várokozásunknak megfelelően – változásokat figyelhetünk meg az űrhajósoknál, ezek a kontroll kísérletek adhatják

meg a választ, hogy a sok lehetséges stressz-hatás közül melyik lehet felelős az űrhajósoknál tapasztalt változásokért.

A Neurospat kísérletről szóló videó-beszámolójában Bob Thirsk megemlítette, hogy az űrhajósok gyakran érzik, hogy a gondolkodásuk kicsit zavart a repülés első napjaiban. Lehet, hogy ennek az érzésnek a hátterében éppen a prefrontális működés általunk feltételezett zavara áll. És vajon milyen mértékű lehet ez a zavar és meddig tart? Reméljük, hogy eredményeink segítenek tisztázni ezeket a kérdéseket. Ha feltevésünk helytállóan bizonyul, akkor ezt a tényrt figyelembe kellene venni az űrhajósok munkájának megtervezésekor. Érdeemes lesz foglalkozni azzal is, hogyan lehet a hatást csökkenteni, illetve az asztronautákat felkészíteni a helyzetre.



*Az ISS 20. expedíció (Increment 20-21) és a Neurospat eseményei 2008-ban és 2009-ben.*



## Diákműholdból nagy megbízhatóságú űreszköz

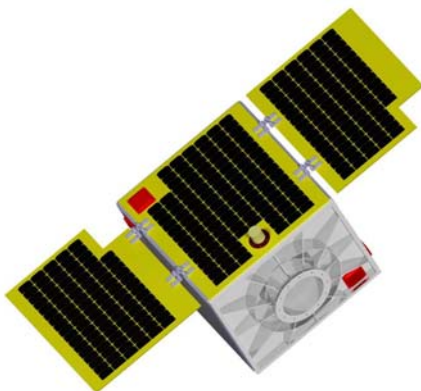
**Kocsis Gábor**

BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék, Űrkutató Csoport

*A 2008-as év során jelentős változások történtek az ESA több oktatási programjában is. Az egyik legfontosabb ilyen program a magyar közreműködéssel fejlesztett ESEO (European Student Earth Orbiter) diákműhold, melynek irányítását az ESA teljesen átszervezte, emellett a technikai megvalósítás tekintetében is jelentős változtatások történtek. Az újjászervezett ESEO fejlesztésének elmúlt egy évére visszatekintve ezek a döntések növelték a nemzetközi együttműködés hatékonyságát és szigorúbb, de jobban kézben tartott követelményeket támasztottak a fejlesztői csoportok felé.*

### Szervezeti áttekintés

A programot hosszú ideig az ESA által létrehozott, majd önálló szervezetté vált SSETI (*Student Space Exploration and Technology Initiative*) koordinálta. Az egyetemi hallgatókból álló nemzetközi csoport tagjai természetesen űrkutatói tapasztalatokkal nem, vagy csak kevésse rendelkeztek, ezért a kezdeti időszakban mind a szervezési, mind a technikai kérdésekben számos nehézséggel szembesültek. A zsákutcákból az itt megszerzett tapasztalatok, valamint esetenként ESA szakértők útmutatásai segítettek ki a társaságot. Azonban egy olyan nagyságrendű misszióban, mint az ESEO, egy ilyen „öntanuló rendszer” nehezen összeegyeztethető az egyetemisták mindössze néhány évre korlátozott részvételével. A rövid időszak alatt sokan nem érzékelhetik a befektetett munka eredményeit, emellett a csoportok tagjainak viszonylag gyakori cserélődése miatt túl sok időt vesz igénybe az új résztvevők be tanítása, a tudás átadása. Ezért az ESA úgy döntött, hogy egy tapasztalt űripari cégre bízta a projekt összefogását és szakmai támogatását. Az ESA által kiírt tender nyertese az olasz *Carlo Gavazzi Space* (CGS) űripari cég lett és a közös munka 2008 novemberében kezdődött meg. Jelenleg a projekt a B2 fázisban van, melynek legfontosabb feladatai közé tartozik a követelményrendszer véglegesítése, a műhold egységei közötti interfészek kialakítása, valamint az áramköri tervek elkészítése.



**1. ábra**

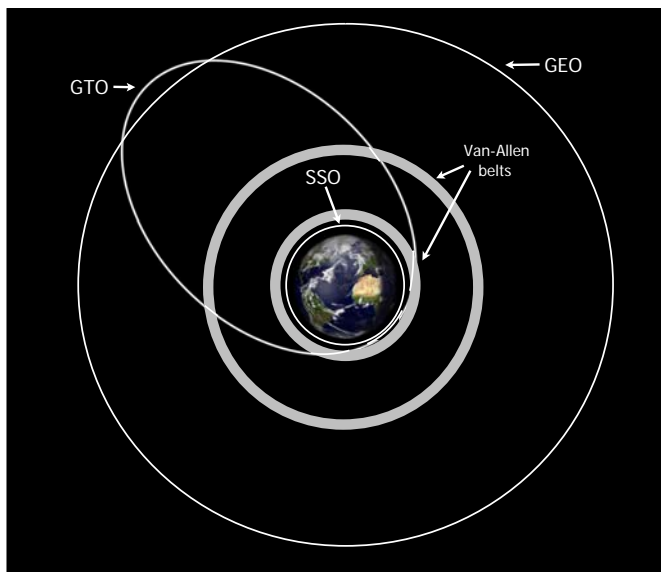
*Az ESEO műhold látványterve*

A magyar diákcsoportok 2005 őszén, illetve 2006 tavaszán kapcsolódtak be az ESEO projektbe. A műhold energiaellátó rendszerét, valamint a két tudományos kísérlet egyikét, egy Langmuir-szondás plazmadiagnosztikai mérőműszer fejlesztését végző hallgatók a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszékén (BME HVT) működő Űrkutató Csoport szakmai támogatása mellett kezdtek hozzá a munkához. A műhold másik tudományos kísérletén, egy háromdimenziós sugárzásmérő teleszkópon (TriTel) dolgozó hallgatói csapat az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet (AEKI) Űrdozimetriai Kutatócsoportjának segítségével vágott bele a fejlesztésbe. A magyar diákcsoportok és az őket támogató szakemberek az újjászervezett programban is készen álltak a megkezdett munka folytatására.

## Régi név – új rendszer

A CGS milánói irodájában, 2008 novemberében tartott első technikai értekezleten aztán a fejlesztői csoportok képviselői egy teljesen új koncepciót ismerhettek meg. Az ESEO műholdnak kis túlzással csak a neve maradt a régi: a költséghatékonyság és a határidők tartása érdekében tett változtatások a műhold leendő pályáját, fizikai paramétereit, sőt, a fedélzeti egységek legtöbbjét is érintették. A magyar részvételt érintő legsúlyosabb változtatás az volt, hogy a három magyar fejlesztői csoportot a CGS kettőre redukálta: néhány más egységgel egyetemben a Langmuir-szonda sem szerepelt az új rendszertervben, melynek megalkotásakor az eredeti rendszer egyszerűsítése, a méretek és a tömeg csökkentése volt a cél. Azonban rövid idő alatt sikerült a CGS-t és az ESA-t is meggyőzni, hogy a fizikai kísérlet nagy mértékben hozzájárulhat az ESEO tudományos szerepéhez, így az első hivatalos ESA felülvizsgálat során már ismét három magyar egység szerepelt a fedélzeten.

A technikai paraméterek tekintetében a műhold új pályájának kijelölése jelentette az egyik legnagyobb változtatást. Az eredetileg geostacionárius átmeneti pályára (GTO, *Geostationary Transfer Orbit*) szánt műhold Földközeli, 520 km-es napszinkron pályára (SSO, *Sun Synchronous Orbit*) kerül majd, ami az űreszközzel szemben támasztott követelményeknek és a misszió tudományos céljainak módosulását jelenti. Mint a 2. ábrán látható, az eredeti elnyújtott ellipszispálya áthalad a Van Allen sugárzási öveken, így az egyik legfontosabb tudományos célkitűzés ezen terület vizsgálata lett volna.

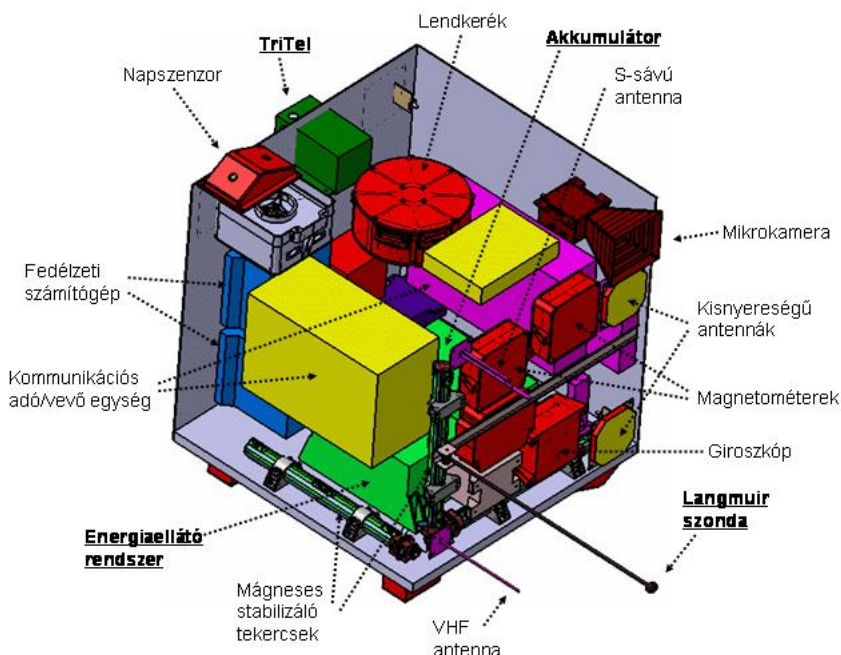


2. ábra Az ESEO régi (GTO) és új (SSO) pályája

Ezzel szemben a napszinkron pálya globális lefedést tesz lehetővé a Föld felszínéhez viszonyított állandó magasságban, ami a Föld és környezetének vizsgálatára kifejezetten alkalmas. A műhold befoglaló méretei és tömege is valamelyest változtak: a követelmény szerint a műhold szerkezete egy 800 mm élhosszúságú kocka, a teljes tömeg pedig nem haladhatja meg a 100 kg-ot.

A misszió technikai célkitűzései megmaradtak: a műhold tudományos kísérleteket fog végezni a Föld körül, továbbá platformként szolgál új technológiák teszteléséhez. Az említett változtatások miatt azonban ezeket a célkitűzéseket új tartalommal kellett feltölteni. Mielőtt

rátérnénk a magyarok által fejlesztett két fizikai kísérlet és az energiaellátó rendszer bemutatására, tekintsük át az ESEO legfontosabb technikai jellemzőit.



3. ábra Az ESEO fedélzeti egységei

A műhold elsődleges energiaforrásként egy felületre szerelt és két kinyitható napelemtábla szolgál, melyek ürminősítésű, háromrétegű cellákból épülnek fel. A műholdpálya árnyékos szakaszán – ami a 95 perces keringési idő mintegy harmadát teszi ki – a szintén ürminősítésű Li-ion akkumulátor biztosítja a fedélzeti egységek számára szükséges energiát. Az energiaforrások kezelése, az energia megbízható szétosztása és a fő energiabusz védelme a magyar fejlesztésű energiaellátó rendszer (EPS, *Electrical Power Subsystem*) feladata.

A pályán való stabilizálást úgy kell megoldani, hogy a nyitásokat követően egy síkba kerülő napelemek folyamatosan a Nap irányába nézzenek, így maximalizálható a bejövő teljesítmény. Ehhez szükség van az aktuális orientáció ismeretére, valamint annak folyamatos szabályozására. A helyzetmeghatározás hat napszenzor, két magnetométer és egy háromtengelyű giroszkóp segítségével történik, míg a műhold helyzetének három tengely mentén történő szabályozására három mágneses stabilizáló tekercs és egy lendkerék szolgál.

A hőmérséklet szabályozása ún. félaktív módon történik, ami alapvetően a megfelelő hőelvezető rétegek és bevonatok kialakítását jelenti, míg a kritikus részek – mint pl. az akkumulátor – aktív fűtéssel rendelkeznek.

Az ESEO állapotát leíró adatokból és a tudományos kísérletek mérési eredményeiből álló telemetria S-sávon (2,4 GHz-en), 500 kbps adatsebességgel kerül lesugárzásra a Németországban és Új-Zélandon lévő földi állomásokra. A fedélzeti egységek közti kommunikáció RS422 soros vonalon, valamint CAN buszon keresztül történik.

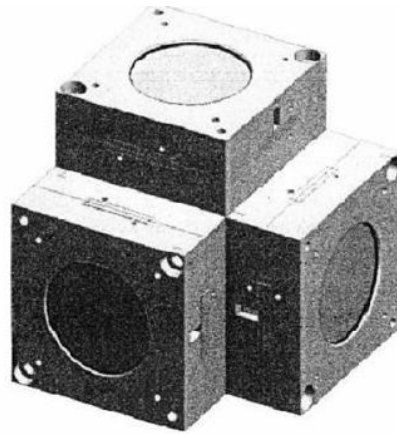
Az ESEO tudományos célkitűzéseit a már említett két magyar műszer, a TriTel és a Langmuir-szonda fogja megvalósítani.

## Magyar fedélzeti egységek

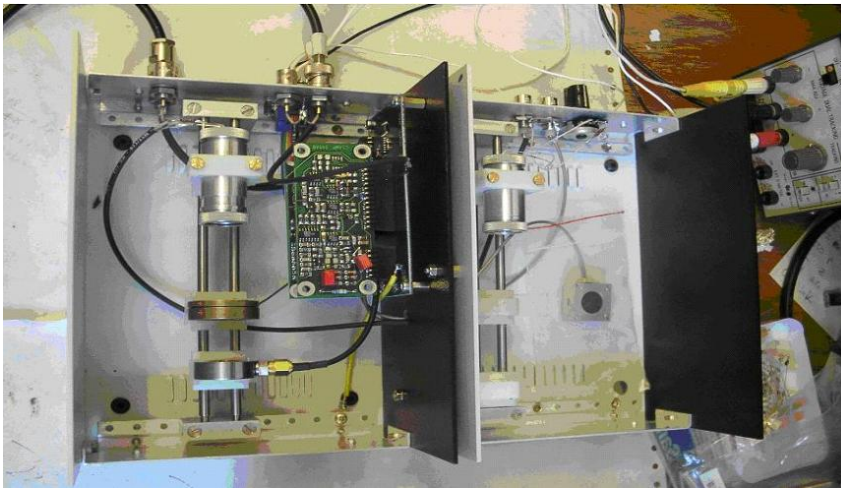
A TriTel egy háromtengelyű szilícium detektoros teleszkóp, mellyel a sugárzási tér és az elnyelt dózis mérhető. A mérési elv lényege, hogy mindhárom fő irányba egy-egy detektorpárt helyezünk el. A mérő detektoron áthaladó részecskék által a detektor anyagában leadott energiából megkapható az elnyelt dózis, míg a mindkét detektoron áthaladó részecskékből a sugárzás minőségi tényezője számítható. Ezen jellemzők ismeretében mind az élő szervezetek, mind az elektronikus berendezések és alkatrészek szempontjából igen fontos információk gyűjthetők a sugárzás károsító hatásáról.

A napszinkron pályán az eredetileg GTO-ra tervezett műszer szilícium detektoros teleszkópjai továbbra is használhatóak lesznek, nincs szükség azok áttervezésére. A detektorokhoz tartozó adatkezelő és jelfeldolgozó egységek szintén változatlanul maradtak. Azonban a Van Allen-övek vizsgálatára tervezett GM csövet ki kell hagyni a kísérletből, továbbá a mechanikai interfészeket is újra kellett tervezni.

A B2 fázisban a TriTel csoport véglegesítette a kísérletet kiszolgáló elektronikát és megkezdte annak tesztelését. Tekintettel arra, hogy a műhold belső kialakításában még történhetnek a TriTel-t is érintő változtatások, a műszer már kész mechanikai terveit is esetlegesen módosítani kell. A nyomtatott áramköri lemezek tervezése jelenleg folyamatban van és a többi fejlesztői csoporthoz hasonlóan a TriTel is készül az ESA következő felülvizsgálatára. Ez a tervezési fázis lezárását jelentő PDR (*Preliminary Design Review*), melynek során az ESA szakértői véleményezik a műhold minden elemének tervezési dokumentációját. A projekt csak akkor léphet a következő fázisba, ha a felülvizsgálat során minden követelménynek megfelel.



4. ábra  
TriTel detektorok



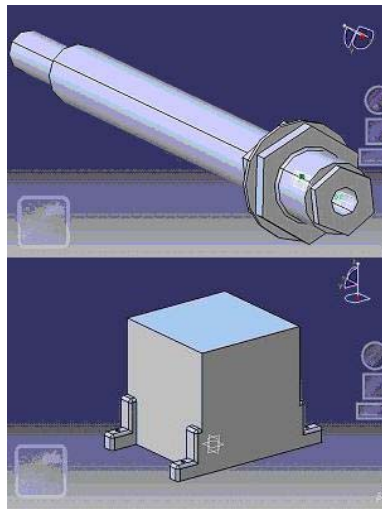
5. ábra ESEO TriTel analóg áramköreinek tesztelése



A másik magyar műszer a Föld körüli plazma (vagyis töltött részecskék alkotta közeg) vizsgálatára alkalmas, pontosabban ion- és elektronáram, valamint elektronhőmérséklet mérését végzi majd **Langmuir-szonda** segítségével (innen a fejlesztői csoport neve is: LMP, ami az angol *Langmuir Probe* rövidítése).

Az LMP számára az ESEO projekt új szakasza teljes megújulást jelentett. A B2 fázis a csapat átszervezésével és a kísérlet már korábban említett „legitimálásával” kezdődött. Amint a Langmuir szonda ismét az ESEO teljes jogú részévé vált, a következő lépés a pálya-módosításhoz való adaptáció volt. Az LMP azon fedélzeti egységek egyike, melyeket a leginkább érintett a napszinkron pályára kerülés. A kísérlet eredetileg egy igen széles mérési tartományban működött volna, ugyanis a Van Allen-övekben a töltött részecskék száma jóval nagyobb, mint a geostacionárius átmeneti pálya többi szakaszain. A műhold egy kijelölt oldala folyamatosan nadír irányba, vagyis a Föld felé nézett volna, ami azt jelenti, hogy a Langmuir-szonda Földhöz viszonyított orientációja nem változott volna a pálya mentén. Így a geomágneses tér változásainak a plazmára gyakorolt hatásai könnyen vizsgálhatóak lehetnek volna. Azonban mind a pálya, mind az orientáció megváltozott. Az új környezetben a mért ion- és elektronáramnak nagyságrendekkel kisebb értékei lesznek, mint a Van Allen-övekben való mérések esetén lettek volna. Ezen felül a műhold új orientációjához már nem a Föld, hanem a Nap jelenti a referenciát, vagyis a műholdhoz rögzített koordináta-rendszer tengelyei és a Föld felé mutató vektor által bezárt szög folyamatosan változik. Ez kedvezőtlen feltételt jelent a kísérlet számára, mivel csak akkor lesznek értékelhető mérési eredmények, amikor a szonda a geomágneses tér irányához viszonyítva megfelelő helyzetben van. Az új feltételrendszer az LMP kísérlet esetében a missziós célok újradefiniálását, valamint a mérési elv és a gyakorlati kivitelezés átdolgozását tette szükségessé. Ebben a villamosmérnök, fizikus és informatikus hallgatókból álló csapat számára szakmai útmutatást és sok segítséget nyújt Dr. Bencze Pál, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet (GGKI) kutató professzora, aki 2009 szeptembere óta heti rendszerességgel előadást és szakmai szemináriumot tart a BME HVT-n.

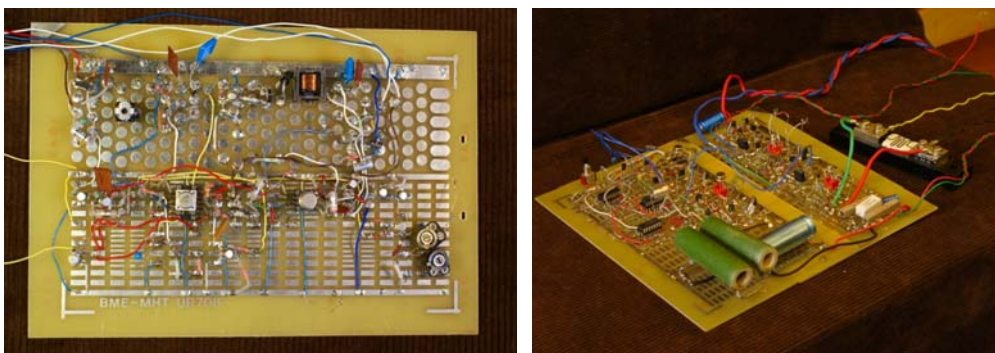
Az új missziós célok szerint a kijelölt napszinkron pályán a Langmuir-szondás mérések a naptevékenység hatásait, valamint a plazma anomáliáit (mint pl. a Dél-atlanti anomália) vizsgálják. A műhold már említett stabilizálási módja miatt fennáll annak lehetősége is, hogy egyetlen szondával nem teljesíthetők a kitűzött célok. Ebben az esetben egy több szondából álló, irányfüggő mérési elrendezést kell kialakítani. Ennek vizsgálata, valamint a detektor méreteinek, anyagának meghatározása jelenleg is folyamatban van. Ezek a paraméterek ugyanis számos fizikai tényező függvényei. Figyelembe kell venni például, hogy a nagyjából 8 km/s sebességgel haladó műhold felülete valamelyest feltöltődik, így egyrészt mozgásával, másrészt a felületén felhalmozott töltések révén hatással van a mérendő közegre. Ezért a Langmuir-szonda mérőfejét egy távtartó rúdra kell elhelyezni és ügyelni kell a megfelelő oldal és azon belül is a megfelelő hely kiválasztására, hogy a mérés a zavartalan plazmában történjen. A mechanikai és elektronikai tervek végleges változata további tényezők figyelembe vételével, egy összetett optimalizációs folyamat eredményeként születik meg. A teljes tervezési dokumentációt az ESA szakértői a 2010 áprilisára tervezett PDR során vizsgálják felül. Jelenleg a mérési módszer kidolgozása folyik, melyet a



**6. ábra**  
*LMP mechanikai tervek*

mérésvezérlő elektronika felépítése és tesztelése követ majd. Ezzel párhuzamosan elkészül a Langmuir-szonda első modellje, mellyel már valódi méréseket lehet végezni – egyelőre laboratóriumi körülmények között, mesterséges plazmában.

A harmadik magyar egység az ESEO fedélzetén az **energiaellátó rendszer** (EPS, *Electrical Power Subsystem*), melynek feladata az elektromos energia előállítása, tárolása és szétosztása a műhold összes egysége számára. Mindezt jó hatásfokkal kell elvégeznie, ugyanis a műholdfedélzeten rendelkezésre álló energia mennyiségét alapvetően meghatározza a pálya, a napelemek kialakítása (cellák száma, hatásfoka, napelemtáblák elhelyezése, stb.) és a műhold orientációja. Az energiaellátó rendszer funkciójából adódik, hogy a műhold teljes élettartama alatt működőképes, nagy megbízhatóságú berendezésre van szükség. A misszió tervezett időtartama fél év, mely során az ESEO tudományos adatokat gyűjt, képeket készít a Földről és a Holdról, továbbá tesztelhetők az alkalmazott eszközök és technológiák. Ezt követi egy minimum két évig tartó ún. kiterjesztett fázis, melyben csak az energiaellátó és a kommunikációs rendszerek működnek, azonban a műhold összes egysége szükség esetén visszakapcsolható.



7. ábra EPS modelláramkörök: az áramkörfejlesztés első lépése

Az EPS – a többi magyar csoporthoz hasonlóan – úgy kezdte meg a B2 fázist, hogy számos részegységének már elkészültek az áramköri tervei, továbbá az első modelláramkörök is megépültek, tesztelésre kerültek. Az új rendszermérnök csoport azonban bizonyos egységeket elhagyott, míg újak pedig részei lettek a műholdnak. A korábban is és most is szereplő egységek legtöbbször pedig olyan változtatásokat kellett elvégezni, melyek érintik az energiafelhasználásukat is. Emellett az új műholdpályán teljesen más a napos és árnyékos szakaszok aránya: míg a GTO-n közel fél nap a keringési idő és a leghosszabb árnyékos szakasz 2 óráig tart, addig a kijelölt napszinkron pályán a műhold mintegy másfél óra alatt megtesz egy Föld körüli fordulatot, miközben 30 percig a Föld árnyékában halad. Az energiaellátó rendszert úgy kell megtervezni, hogy a napos szakaszon a napelemek által szolgáltatott energia elegendő legyen a fedélzeti egységek táplálására és az akkumulátor feltöltésére, míg az árnyékos szakaszon az akkumulátornak kell biztosítania a szükséges energiát. Így az új pályán más teljesítményszinteket kell kezelni, illetve a napelemek és az akkumulátor kialakításán is változtatni kell. Az imént leírt változtatások szükségessé tették az energiaellátó rendszer nagy részének újratervezését. Emellett szigorodtak a biztonsági és megbízhatósági követelmények is, ami főleg a napelemeket és az akkumulátort érinti, mivel az elektronika már korábban is megfelelt a jelenlegi előírásoknak. A tervezés fontos szempontja, hogy egy esetleges meghibásodás esetén az EPS továbbra is megfelelően el tudja látni minden funkcióját, tehát a műhold működőképes maradjon. A fejlesztői csoport jelenleg is dolgozik azon, hogy a teljes energiaellátó rendszer megfeleljen az új feltételeknek.

## Szakmai képzés

Az ESEO programban részt vevő három magyar diákcsoport összefogásáért, valamint a CGS-sel és az ESA-val való hivatalos kapcsolattartásért a BME HVT Űrkatató Csoport felel. A projekt keretében évente 2-3 alkalommal a fejlesztői csoportokat képviselő egy-egy hallgató részt vesz az ESA kutatási és technológiai központjában, Hollandiában tartott munkaértekezleten. Ezeken az általában egy hétig tartó programokon nyílik lehetőség arra, hogy a nemzetközi együttműködésben készülő műhold különböző egységeiért felelős csoportok képviselői személyesen is találkozzanak egymással, valamint az ESA és a CGS szakértőivel. A jelentősebb mérföldköveknek számító felülvizsgálatokra is ekkor kerül sor. A hallgatóknak így a szakmai ismeretek bővítése és a jó nyelvyakorlási lehetőség mellett közvetlen rálátásuk van az űrmissziók szervezésének és technikai kivitelezésének lépéseire is. Emellett a CGS szakmai gyakorlatot is biztosít a hallgatók számára, akik 2–4 hétig az olasz cégnél a rendszermérnök csoporttal szoros együttműködésben dolgozhatnak az ESEO fejlesztésén. Ezek a tapasztalatok elengedhetetlenek az űrkatató szakmai utánpótlásának kinevelése érdekében.



**8. ábra** Munkaértekezlet az ESA központjában

Természetesen a folyamat sikeréhez az évente néhány hetet lefedő külföldi kiküldetésnél még fontosabb, hogy a hallgatói csoportok itthon is megfelelő szakmai támogatást kapjanak, valamint az, hogy a diákok össze tudják hangolni munkájukat a tanulmányi kötelezettségeikkel. Ennek érdekében az AEKI Űrdozimetriai Kutatócsoportja és a BME HVT Űrkatató Csoport fontos lépéseket tett, hogy az ESEO programot minél nagyobb mértékben beillessze az egyetemi oktatási rendszerbe. A részt vevő hallgatók aktuális oktatási kötelezettségeiknek megfelelően önálló laboratórium feladatként, szakdolgozat, illetve diplomamunka témaként, valamint PhD kutatómunka témájaként is választhatják egy-egy részegység fejlesztését és az ahhoz kapcsolódó tudományos munkát. Emellett az ESEO-s hallgatók rend-



szerez résztvevői a BME Tudományos Diákköri Konferenciáinak, melyeken több díjat is szereztek már, valamint a fejlesztések eredményeiről nemzetközi tudományos konferenciákon is beszámolnak. Az oktatási rendszerbe való integráció fontos lépése, hogy az ESEO program és az itt szerzett tapasztalatok a BME HVT Űrkutató Csoport most induló választható tárgyának keretében is ismertetésre kerülnek.

A hallgatói csoportok együttműködésének megerősítése céljából a már említett, Dr. Bencze Pál által tartott Nap-Föld fizikai összefüggésekről szóló előadások mellett a hallgatók és a szakértők heti rendszerességgel tartanak szakmai megbeszéléseket. A hatékony munkavégzés és új hallgatói munkahelyek kialakítása érdekében a HVT egy 80 négyzetméteres laborhelyiséget bocsátott a magyar csapatok rendelkezésére, melynek hivatalos átadására 2010 elején került sor. Itt újonnan felszerelt hardverfejlesztői és számítógépes munkahelyek, tárgyalóhelyiség, továbbá mechanikai munkák végzésére alkalmas munkahely és eszközkészlet is helyet kaptak.

A magyar ESEO egységek fejlesztési költségeinek finanszírozása a Magyar Űrkutatási Iroda jóvoltából az ESA PECS (*Program for European Cooperating States*) keretéből történik. A PECS alapvető célja, hogy segítse előkészíteni Magyarország teljes jogú ESA tagságát, mely számos új lehetőséget nyújt majd az ország számára a kutatás-fejlesztés és az alkalmazott űrkutatás területén. Ezen lehetőségek hosszú távú kiaknázásához szükség van az ESEO-ban és a hozzá hasonló programokban szakmai tapasztalatot szerző fiatalokra.

# A DDS-MSO hipotézis, egy lehetséges, mai marsi élet elmélete <sup>1</sup>

Dr. Horváth András

Collegium Budapest Institute for Advanced Study  
MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet

A Collegium Budapest Institute for Advanced Study intézetben működő kutatócsoport (*Mars Astrobiology Group*, MAG) dolgozta ki a DDS-MSO hipotézist (*Durk Dune Spot*, DDS, sötét dűnefolt; *Mars Surface Organism*, MSO, marsfelszíni organizmus) [1–3]. A Collegium Budapest MAG-jában Bérczi Szaniszló fizikus, Gánti Tibor vegyész, Horváth András csillagász-űrkutató, Kereszturi Ákos geológus, Pócs Tamás növénybiológus, Sik András geográfus és Diedrich Möhlmann meghívott fizikus, Szathmáry Eörs evolúciobiológus vezetésével végezte, illetve végzi a DDS-MSO hipotézissel, a sötét dűnefoltokkal és lefolyásaikkal kapcsolatos kutatómunkát. A kutatómunkát az Európai Űrügynökség (ESA) és a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) támogatása tette lehetővé, köszönet érte az ESA-nak és a MŰI-nek. Alább egy áttekintést adunk a legfontosabb eredményekről.

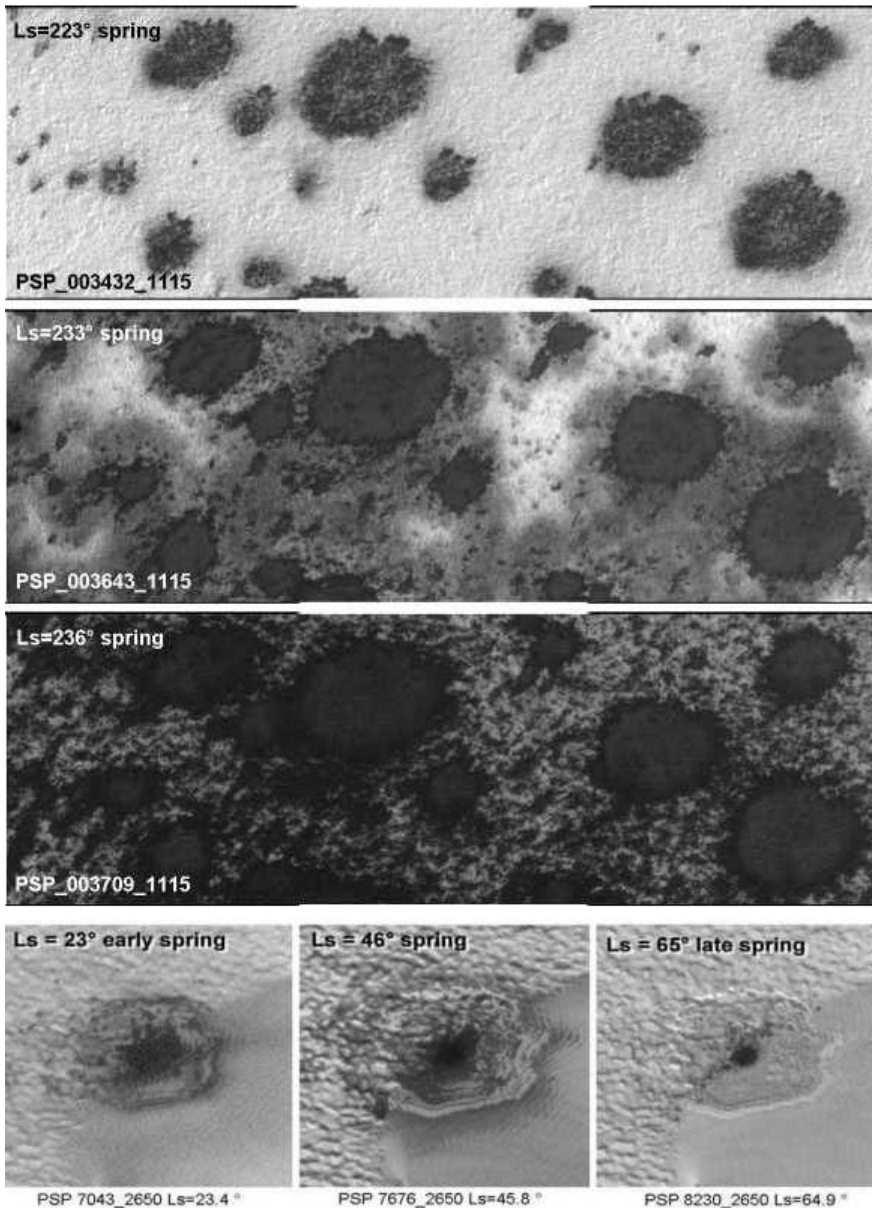
A marsi poláris sötét dűnefoltok űrszondás felvételeinek feldolgozásából kapott eredmények első nemzetközi bemutatása 2001 márciusában, a Houstonban rendezett Hold- és Bolygókutatási Konferencián (*Lunar and Planetary Science Conference*, LPSC), illetve 2001 áprilisában, Moszkvában az Orosz Tudományos Akadémia Interkozmosz-30 elnevezésű nemzetközi konferenciáján történt [4, 5]. Azóta minden évben vittünk anyagokat újabb kutatásainkról Houstonba, Tokióba, Nizzába és az európai bolygókutatási konferenciákra. Tíz év alatt több mint 60 előadás, poszter és cikk jelezte tevékenységünket a DDS-kutatásban. A legfontosabb, terjedelmes cikkeink az *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, az *Astrobiology*, az *Icarus* ismert nemzetközi folyóiratokban, valamint két asztrobiológiai témájú könyv egy-egy fejezetében jelentek, illetve jelennek meg [6–12]. Ezeknek a munkáknak az irodalmi adatai a cikk végén találhatóak.

A Mars-orbiterek (*Mars Global Surveyor* – MGS, *Mars Express* – ME, *Mars Reconnaissance Orbiter* – MRO) kameráinak (MOC, HRSC, HiRISE) marsfelszíni fotói közül egy tekintélyes rész a sarki hósapkákat mutatja. A sarki hósapkáknak sem az összetételét, sem a fizikai állapotát nem ismerjük pontosan, több területen feltételezésekre vagyunk utalva. A szoba jöhető komponensek a vízjég, a CO<sub>2</sub>-klatrát, valamint a szilárd szén-dioxid (szárazjég) – illetve kevés por, mint szennyezőanyag [13]. Az évszakos hósapka fizikai állapota sem ismeretes, képződése nem folyadékfázis megfagyásával, hanem gázfázisból közvetlenül szilárd fázisba való átmenettel, esetleg részben havazással képződik. Ennek megfelelően a fizikai szerkezete valószínűleg laza hőszerű, de a hosszú marsi tél alatt esetleg tömör jéggé alakulhat. Az évszakos sarki hósapka nyári eltűnése sem olvadáson keresztül történik, hanem közvetlen szublimációval, azaz a jég olvadás nélküli gáz halmazállapotúvá alakulásával.

A sarki hósapkáról készült nagyfelbontású felvételeken sokféle különböző képződmény, folt található, amelyek eredete és tulajdonságai jelenleg nincsenek megmagyarázva. Ezek közül egy elég jól elkülönített csoportot alkotnak a sarki sötét dűneken (*dark dunes*, DD-k) kialakuló ún. sötét dűnefoltok (DDS-ek). A dűnefoltok tél végén, tavasszal tűnnek fel, származásuk sok ezerre tehető. E foltok legfontosabb tulajdonságai: 1. sík részeken döntő számban kör alakúak (1. kép); 2. dőlt területeken megnyúlásos-lefolyásos formájúak (2., 6. és 7. kép); 3. szezonális változásuk jól megfigyelhető (3., 8. kép); 4. azonos helyű éves visszatérés is kimutatható (4. kép).

---

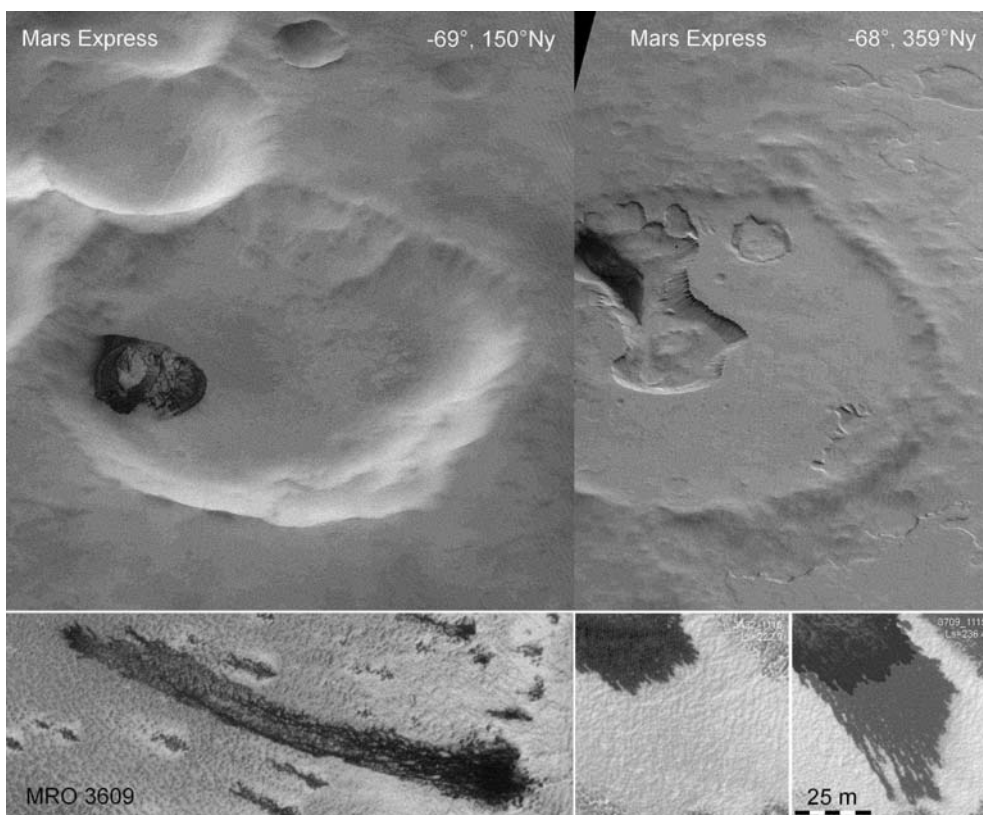
<sup>1</sup> Gánti Tibor (1933–2009) emlékére



**1. kép Sötét dűnefoltok (DDS-ek) a Mars déli és északi poláris vidékein.**

*Felül az MRO HiRISE műszerével a  $-68^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$ K koordinátájú kráterben, a tavasz második felében kapott három felvétel  $300 \times 100$  m-es képrészlete látható. A képek 2007-04-20-án, 2007-05-07-én és 2007-05-12-én készültek (felbontás 0,25 m/pixel).*

*Az alsó képsor az északi sarkkörzetben készült, és egy fehér-gyűrűs DDS évszakos változását mutatja a tavasz kezdetétől a végéig (MRO  $100 \times 80$  m-es képrészlet, felbontás 0,25 m, koordináták  $85^{\circ}$ ,  $1^{\circ}$ K, a képkészítés időpontjai: 2008-01-27, 2008-03-16, 2008-04-28).*



**2. kép** A marsi sarki sötét dűnefoltok dőlt területen (rézsűkön) lefolyásos jelenséget mutatnak.

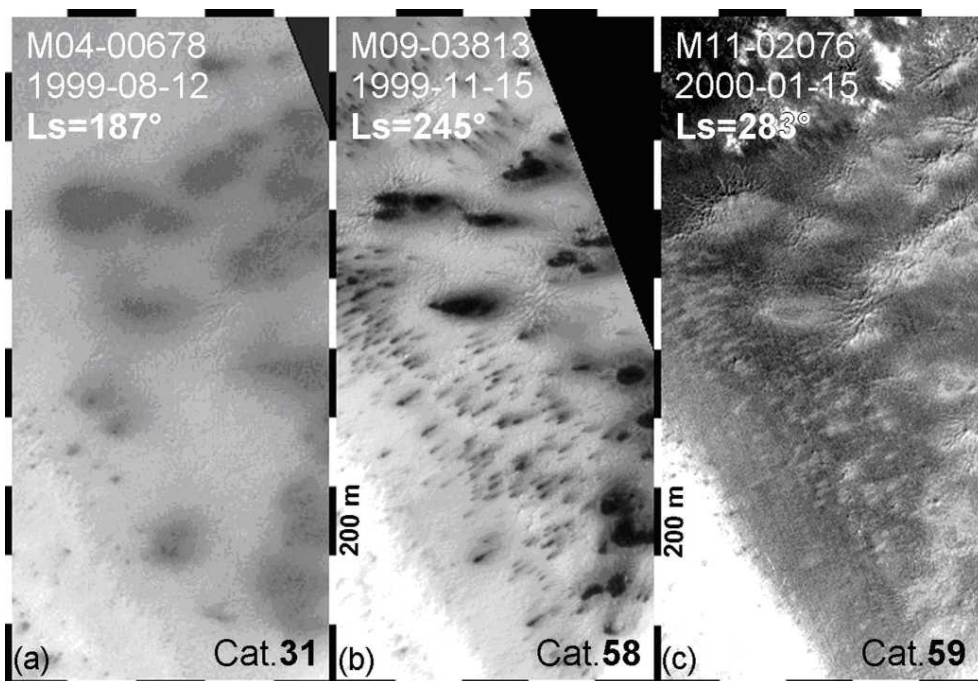
*A Mars Express felső képei két 50-58 km átmérőjű déli krátert (koordináták:  $-69^\circ, 210^\circ\text{K}$ ;  $-68^\circ, 1^\circ\text{K}$ ) mutatnak sötét dűnedombról (DD). Alattuk, a kráterekből kinagyított MRO HiRISE részleteken a dűnelefolyások (DDS-seepages) vonalasan szétbomló szerkezete, jobbra pedig a lefolyás két fázisa látható 22 nap különbséggel.*

A sötét dűnefoltok képződését a NASA szakemberei kizárólag szublimációs folyamatokra vezetik vissza, azonban a foltok tulajdonságai, megjelenésük, fejlődésük és más tényezők kizárják, hogy egyedül a szublimáció lenne felelős ezek kialakulásáért. Természetesen mivel az évszakos sarki hósapka eltűnése szublimációs folyamattal történik, ennek a jelen esetben is szerepe van, de nem magára a DDS-ek kialakulására és fejlődésére vonatkozóan. Véleményünk szerint e foltok kialakulásában a folyékony víz megjelenése játszik fontos szerepet. Ezt az álláspontot a következő, a Mars-orbiterek által készített felvételeken látható tapasztalati tények alapján vontuk le [1, 2, 3], amit elméleti modellszámítások is kiegészítettek [7, 8, 11–12]:

1. A foltok kialakulása a jég alján, azaz a talajfelszín és a jégréteg között kezdődik és fejlődik mindaddig, amíg fölüle a jégréteg el nem szublimál.

2. Az adott foltok csak a sarki területeken található DD-ken, azaz sötét dűnéken fejlődnek ki, nem egyszer egészen pontosan körülrajzolva a dűnék határvonalait. Ez azt jelenti, hogy a dűnék anyaga valamilyen módon befolyásolja e foltok kialakulását, képződését, fenn-

maradását. A dérképződés, vagyis a sarki hósapkák kialakulása függhet a talajfelszín minőségétől, mert a talajfelszín kristályosodási göcként hat a jégkristályok keletkezésére. A jégtakaró eltűnése azonban – miután a jég felszínéről történő szublimáción keresztül megy végbe – független az adott talaj minőségétől. Egyedül a szublimációval, azaz a fagyott réteg eltávozásával e foltok kialakulása már csak ezért sem magyarázható.



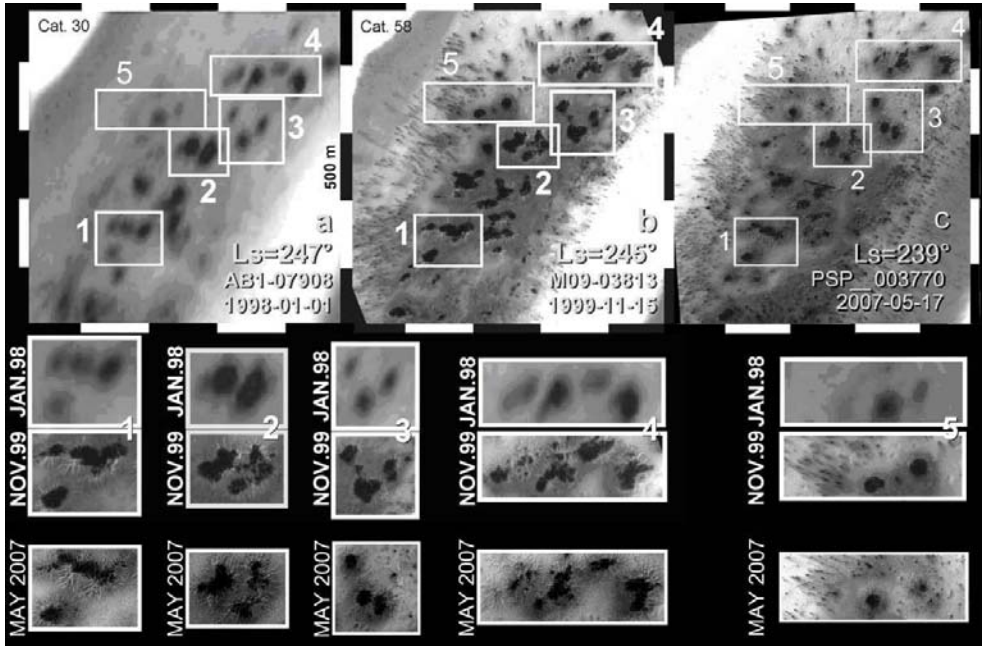
**3. kép** A marsi poláris sötét dűnefoltok szezonális változása.

*Az ún. Inca City terület (koordináták:  $-82^{\circ}$ ,  $296^{\circ}$ K) MGS-képeinek  $1 \times 2$  km-es kivágatain jól megfigyelhetők a DDS-fejlődés fázisai tavasztól nyárig [1, 2].*

3. A foltok a sík felszínen lényegében kör alakúak (1. kép), ami azt jelenti, hogy kialakulásuk izotróp (iránytól független) fejlődés eredménye. A szublimációs folyamatok függenek a talaj felszínének a helyzetétől, a napsütés beérkezési szögétől, a légmozgás irányától, stb. Ha e foltok kialakulása kizárólag szublimációs folyamat eredménye lenne, akkor valamilyen módon a talajfelszín egyenetlenségei kellene, hogy tükröződjenek a foltok alakjában. Ilyet azonban nem tapasztaltunk. Vízsintes területen a talaj egyenetlenségeitől függetlenül, a foltok kör alakúak, vagy közel kör alakúak. Ez annyit jelent, hogy létesülésüket csak olyan folyamat indukálhatta, amely a talajfelszín egyenetlenségeitől független. Miután a sötét dűnék anyaga feltételezhetően bazalt homok, ez izotróp közegnek tekinthető és ebben egy folyadék-fázis – jelen esetben a folyékony víz, illetve sóoldat – terjedése vízszintes területen iránytól függetlenül történik. Következésképpen, ha valamilyen oknál fogva a jég alatt folyékony víz képződik és terjed, akkor ez a jég alatt egy közel kör alakú folt megjelenéséhez vezet. Ez is a folyékony víz szerepét támasztja alá a DDS-ek, azaz a sötét dűnéken lévő hótakaró alatt megjelenő sötét foltok kialakulásában.

4. Enyhe lejtős terepen a foltok lejtirányban megnyúlnak, ellipszishez hasonló alakúvá válnak (3. kép), ahol az ellipszis nagytengelye lejtirányba mutat. Ez azt jelenti, hogy valamilyen lejtirányú erő hat a foltok kialakulására. Ez feltehetőleg nem a szél, mert az eltérő

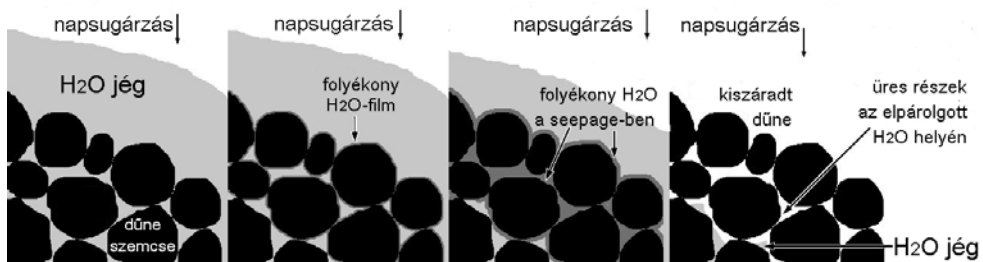
tájoltságú lejtőkön is mindig lejtirányú a megnyúlás. Ilyen hatást porózus közegben szivárgó folyadékra a gravitációs erő gyakorolhat. Ezért feltételezhető, hogy a foltok kialakulásában folyékony fázis megjelenése játszik szerepet. A folyadékfázis pedig az adott körülmények között más, mint folyékony víz, illetve sűrű sóoldat, nem lehet (5. kép).



4. kép A marsi sarki sötét dűnefoltok azonos helyű éves visszatérése.

A tavasz második felében az Inca City területéről (koordináták:  $-82^\circ$ ,  $296^\circ\text{K}$ ) készült MGS MOC (felső első és második kép felbontása 10 m, illetve 2 m), valamint az MRO HiRISE (jobb oldali kép felbontása 0,25 m) felvételek  $2,5 \times 2,5$  km-es részleteiből (felül) kinagyított alsó képeken jól látható a foltok éves visszatérése.

5. Meredekebb lejtőkön a foltokból határozott megfolyások indulnak ki lejtirányban. Ezeken a felvételeken már a látvány is azt sugallja, hogy ott folyadékfázis lejtirányú áramlása történik (2., 6., 7. kép).

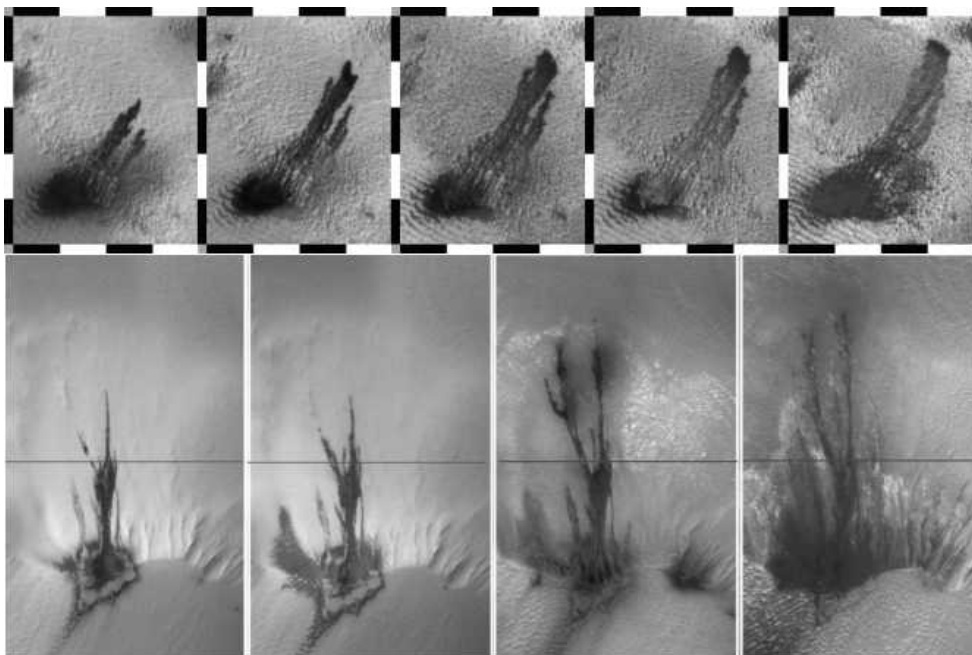


5. kép A sötét dűnefoltokból kiinduló vízlefolyás-modell (DDS-seepages) mikrostrukturája [9].

6. A talajt télen fehér hótakaró fedi. Ez a hótakaró a nyár elejére elszuiblimál és előtűnik a sötét dűnék anyaga. A nyári felvételeken azonban néhol a sötét dűne anyagot világosabb szürke foltok tarkítják (3c. kép). A foltok eloszlása és helye megegyezik a DDS-ek eloszlásával és helyével, vagyis ahol tél végén és tavasszal a sötét foltok megjelentek, ott nyáron a talajt valami eltérő tulajdonságú anyag fedi. Mi lehet e szürke foltok anyaga?

7. Végül az a tény, hogy a DDS-ek tél végén kezdenek megjelenni és tavasszal teljesednek ki, azt mutatja, hogy keletkezésükhöz valami köze van a napsugárzásnak (8. kép). Úgy is mondhatnánk, hogy a felvételek tanúsága szerint a sötét foltok a napsugárzás hatására keletkeznek, a hó/jég réteg alatt.

A fentebb felsorolt érvek világosan mutatják, hogy a szublimációs folyamat nem adhat magyarázatot ezeknek a foltoknak a megjelenésére és fejlődésére. Ugyancsak nem ad magyarázatot a foltok tulajdonságaiból következő folyékony fázis, azaz a víz megjelenésére. De ha nem a fagyott réteg eltávozása, akkor mi okozza a foltokat? Mi teszi lehetővé, hogy a jég alatt víz keletkezzen és maradjon meg hónapokon keresztül folyékony állapotban?



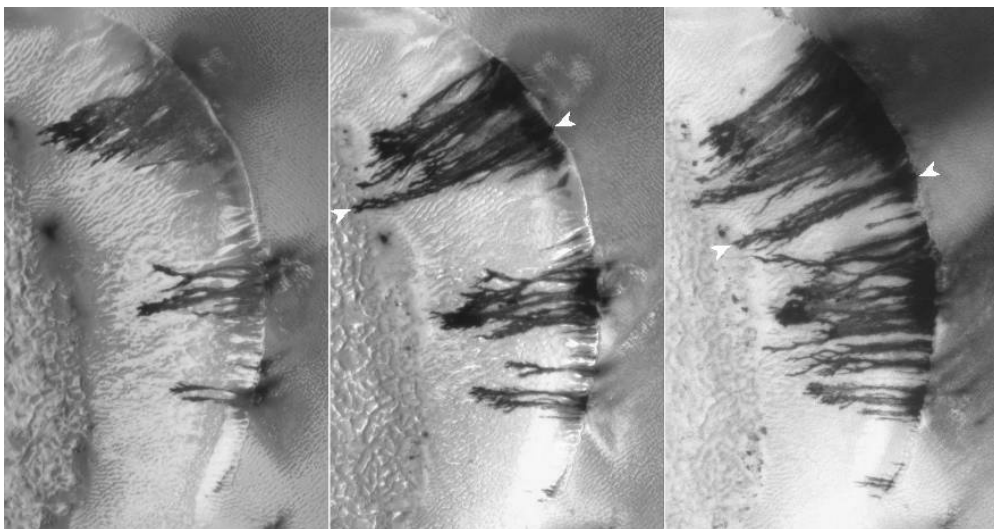
**6. kép** A DDS-ekből kiinduló lefolyások fázisai a déli (felső), illetve az északi pólus körzetében.

A felső kép a Richardson-kráterben (koord.:  $-72^\circ$ ,  $180^\circ\text{K}$ ) készült öt MRO HiRISE felvétel (PSP\_003175, 2007-03-31,  $L_s=211^\circ$ ; PSP\_003385, 2007-04-17,  $L_s=221^\circ$ ; PSP\_003597, 2007-05-03,  $L_s=231^\circ$ ; PSP\_003742, 2007-05-15,  $L_s=238^\circ$ ; PSP\_003953, 2007-05-31,  $L_s=249^\circ$ )  $80 \times 100$  m-es kivágata. A lefolyás átlagsebessége  $\sim 0,5$  m/nap [10].

Az alsó, az északi pólus közelében (koord.:  $84^\circ$ ,  $233^\circ\text{K}$ ) készült négy MRO felvétel (PSP\_007193\_2640, 2008-02-07,  $L_s=29^\circ$ ; PSP\_007404\_2640, 2008-02-24,  $L_s=37^\circ$ ; PSP\_007905\_2640, 2008-04-03,  $L_s=54^\circ$ ; PSP\_008248\_2640, 2008-04-30,  $L_s=66^\circ$ )  $100 \times 200$  m-es részének nagyítása. A lefolyás átlagsebessége  $\sim 0,4$  m/nap [11].



A DDS-MSO hipotézis ismertetésénél abból indulhatunk ki, hogy ha volt valaha a Marson élővilág, a marsfelszíni körülmények drasztikus változása folyamán az élő rendszerek maximálisan próbáltak alkalmazkodni a bekövetkező változásokhoz. Ez természetesen az élővilág döntő többségének nem sikerülhetett, a változások roppant erős mértéke miatt. De visszamaradhattak olyan, a fejlődés alacsonyabb fokán lévő rendszerek, amelyek egyes helyeken megtalálhatták az évenként rendszeresen visszatérő életfeltételeiket, miközben a számukra kedvezőtlen időszakot beszáradt, fagyott állapotban igyekeztek túlélni. Ha ez bekövetkezett, akkor ezeknek az élőlényeknek a fotoszintézisükhöz nagy abszorpcióképességű festékanyagokat kellett kifejleszteniük, hogy a beérkező fényt megfelelő hatásfokkal hasznosíthassák. Ha ilyenek maradtak fenn azokon a területeken, amiket H<sub>2</sub>O-jég/hó fed, akkor ezek tél végén, amikor a Nap felkel, a hó- és jégrétegen keresztül jutó napsugarakat intenzíven elnyelik, miközben maguk felmelegednek. Így kellő napsugárzás esetén maguk körül, a talaj és a hó/jég réteg között megolvaszthatják a vízjeget. Ily módon a jég alatt folyékony víz illetve sóoldat keletkezhet, amelyben ezen marsfelszíni organizmusok (az MSO-k) megtalálhatják az életfeltételeiket.



**7. kép Rézsűkön történő lefolyások fázisai az északi pólus körzetében (77°,5', 300,1°K).**

*Az MRO HiRISE felvételekből (PSP\_007468, 2008-02-29, L<sub>s</sub>=39°; PSP\_007758, 2008-04-03, L<sub>s</sub>=49°; PSP\_007903, 2008-04-03, L<sub>s</sub>=54°) kivágott 100×150 m-es részletek között 22, ill. 12 nap telt el. A nyilkkal jelölt, új lefolyások átlagsebssége meglehetősen nagy, 3-5 m/nap.*

Kérdés persze, hogy amikor a külső hőmérséklet -80 C°-ot is elérhet [10-12], e megolvadt jég alatti víz miért nem fagy meg? Nos, a válasz a jég/hóréteg rendkívül jó hőszigetelő képességében rejlik. A földi flóra egyszerűbb tagjai tudnak a hó/jég alatt élni és anyagcsere tevékenységet folytatni. Hasonló, bár kisebb hőmérséklet-különbség tehát, mint amit a Marson feltételezünk a külső hőmérséklet és a hó alatti víz hőmérséklete között, a Földön is előfordul. A feltételezést, hogy a szilárd üvegházhatás lehetséges a Marson, D. Möhlmann fizikai modellszámításai támasztják alá, melyek szerint a dűnefelszín szemcséi között (5. kép) lehet folyékony H<sub>2</sub>O [7, 8, 10-12], így a lefolyásokban ténylegesen víz szivároghat.

A tél vége felé és a tavasz elején a napsugárzás erősödésével, a besugárzás hosszának növekedésével, a beesési szög növekedésével a foltok egyre intenzívebbé válnak, jelölül an-

nak, hogy a jég alatti vízfilm egyre vastagabbá és kiterjedtebbé válik. Ahol a víz megjelenik, ott a jég/hó réteg szublimálása is intenzívebbé válik, hiszen nemcsak fölülről, de alulról is melegeedik. Ezért ezen a helyen a jég elpárolgási folyamat gyorsabban megy végbe, mint az egyéb helyeken. Ennek következtében a folt közepén szublimál el először a fölötte lévő hó/jég réteg és ekkor az egyébként szürke folt közepén egy sötétszürke-fekete mag jelenik meg. Lejtős terepen természetesen a jég alatti vízre is hat a gravitáció, amelynek következtében a folt növekedése lejtőirányban meggyorsul. Erősebb lejtők esetén a vízfilm olyan vastagga válhat, hogy kisebb lejtőirányú mélyedésekben intenzív szivárgás indulhat meg a lejtő felé, és így okozhatja azokat a lefolyásokat, amelyeket számos felvételen tapasztalhatunk (2., 6. és 7. kép).

Nyár elejére az évszakos hóréteg teljes eltűnése után az MSO-k is beszáradnak és a talajfelszín borító vékony réteggé maradnak vissza. Ezek jelentkezhetnek szürke foltként azokon a felvételeken, amiket az orbiterek nyári időszakban készítettek a sötét dűnék felszínéről (3c. kép).

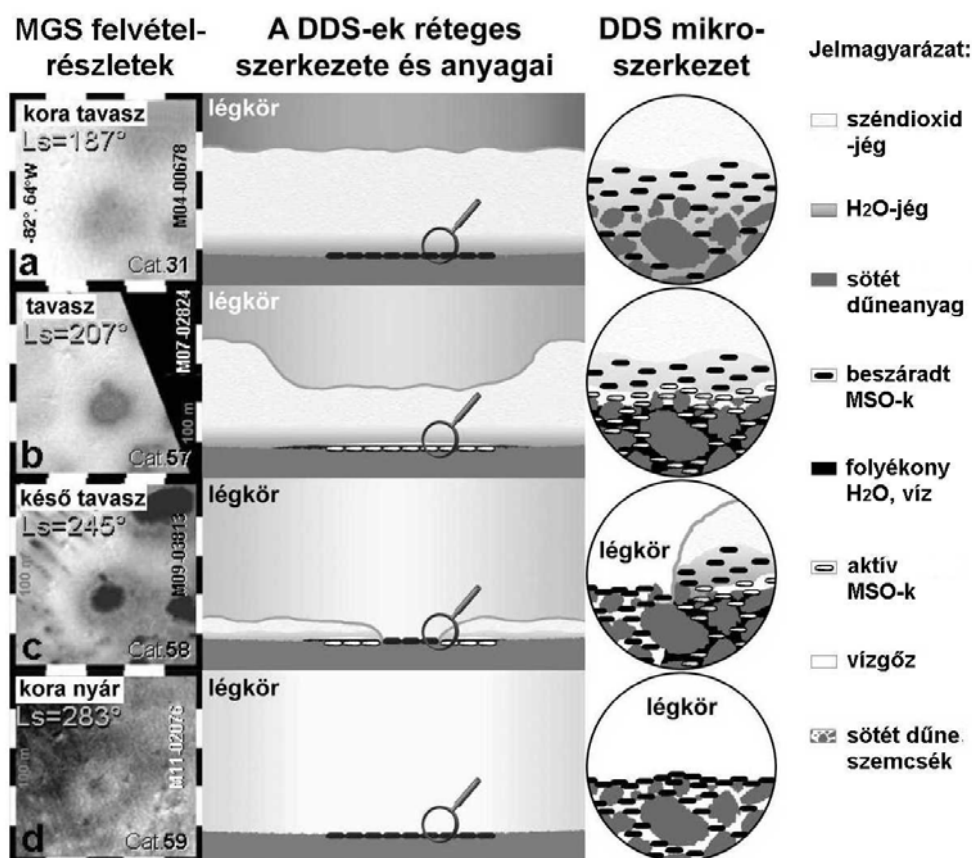
Az elmondottak képezik a DDS-MSO hipotézis magját. Lényege tehát, hogy a téli időszak végén a Mars sarki területein található dűnéken megjelenő foltok folyékony víz megjelenésére vezethetők vissza, amely folyékony víz a jég és a talaj határán a napsugárzás hatására az ott lévő marsfelszíni organizmusok közreműködésével jön létre, ezáltal életteret biztosítva e marsbéli organizmusok számára. Hogy mik ezek az organizmusok, arra ma nem lehet választ adni. Tapasztalataink kizárólag a földi élővilággal kapcsolatban vannak és egyáltalán nem biztos, hogy ha egy másik bolygón földi típusú élővilág alakult ki, annak az evolúció során ugyanilyen vagy hasonló rendszertani szerkezetű élővilága van. Nem lehet tehát megmondani, hogy mik azok az organizmusok, amelyek ott élnek, csak arra lehet következtetni, hogy alapvetően fotoszintetizáló rendszerek és hogy az élővilág szerveztségének valahol az alsó szintjéhez tartoznak. Ha mégis a földi élővilághoz akarjuk hasonlítani, akkor azt mondhatjuk, hogy ezek baktérium-, kékalgá- vagy zuzmószerű élőlények lehetnek. A Földön a száraz és hideg sivatagokban az ún. kriptobiotikus kérget is ilyen organizmusok alkotják. A kriptobiotikus kéreg egyedei szintén a feltételezett marsfelszíni organizmusok lehetséges földi analógiái közé sorolhatók [2, 3].

A DDS-MSO hipotézis ma már kezdi kinőni az egyszerű hipotézis kereteit és egyre inkább elméletté, fejlődik. Az előzőekben láttuk, hogy azokat a jelenségeket, amelyeket mint tényeket a marsi felvételekből ki lehetett olvasni a DDS-ek tulajdonságaira vonatkozóan, és amelyeket az egyszerű szublimációs jelenség nem tud értelmezni, a DDS-MSO hipotézis meg tudja magyarázni (8. kép). De a fentiekben túlmenően egyéb jelenségekre is magyarázatot tud adni.

Egy ilyen jelenség a poláris sötét dűnefoltok finomszerkezetének az értelmezése. Az egyes foltok tulajdonságainak részletes vizsgálata során a következőket lehetett megállapítani. Tél végén először egységesen szürke foltok jelennek meg a fehér hótakarón. Az idő előrehaladtával a foltok közepe táján egy sötét (a felvételeken fekete) központi mag jelenik meg, amelyet, mint említettük, a felette lévő hó eltűnésével értelmezzünk (7. kép bal oldali oszlopa). A finomabb vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy az esetek egy részében az eredetileg szürke zóna és a fekete zóna határán egy világosabb színű gyűrű alakul ki. Ennek a keletkezését a DDS-MSO hipotézis segítségével a következőképpen magyarázhatjuk. A szürke zónából – miután ott folyékony víz van a hó alatt – a talaj mentén folyamatosan víz szivárog a leszáradt fekete zóna határára. Itt, mivel a hóréteg védő hatása megszűnik, a víz az alacsony légnyomás miatt a hideg ellenére igen gyorsan elpárolog. De ugyanakkor a külső térben uralkodó nagy hideg e párákat mindjárt dérképződésre készíti, vagyis e két réteg határán folyamatosan új dérképződés indul meg. E frissen keletkező dér okozhatja a fekete mag és a szürke zóna közötti világosszürke gyűrű kialakulását.

Felmerül az a kérdés is, hogy miért csak a sötét poláris dűnéken találhatók ilyen foltok, és miért nem a környező egyéb területeken. A DDS-MSO hipotézissel ez is értelmezhető. A

NASA megfigyelései szerint a deresedés a pólusokon, a sötét dűnéken kezdődik és tavasszal legutoljára a sötét dűnékről tűnik el a hótakaró. Ez annyira markáns jelenség, hogy a dűnék anyagának körvonalai ezekben a periódusokban élesen kirajzolódnak a környezet egyéb fel-színektől, mert a dűnék már fehérek, a környezet sötét. Feltehető, hogy a marsi hósapka kép-ződése a vízdér képződéssel kezdődik, vagyis a lehülés során először vízdér kristályosodik ki és csak jóval később követi a klatrát és a szén-dioxid hó kicsapódása. Ennek következtében a dűnék felszínét vízdér borítja, és bár lehetséges, hogy később a vízdér máshol is megjelenik, egyes dűnéken vastagabb illetve tartósabb réteget képezhet, mint a környező területeken [3]. Emiatt elsősorban itt van lehetőség tavasszal folyékony víz megjelenésére és itt teremődnek meg a feltételek élő szervezetek működésére hosszú hónapokra – földi hónapokban számolva mintegy hat hónapra. Ez az időtartam bőségesen elegendő arra, hogy ott élettevékenység folyjék a nap legmelegebb óráiban.



8. kép A DDS-MSO hipotézis megfigyelési, modell és mikrostrukturális illusztrációja [2, 3].

De van még egy másik tényező is, ami beleszólhat abba, hogy csak a sötét dűnéken találhatóak ezek a tipikus foltok. A Mars talaja általában vörös a benne található vasvegyületektől, elsősorban a hematittól ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). A Viking vizsgálatok nagy meglepetése az volt, hogy a semlegesnek várt marsi atmoszféra a talaj mentén igen erősen oxidáló tulajdonságokat mutatott. Ezt arra vezetik vissza, hogy a Mars felszínén lévő igen intenzív ultraibolya sugárzás a vas-oxidokkal kölcsönhatásba lépve peroxidokat és szuperoxidokat, azaz igen erősen oxidáló

anyagokat hoz létre. Ezek az anyagok megtámadják és eloxidálják a szerves vegyületeket, így módon szétroncsolják az élő szervezetek anyagait is. A sötét dűnek anyagának a színe nem vörös, hanem sötétkék-sötétlila. Ez annyit jelent, hogy a dűnek anyagában kevesebb vas-oxid lehet. Ezért a hipotézisünkben feltételezett marsfelszíni organizmusok, az MSO-k a beszáradás után a nyári időszakban nincsenek olyan mértékben kitéve a peroxidok oxidáló hatásának, mint az egyéb területeken. Itt tehát a beszáradt organizmusok túlélési valószínűsége nagyobb a következő téli időszakig, mint az a sötét dűnéken kívüli területeken várható.

Ez átvezet bennünket a következő kérdéskörhöz. A Mars légköre nem nyújt védelmet az UV sugárzás ellen, ezért a felszínén sokkal nagyobb az ultraibolya sugárzás intenzitása, mint a Földön. Az intenzív UV sugárzás pedig a mikroorganizmusokat elpusztítja. Hogyan élnek túl az MSO-k ezt az egyébként halálos UV sugárzást? A választ két részre kell osztani: mi történik funkcionáló, működő állapotban és mi beszáradt állapotban. Funkcionáló állapotban az MSO-k jég alatt működnek. A vízjég és a vízho igen erősen abszorbeálja az UV sugarakat, és egy vékony közetréteggel már teljes védelmet nyújthat a mikroorganizmusoknak az UV sugárzással szemben.

Más a helyzet nyáron, amikor az MSO-k beszáradt állapotban közvetlenül vannak kitéve az UV sugárzásnak. Egyrészt beszáradt állapotban e szervezetek sokkal ellenállóbbak a sugárzásokkal szemben, mint működő állapotban. Másrészt elvi lehetőség van arra, hogy amikor a beszáradás folyamata elindul, e mikroorganizmusok egy része vagy azok spórái a talajszemcsék közé, a felszín alá vonuljanak, ahol teljes mértékben védve lehetnek az UV sugárzás ellen. Végül meg kell jegyezni, hogy evolúciójuk során annál hatékonyabb védelmet is fejleszthettek ki e sugarak ellen, mint amilyen példákat erre a Földön is láthatunk, elsősorban a kékalgák körében.

A DDS-MSO hipotézis felállítására idején e két jégréteg közötti, azaz a fagyott talaj és az azt borító jég/hó réteg közötti élet lehetősége hipotézis volt, amely az ismert fizikai és biológiai tapasztalatokból logikusan következhetett. Közben kiderült, hogy ilyen ökoszisztémák a Földön is léteznek és ezzel ez az indulásnál csak hipotetikus mechanizmus a hipotézisből realitássá vált. Az Anktartison ugyanis vannak ún. száraz völgyek, amelyekben tavak találhatóak. E tavakat vastag és állandó jégréteg fedi. Az egyik ilyen tóban a jégréteget átfúrva azt tapasztalták, hogy a 6 m-es vastagságú jég közepe táján, úgy 3 m mélységben a jégben egy porréteg húzódik, amelyet valamikor az idők folyamán a szél hordott a jég akkori felszínére. Nos a két jégréteg között e porréteg a napsugárzás hatására felmelegszik, ott zárt vízlencsék keletkeznek és ezekben a vízlencsékben mikroorganizmusok, algák élnek teljesen zárt ökoszisztémában, azaz a külvilággal nem érintkezve. Az ott élő mikroorganizmusok biztosítják saját életközösségeik számára a tápanyagok körforgását [1-3]. Ez részben hasonló életfeltételeket jelent, mint amit a Marson a DDS-MSO hipotézis feltételezett.

Akár hipotézisnek, akár elméletnek tekintjük a fentieket, mindenképpen feltételezések. Igaz, mint láttuk, sok konkrét tény támasztja alá e feltételezések helyességét. Mindez azonban még nem jelenti azt, hogy a DDS-MSO hipotézis bizonyított lenne. Kérdés, hogyan lehet e hipotézist bizonyítani? A végleges bizonyítékot természetesen csak e poláris sötét dűnefoltok közvetlen helyszíni üreszközös vizsgálata adhatja meg, illetve a kérdésre akkor remélhetünk végső választ, amikor e foltokból mintákat hozunk földi laboratóriumokba, vagy amikor emberi Mars-expedíciók a helyszínen végeznek erre vonatkozó célzott vizsgálatokat. Utóbbiakra azonban még több évtizedet kell várni.

**A marsi poláris sötét dűnékkel, lefolyásaikkal és a DDS-MSO hipotézissel kapcsolatos legfontosabb (magyar és nemzetközi) MAG-os irodalom:**

- [1] Gánti T., Horváth A., Bérczi Sz., Gesztesi A., Szathmáry E. (2003): Dark dune spots: possible biomarkers on Mars? *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 33: 515-557. old.
- [2] Horváth A., Gánti T., Bérczi Sz., Pócs T., Kereszturi Á., Sik A. (2006): Marsi sötét dűnefoltok: az élet lehetősége a Marson? *Magyar Tudomány* 2006/11: 1357-1375. old.
- [3] Szathmáry E., Gánti T., Pócs T., Horváth A., Kereszturi A., Bérczi Sz., Sik A. (2007): Life in the dark dune spots of Mars: a testable hypothesis, in: *Planetary Systems and the Origin of Life*, eds. Ralph Pudritz, Paul Higgs, Jonathan Stone, Cambridge Astrobiology, Cambridge University Press, Cambridge: 241-262. old.
- [4] Horváth A., Gánti T., Gesztesi A., Bérczi Sz., Szathmáry E. (2001): Probable evidences of recent biological activity on Mars: appearance and growing of dark dune spots in the south polar region. *32<sup>nd</sup> Lunar Planetary Science Conference # 1543*, Lunar and Planetary Institute, Houston, USA
- [5] Horváth A., Gánti T., Gesztesi A., Bérczi Sz., Szathmáry E. (2003): Vozmozsnoe dokozatelsztvo nineshnej zszizni na Marsze (Egy lehetséges bizonyíték a mai marsi életről). *Az „Intercosmos-30”, nemzetközi tudományos konferencia anyaga*, 2001. ápr. 9-10., Moszkva, előadás. *Az Orosz Tudományos Akadémia IK-30 konferenciájának kiadványa*, 106-112. old., Moszkva (orosz és angol nyelven)
- [6] Szathmáry E., Bérczi Sz., Horváth A. (2001): Possible biological aspect of DDSs on Mars, *Exclusive Symposium “Potential biomarkers on Mars”*, 4 Oct 2001, ESTEC, Noordwijk, Hollandia, előadás
- [7] Möhlmann D. (2008): The influence of van der Waals forces on the state of water in the shallow subsurface of Mars. *Icarus* 195: 131-139. old.
- [8] Möhlmann D. (2009): Are nanometric films of liquid undercooled interfacial water bio-relevant? *Cryobiology* 58: 256-261. old.
- [9] Horváth A., Kereszturi Á., Bérczi Sz., Sik A., Pócs T., Gánti T., Szathmáry E. (2009): Analysis of Dark Albedo Features on a Southern Polar Dune Field of Mars, *Astrobiology* 9(1): 90-103. old.
- [10] Kereszturi Á., Möhlmann D., Bérczi Sz., Gánti T., Kuti A., Sik A., Horváth A. (2009): Recent rheologic processes on dark polar dunes of Mars: Driven by interfacial water? *Icarus* 201: 492-503. old.
- [11] Kereszturi Á., Möhlmann D., Bérczi Sz., Gánti T., Horváth A., Kuti A., Sik A., Szathmáry E. (2010): Indication of brine related local seepage phenomena on the northern hemisphere of Mars, *Icarus*, accepted, doi:10.1016/j.icarus.2002.10.012.
- [12] Kereszturi Á., Möhlmann D., Bérczi Sz., Gánti T., Horváth A., Kuti A., Pócs T., Sik A., Szathmáry E. (2010): Seepages and the astrobiology potential of polar dunes on, in: *Mars, Astrobiology: Physical Origin, Biological Evolution and Spatial Distribution*, Nova Science Publisher, accepted
- [13] Kereszturi Á. (2006): Fejezetek a Mars fejlődéstörténetéből, *Magyar Tudomány* 2006/8: 946-954. old.
- [14] Kuti A., Kereszturi Á. (2009): Stabil fagyfoltok a Mars sarkvidékén, *Földtani Közlöny* 2009/4, 139: 395-402. old.

# Debris a világűrjog és a környezetvédelmi jogi alapelvek tükrében

Dr. Mihálka György Sándor

Szegedi Tudományegyetem, Állam- és Jogtudományi Kar,  
Agrárjogi és Környezetvédelmi Jogi Tanszék

## I. Mi az űrhulladék?

2009. február 10-én egy váratlan ütközés történt az űrben, amikor a nem működő orosz Kozmosz-2251 műhold egy működő amerikai kereskedelmi Iridium-33 műhoddal ütközött össze Szibéria felett, alacsony Föld körüli pályán, kb. 790 km-es magasságban.<sup>1</sup> Kína 2007. január 11-én egy katonai kísérlet során 850 km-es magasságban szándékosan szétlőtte egy ballisztikus rakétáról induló töltettel egy kiszolgált meteorológiai műholdját. Ezek következtében hatalmas űrtörmelékfelhő keletkezett. A nyomkövető állomások a 2009. évi ütközésből 950 darabot, a kínai robbantásból 2500 jelet figyelnek, de becslések szerint sokkal több lehet a nem észlelhető törmelék. Napjainkban az Egyesült Államok Légierője 19 ezer tárgyat követ nyomon, aminek többsége űrhulladék.<sup>2</sup> Ezek több tíz évig keringési pályán maradnak, és további aktív műholdakat veszélyeztetnek.

A Földön és a Föld körüli térségben az űrtárgyak számos módon okoznak környezet-szennyezést. Ennek jogi eszközökkel való megelőzése a világűrjog egyre fontosabb *de lege lata* (a hatályos jog szerinti), és különösen *de lege ferenda* (a jövőbeli szabályozás megalkotására vonatkozó) feladata.

A nemzetközi jogban a Föld körüli pályán található mesterséges törmeléknek (űrszemétnek) nincs általánosan elfogadott fogalma. Az angol a *space debris*, *debris* vagy *space junk*<sup>3</sup>, a német a *Weltraummüll*<sup>4</sup> vagy a *Weltraumschrott* (Christian Gritzner), a francia a *débris spatiaux*<sup>5</sup>, a spanyol a *basura espacial* (Rufino Yegros) kifejezést használja. Leginkább a „debris” megnevezés terjedt el, de jogforrási szinten sehol nem használják. A „debris” törmeléket, roncsot jelent<sup>6</sup>. Az *IAA Space Dictionary* „űrszemét”-nek nevezi, és ez a szemét legtagabb értelmezését engedi meg.<sup>7</sup>

Az Európai Világűrjogi Központ (*European Centre for Space Law, ECSL*) véleménye szerint helyesebb az űrhulladék leírását és nem a definícióját említeni. Az Amerikai Egyesült Államok normaszövegei ugyanis különbséget tesznek „orbital debris” és „space debris” között. Az előző az ember által készített és Föld körüli pályára helyezett tárgyakra, míg a második kifejezés kiterjesztett értelemben a meteoritokra is vonatkozik.<sup>8</sup>

Űrhulladékká válnak a pályáján maradt, küldetésüket befejezett, használhatatlan, szétrobbant vagy szétesett műholdak, ezek alkatrészei, illetve kiégett rakétafokozatok maradványai. Ezekhez jönnek a különböző fajtájú egyéb kisebb darabok, törmelékek, pl. csavarok, festék-

---

<sup>1</sup> Orbital Debris Quarterly News, April 2009, Volume 13, Issue 2, Satellite Collision Leaves Significant Debris Clouds

<sup>2</sup> Seth Borenstein: Space junk raises risks for Hubble repair mission, AP, 2009.05.13.

<sup>3</sup> www.wikipedia.org.

<sup>4</sup> <http://science.orf.at/news/6664>

<sup>5</sup> [http://www.cnes.fr/html/\\_109\\_.php?items\\_category=2&keywords=debris&x=7&y=11](http://www.cnes.fr/html/_109_.php?items_category=2&keywords=debris&x=7&y=11)

<sup>6</sup> Ország László: Angol-magyar kéziszótár, Akadémia kiadó, Budapest 1983, 208. o.

<sup>7</sup> Gál Gyula: A „debris” a világűrjogban, Magyar Asztronautikai Társaság, Űrtan Évkönyv 2004, Asztronautikai Tájékoztató 55. száma, 25. o.

<sup>8</sup> European Centre for Space Law, Analysis of Legal Aspects of Space Debris, 2002, UN Doc. A/AC.105/C.2/2002/CRP.5 of 27 March 2002, 3-8. o.

darabok, emberi ürülékcsöpek, stb. Tág értelemben a még üzemben lévő, de bármilyen oknál fogva célját betölteni nem képes működő műhold is űrhulladékká válik.

1988-ban a Nemzetközi Jogász Szövetség (*International Law Association*, ILA) a Világűrjogi Bizottságát bízta meg az űrhulladék kérdését rendező egyezmény kidolgozásával. A bizottság K. H. Böckstiegel professzor vezetésével elkészítette a dokumentumot, amelyet az ILA az 1994-es konferenciáján Buenos Airesben egyhangúlag elfogadott (*Draft Instrument on the Protection of the Environment from damage caused by Space Debris*)<sup>1</sup>. Ennek alapján „debris”: minden olyan ember alkotta tárgy a világűrben, amely nem aktív, vagy másként hasznos mesterséges hold, ha annak állapotában változás a belátható jövőben ésszerűen nem várható.

Az ENSZ Világűrbizottsága (*Committee on Peaceful Uses of Outer Space*, COPUOS) Technikai Albizottságának meghatározás alapján az összes ember által készített, Föld körül keringő, vagy az atmoszférába visszatérő nem működő tárgy, beleértve a törmelék is, *debris*-nek minősül. Azonban egyrészt a meghatározás nem terjed ki a felbocsátás során meghibásodott és még a légkörből visszahulló tárgyakra. A Világűrszerződés (*Outer Space Treaty*, OST) nem foglalkozik delimitációs kérdéssel, nem határozza meg pontosan a szerződés területi hatályát. Viszont a funkcionalista elmélet alapján – amit a gyakorlat széles körben, több mint negyven éve elfogad<sup>2</sup> – a világűrjog hatályát nem lehet egy egzaktan meghatározott térségre vonatkoztatni. Mindenütt e jogterület szabályait kell alkalmazni, ahol űrtevékenység folyik. Ez pedig a felbocsátástól a visszaérkezésig minden orbitális, vagy orbitális célú mozgást végző testre igaz.<sup>3</sup> Gál Gyula szerint egy a jövőben megalkotandó, az űrtevékenységre vonatkozó nemzetközi környezetvédelmi szabályozásnak szükségszerűen funkcionalista megközelítésűnek kell lennie.<sup>4</sup>

Másrészt a Világűrszerződés VIII. cikke értelmében a nyilvántartó állam fenntartja a joghatóságát, és ellenőrzési jogát a felbocsátott űrtárgy felett. Ez azt jelenti, hogy csak a felbocsátó állam határozhatja meg az állapotát egy űrtárgynak. Egy kívülálló számára számos esetben már vagy még működésképtelennek tűnhet egy objektum, miközben továbbra is érdekében áll a felbocsátó államnak, hogy ne semmisüljön meg az adott űrtárgy. Ezért érdemes lenne különbséget tenni működőképesség és használati érték között. Ugyanis egy űrtárgy több okból nem fejthet ki tevékenységet, pl.: 1. később indítják be; 2. ez része egy kísérletnek; 3. a felbocsátó államnak más okból értékes (tudományos, katonai információk hordozása), és ezért nem kívánja a légkörbe visszaléptetni.

A definíciót nem az alapján célszerű megfogalmazni, hogy működésben lévő, vagy működésképtelen tárgyról van-e szó, hanem hogy a felbocsátó állam számára értékes-e. A technikai meghatározása az űrhulladéknak – ezalatt azokat a működésképtelen űrtárgyakat kell érteni, amelyeknél nem lehet újraindítani a megadott feladatukat – helyes, de nem elégséges, mert meg kell mondani, hogy ki és hogyan döntött az űrobjektum használati státuszáról.<sup>5</sup>

Véleményem szerint űrhulladéknak tekinthetjük az orbitális vagy orbitális célú moz-

---

<sup>1</sup> Gál Gyula: i.m. 25. o.

<sup>2</sup> Gál Gyula: Forty years of functionalism, Moscow, Peoples' Friendship University of Russia, 2008, The contemporary problems of international space law, 366-380. o.

<sup>3</sup> Gál Gyula: Nukleáris energiaforrások az űrtevékenységben – egy ENSZ határozat alapelvei, Asztronautikai Tájékoztató, Magyar Asztronautikai Társaság, 1996, 51. sz., 44. o.

<sup>4</sup> Gál Gyula: Treaty Law Problems of Space Environmental Protection: De lege ferenda Tasks for International Legislation; Studies in Air and Space law Volume 9 – Environmental Aspects of Activities in Outer Space, Carl Heymanns Verlag KG, Köln, 1990, 299. o.

<sup>5</sup> Luboš Perek: Management issues concerning space debris, 2006, Proceedings of the Fourth European Conference on Space Debris, ESA SP-587, August 2005, 588. o.

gást végző mesterséges eredetű tárgyat, amely a felbocsátó állam számára hasznosíthatatlan.

Hazánkban a jogforrások többsége bármilyen „szemetet” a „hulladék” kifejezéssel illeti. A magyar cikkekben az „ürszemet” szó vált elterjedtebbé. Azonban egységesebb környezetvédelmi jogi *terminus technicus* alkalmazást jelentene, pl. a „hulladékgazdálkodás”, „hulladék-megelőzési programok”, „hulladékkezelés” mellett az „ürhulladék” kifejezés használata.

## II. Az űrhulladék jogi megítélése, és annak következménye

Nem egységes a világűrjogi publicisztika, hogy az űrhulladék *space object*-nek, tehát űrtárgynak minősül-e vagy sem. A világűrjogi egyezmények ugyanis *space object*-ként említik az űrtárgyakat, és ebből adódóan minden, amit *space object*-nek tekintünk, arra az egyezmények szabályozása az irányadó. Az űrobjektum kifejezést a Kártérítési és a Lajstrom egyezmény is ugyanúgy definiálja: az „űrobjektum” kifejezés magában foglalja az űrobjektum részeit, valamint a hordozórakétát és ennek részeit is. Kérdés, hogy pl. a levált alkatrész, az űrhulladékká válás után is – a korábban (esetleg felrobbanás előtti) egységes űrobjektum részeként – megőrizte-e az űrobjektumokat szolgáló jogi védelmet? Elveszti-e az űrhulladék az űrobjektumkénti besorolását azzal, hogy az űrtárgyat egy meghatározott feladattal bocsátják fel, és ha befejezte ezt a feladatát, akkor már vélhetően nem űrobjektum, mert senki nem kíván űrhulladékot a világűrbe feljuttatni.

Ha űrtárgyként tekintünk a törmelékekre, akkor Világűrszerződés VIII. cikke alapján azok mindenki más számára elidegeníthetetlenek és csak a tulajdonosának az engedélyével lehet bármilyen tevékenységet velük végezni. Előfordulhat az a katasztrofális helyzet, hogy egy nagyobb törmelék ütközési pályán halad a Nemzetközi Űrállomás felé. Csak a felbocsátó állam engedélyével lehetne erről letéríteni, enélkül jogsértést követnek el. Azonban előfordulhat, hogy mire az engedély megérkezik, a baj már megtörténik.

Meg kell akadályozni, hogy a jövőben ütközések előforduljanak. Azonban ezek a tervek túl költségesek, technikailag bonyolultak, illetve egyiket sem igazolták a gyakorlatban, gondoljunk akár a földi lézersugárra, az új műholdak ionhajtóművekkel történő felszerelésére, vagy robot felküldésére. „Nem ismerünk egyszerű és olcsó megoldást, hogy hogyan kellene csinálni” – állapítja meg J.C. Liou, a NASA Johnson Space Centre tudósa.<sup>1</sup>

Nem segíti a helyzet megoldását a jogi minősítés bizonytalansága. A nagyobb űrügynökségek vonakodnak a költséges és bonyolult kísérletektől, mert ha mégis sikerülne az eltakarítás, akkor az a jelenlegi állapot szerint illegális tevékenységhez vezetne. „A legrosszabb lehetőség a bizonytalanság fenntartása.”<sup>2</sup>

## III. Elhelyezkedésük, élettartamuk

Az űrtevékenység már jelen van mindennapjainkban, fennmaradásunkhoz, létezésünkhöz elengedhetetlenül szükséges. Ez a folyamat 1957. október 4-én kezdődött, amikor az ember alkotta első műholdat a Szovjetunió Föld körüli pályára bocsátotta. Ezt követte 1958. január 4-én az amerikai Explorer-1 mesterséges égitest. „Az űrbéli hulladékokról az első adatokat az Amerikai Egyesült Államok védelmi megfigyelőrendszere, a NORAD (*North American Defense Command*) szolgáltatta.”<sup>3</sup> Rossz nyelvek szerint nem csak a Szaturnusz-

<sup>1</sup> Kollár György: A szemét katasztrofális ütközést fog okozni?, 3. évezred, 2006. november, 64. o.

<sup>2</sup> Luboš Perek, u.o. 589. o.

<sup>3</sup> Kiss Gergely: Kozmikus hulladék – kozmikus környezetvédelem <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/mm/tdk/Inditas/Nyitolap.htm>



nak, hanem a Földnek is van gyűrűje, és ez abból a hulladékból áll, amit az űrkutatás során hagyunk a világűrben.

A Föld környezetébe feljuttatott objektumok sorsa négyféle lehet:

- visszatérnek és elégnak a légkörben,
- visszatérnek, de nem égnek el teljesen a légkörben,
- pályára állva akár beláthatatlan ideig keringenek, vagy
- elhagyják a bolygónk környezetét, és kifelé haladnak a világűrbe.

A Föld körül a műholdak által felhasznált űr korlátozott nagyságú: a Föld felszínétől mérve körülbelül 160 – 36 000 km között található. Ezen leggyakoribb pályák:

- Geostacionárius vagy geoszinkron pálya (GEO, *Geosynchronous Orbit*),
- Közepes keringési pálya (MEO, *Medium Earth Orbit*)
- Alacsony pályák (LEO, *Low Earth Orbit*).

A GEO magassága a felszín felett 36 000 km és a felbocsátott mesterséges hold a Föld forgásával egyező irányban halad, keringési ideje egy nap. Ha a műhold az Egyenlítő fölött kering, akkor a Föld egy pontjához viszonyítva állandó helyet foglal el. A geostacionárius pálya egy 42 164 km-es sugarú (az Egyenlítőtől kb. 36 000 km + a Föld sugara) kör. Bár a GEO pálya most bőségesnek tűnik, de a felhalmozódó, kiszámíthatatlan mozgású űrhulladék-darabok miatt az évszázad végére már szűkös lehet.

A közepes keringési pályát kb. 20 000 km-es magasságig használják főleg navigációs műholdak számára.

Az alacsony pályán (LEO), 2000km-es magasságig, 1978 óta megkétszereződött a km<sup>3</sup>-enkénti objektumszám (távérzékelő műholdak, rádiótelefon szolgáltatás), noha éppen kis magasságokon működik a természetes öntisztulási folyamat, ugyanis a szemét egy része visszahull a Földre (a légkör fékezi a benne keringő űrtárgyak mozgását, s azok az alsó légterbe érve elégnak). A másik nagyobbik rész azonban a 800-1500 km-es sávban marad, akár több ezer évig. Az 500 km feletti pályák már stabilak, műholdak itt több tíz éven keresztül keringhetnek. Efölé érve az élettartam akár ezer-tízezer év is lehet. Senki nem tudja pontosan megmondani, hogy mikor térnek vissza a sűrű légkörbe, hány évig maradhatnak, tulajdonképpen addig, amíg valaki azokat össze nem szedi.

Műholdak keringési élettartama<sup>1</sup>:

MAGASSÁG (km)	ÉLETTARTAM
200	1 – 4 nap
600	25 – 30 év
1000	2000 év
2000	20 000 év

#### IV. Keletkezése, tulajdonsága

Körülbelül 15 000 olyan űrobjektumról tudunk, melyek 10 cm-nél nagyobbak.<sup>2</sup>

Az űrtevékenység kezdete óta számos műhold illetve rakéta utolsó fokozata robbant fel Föld körüli pályán. A fő oka a robbanásoknak a maradék hajtóanyagok önrobbanása, amelyek a hajtóművek leállítását után a felső fokozat tankjában maradnak.

Katonai robbantási kísérletek is hozzájárultak a törmelékek keletkezéséhez. Az

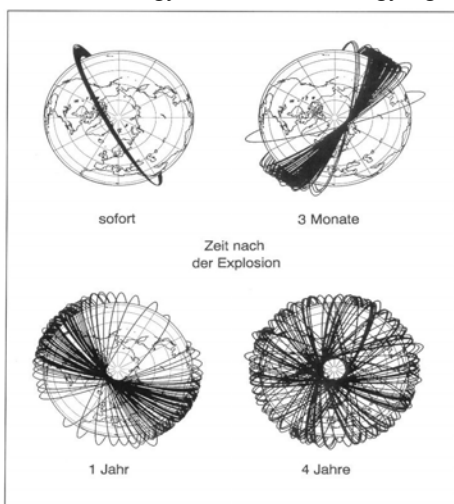
<sup>1</sup> SH-atlasz: Űrtan, Springer, 1996, 277. o.

<sup>2</sup> <http://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/newsletter/pdfs/ODQNv14i1.pdf>

ENMOD<sup>1</sup> Egyezmény (Egyezmény a környezetet átalakító technikák katonai vagy bármilyen ellenséges használatának tiltásáról) célja, hogy megtiltsa a környezet fegyverként történő használatát. Környezetet módosító technológia: bármely technológia, ami megváltoztatja a Föld dinamikáját, összetételét, szerkezetét, beleértve biótáját, litoszféráját, hidroszféráját, és atmoszféráját, vagy a világűrét.

Az űrhulladék lényegesen nagyobb veszélyt jelent az aktív holdakra, az űrhajókra, űrállomásra, mint a meteorütközések.<sup>2</sup> Ezt bizonyítja a 2003 decemberében az ENSZ Közgyűlésének küldött, a COPUOS által összeállított A/AC. 105/817 számú jelentés az űrhulladékkal kapcsolatos nemzeti kutatásokról. Eszerint két megfigyelt műholdat külön-külön, hetente egy-egy katalogizált (10cm-nél nagyobb) űrszemét 1500 méteren belül megközelítette. Ne felejtjük el, hogy mindez a világűrben történik, ahol 1500 méter nem nevezhető távolságnak!

Az ütközések eddig csak kis mértékben járultak hozzá a robbanásokhoz. 1991-ben egy orosz nem működő műhold, a Kozmosz-1934 ütközött az orosz Kozmosz-926 egy darabjával. Erre az Amerikai Űrmegfigyelő Hálózatnál (*U.S. Space Surveillance Network*) derült fény az adatok újrafeldolgozása közben. 2005. január 17-én a Déli-sark felett egy amerikai rakétatest és egy kínai felbocsátó egység harmadik fokozatának egy darabja 885 km magasan keresztelték egymás pályáját. Az első regisztrált, és bizonyított űrhulladékkal történt végzetes összeütközés 1996 júliusában következett be. Egy kiegészített Ariane fokozat felső része nekiütközött a francia Cerise kommunikációs műholdnak.<sup>3</sup> Ami különösen veszélyes, az az ütközés következménye, egy start közben felrobbant műhold, illetve a rakétarobbanás, ha a testek sok ezer darabra törnek szét, ezáltal a sokszorozó hatás (*amplifying effect*)<sup>4</sup> révén ugrásszerűen megnövelnek a további ütközések valószínűségét.



*Az űrtörmelékpálya változása robbanás után azonnal, 3 hónap, 1 év és 4 év után.<sup>5</sup>*

Az ütközés várható gyakorisága, kockázati tényezője függ az űrszemét átmérőjétől, térbeli sűrűségétől, relatív sebességétől, az ütközési keresztmetszettől és az adott magassági tartományban töltött időtől.

Alacsony keringési pályán már 1 cm nagyságú darabokat is vizsgálni tudnak<sup>6</sup>, ugyanaz a GEO övezetben legalább 1 méter. A keringő tárgyak számának becslésére radaros, opti-

<sup>1</sup> Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques, 1976

<sup>2</sup> SH-atlasz: i.m. 277. o.

<sup>3</sup> The Orbital Debris Quarterly News, 2005 April, Volume 9, Issue 2, Accidental Collisions of Cataloged Satellites Identified

<sup>4</sup> Kerecsi Eszter: i.m. 26. o.

<sup>5</sup> Prof. Dr. – Ing. D. Rex.: Space Debris – Its origin and Suggestions for Future Avoidance, Studies in Air and Space Law Volume 9 – Environmental Aspects of Activities in Outer Space, Carl Heymanns Verlag KG, Köln, 1990, 225 o.

<sup>6</sup> UN Doc. A/AC. 105/838 National research on space debris, 2. o.

kai és az űr alapú mérések szolgálnak. Ennek segítségével a nagyobb objektumok 99%-át már regisztrálták. Ahhoz, hogy a valóságnak megfelelő képet kaphassanak a tudósok az ütközés valószínűségéről, modelleket készítenek. Ezekben az űrhulladék helyzetét, tömegét, mozgását, fajtáit és sebességét szimulálják különböző időtartamokra.<sup>1</sup>

Ha egy 1 cm<sup>3</sup> térfogatú anyagdarabka 10 km-es másodpercenkénti sebességgel becsapódik egy űrobjektumba, az ütközés robbanási energiája egy kézigránátéval egyenlő, ami komoly károkat, életveszélyt okozhat.<sup>2</sup>

## V. Nagyobb darabok visszatérése

1960 novemberében két amerikai navigációs műhold 20 kg-os darabjai Kuba területén csapódtak be. 1962. szeptember 5-én a Szputnyik-4 darabjai Észak-Amerika Wisconsin államában egy Milwaukee nevű kisváros közelében hullottak le.<sup>3</sup> „1969-ben újfent amerikai mesterséges égitest lehulló roncsai a Csendes-óceánban egy japán hajót rongáltak meg és a legénység 5 tagját megsebesítették.”<sup>4</sup>

1978. január 24-én a Kozmosz-954 jelzésű szovjet felderítő mesterséges hold roncsai hullottak le Észak-Kanadában. Energiaellátását dúsított uránium alkalmazásával működő atomreaktor biztosította. Szerencsére egy lakatlan terület nagy körzetében keletkezett a radioaktív szennyeződés<sup>5</sup>. 1981-ben a bekövetkezett kárért egy szovjet-kanadai megállapodás alapján a Szovjetunió hárommillió kanadai dollárt fizetett.<sup>6</sup> Emellett Kanada kezdeményezésére a COPUOS által kidolgozott, a nukleáris erőforrások (*Nuclear Power Sources*, NPS) alkalmazásának alapelveit tartalmazó ENSZ közgyűlési határozatot (*Principles Relevant to the Use of Nuclear Power Sources In Outer Space*)<sup>7</sup> fogadtak el 1992-ben. „A felbocsátó államok a Világűrszerződésen túlmenő konzultációs és tájékoztatási kötelezettsége és a biztonságos üzemeltetés technikai feltételeinek előírása legalább ezen a speciális területen határozott előrelépést jelent.”<sup>8</sup>

Az űrállomásokat (pl. Skylab, Mir) működésük befejeztével visszavezetik a légkörbe és a maradványaik – mint űrhulladék – széles sávban a felszínbe csapódnak.

## VI. Környezetvédelmi jogi alapelvek érvényesülése az űrtárgyak vonatkozásában

A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. tv. (Ktv.) 4.§ z. pont alapján: „A környezetvédelem: olyan tevékenységek és intézkedések összessége, amelyeknek célja a környezet veszélyeztetésének, károsításának, szennyezésének megelőzése, a kialakult károk mérséklése vagy megszüntetése, a károsító tevékenységet megelőző állapot helyreállítása.”

Bándi Gyula szavaival a környezetvédelmet „a környezet megőrzésére irányuló aktív

---

<sup>1</sup> Kerezsi Eszter: i.m. 26. o.

<sup>2</sup> Kiss Gergely: Kozmikus hulladék – kozmikus környezetvédelem  
<http://www.nyf.hu/others/html/kornyeztud/mm/tdk/Inditas/Nyitolap.htm>

<sup>3</sup> [www.kia.hu/konyvtar/szemle/2\\_f.htm](http://www.kia.hu/konyvtar/szemle/2_f.htm)

<sup>4</sup> Nagy Károly: Nemzetközi jog, Püski, Budapest, 1999, 565. o.

<sup>5</sup> Gál Gyula: A világűrjog néhány alapkérdése az ezredfordulón, Jura 7. évf. 2001, 2. sz. 35. o.

<sup>6</sup> Nagy Károly: i.m. 565. o.

<sup>7</sup> Official Records of the General Assembly, Forty-seventh Session, Supplement No.20(A/47/20)

<sup>8</sup> Gál Gyula: A világűrjog néhány alapkérdése az ezredfordulón, Jura 7. évf. 2001, 2. sz. 35. o.

tevékenységek összefoglaló nevéként<sup>1</sup> értékelhetjük.

„Az emberiség része a természetnek és élete a természeti rendszerek zavartalan működésétől függ...”<sup>2</sup> olvasható az ENSZ közgyűlése által 1982 októberében elfogadott „Természet Világkartája” című határozatban. Ebben felismerték, hogy az emberiség része az ökoszisztémának, annak megszűnését nem élné túl. Ezzel a környezetvédelmi jog nem pusztán az államok, hanem az egész emberiség érdekét védő jogterületté vált.

## VI. 1. Megelőzés, elővigyázatosság

A Világűrszerződés IX. cikke kimondja, hogy az űrtevékenységeket csak úgy szabad végezni, hogy elkerüljék a világűr szennyeződését, valamint a földi környezetnek Földön kívüli anyag beviteléből eredő ártalmas megváltozását.

A Szerződés „továbbá két, szubjektív megítéléstől függő elvárást tartalmaz: 1. ha valamely államnak oka van feltételezni, hogy a világűr-tevékenysége másokét károsan befolyásolná, annak megkezdése előtt konzultációt kell kezdeményeznie; 2. ha más állam világűr-tevékenységéről okkal feltételezhető ugyanez, konzultáció lefolytatását kérheti.”<sup>3</sup> Gál Gyula szerint mindezeknek az érvényesülése a szerződő felek jóhiszeműségét feltételezi.

„Az űrtörmelékek által okozott környezeti károk elleni védelemről” szóló ajánlás III. cikkének 2. pontja szerint az államoknak és nemzetközi szervezeteknek meg kell tenniük a szükséges intézkedéseket, hogy megelőzzenek, csökkentsenek, és ellenőrizzenek bármely károkozást vagy jelentős veszélyt, ami a fennhatóságuk alatti tevékenységeikből származna, amelyek valószínűleg űrszemetet eredményezhetnek.<sup>4</sup>

A nukleáris erőforrások alkalmazásának (NEF) alapelveit tartalmazó ENSZ közgyűlési határozat számos megelőzésen alapuló elvet említ. A III. cikk 3. pontja a rádióizotópos generátorok alkalmazására vonatkozólag tartalmaz irányelveket. Az (a) bek. alapján a használatuk csak bolygóközi küldetéskor vagy legalább azután ajánlott, ha már elhagyták a Föld közvetlen környezetét. Föld körüli pályán is használhatók, azonban a misszió befejeztével megemelt magasságba feljuttatva kell „tárolni” azokat. A határozat folytatása ellentmond az előbbi bekezdésnek, ugyanis a (b) pont szerint a generátort borító tartályt olyan hő- és aerodinamikai védelemre kell kialakítani, hogy ellenálljon a légkörbe való visszatéréskor fellépő hatásoknak. Sőt, becsapódás esetén a tartályrendszernek és az izotóp fizikai állapotának biztosítania kell, hogy a sugárzó anyag nem szóródik szét.

A COPUOS A/AC.105/820/ jelentésében megemlíti, hogy a Nemzetközi Távközlési Unió, az ITU (*International Telecommunication Union*) irányelvei egy űrjármű GEO pályáról való végleges elhelyezésére (ITU-R ajánlás S.1003 „Környezetvédelem a geostacionárius pályán” címmel) azt tanácsolják, hogy a műholdat egy kötött magasságba, és nem kevesebb, mint 300 km-rel a GEO pálya fölé kell emelni.

2003 februárjában az IADC (*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*, Ügynökségek közötti Űrhulladék Bizottság) a COPUOS tudományos és technikai albizottsága elé terjesztette jelentését, ami az űrhulladék csökkentésére vonatkozó, megelőzést célzó alapelveket tartalmazza. (COPUOS, United Nations A/AC.105/817.).

A COPUOS Tudományos és Technikai Albizottsága 2004. februárban Bécsben a 41.

<sup>1</sup> Ld. Bándi, *Környezetjog*. i.m. 10. o., vö. még: Bakács, i.m. 12. o.

<sup>2</sup> Nagy. Károly.: i.m. 229. o.

<sup>3</sup> Gál Gyula: A világűrjog néhány alapkérdése az ezredfordulón, *Jura* 7. évf. 2001, 2. sz. 35. o.

<sup>4</sup> Gál Gyula: Draft Instrument on the Protection of the Environment from damage caused by Space Debris, *Acta Juridica Hungarica*, 1997, 38. No. 3-4., 125-138. o., Akadémiai Kiadó, Budapest

ülésszakán megvitatta az IADC javaslatát. 2005-ben megalakított egy munkacsoport, amelynek feladata, hogy kidolgozzon egy űrhulladék csökkentését elősegítő dokumentumot, úgy, hogy az az IADC irányelveire épüljön.

Ennek nyomán a Világűrbizottság 2007. június 11-én az alábbi hét Űrhulladék csökkentő irányelvet (*Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, A/62/20. melléklet*) fogadta el:

1. A világűrbe jutó eszközöket úgy kell megtervezni, hogy a rendeltetés szerinti működés esetén ne szabaduljon ki űrszemét, illetve ha ez nem lehetséges, akkor a kiszabaduló űrszemét mennyiségét minimálisra kell csökkenteni.
2. Minimálisra kell csökkenteni annak a lehetőségét, hogy az űreszköz a rendeltetés szerinti működés során több darabra szakadjon.
3. Korlátozni kell a Föld körüli pályán történő ütközés valószínűségét, az űreszköz pályáját úgy kell megválasztani, hogy minél kevésbé hordozza magában az ütközés veszélyét, szükség esetén a start időpontját el kell halasztani, vagy megfelelő pályamenti manőverrel kell a fenyegető ütközést elkerülni.
4. Kerülni kell az űreszközök törmelék felszabadulásával járó, szándékos megsemmisítését és az egyéb hasonlóan veszélyes lépéseket.
5. Annak elkerülése érdekében, hogy az űreszköz vagy a hordozóeszköz pályára álló része a rendeltetés szerinti használatot követően véletlenül felrobbanjon, a használat végén ki kell meríteni az energiaforrásokat. (Ez elsősorban a maradék üzemanyag elégetését, valamint az akkumulátorok kisütését jelenti.)
6. Korlátozni kell az űreszközök és a hordozóeszközök küldetésük végét követő alacsony Föld körüli pályán maradását, ennek érdekében az eszközöket le kell téríteni az alacsony Föld körüli pályáról.
7. Ugyanez a teendő a geoszinkron pályán lévő, már nem használt műholdak és hordozó-rakéta-fokozatok esetében is azzal a különbséggel, hogy itt nem a Földre kell visszateríteni őket, hanem biztonságos magasságra kell eltávolítani a geoszinkron pályától.<sup>1</sup>

Az irányelveket a Közgyűlés 62/217. számú határozatával jóváhagyta.

Az első négy irányelv az indítás előtt, az utolsó három a működés idejének végére vonatkozik.

A Világűrbizottság 2008. júniusi 51. ülésén néhány képviselő kifejezte azon véleményét, hogy a nem kötelező erővel bíró irányelvek nem elégségesek, és hogy a Jogi Albizottságnak ki kell dolgoznia egy jogerős dokumentumot. Kifejezésre jutott továbbá az a nézet, miszerint az űrhulladék keletkezéséért leginkább felelős államok nagyobb szerepet vállaljanak az űrhulladékot csökkentő intézkedésekben.<sup>2</sup>

## **VI. 2. Fenntartható fejlődés**

A Világűrszerződés I. cikkének értelmében a világűr és az égitestek kutatását és felhasználását minden ország javára és az emberiség érdekében kell folytatni.

COPUOS az A/AC.105/823 számú jelentésének 103. pontjában annak ad hangot, hogy az űrhulladék kérdése rendkívül fontos a Föld körüli űrkörnyezet megőrzése érdekében azért, hogy a jövőben a fejlődő államok is hátrány nélkül kutathassák a világűrt.

## **VI. 3. Tervezés**

Az UNISPACE III konferencia résztvevői elfogadták a „Hangsúlyok a világűrben a

---

<sup>1</sup> Both Előd: Űrkaleidoszkóp, 2005, XIX. évf. 3-4. szám 3. o.

<sup>2</sup> COPUOS A/AC.105/911, point 96., 98.

XXI. században” című dokumentumot. Célja programalkotás, melyben szorgalmazzák többek között az űrtvékenység környezeti ártalmainak csökkentését, valamint hogy a Föld környezetének védelmében csökkenteni kell a világűr szennyezését (űrszemét).<sup>1</sup>

Az ENSZ Közgyűlése a 2003. évi december 9-én hozott 58/89. sz. határozatával az űrhulladékkal kapcsolatos nemzeti kutatások folytatására, a megfigyelőhálózat kiépítésére és fejlesztésére, valamint az űrhulladékokkal kapcsolatos információk összeállítására és terjesztésére hívta fel a figyelmet. (COPUOS, A/AC.105/823, 89.)

#### VI. 4. Állami kötelezettség- és felelősségvállalás, a „szennyező fizet”

A nemzetközi űrjog alanyai az államok, tehát az űrtárgyak által okozott kárért az állam felel. „Az általános nemzetközi jog normáitól eltérően olyan kárért is, amelyet nem valamely állami szerv vagy szervezet okozott. A belső állami világűr törvények mindkét vonatkozásban arra törekednek, hogy az államnak regressz-joga legyen minden esetben a magánszervezet ellen, amelyért helytállni volt kénytelen.”<sup>2</sup>

A Világűrszerződés VI. cikke alapján: a szerződésben részes államok nemzetközi felelősséggel tartoznak (*international responsibility*) a világűrben folytatott nemzeti tevékenységekért, akár kormányzervek, akár nem-állami intézmények végzik azokat, továbbá annak biztosításáért, hogy azokat az e szerződésben foglalt rendelkezésekkel összhangban folytassák. A VII. cikk szerint a felbocsátó állam ugyancsak nemzetközi felelősséggel (*international liability*) tartozik az űrtárgy által a földön, a légtérben vagy a világűrben okozott károkért.

Az az állam, amelynek nyilvántartásában a világűrbe felbocsátott objektum szerepel, megtartja a joghatóságot és ellenőrzési jogot az objektum és személyzete felett (Világűrszerződés, VIII. cikk).

Az űrobjektumok által okozott károkért való nemzetközi felelősségről szóló egyezmény (*Liability Convention*, 1972) meghatározza a kár fogalmát: az élet elvesztése, a testi sérülés és az egészség más károsodása, továbbá a vagyoni károsodás.

Ha a *világűrben* valamely felbocsátó állam űrobjektumában (a kifejezés magában foglalja az űrobjektum részeit, valamint a hordozórakétát és ennek részeit is) egy másik állam űrobjektuma kárt okoz (*homogén károkozás*), ez utóbbi államot csak akkor terheli felelősség, ha a kár saját hibájából vagy olyan személy hibájából következett be, akiért egyébként felelősséggel tartozik.

A felbocsátó állam objektív felelősséggel tartozik, azokért a károkért, amelyeket az űrtárgy a *Föld felszínén, vagy repülésben* levő légi járműben okozott (*heterogén károkozás*).

Felbocsátó állam a kárfelelősség szempontjából az, amely az űrobjektumot felbocsátja vagy felbocsátatja, de amelynek területét vagy berendezéseit a felbocsátásra felhasználják.

Kimentés csak szűk körben lehetséges. A felbocsátó állam abban a mértékben mentesül a teljes felelősség alól, amennyiben bizonyítja, hogy a kár egészében vagy részben az igényt támasztó állam vagy az általa képviselt jogi vagy természetes személyek súlyos gondatlanságából vagy károkozási szándékkal elkövetett cselekménye vagy mulasztása folytán keletkezett.

A felbocsátó állam nem mentesül a felelősség alól, ha a kár olyan tevékenységéből ered, ami a nemzetközi joggal – különösen az ENSZ Alapokmányával, ill. a Világűregyezmény IX. cikkével – össze nem egyeztethető.

<sup>1</sup> UNISPACE III, Draft Report of the Plenary Declaration on Space and Human Development Technical Forum. V. Leaving planet Earth in the 21st century

<sup>2</sup> Gál Gyula: A világűrjog néhány alapkérdése az ezredfordulón, Jura 7. évf. 2001, 2. sz. 35. o.

Kártalanítás fizetésére köteles a felbocsátó állam a nemzetközi jognak, valamint az igazságosság és méltányosság elveinek megfelelően oly módon, hogy a kártalanítás olyan helyzetbe hozza az igény előterjesztőjét, mintha a kár nem is következett volna be (*in integrum restitutio*). Az igény érvényesítésére az elévülési határidő egy év, amit a károkozástól, a károkozó azonosításától és attól az időponttól számítanak, amikor ésszerűen elvárható, hogy ez az állam e tényekről az elvárható gondosság mellett tudomást szerezzen. Ha nem sikerül az igényt diplomáciai úton rendezni a bejelentéstől számított egy éven belül, bármely Fél kérésére Kárigény-rendező Bizottságot (*Claims Commission*) hoznak létre (XIV. cikk).

A kozmikus károkozások jelentős részének igazi sértettje maga az emberiség. A világűrjog *de lege ferenda* feladata olyan eljárási rendszer kidolgozása, amely ezt érvényesíti.

## VI. 5. Társadalmi részvétel és együttműködés

Az 1999-ben Bécsben megtartott világűr-konferencián (UNISPACE III) nem csak a kormányok képviselői vettek részt, hanem az ürtevékenységben érdekelt egyéb szervezetek, ún. NGO-k (*Non-Governmental Organizations*) is. Felismerték, hogy a jövőben szorgalmazni kell az NGO-k és a kormányok közötti együttműködést.

A 47/68. ENSZ Közgyűlési határozat 7. cikkének 2. pontja kimondja, hogy miután a nukleáris erőforrással ellátott űreszköz a Föld légkörébe visszatért: (a) a felbocsátó állam azonnal fel kell, hogy ajánlja segítségét (illetve ha az érintett állam kéri) a NEF becsapódása helyének, a visszatért anyagnak a felkutatásához, a szükséges tisztításhoz; (b) az érintett állam kérésére minden állam, vagy nemzetközi szervezet, mely megfelelő technikai felszereléssel rendelkezik, az előbbihez hasonló segítséget nyújthat.

A *Network of Centers* kezdeményezésének keretében a francia, a német, a brit és az európai űrügynökségek célul tűzték ki, hogy hatékonyan fejlesztik az együttműködést az űrhulladékkal kapcsolatos tevékenységükben. (COPUOS, United Nations A/AC.105/817 pp. 3-5.)

## VI. 6. Tájékoztatás

Az 1974-ben elfogadott Lajstrom Egyezmény (*Registration Convention*) II. cikk 1. pontja alapján minden államnak, amely űrobjektumot bocsát fel, nemzeti lajstromot kell felállítania ezekről a tárgyokról. Ha két vagy több állam közösen bocsát fel mesterséges égitestet, közösen döntenek el, hogy közülük melyik fogja a közös űrobjektumot regisztrálni (2. pont). Az ENSZ Főtitkára által vezetett nyilvános nemzetközi lajstrom számára a nemzeti lajstromot vezető államok az alábbi információkat kötelesek eljuttatni (IV. cikk):

- a felbocsátó állam vagy államok neve,
- az űrobjektum speciális jelzése vagy regisztrálási száma,
- a felbocsátás helye és ideje,
- a pálya legfőbb adatai,
- az űrobjektum fő feladata.

A lajstromozó államoknak azt is közölniük kell, ha az űrobjektum már nincs Föld körüli pályán (IV. cikk). A lajstromozásra azért van szükség, hogy a Földön, illetve a Földön kívül elszenvedett károk esetén meg lehessen állapítani, vajon melyik állam vagy szervezet bocsátotta fel a károkozó tárgyat.

A NEF alkalmazásáról szóló 47/20 határozat 5. cikke a tájékoztatási kötelezettség irányelveiről szól. A fedélzeten nukleáris energiaforrást felbocsátó államnak időben kell tájékoztatni a visszatérés veszélyével fenyegetett érintett államot, majd részletesen felsorolja,



hogy a tájékoztatásnak mire kell kiterjednie.

Lehetőség van arra, hogy a felbocsátó állam kiegészítő bejelentést tegyen az űrtárggyal kapcsolatban, ha azt szükségesnek látja. Az Egyezmény módosítása nélkül, pusztán a legnagyobb felbocsátó államok informális megállapodásával is elérhetővé válhatna, hogy önkéntesen, a felbocsátó állam nyilatkozna arról, hogy egy űrtárgy mikortól válik űrhulladékká, mikortól kerül ki a joghatósága alól. Természetesen a károkozásért való helytállás ekkor is megmaradna. Ez lehetne a módja annak, hogy hitelt érdemlően meg lehessen állapítani, hogy egy űrtárgy milyen szerepet tölt be.<sup>1</sup>

## VII. Egyéb de lege ferenda jogforrások

### VII. 1. Szabványok

Egy nemzetközi csoport összesítette az űreszközök elkészítésére vonatkozó európai szabványnormákat, amit az ECSS (*European Cooperation for Space Standardization*), az európai szabványügyi együttműködés elé terjesztett.

Hasonlóan az ISO (*International Organization for Standardization*), a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet egy munkacsoportot állított fel azért, hogy tanulmányozzák és stratégiát állítsanak fel egy majdani nemzetközi szabályozás elkészítéséhez. (COPUOS, United Nations A/AC.105/817 p.5.)

### VII. 2. „Európa és az űrhulladék” c. szimpózium

Ezzel a címmel tartották 2002 novemberében Franciaországban, Toulouse-ban a Francia Nemzeti Légi és Világűr Akadémia szimpóziumát. A legfontosabb ajánlásai:

- a) Nemzetközi együttműködés: a már létező szervezetek (IADC, Network of Centers, ENSZ Világűrbizottsága, ECSS, ISO, ...) és ezek szakértői szorosabb kapcsolatot létesítsenek.
- b) Technikai, pénzügyi és jogi szempontok figyelembevétele a megoldási javaslatoknál.
- c) A javasolt szabályok ne legyenek olyan szigorúak, hogy azok teljesítése lehetetlen legyen.
- d) Fontolják meg annak a lehetőségét, hogy műhelyek és a technikusok kapcsolatban álljanak a Nemzetközi Űrhulladék Bizottsággal.
- e) A Lajtromozási Egyezményt szükség lenne az összes űrtárgyra alkalmazni, beleértve a nem működő, üzemképtelen (*non-operational*) berendezésekre is.
- f) A nemzeti jogrendszernek kellene felügyelnie a felbocsátó állam tevékenységére.
- g) A világűr ellenőrzésével a létező európai megfigyelő rendszerek összefogását, szövetségét szükséges megteremteni.

## VIII. Következtetések

Mint láthattuk, a helyzet korántsem fényes. A meglévő és a felbocsátandó műholdakra civilizációnk működéséhez szükségünk van. Már jelenleg is nagy a Föld körül követetetlenül keringő darabok száma. Megbízható tisztítási módszer nem létezik, az összegyűjtés pedig megfizethetetlen költséggel járna. A fejlett államok lassan tanakodnak a csökkentést célzó lépésekről, a fejlődő államok meg attól tartanak, hogy az elkövetkező szabályok követelményei pénzügyileg teljesíthetetlenek lesznek rájuk nézve, továbbra is korlátozva

---

<sup>1</sup> Luboš Perek: u.o. 589. o.

előlük az űrkutatást.

Az ember eközben egyre nagyobb környezeti rendszereket változtat meg. Az ózonlyuk „létrehozása” után most bolygónkat övező mesterséges gyűrűrendszer létrehozásán „fáradozunk”. Minél lassabban változó struktúrákba avatkozunk bele, annál nehezebb és hosszadalmasabb lesz a természetes környezetet helyreállítani.

Az emberi űrtevékenység már kiterjed a Naprendszer határáig. A Föld körüli tér már életünk szerves részévé vált, és várhatóan a XXI. században már a bolygóközi tér is. Fel kell ismerni, hogy az ember ahol tevékenységet fejt ki, ott környezetvédelmi felelősséggel tartozik, mert „amennyiben a Naprendszer feltárása és meghódítása etikai elvek és környezetvédelmi elkötelezettség nélkül megy végbe, akkor az emberiség olyan kozmikus környezeti katasztrófa elé néz, amely felülmúlja a jelenlegit.”<sup>1</sup>

A világűrjogi nemzetközi döntéshozatal lelassult, a technikai fejlődés felgyorsult, ezért célszerű lenne a fentiekben tárgyalt *de lege ferenda* feladatok mielőbbi *de lege lata* formába öntése.

---

<sup>1</sup> Almár Iván: Természetvédelem a Naprendszerben, Természet Világa, 1997. ápr., 65. o.

## Charles másodsor is az űrben

Schuminszky Nándor

2009. március 26-án, csütörtökön másodsor is elindult a világűrbe Charles Simonyi, a magyar származású, amerikai szoftvermilliárdos. Már az újabb felkészülése előtt is egy fontos „kötelezettségének” tett eleget: az előző év novemberében megnősült. A ceremóniára Göteborgban került sor, ahol egy svéd lánynak mondta ki a boldogító igent. Simonyinak most csak egy rövidített kiképzésen kellett átesnie a Moszkva melletti Csillagvárosban, bár kissé aggályosnak tartotta, hogy nemrégiben két Szojuz leszállása is ballisztikus pályán történt, ami nagy többletterhelést jelentett az űrhajósok számára. A szoftverfejlesztő mérnök, a világ ötödik fizető űrhajósaként már 13 napot töltött a világűrben, és ő az első az űrturisták közül, aki másodsor is eljutott a Nemzetközi Űrállomásra.

„Csodálatos ez a reggel itt, Bajkonurban. Kitűnően aludtam, és valóban nagyon várom ezt a repülést!” – írta internetes naplójába Charles Simonyi az első start napján, 2007. április 7-én. Optimizmusát növelte az orosz illetékesek március végi bejelentése, mely szerint a leszállópálya megváltoztatása miatt két nappal meghosszabbították az eredetileg 11 naposra tervezett űrrepülésének idejét. A sikeres start utáni második napon a Szojuz TMA-10 űrhajó elérte a Nemzetközi Űrállomást, melynek Zarja nevű moduljához, automatikus üzemmódban kapcsolódott. Szűk másfél órával később – és 27 év elteltével – ismét magyar szavak érkeztek vissza a Föld körüli pályáról. Így mondott köszönetet a földi irányítóközpontban tartózkodó első magyar űrhajósna, Farkas Bertalannak. Bár a magyar médiumok előszeretettel nevezik Charles Simonyit a „második magyar űrhajósna”, ő sajnos az amerikai űrhajósok számát gyarapítja a hivatalos statisztikákban. Szülőföldje iránti érzelmeit az útipoggyászában felvitt, a koronás címerrel díszített magyar lobogókkal, és egy csipetnyi magyar földdel fejezte ki. Visszaérkezése után az egyik lobogót Sólyom László köztársasági elnök kapta meg. A történethez tartozik, hogy amikor még csak körvonalazódtak űrutazási tervei, eltöprengett azon, hogy milyen magyar emlékeket vigyen fel magával az űrállomásra. Nagy örömmre elfogadta felajánlott segítségemet, és 2006 karácsonyán – némileg kalandos úton – megkapta azt a három, a koronás címerrel díszített magyar lobogót, amelyet ugyanannál a szövetségzetnél készítettem el, ahol annak idején Farkas Bertalan és Magyarai Béla részére varrták, hímezték az emblémákat.

Charles Simonyi megfelelően felkészült az útra, melyen egyáltalán nem űrturistaként vett részt. Az ESA (Európai Űrügynökség) és a JAXA (Japán Űrügynökség) által rábizott kísérletek közül – megbocsátható elfogultsággal – az ISS egyetlen, de világhíres magyar műszerével, a Pillével folytatott méréseket emelem ki<sup>1</sup>. Minden nap megmérte a testét ért sugárzás mennyiségét, majd a kapott adatokat mindjárt a helyszínen ki is értékelte. Ez a lehetőség a Pille nagy előnye a hasonló műszerekkel szemben. Simonyit a műszer használatára Budapesten képezték ki a KFKI AEKI szakemberei, Deme Sándor vezetésével. Az űrrepülés utáni földi kiértékelés eredményéről Apáthy István mérnök számolt be az MTI-nek. A mérések bebizonyították, hogy a sugárterhelés a hálólhelyen a legnagyobb, ahol csupán az űrállomás fala védi az űrhajósokat. Apáthy szerint Charles Simonyival az űrrepülése alatt semmiféle különleges dolog nem történt, hiszen nem volt például napkitörés sem. (Ilyenkor az űrhajósoknak az űrállomás védettebb részébe kell húzódnuk, és űrsétát sem tehetnek.) Simonyi akkora sugárdózist kapott, amely tizenöt mellkasi röntgenfelvételnél felel meg.

---

<sup>1</sup> Charles Simonyi Pille-méréseinek részleteiről és eredményeiről az *Űrtan Évkönyv* 2007. évi számának 52. oldalán írt Apáthy István. Ugyanott, az 57. oldalon a Simonyival létesített amatőrrádiós kapcsolatokról számolt be Horváth Márk. (*A szerk.*)

Normál körülmények között az űrhajósok lényegében ugyanekkora sugárterhelést kapnak, ugyanennyi idő alatt.

A 2007. április 20-ára tervezett visszatérést azonban egy nem várt időjárási esemény másnapra halasztotta. A célkörzetet ugyanis egy kisebbfajta árvíz lepte el, ami a szokásos hajnali órákban leszálló űrkabin megtalálását, és az űrhajósok mentését alaposan megnehezítette volna. A leszállóközvet kissé délebbre való áthelyezése azonban időbeli halasztást jelentett. (Az űrállomás ugyan mindennap azonos síkú pályán kering, de a Föld elfordul alatta, és ezért a visszatérési pálya más irányú lesz.) A visszatérés végül problémamentesen zajlott le, és Charles Simonyi kissé fáradtan, de boldogan harapott bele – egy hatalmas almába...

A leszállást követő rehabilitáció utáni sajtótájékoztatón az újságírók kérdéseire válaszolva kijelentette: az űrrepülés után visszatér mindennapi életéhez, megszokott munkájához, melyet csak élete legnagyobb kalandjáért szakított félbe.

„A világűrben a Földre való visszatérés reményével élsz, a Földön pedig az a remény éltet, hogy újra repülhatsz” – mondják az űrhajósok, és úgy tűnik, a sorsát ő sem kerülheti el.

Charles Simonyinál bizonyosan jobban izgultam, hogy minden rendben történjen a 2009-es starttól a leszállásig. Ez az izgalom meglehetősen öncélú volt, hiszen most sem állhattam meg, hogy némi magyar emlék nélkül induljon el a Nemzetközi Űrállomásra. Csak nehogy szűk legyen az a bizonyos útipoggyász...



*A Moszkva melletti Koroljovban található irányítóközpont 2009. március 28-án, Charles Simonyi második űrrepülése során. Simonyi a Nemzetközi Űrállomásra közvetített kép jobb alsó részén látható.*

## A Magyar Asztronautikai Társaság 2008. évi tevékenységét bemutató beszámoló

Összeállította: Bán András

---

### Úrnap 2008

A Magyar Űrkutatási Irodával (MŰI) közösen 2008. november 20-án a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) K épületének Dísztermében tartotta szokásos éves rendezvényét, az idei *Úrnapot* a Magyar Asztronautikai Társaság. (Az *Úrnapot* – immár hagyományosan – még az ENSZ Világűrhetének alkalmából hirdettük meg.) Az *Úrnap* vezető elnöke *Dr. Pap László* akadémikus, az Űrkutatási Tudományos Tanács elnöke volt. A konferenciát *Dr. Péceli Gábor* műegyetemi rektor köszöntöje után *Dr. Molnár Károly*, a kutatás-fejlesztésért felelős tárca nélküli miniszter nyitotta meg. Beszédében Molnár Károly hangsúlyozta, K+F miniszterként hamarosan ő lesz a Kormány űrkutatásért felelős tagja, de már eddig is részt vett nemzetközi űrkutatási miniszteri találkozókon, illetve néhány héttel az *Úrnapot* megelőzően aláírta a PECS Megállapodás meghosszabbításáról szóló dokumentumot (ECS – Európai Együttműködő Állam, Magyarország tehát további öt éven át részt vehet az ESA különböző projekteiben). A PECS első öt évét értékelve rávilágított arra is, hogy az űripari és egyetemi részesedés növelése lesz a következő PECS-ciklus legfőbb feladata.

Az előadásokat megelőzően *Dr. Horváth András*, a MANT elnöke és Kovács Kálmán átadta a MANT idei űrkutatási díjait. A *Fonó Albert-díjat* idén **Apáthy István**, a *Nagy Ernő-díjat* **Sik András** kapta. „A Magyar Asztronautikai Társaságért” oklevelet vehetett át a nyári ESA-táborral kapcsolatos munkájáért **Kristóf Dániel**, illetve a MANT alapszabálya módosításának előkészítésével kapcsolatos munkájáért **Dr. Tari Fruzsina**. A díjátadást követően Kovács Kálmán, a Magyar Űrkutatási Tanács elnöke köszöntötte a konferencia résztvevőit.

Az előadások sorát *Dr. Chris de Cooker* úr, az Európai Űrügynökség (ESA) Nemzetközi Kapcsolatok Főosztályának vezetője nyitotta. „Az ESA bővítése – különleges kapcsolatok a közép- és kelet-európai országokkal” címmel megtartott előadás az *Úrnapok* történetében először nyújtott betekintést az ESA bővítési politikájába. De Cooker úr 2007-ben tagja volt az ESA–Magyarország csatlakozási tárgyalások európai delegációjának, a PECS Bizottság munkáját pedig első kézből ismeri. Előadásában beszámolt arról, hogy Magyarország először írta alá a térségből az Általános Megállapodást, és a PECS Megállapodás aláírásával először vált Európai Együttműködő Állammá. Ugyanakkor Csehország ma már az Európai Űrügynökség tagja. Hangsúlyozta egyben, hogy a PECS Megállapodás meghosszabbításával a magyar űrkutatás és űripar további fejlődésre kap lehetőséget, így végső soron Magyarország felkészültebben lehet majd a szervezet tagja. Emellett bejelentette, hogy néhány héttel az *Úrnapot* megelőzően Jean-Jacques Dordain, az ESA főigazgatója levelet kapott Călin Popescu-Tăriceanu román miniszterelnöktől, melyben Románia hivatalosan is kéri ESA-ba történő felvételét, a csatlakozási tárgyalások megkezdését.

Második előadóként *Dr. Both Előd* a magyar űrtevékenység elmúlt évét értékelte. A MŰI igazgatója szólt a PECS Megállapodás meghosszabbításáról, az EU 7. K+F Keretprogramját értékelve pedig elmondta, hogy a hazai pályázók ugyan az űrtudomány különböző területein a várakozásokon felül teljesítettek, ám a Kopernikus (GMES) földmegfigyelési programról ugyanez már nem mondható el.

A szünetet követően az elmúlt esztendő legfontosabb eseményeiről, terveiről hallhattak egy-egy előadást a résztvevők. *Lábó Eszter*, az Országos Meteorológiai Szolgálat Távérzékelési Osztályának munkatársa Magyarország és az EUMETSAT kapcsolatát mutatta be,

emellett felhívta a figyelmet arra, hogy a magyar űripar is komoly lehetőségekhez jut az ország EUMETSAT-hoz történt csatlakozásával, hiszen így akár a geostacionárius vagy alacsony Föld körüli pályán keringő holdak építésében, tervezésében, kiszolgálásában is részt vehetnek a sikeresen pályázók. A MICAST-Hungary programot, a programban végzett anyagtudományi kísérleteket mutatta be *Dr. Roósz András*, a Miskolci Egyetem Anyagtudományi Intézetének igazgatója. *Dr. Erdős Géza*, az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet Kozmikus Fizikai Főosztályának vezetője a Voyager-1, -2 és az Ulysses űrszondák mérési eredményeinek kiértékeléséről szólt részletesen. A máig működő Voyager-ikrek a Napot körülvevő „mágneses burok” (a helioszféra – pontosabban „szuperszonikus napszélbuborék”) áttörésével kerültek be a hírekbe az elmúlt években. *Dr. Balázs László*, az MTA Pszichológiai Kutatóintézetének tudományos főmunkatársa a SURE program keretében végrehajtandó magyar ISS-kísérletről tartott előadást „Agyi aktivitás vizsgálata a Nemzetközi Űrállomáson” címmel. A magyar diákok által (is) fejlesztett ESEO (*European Student Earth Orbiter*) és ESMO (*European Student Moon Orbiter*) űreszközöket és az azok megépítéséhez való hazai hozzájárulást mutatta be előadásában *Kocsis Gábor*, a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék doktorandusza. Simonyi Károly 2009-ben várhatóan ismét meglátogatja a Nemzetközi Űrállomást – űrturistaként 2007-ben már részt vett egy küldetésen. 2007-es űrdozimetriai méréseiről szólt *Dr. Pázmándi Tamás*, az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet Űrdozimetriai Kutatócsoportjának tudományos főmunkatársa. Az idei Űrnapot a sajtóban az elmúlt hónapokban rendre megjelenő magyar űrteszt-központ (*Aerospace City*) terve és önálló magyar műhold építése miatt az érdeklődés homlokterébe kerülő hazai űripar egyik legfőbb képviselője, *Solymosi János*, a Bonn Magyarországi Elektronikai Kft. üregyekért felelős igazgatójának (az ŰTT és a MŰT tagjának) előadása zárta. Ebben a hazai műholdépítési lehetőségek mellett az elmúlt hónapokban a nyugat-európai társcégekkel folytatott tárgyalásokról is beszámolt.

A sok visszajelzés szerint az Űrnap igen jól sikerült, az előadások érdekesek voltak. A rendezvényen kb. 200 érdeklődő vett részt. A BME az idén hetedik alkalommal látta vendégül a rendezvényt, amit ezúton is külön köszönünk. *(Horvai Ferenc)*

#### A 2008-as Űrnap programja:

Levezető elnök: *Dr. Pap László*, az Űrkutatási Tudományos Tanács elnöke

Köszöntő: *Dr. Péceli Gábor*, a BME rektora

Megnyitó: *Dr. Molnár Károly* kutatás-fejlesztésért felelős tárca nélküli miniszter

Díjak, kitüntetések átadása

*Dr. Chris de Cooker* (ESA): ESA enlargement – special relations with Central and Eastern European countries

*Dr. Both Előd* (MŰI): A hazai űrtevékenység elmúlt esztendeje

*Lábó Eszter* (OMSZ): Magyarország és az EUMETSAT kapcsolatainak alakulása – a csatlakozás fényében

*Dr. Roósz András* (ME): A MICAST Hungary program – anyagtudományi kísérletek

*Dr. Erdős Géza* (MTA RMKI): Újabb eredmények a Naprendszer „határáról”

*Dr. Balázs László* (MTA PKI): Agyi aktivitás vizsgálata a Nemzetközi Űrállomáson

*Kocsis Gábor* (BME SZHVT): A diákok által fejlesztett ESEO műhold és ESMO holdszonda bemutatása, a hazai részvétel

*Dr. Pázmándi Tamás* (MTA AEKI): Dr. Simonyi Károly űrdozimetriai méréseinek eredménye

*Solymosi János* (BHE Kft.): Új lehetőségek, fejlemények a magyar műholdépítő ipar kiépítésében

## Ifjúsági Fórumok 2008-ban

A Magyar Űrkutatási Irodával (MŰI) együttműködve 2008-ban két Ifjúsági Fórumot is rendezett a MANT. Az első, a 2008. február 27-én megtartott tulajdonképpen a 2007 végéről néhány hónappal elhalasztott fórum volt, így aztán a „valódi” 2008-as Ifjúsági Fórumra 2008. december 5-én került sor. Az év eleji VII. Ifjúsági Fórumot a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium székházában, annak Zöld Galéria nevű előadóijában tartottuk. A korábbiaknál kisebb résztvevői létszám lehetővé tette, hogy a megjelentek kérdéseket tegyenek fel, s részletesen megvitassanak egy-egy témát. A fórumon egy komplett blokk foglalkozott a műegyetemi fiataloknak az ESA diákműhold-fejlesztési programjába való bekapcsolódásával, illetve a SURE programmal (melynek keretében magyar kísérletek juthatnak a Nemzetközi Űrállomásra). De emellett Simonyi Károly úrtuzásáról és a rádiókapcsolat létesítéséről, valamint az EUMETSAT-csatlakozásról is hallhattunk előadást, illetve az űrkorszak első 50 évéről is megemlékeztünk. Egy tervezett űrjogi előadás sajnos elmaradt.

A december 5-i, VIII. Ifjúsági Fórumon a februárinál valamivel többen jelentek meg. Ugyanakkor az év eleji tapasztalatokból tanulva – felismerve, hogy sokszor a kevesebb a több –, a korábbiakhoz képest „mindössze” négy előadásra kértük fel az előadókat. Viszont az előadások hossza kötetlenebb volt, így valódi fórum, beszélgetés alakulhatott ki az előadás közben feltett kérdések és válaszok segítségével. A diákok, egyetemisták, fiatal kutatók európai és hazai lehetőségeiről, a világűrjog aktuális kérdéseiről, az IAC glasgow-i üléséről, továbbá az első magyar műhold, a MaSat–1 fejlesztéséről hallhattunk előadást. Bár kevesebb előadás hangzott el, mégis a témák részletes megvitatásából adódóan ez a fórum volt az eddigi leghosszabb, mintegy négy órás. A VIII. Ifjúsági Fórumot a MŰI-nek is helyet biztosító Országos Meteorológiai Szolgálat székházának dísztermében tartottuk. *(Horvai Ferenc)*

### A VII. Ifjúsági Fórum programja:

Levezető elnök: *Dr. Both Előd*, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója

*Horvai Ferenc* (MŰI): Fél évszázada a világűrben

*Horváth Márk* (BME SZHVT): Magyar hang az űrállomásról

*Lábó Eszter* (OMSZ): Hazai műholdas meteorológia EUMETSAT csatlakozásunk tükrében

*Hirn Attila* (MTA AEKI): Magyar űrdozimetriai mérések a SURE program keretében

*Kocsis Gábor* (BME SZHVT): SSETI-fejlesztések az elmúlt évben

*Nagy Viktor* (BME TTK): A TriTel űrdozimetriai teleszkóp tesztelése

### A VIII. Ifjúsági Fórum programja:

Levezető elnök: *Dr. Both Előd*, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója

*Horvai Ferenc* (MŰI): Az ESA oktatási programjai, magyar lehetőségek kapcsolataink alakulása fényében

*Dr. Tari Fruzsina* (Faludi WT Ügyvédi Iroda): A világűrjog aktuális kérdései

*Marosy Gábor* (BME EET): Műegyetemi CubeSat Projekt

*Bacsárdi László, Várhegyi Zsolt, Dr. Tari Fruzsina*: A Nemzetközi Asztronautikai Kongresszus és a Young Professionals Programme



## Nemzetközi Űrtábor Európában

2008. július 20-25.

2007-ben a Magyar Asztronautikai Társaság országos diákvetélkedőt szervezett az Űrkorszak kezdetének 50. évfordulója alkalmából. A budapesti Alternatív Közgazdasági Gimnáziumban működő Supernova csillagászat-űrkutatás szakkör tagjaiként indultunk el ezen a megmérettetésen, s legnagyobb örömünkre sikerült első helyezettként végeznünk a döntőben. Nyereményünk pedig nem kisebb dolog volt, minthogy 2008 nyarán átélhettük az *EuroSpaceCamp* minden élményét – ráadásul éppen ezekben a napokban tudtuk meg azt is, hogy mindhárman felvételt nyertünk arra az egyetemi szakra, amelyikre a leginkább szeretnünk volna bekerülni. Így kedvesnálóknak szánt élménybeszámolónk elején szeretnénk megköszönni a MANT-nak, hogy egy ilyen különleges helyen tölthettük el az idei nyarunk legemlékezetesebb pillanatait, s válhattunk szakkörös gimnáziumi diákokból egyetemi mérnökhallgatókká!

...A csarnokban leginkább egy életnagyságú űrrepülőgép-makett nyűgözött le mindhármankat, amelynek az *Amicitia* nevet adták. A pilótafülke teljes egészében fel van szerelve hálózatba kötött kapcsolókkal, a raktérből robotkar nyúl ki, s kísérleti berendezések láthatók. Emellett van még a csarnokban kétféle súlytalansági szimulátor, körbeforgó szék, három tengely körül forgó szék, egy hidraulikusan működtetett pilótakabin az űrrepülőgéphez, illetve két szinten vezérlőközpont-szobák, hogy párhuzamosan két űrrepülést is lehessen szimulálni.

...nekünk, mint leendő űrhajósoknak, át kell esnünk ugyanazokon a gyakorlatokon, amiket a valódi űrhajósokkal is elvégeztetnek. Ilyen például a három irányba forgó szék, amiben az össze-vissza forgás közben még körbe is kellett rajzolni egy megadott ábrát, és ez tényleg csak leírva tűnik egyszerűnek...

...Ezután a súlytalansági szimulátort próbáltuk ki. A csarnok oldalára fel voltak hegesztve vastag acél tartók, egy egész oldalfalat elfoglalva. A szimulátor lényege, hogy az ember a földön belül egy csigán átvetett kábel végén található székbe, ami alatt egy mérleg van. Fent egy szerkezet a kábel másik végén található hordóba a testsúlyunkkal megegyező mennyiségű vizet tölt, így ki vagyunk egyensúlyozva, s nagyon könnyen lehet függőlegesen mozogni a székekkel együtt. A feladat pedig az volt, hogy a plafonra függesztett három űrszondában kellett kicserélni a vezetékeket, kihajolva a mélység fölé. Mindhármanak az volt a véleménye, hogy ez a tábor egyik legvalóságosabb szimulátora!

...egy nagy víztartály tetején lebegve egy kocka-alakzatot kellett összeállítani két-három fős csoportokban. A feladatot időre kellett megcsinálni, és az tette különösen nehézé, hogy a kocka néhány eleme törött volt, így többször is szétesett, miután már azt hittük, hogy összeraktuk.

...A következő foglalkozáson pedig puskaporral hajtott rakétát építettünk. Ennek elve a következő: egy előre megvásárolható, speciálisan ilyen célra tervezett patronot kell belehelyezni egy henger alakú karton testbe, a külsejét rakétaszerűvé kell alakítani, az orrkúpja alá pedig egy fékezőernyőt kell rögzíteni. Emelkedés közben a patron végigég, aztán egy kicsit robban, s ez kilöki a kartonhengerből a fából készült orrkúpot, kinyitva ezzel a fékezőernyőt. Így a rakéta szép lassan visszahullik a földre, s új patronnal újra felhasználható.

...Ebéd után pedig az Apollo-13 közös megtekintése volt a program, bár ez csak több részletben sikerült, mert közben más elfoglaltságaink is voltak, például egy izgalmas kvíz a korábbi napok során elhangzott ismeretekre alapozva.

A teljes élménybeszámoló, fényképekkel együtt az alábbi helyen érhető el:

[http://www.mant.hu/dokumentumok/eurospacecamp\\_beszamalo2008.pdf](http://www.mant.hu/dokumentumok/eurospacecamp_beszamalo2008.pdf)

(Jeszszky Zoltán, Münz Péter, Vincze Mihály)

## „Úrkirándulás”

2008. június 23-25.

Tavaly ősszel második és harmadik helyezést értünk el a MANT által szervezett „50 éves az úrkorszak” elnevezésű vetélkedőn. Mindenki komolyan vette a felkészülést, valószínűleg ebből fakadt a jó eredmény. A győzelem jutalma pedig az volt, hogy június végén háromnapos utazást tettünk az ESA darmstadti irányító központjába (ESOC), a vetélkedő második és harmadik díjaként.

Budapest szívéből, a Nyugati pályaudvar elől indultunk hosszú utunkra hatan (plusz a kísérő, Sándor Ferenc) egy kicsi, ámde nagyon hűs és kényelmes mikrobusszal. Mivel Darmstadt közel 1000 km-re van Budapesttől, egész első nap úton voltunk, s csak este érkezünk meg. Utazás közben a lehető legjobb unaloműző módszert választottuk: hatalmasakat aludtunk...

Darmstadt közel 150 ezer lakosú város Frankfurt vonzáskörzetében. Területe nem túl nagy, hangulata családias és történelmi. Megérkezéskor az estét városnézéssel töltöttük, főleg török kebabot ettünk, s másnap reggel már korán indultunk is a központba.

Az ESOC a városközponttól távol, Darmstadt innovációs központjában található. Különbözőleg inkább hasonlít egy szocreál épületegyüttesre, semmint komoly tudományi központra, de ez jó álca, mivel bent már más a helyzet. Belépésünk előtt kemény biztonsági ellenőrzésen kellett átesnünk, mivel az ESOC „állam az államban”.

Másnap reggel várt ránk a nagy kaland: az ESA központ meglátogatása. A „becsekkelés” után megkaptuk első kedves idegenvezetőnket, aki körbevezetett minket az épületen kívül, majd belül, a látogatói részlegben. A központban az „anyanyelv” az angol volt. Miután elköszöntünk tőle, találkoztunk egy kedves francia idegenvezetővel. Tartott nekünk egy előadást, majd ebéd után visszamentünk az előadóterembe, és újabb három érdekes előadást hallgattunk meg különböző emberektől. Sok új izgalmas dolgot tudhattunk meg az ott folyó munkáról. Megcsodálhattuk a központi irányítótermet és olyan nagy volumenű missziók vezérlőtermeit, mint a Rosetta, a Mars Express vagy a Venus Express. Fényképeket itt sajnos nem, csak az épületeken kívül készíthettünk.

A nap végén, a fásztó előadások után találkozhattunk ott dolgozó fiatal mérnökökkel, kérdéseket tehetünk fel nekik, meséltek, hogy hogyan kerültek oda, és hogy mit dolgoznak. Mindenki meglepően kedves volt velünk, sok új információ birtokába kerültünk.

Miután visszatértünk a szállásra, további nagy sétákat tettünk a városban, majd következő nap hazatértünk. Az utazás már sokkal rövidebbnek tűnt, mint az első napon.

A kirándulás csodálatos volt, inspirációt adott a jövőt illetően. Rengeteg új dolgot tudtunk meg, élményekkel gazdagodva tértünk haza. Szeretnénk megköszönni mindenkinek – elsősorban a Magyar Asztronautikai Társaságnak –, aki segítette megszervezni a versenyt és ezt a kirándulást, és a lehetőséget, hogy egy ilyen hihetetlen helyre eljuthattunk.

*(Bernátsky Regina, Nyakas Dániel)*

## A 2007/2008. évi ifjúsági esszépályázat eredményei

2008. május 17-én megtartottuk A jövő űrhajózása című ifjúsági esszépályázatunk eredményhirdetését. A díjátadó ünnepség helyszíne Budapesten az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete volt.

### Eredmények a 15-18 éves korosztályban:

1. *Magyari Dóra*: A végtelenbe, és tovább (Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Bp.)
2. *Hujber Áron*: A nagy űr - az űrutazások élettani és pszichológiai nehézségeiről (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros)
3. *Keszthelyi Zsolt*: Hová vezetnek a problémák? (Babits Mihály Gimnázium, Budapest)
4. *Farkas Anikó*: Ahol az ég nem kék (Hunyadi Mátyás Gimnázium, Budapest)
5. *Szilágyi Csaba*: Egy Új Világ (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen)

Különdíjasok (névsor szerint):

*Bényei Dániel*: Mivel menjünk a Naprendszer távoli részei felé? (Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen)

*Hegyesi Béla*: Meghódítjuk a Naprendszert? (Radnóti Miklós Gimnázium, Dunakeszi)

*Horváth Bernadett*: A Titáni titok (Tatay Sándor Alapítványi Gimnázium, Székesfehérvár)

*Sárog Noémi*: Az Univerzumon át, és tovább? (Fazekas Mihály Gimn. és Gyak. Isk., Bp.)

*Laszlovszky Tamás*: Tudományok találkozása: az űrkutatás és a régészet kapcsolata (Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest)

A határon kívülről érkezett legjobb dolgozat különdíjasa:

*Nagy Krisztián*: Messzebbre, gyorsabban (Orechová Poton, Szlovákia; Madách Imre Magyar Tannyelvű Gimnázium)

### Eredmények a 11-14 éves korosztályban:

1. *Varga Márton*: Bázis születik - MARS 2087 (Püspöki Általános Iskola, Szombathely)
2. *Polák Péter*: Élet a Marson? Hamarosan lesz! (Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc)
3. *Szalai Dániel*: Marsutazás - érvek, ellenérvek, lehetséges megoldások (Móra Ferenc Általános Iskola, Tatabánya)

Különdíjas:

*Balogh Beatrix*: Levél egy barátomnak (Janikovszky Éva Ált. Isk. és Gimn., Budapest)

Junior különdíjas:

*Szabó Pál*: Önfenntartó űrállomások és űrbázisok (Általános Iskola, Óvoda és Alapfokú Művészetoktatási Intézmény, Écs-Ravasz)

A zsűri elismerésben részesítette *Zloch Istvánné* (Dunaújváros) és *Piroska Ute* (Székesfehérvár) tanárnőt, és *Rákász Mihály* (Tatabánya) tanárt tanítványaik felkészítésében végzett eredményes munkájáért.

## Huntsville 2008

Rövid beszámolók a sikerrel járt delegáció tagjaitól, akik 2008. július 25. és augusztus 2. között Huntsville-ben jártak a Nemzetközi Űrtábor meghívottjaiként. (A teljes beszámolók a MANT honlapján, a <http://www.mant.hu/hirek.php?news=68> címen hozzáférhetők.)

»... Én a hatórás szimuláció során földi irányító voltam, azok közül is az EVA pozícióját töltöttem be. A feladatom az volt, hogy instrukciókat adjak annak a két űrhajósnak, akik kilépnek a világűrbe, hogy megjavítsák az elromlott műszereket. Ez azt jelentette, hogy a felszállás és a leszállás során nem sok munkám akadt... volna. De a tábor szervezői igyekeztek izgalmassá tenni a játékot, és különböző nehezítéseket eszeltek ki. Időnként egyik-másik embernek súlyos egészségügyi problémája akadt. Erre volt egy felkészítő előadásunk, és egy könyv is a segítségünkre volt, de így sem volt könnyű feladat. Az irányítóközpontra ráadásul egy tornádó is keresztülment, én szerencsére nem sérültem meg, de sajnos nem voltam elég ügyes, hogy időben ellássam a sérülteket, így három ember is „elhalálozott”. Végül persze „feltámadtak”, amihez el kellett énekelniük valamit a tábor szervezőknek. Az is hozzátartozik a történehez, hogy én nem vettem részt az egész szimuláción, ugyanis engem és egy másik csapattársamat kiválasztottak arra, hogy még egyet merülhessünk a bűvárokkal. Mindent egybevetve tehát jól sikerült a szimulációnk, a halálzásokat leszámítva sikeresen végrehajtottuk a feladatot...«

(Magyari Dóra – diák)

»... Többször részt vettünk csapatépítő tréningen az erre specializált Area 51 nevű területen, ahol többféle, komoly kihívást jelentő szellemi és fizikai aktivitást igénylő feladatot kellett csapatmunkával megoldanunk, többször kommunikációs korlátokat áthidalva (volt, hogy nem szólalhattunk meg). Ezek közé tartozott egy 15-20 méter magas fal csoportos megmászása, ahol hárman összeszójazva indultunk neki a „hegynek”. Együtt kellett párhuzamosan haladnunk felfelé, és a csoport maradék tagjai fogták a biztonsági kötélt másik felét. Nem túlzás tehát azt állítani, hogy a magas fal vége felé járva leesés esetén az ő kezükben volt az épségünk... Természetesen mindannyian megértettük, hogy a helyzet komolyságot és odafigyelést vár el mindenkitől. Amikor pedig a tetejére értünk, kifeszített kötél, karabinerrel rákötve kellett leugranunk a mélybe, hogy aztán a kötélén átjussunk a terület másik végére. Ez sokaknak nem ment olyan könnyen, mivel az ugrás utáni egy másodpercben az illető fölért még nem feszül a kötélt (tehát nem érzí, hogy fogja bármi is 15 méteres magasságban). Ez rövid idő, de szabadesésben töltött idő éppen elég a megrémüléshez...«

(Hujber Áron – diák)

»...Majdnem sikerült belépnünk a légkörbe nyitott rakodótérrel, szerencsére észrevettük a hibát, és így sikerült lehoznunk épségben a Discoveryt. No nem a Kennedy Űrközpontban, hanem a U.S. Space & Rocket Center szimulátorában... A táborban a gyakorlatban is kipróbálhatjuk, milyen űrhajós lenni. Miután egy eligazítás keretében megesketnek mindenkit, hogy nem hagyja lezuhanni a Nemzetközi Űrállomást, kétszer két órás küldetésen veszünk részt (mindegyikre kétszer két órát készülünk). Én vagyok az első olyan magyar, aki kétszer vesz részt ebben a táborban, hiszen 2001-ben, a Magyar Asztronautikai Társaságnak köszönhetően részt vehettem az *Advanced Space Academy* nevű programon. (Az amerikai Űr- és Rakétaközpontban minden héten zajlanak űrtáborok, egyszerre három korosztálynak, de minden évben van két kivételes hét. Az egyik nyáron, amikor a Nemzetközi Űrtábort rendezik, a másik pedig ősszel, amikor a vizuálisan sérült gyerekeknek – vakok, illetve nagyon gyengén látók – rendeznek egy tábor). A küldetések számomra ismerősek, de egészen más tanárokkal együtt dolgozni a sikeres célért, mint régen a diákokkal volt. Azért remélem, egyikünk diákja sem jut hozzá a rádiós folytatott beszélgetéseink felvételéhez, mert lehet, hogy sokaknak csökkenne a szakmai tekintélyünk. De nem csak küldetések vannak, kipróbálhatjuk mi is a

MAT-szimulátort (*Multi Axis Trainer*, három tengely körül forgatnak), a holdi gravitációt, az ejtőernyős landolást vízbe, a vízbe süllyedt repülőgépből való menekülést és a helikopterrel való mentést is, „Készülj a legrosszabbra, reménykedj a legjobban” jelisével... «

(Bacsárdi László – kísérő)

---

## Ösztöndíj felajánlása amerikai űrtábori részvételre

A 2008-as évben Társaságunk a soproni Bacsárdi Lászlót delegálta kísérőként az amerikai nemzetközi űrtáborba. A tábor zárásakor a szervezők ösztöndíjat ajánlottak fel neki: egy általa megnevezett középiskolás diák térítésmentesen vehet részt a 2008/2009-es tanévben a U.S. Space & Rocket Centerben (Huntsville, Alabama állam, USA) hetente induló űrtáborok valamelyikén. (A részvételi díj egyébként 700-1200 dollár között mozog.) Az űrtábor nyolcnapos programja során a diákok megismerkednek az űrkutatással és az emberes űrtevékenységgel, kipróbálhatják magukat űrhajósoknak szóló szimulátorokban (sétálhatnak a holdi gravitációban, vezethetik az amerikai űrrepülőgépet, kísérletezhetnek a Nemzetközi Űrállomáson, búvárok segítségével víz alatti szereléseket végezhetnek), amerikai űrhajósokkal találkozhatnak – feledhetetlen élményekkel gazdagodva.

Hazatérése után Bacsárdi László úgy döntött, hogy ezt az ösztöndíjat a Magyar Asztronautikai Társaság nevében felajánlja Alma Materének, a soproni Széchenyi István Gimnázium diákjainak. Régi fizikatanárnőjének, Lang Ágotának a segítséget kérte az ösztöndíjat elnyerő diák kereséséhez. A tanárnő javaslata alapján a az ösztöndíjat megosztva kapja a tizedik osztályos Erdélyi Soma és a tizenegyedikes Nickl István. A fiatalok 2009 áprilisában utaznak az amerikai táborba. A két diák neve ismerős lehet a Hunveyor-Husar program körül otthonosan mozgóknak számára, ugyanis ők is részt vesznek benne, Mars-járó robotokat építenek és programoznak. De a két fiatal más területeken is aktívan tevékenykedik: 2007-ben a Tudományos Diákkörök Országos Konferenciáján a Technológia szekcióban 1. helyezést értek el *Intelligens Tűzoltó Apparátus* című munkájukkal. Egy évvel később a SURI sugárzásmérő robottal ismét elhódították az első helyet, sőt, a Szegedi Tudományegyetem Kísérleti Fizika Tanszéke által meghirdetett pályázaton is első helyezést értek el. A nemzetközi *First Lego League* versenyen csapatuk tavaly második helyen végzett a regionális fordulóban.

Az ösztöndíj ünnepélyes átadására 2008. november 13-án került sor Sopronban, a Széchenyi István Gimnáziumban. Bacsárdi László elmondta, hogy a Magyar Asztronautikai Társaság 1992 óta minden évben kiküld két fiatalot a nyári Nemzetközi Űrtáborba, de a mostani a második alkalom, hogy a tanév közbeni időpontra ajánlja fel a társaság a tábori részvételt. „Fantasztikus élmény volt együtt dolgozni amerikai fiatalokkal, vezetni egy szimulátorban az űrrepülőgépet vagy éppen közelről megérinteni az Apollo űrhajók leszállóegységét. De ugyanakkor emlékszem arra is, mennyire megérintett az űrkutatás sokszínűsége – ahogy bemutatták, nem csak az emberes űrrepüléseket jelenti, és mi mindent ad a mindennapi életünkhöz. Bízom benne, hogy jövő tavasszal a két soproni fiatal feledhetetlen élményekkel fog hazatérni a táborból” – mondta a soproni fiatal, aki nem csak tanárként, hanem régebben diákként is járt az amerikai űrtáborban. Az ösztöndíj a diákoknak csak a részvételi díját fedezi, így a repülőjegyhez szükséges anyagi fedezetet maguknak kell előteremteni.

(Bacsárdi László)

## XXVI. Ionoszféra- és Magnetoszférafizikai Szeminárium

2008. november 24–26. között került megrendezésre a Magyar Asztronautikai Társaság, az MTA KFKI Rézecske- és Magfizikai Kutatóintézet, illetve az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet rendezésében a XXVI. Ionoszféra- és Magnetoszférafizikai Szeminárium. A Szeminárium kiemelt témája ezúttal az űridőjárás volt, azonban az előző évek gyakorlatához híven más témájú előadások is elhangzottak – a troposzféra jelenségeitől kezdve egészen a távoli Mars felszíni formálódásáig. A Szemináriumot nem csak az űridőjárás tette izgalmassá, ugyanis ekkor esett le az első hó a télen, s fehérbe burkolta a tájat, a KFKI öreg fenyőfáit, így vidám téli hangulatban, varázslatos környezetben zajlott a két és fél napos előadássorozat.

A Szemináriumon 20 előadás hangzott el nyolc – köztük egy külföldi – intézmény előadóinak képviselőjében. Az első nap hallhattuk az elmúlt időszak legfontosabb napfizikai újdonságait, amikben minimum lévén nem bővelkedhettünk, viszont úgy tűnik, hogy ezúttal jobban elhúzódik a minimum a vártnál, s csak lassan jelennek meg az új ciklus foltjai magas szélességeken. Áttekintést kaptunk a STEREO napszonda napszélméréseiből, első eredményeiből. Láthattuk együtt a helioszférát 3+1 dimenzióban az Ulysses szonda eredményei alapján, majd betekintést nyertünk a galaktikus űridőjárásba a Voyager szondák segítségével. Azon szerencséseknek, akik a Normafa szállóban töltötték az éjszakát, nem kellett aggódnuk, hogy hogyan jutnak fel a KFKI-ba, ugyanis az éjszaka folyamán leesett hó meglehetősen nehézkessé tette a tömegközlekedést. Volt, aki az első örömteli síelést, jómagam pedig az érdekes előadásokat vártam a szép lassan felfelé botorkáló 90-es buszon. A várakozás meghozta eredményét, megtudtam, hogy a Mars felszínén található sötét foltok vízfolyásokra utalhatnak, ami fontos lehet a marsfelszíni organizmusok léte szempontjából. Kiderült, hogy magyar műszerek segítségével vizsgál üstökösöket és kisbolygókat a Rosetta szonda. Nagyon érdekes volt számomra, hogy mennyi mindenre jók a meteorológiai műholdak egészen a zivatarcellák megfigyelésétől és követésétől a meteor-beccapódások vagy akár a földfelszíni növény- és állatvilág megfigyeléséig. Hallhattunk két előadást a Venus Express szonda plazmafizikai méréseiről, majd a Vénusz és a Titan plazmakörnyezetének összehasonlításáról. Érdekes előadások voltak az ionok és a hullámok kapcsolatáról a lökeshullám térségében, a napszél turbulenciájáról e térségben, valamint a felszíni geomágneses pulzációk és a bolygóközi mágneses tér kapcsolatáról. Érdekes elgondolkodni azon, hogy az újonnan felfedezett dolgok lehet, hogy annyira nem is új keletűek: az ionoszféra-viharok lefolyása hasonlít a régóta ismert geomágneses viharokéra. Halhattunk arról, hogy a villámok által keltett VLF impulzusok miként terjednek az ionoszférában, és hogy történik részecskegyorsítás nagy sebességű plazmában, majd megismerhettük az új whistler-inverziós modellt, mellyel kényelmesebb az újonnan kapott, pontosabb adatok feldolgozása. A hosszú napot egy kellemes hangulatban eltöltött díszvacsora követte a Normafa szállodában, ahol a résztvevők most már kötetlen beszélgetéseken keresztül nyerhettek betekintést egymás munkájába, s feltehettek azon kérdéseiket, amik eddig még nem hangzottak el.

A Szeminárium utolsó napjára már csak négy előadás maradt. Először együtt elgondolkodtunk a felsőlégköri elektro-optikai emissziók magyar névadásának nehézségein, majd szemezgethettünk a legújabb soproni vörös lidérc felvételekből. Ezt követően hosszú útra indultunk a Naprendszeren keresztül, s betekintést nyertünk abba, hogy a legújabb eredmények, modellek szerint mely bolygón alakulhat ki légköri elektromos kisülés. Hallottunk a Tri-Tel dózismérő rendszer fejlesztéséről és legújabb alkalmazásairól űreszközökön. Végül, de nem utolsó sorban pedig megtudhattuk, hogy milyen tudományos haszna van Simonyi Károly űrállomáson tett kirándulásának. A közel három nap során sok újat tanultam. Bátran ajánlom a legközelebb megrendezésre kerülő országos szeminárium programjait mindenkinek!

*(Barta Veronika – a Szeminárium legfiatalabb előadója)*

## Más fontos 2008-as események

A Civil Rádióval együttműködve *Űrközélen* címmel űrutasági témájú rádióműsort indítottunk 2007-ben. A rádióműsor 2008-ban már havi egy órában jelentkezett a rádió tudományos sávjában (keddi napokon 14.00 órától). A műsor Budapest térségében az FM 98 MHz frekvencián, az internet segítségével viszont az egész világról elérhető volt. A műsorokban azt mutattuk be, hogy az űrutasági, az űrtevékenység egy a jelenben is élő „tudomány”. Az űrtevékenységbe ráadásul Magyarország is bekapcsolódik. Az *Űrközélen* 2008-ban összesen 14 adással és azok ismétléseivel jelentkezett.

*ESA Űrtábor Zánkán.* Az Európai Űrügynökség (ESA) minden évben megszervezi *European Space Camp* nevű nyári táborát, melyen az ESA munkatársainak gyermekei vehetnek részt. Az elsősorban sok kikapcsolódást jelentő tábor 2008-ig mindig valamely ESA tagállamban rendezték, s most először fordult elő, hogy erre a tagállamokon kívül került sor – nevezetesen Zánkán, Magyarországon. A 2008. július 21. és augusztus 4. között megrendezett tábor fő szervezője az ESA, hazai partnere pedig a Magyar Asztronautikai Társaság volt. Az egyik nap során („ESA Nap”) az ESA egyik űrhajósa, Jean François Clervoy is ellátogatott a táborba. A gyerekek számára igazán emlékezetes lehet még július 24. is, amikor a Puskás Tivadar Távközlési Technikum Rádióklubja segítségével a Nemzetközi Űrállomáson tartózkodó Gregory Chamitoff űrhajósnak tehettek fel kérdéseket élő rádiós kapcsolat alkalmával.

2008. augusztus 3-15. között zajlott a Miskolc melletti Szentléleken a *15. Magyar Ifjúsági Űrtábor*, amelyen 13-18 év közötti fiatalok vettek részt.

---

## Kitüntetések

Az amerikai *SETI League* 2008-ban társaságunk örökös tiszteletbeli elnökének, **Dr. Almár Ivánnak** ítélte oda a Giordano Bruno-emlékdíjat. Ez minden évben annak jár, aki a legtöbbet teszi az idegen civilizációk tudományos kutatásáért.

Társaságunk vezetői közül ketten is magas állami kitüntetésben részesültek 2008. augusztus 20-án. A Magyar Köztársaság Elnöke a Magyar Köztársasági Érdemrend tisztikereszt katonai tagozata kitüntetését adományozta **Dr. Grósz Andor** dandártábornoknak, az Állami Egészségügyi Központ katonai főigazgató-helyettesének, a MANT alelnökének. A Magyar Köztársasági Arany Érdemkereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült elnökségi tagunk, **Dr. Horváth László**, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum igazgatója.

A Gábor Dénes-díjat 1989 óta minden évben a NOVOFER Alapítvány a Műszaki-Szellemi Alkotásért Kuratóriuma ítéli oda olyan szakembereknek, akik kimagasló szellemi alkotásokat hoztak létre és az új ismereteket sikeresen ültették át a gyakorlatba. 1990 óta évente általában heten részesültek az elismerésben. 2008-ban a kitüntetettek közt köszönhetjük **Apáthy Istvánt**, a MANT elnökségi tagját, aki az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet főtanácsosa, az Űrdozimetriai kutatócsoport vezetője, a második generációs Pille dózismérő rendszer főkonstruktor.



# A Magyar Asztronautikai Társaság 2009. évi tevékenységét bemutató beszámoló

Összeállította: Bán András

---

## Tisztújító közgyűlés

2009. június 16-án a Magyar Asztronautikai Társaság megtartotta évi rendes közgyűlését, amelyen megtörtént a három évente esedékes tisztújítás is. A közgyűlést a MTE SZ budai székházának nagytermében tartottuk. A bevezető előadáson Solymosi János beszélt tavalyi súlytalansági repülésén szerzett élményeiről. Ezután a napirend szerint Horváth András leköszönő elnök ismertette az egyesület 2008. évi közhasznúsági jelentését, Kelemen János a főtitkári beszámolót. Elhangzott a Gazdasági Bizottság és az Ellenőrző Bizottság jelentése is. A közgyűlésen résztvevők a beszámolókat elfogadták. Tiszteleti tagnak választottuk Ponori Thewrewk Aurélt.

A több fordulóból álló, több jelöltet felvonultató tisztújítási szavazás nyomán új elnököt és új főtitkárt választottunk. A MANT választott tisztségviselőinek teljes névsora:

**Elnök:** Solymosi János

**Alelnökök:** Dr. Both Előd, Dr. Grósz Andor, Dr. Horváth András

**Főtitkár:** Bacsárdi László

**Főtitkárhelyettesek:** Dr. Bérczi Szaniszló, Dr. Frey Sándor, Sik András

**Az Intézőbizottság (IB) tagjai:** Bacsárdi László, Dr. Bérczi Szaniszló, Dr. Both Előd, Dr. Frey Sándor, Dr. Grósz Andor, Dr. Horváth András, Sik András, Solymosi János. *Állandó meghívottak:* Dr. Almár Iván, Dr. Gál Gyula (az Ellenőrző Bizottság részéről), Burger Csaba (a Gazdasági Bizottság részéről)

**Az Elnökség tagjai:** (az IB tagjain felül) Apáthy István, Dr. Erdős Géza, Dr. Gödör Éva, Hirn Attila, Horvai Ferenc, Dr. Horváth László, Dr. Kálmán Béla, Dr. Kelemen János, Dr. Kereszturi Ákos, Kocsis Gábor, Kovács Zsuzsanna, Dr. Major György, Dr. Mika János, Dr. Roósz András, Spányi Péter, Dr. Szalai Sándor, Trupka Zoltán, Vizi Pál Gábor

**Ellenőrző Bizottság:** Dr. Gál Gyula (elnök), Dr. Tátrallyay Mariella, Dr. Tari Fruzsina, Dr. Mihálka György

**Gazdasági Bizottság:** Burger Csaba (elnök), Dr. Csató Éva, Dr. Borza Tibor, Boros-Oláh Mónika

**Etikai Bizottság:** Varga András (elnök), Dr. Ádám József, Dr. Benkó György, Dr. Pázmándi Tamás

A közgyűlésen elfogadott közhasznúsági beszámoló, valamint a jegyzőkönyv teljes szövege a MANT internetes honlapján (<http://www.mant.hu/jegyzokonyvek>) hozzáférhető.

## Kétszer a világűrben, másodszor a Puskásban

2009. április 16-án a „Kétszer a világűrben, másodszor a Puskásban - találkozó Charles Simonyival” rendezvény keretében a Puskás Tivadar Távközlési Technikumba látogatott a második űrutazásáról hazatérő Charles Simonyi. A kétszeres űrturista második látogatása volt ez a Puskásban, hiszen első űrutazása után is felkereste az iskolát, 2007. április 30-án. A 2007-es egyórás „Űrhajós találkozó a Puskásban” rendezvényen az akkori rádióbeszélgetésein részt vevő rádióamatőrökkel és diákokkal, valamint a hazai űrkutatáshoz kötődő szervezetek képviselőivel találkozott. A mostani rendezvényen találkozott rádióamatőrökkel, diákokkal, a Masat-1, az első magyar műhold készítőivel, valamint az április 3-i hétfői események szervezőivel.

„Simonyi április 9-én délután mondta, hogy idén is szívesen jöjjön az iskolánkba és találkozzon azokkal a rádióamatőrökkel és diákokkal, akikkel az űrből létesített kapcsolatot. Azonnal azt válaszoltam, hogy szívesen látjuk.” – mondta Dr. Horváth László, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum igazgatója. „A mai nap egy ünnep, de azt, hogy erre sor kerülhetett, leginkább azoknak a lelkes rádióamatőröknek köszönhetjük, akik hosszú hetek és hónapok munkáját fektették be a sikeres rádiókapcsolatok megvalósításába.” – tette hozzá Bacsárdi László, a Természet Világa szerkesztőbizottsági tagja.



A találkozóra Charles Simonyi feleségével, Lisa Simonyival és testvérével, Simonyi Tamással látogatott el. Érkezésekor kenyérrrel és sóval fogadták, majd a magyar himnusz meghallgatása közben felvonták az iskola udvarán a Magyar Köztársaság lobogóját. A tornacsarnokban tartott majdnem egy órás rendezvényen először Dr. Horváth László köszöntötte házigazdaként a résztvevőket. Horvai Ferenc, Magyar Űrkutatási Iroda munkatársa a Pille műszerrel való mérésekért mondott köszönetet, majd Apáthy István, az MTA KFKI AEKI kutatója egy gravírozott Pille dózismérőt adott át az Űrdozimetriai kutatócsoport nevében. Staar Gyula, a Természet Világa főszerkesztője szerkesztőbizottsági tagként üdvözölte Simonyit, de előtte a szervezők egy űrhajó alakú tortával köszöntötték az 1869-ben létrehozott folyóiratot, amely idén ünnepli alapításának 140. évfordulóját. Az ajándékot Charles Simonyi, mint a Természet Világa szerkesztőbizottsági tagja adta át Staar Gyula főszerkesztőnek. Dr. Horváth András, Magyar Asztronautikai Társaság elnöke és Dr. Kelemen János, a társaság főtitkára Nagy Ernő emlékérmét adott át Simonyinak. A Műegyetemen fejlesztés alatt álló első magyar műhold, a Masat-1 csapatának tagjai nevében Dudás Levente köszönte meg az űrhajósnak, hogy segített tesztelni a Masat-1 földi állomását. Dr. Gschwindt András a Műegyetemi Rádió Club vezetőjeként foglalt helyet az asztalnál, a rádióamatőrök

nevében Horváth Márk, az április 3-i és 5-i események egyik fő szervezője köszönte meg a kapcsolatokat és adta át a QSL lapokat. Ezután néhány kiválasztott diák, rádióamatőr, valamint sajtó kérdéseire került sor, majd egy szomjoltó tűzoltóautó és zsíros kenyér fogadta a szabadban a frissülni vágyókat. A rendezvényen többek között részt vett Dr. Magyarai Béla kiképzett űrhajós, Kovács Kálmán, a Magyar Űrkutatási Tanács elnöke, Dr. Pap László, az Űrkutatási Tudományos Tanács elnöke. Nagyon sok rádióamatőr érkezett a találkozóra Siófoktól Csíkszeredáig a Kárpát-medence minden tájáról, hogy üdvözölhessék az űrhajóst és átadják neki ajándékaikat.

A rendezvény szervezésében az április 3-i hétfői eseményekhez hasonlóan a Puskás Tivadar Rádióamatőr Klub (HA5KHC), a Magyar Űrkutatási Iroda, a Műgyetemi Rádió Club (HA5MRC), a Puskás Tivadar Távközlési Technikum, a Magyar Asztronautikai Társaság, magyarországi rádióamatőrök és az alapításának idén 140. évfordulóját ünneplő Természet Világa vett részt.

Charles Simonyi második útutazása alatt több szervezett rádióamatőr-összeköttetésre is sor került. Március 29-én a Műgyetemi Rádió Clubban létesítettek vele kapcsolatot, és részt vett a Masat-1 nevű, Műgyetemen készülő műhold elsődleges földi állomásának a tesztelésében. Egy Madách-idézzettel üzent minden magyar nyelven beszélő embernek: Két nappal később a Masat-1 érdei tartalékalállomását is tesztelte a Nemzetközi Űrállomásról. Április 3-án a „Halló, itt a Kárpát-medence” rendezvény keretében rádióamatőr-klubok léptek vele kapcsolatba, Soprontól Csíkszeredáig. Az információink alapján a tervezett 15 klubból 13-nak sikerült kapcsolatba lépnie Charles Simonyival. További két helyszín jelentkezett be, Budapest és Kolozsvár pedig kétszer is beszélt az űrhajóssal. A sikeres kapcsolatot létesítő helyszínek listája (zárójelben a rádióamatőr hívójel): Sopron (HA1KSS), Dunaszerdahely (OM8A), Siófok (HA3SIO), Sütő (HA5KDR), Budapest (HA5KHC), Ózd (HA9OZD), Bokros (Csongrád) (HA8FZ), Szeged (HA8KCK), Hódmezővásárhely (HA8KCS), Békéscsaba (HA8KWG), Kolozsvár (YO5TP), Szatmárnémeti (YO5KOP), Csíkszereda (YO6KNE), Hajdúnánás (HA0KHT), Budapest (HA5KHC), Debrecen (HA0DU), Kolozsvár (YO5TP).

Április 4-én mozgó eszközökből próbáltak vele rádióamatőrök kapcsolatba lépni: a kerékpártól kezdve sárkányrepülőn át hőlégballonig szerepeltek járművek. A visszajelzések alapján bár Simonyit minden rádióamatőr jól hallotta, csak két fix (nem mozgó) állomásról és két hajóról sikerült visszaigazolt kapcsolatot létesíteni. Simonyi ezen a napon egy Ady-idézetet olvasott fel.

Április 5-én kilenc kiválasztott diák kérdésére válaszolt a Nemzetközi Űrállomás fedélzetéről. A diákok az ország különböző településeiről, sőt, a Felvidékről és Erdélyből is érkeztek Budapestre, hogy a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban a mikrofon mögé állhassanak. De Simonyi válaszát nem csak ők hallhatták: saját városukban a helyi rádióamatőr klubok segítségével osztálytársaik, rokonaik és az érdeklődők élőben hallgathatták a közel tíz perces beszélgetést.

De nem csak Magyarország felett hangoztak el magyar szavak. Wallner György magyar származású amerikai rádióamatőr és a magyar Pekarik Tamás rádióamatőr- expedíciót szerveztek az Ausztrália partjaitól körülbelül 1000 kilométerre keletre található Mellish-zátonyra, és április 3-án sikeres kapcsolatot létesítettek Charles Simonyival.

A Simonyival létrehozott rádiókapcsolatok és a találkozó részleteiről a Természet Világa honlapján, a [www.termeszetvilaga.hu/radiokapcsolat](http://www.termeszetvilaga.hu/radiokapcsolat) címen lehet többet megtudni, ahol hangfelvételek és fényképek is elérhetők.

*(Bacsárdi László)*

## Ifjúsági fórum 2009

A Magyar Űrkutatási Iroda a Magyar Asztronautikai Társasággal együttműködve, 2009. november 13-án tartotta a IX. Ifjúsági Fórumot, mely az előadásokat követő eszmecsereinek köszönhetően valódi fórummá alakult. Az előadások a hazai űrkutatás különböző ágait ölelték fel az űrszillagásztól kezdve az űrelektronikán át egészen az űrélettanig. A rendezvény helyszíne a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) budapesti épülete volt.

### A IX. Ifjúsági Fórum programja:

*Horvai Ferenc* (MŰI): A magyar űrkutatás szervezete és elmúlt egy éve  
*Kocsis Gábor* (BME SZHVT Űrkutató Csoport): Magyar részvétel az ESEO műholdas programban  
*Bükkfejes András* (BME EET): A MaSat-1 fejlesztése  
*Gabányi Krisztina* (MTA FGGK - FÖMI KGO): Űrszillagászat a Felkelő Nap Országában  
*Pató Livia* (MTA PKI Űrkutató Csoport): A PreSpat kísérlet a Nemzetközi Űrállomáson  
*Dobos Vera* (ELTE Csillagászati Tanszék): A 2009-es Alpbaçi Nyári Iskola  
*Bacsárdi László* (MANT): A MANT helyzete, megújulása és lehetőségei

---

## A Központi Asztronautikai Szakosztály megalakulásának 50. évfordulója

*Derűs* volt – ez a leginkább odaillő jelző – a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya (KASZ) megalakulása 50. évfordulójának szentelt rendezvény! A MANT jelenlegi nehézségei ellenére igazi ünnepi hangulatban jubiláltunk 2009. december 4-én. Rögtön a bevezető elnöki köszöntő után adták át a MANT idei kitüntetéseit. A 89. évében járó és jó egészségnak örvendő **Ponori Thewrewk Aurél** *tiszteleti tagságát* ez alkalommal az oklevél átadásával szentesítettük, amelyet a részére még a nyári közgyűlésünk szavazott meg egyhangúlag. **Kelemen János** kapta meg a *Fonó Albert-emlékérmét*, **Horvai Ferenc** a *Nagy Ernő-emlékérmét*, **Lantos László**, **Sipos Attila** és **Vizi Pál Gábor** pedig a *MANT Oklevelet* kapott. Mindannyiuk érdemeit közvetlen szavakkal főtítkáruk, Bacsárdi László ismertette.

Ezután *Almár Iván*, örökös tiszteletbeli elnökünk kezdte el a visszaemlékezések sorát. Vetített képei köré csoportosította és foglalta színes egységbe az elmúlt ötven év azon eseményeit, amelyek a KASZ megalakulásának és több évtizedes történetjének a történelmi hátterét is megvilágítják. Visszaemlékezésében hangsúlyozta, hogy 1959 a három szovjet holdrakéta sikere miatt nagyon fontos év volt az asztronautikában. Magyarországon is nyilvánvalóvá vált, hogy az asztronautikának a TIT-nél magasabb szintű szakmai szervezetbe kellene átkerülnie. Mivel az MTA nem mutatott érdeklődést, a MTESZ megragadta az alkalmat, és december elején megalakította a **Központi Asztronautikai Szakosztályt** egy tekintélyes mérnök-akadémikus, *Fonó Albert* elnökletével. A KASZ 27 évig létezett és dolgozott egyesületszerűen a MTESZ keretében. Azt is megemlítette, hogy akkor, a kezdetekkor voltak mérnök vezetők (Fonó Alberten kívül *Nagy Ernő* és *Érdi Krausz György*) és most, 50 év után újra – ám közben sohasem. Érdekes, hogy a mostani vezetés mennyire fiatal az akkorihoz képest – csaknem száz év a különbség a születési évszámokban!

*Gál Gyula* űrjogásznunk – szintén a MANT tiszteleti tagja – pompás „sztorikkal” emlékezett vissza. Mint oly sok egyéb műfajban, Gál Gyula ebben is utolérhetetlen! Szellemi tüzijátékának végkövetkeztetése a hosszú élet titkának megfejtése. *Gazdag László* az űrkutatás hőskorában élte legifjabb éveit, ebbéli élményeit osztotta meg velünk. *Ponori*

*Thewrewk Aurél* egy 1931-ben kelt tudományos cikket idézett egy akkoriban tervezett emberszállító űrjárműről. A cikkben megszólaltatott konstruktor Oberth űrrakéta-terveit nem tartotta alkalmasnak... *Mécs Miklós* hajdanában szovjet mérnökök közé csöppent egy hazánkban tartott nemzetközi rendezvényen, akiket ámulatba ejtett űrkutatási ismereteivel – ha egy magyar amatőr ilyen alaposan tájékozott, vajon miket tudhatnak a szakcsillagászok... *Apáthy István* Almár Iván beszámolójához kapcsolódva utalt K. I. Gringauz néhai Lenin-díjas veterán űrkutató professzor élménybeszámolójára: a szovjet holdszondák hónapok alatt, éjjel-nappali lelkes munkában, skiccek alapján születtek meg, miközben a kor high-tech szintjét képviselték – elsősorban Koroljov zsenialitásának köszönhetően.

*Abonyi Ivánné – Magdika*, ahogy mindannyian ismerjük, és aki szintén a MANT tiszteleti tagja –, évtizedeken át ügyvezette a MANT-ot, ám ez alkalommal nem tudott személyesen jelen lenni a rendezvényen. Így számára a jelenlévők mindannyian egy üdvözlőlapra írták fel személyes jókívánságaikat, ami utóbb nagy örömet szerzett a címzettnek.

A „kötött” programot *Solymosi János* vetített képes beszámolója zárta: szakmai tapasztalatait és személyes élményeit osztotta meg velünk, amelyeket az IAF – ez alkalommal



Dél-Koreában megrendezett – 60. Kongresszusán szerzett és átélt. Majd kötetlen beszélgetés következett az egyébként is oldott hangulatú ünneplést követően. A megemlékezések végét piknik-büfé zárta, szendvicsek, kávé, frissítők és jófajta itókák elfogyasztásával.

Köszönet illeti vendéglátónkat, a KFKI Atomenergia Kutatóintézetet. Avatott és lelkiismeretes házigazdánk, *Apáthy István* mindenről gondoskodott – a jól fűtött teremtől kezdve a technikai berendezéseken át egészen a pogácsáig bezárólag. S végül, ám nem utolsó sorban köszönettel tartozunk *Almár Ivánnak*, a rendezvény ötletgazdájának!

Vajon mire lesz még érdemes visszaemlékeznünk a következő ötven év elteltével?

*(Bán András)*



*A kitüntetéseket átvevő Ponor Thewrewk Aurél (felső kép), Kelemen János (balra) és Horvai Ferenc (jobbra). Akik az elismeréseket a MANT nevében átadják: Solymosi János és Bacsárdi László.*

## Űrcsillagászat Magyarországon

Ezzel a címmel zajlott sikeres konferencia Budapesten, 2009. október 29-én.

Mi az űrcsillagászat? Olyan csillagászati kutatás, amit a földi légkörön túlról, űreszközök segítségével végeznek. A „hagyományos” földi csillagásztól tehát elsősorban az eszközei különböztetik meg az űrcsillagászatot. Ezek az eszközök azonban rengeteg olyan információhoz juttatják a kutatókat, ami a Föld felszínéről elérhetetlen. Gondoljunk csak arra, hogy a légkör az elektromágneses színek számos tartományában átlátszatlan. Ugyanakkor az égitestektől ilyen hullámhosszakon – például nagyenergiájú gamma- és röntgéntartományban, ultrabolya és infravörös fényben – is érkezik hozzánk sugárzás. De a látható fény tartományában végzett távcsöves megfigyeléseknek is hasznára válik a légkör zavaró hatásának a kiküszöbölése. Az űrtávcsövek pedig lehetővé teszik azt is, hogy egy-egy objektumot – például változócsillagokat vagy magát a Napot – hosszú ideig folyamatosan, az éjszakák és napok földi váltakozásának kiiktatásával figyeljenek meg. Az űreszközök arra is alkalmasak, hogy közvetlenül, helyszíni mérésekkel vizsgáljuk velük a bolygóközi teret, a Föld környezetét, sőt a Naprendszerben levő idegen égitesteket is.

Ma már az űrcsillagászat és a „földi csillagászat” nem választható szét élesen. Ezért is lehetett ilyen gazdag és változatos a konferencia programja, annak ellenére, hogy Magyarország egyelőre (?) nem rendelkezik saját űreszközzel, így természetesen űrtávcsövel sem. A hazai csillagászok ugyanakkor számos nemzetközi együttműködésben vesznek részt. Másrészt rendelkezésükre állnak olyan az archív adatok, amelyeket űreszközök gyűjtöttek az elmúlt években-évtizedekben.

A Magyar Csillagászati Alapítvány, a Magyar Asztronautikai Társaság és az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Csillagászati Tanszékének szervezésében, az ELTE lágymányosi épülettömbjében került sor a konferenciára.



Délelőtt főleg olyan témákról esett szó, amelyekben a hazai csillagászok különösen aktívak. Ilyen az infravörös csillagászat, a csillag- és bolygókeletkezés kutatása, legújabbán pedig részvételünk az ESA Herschel programjában. Egy másik kiemelt téma az asztroszeizmológia – vagyis a csillagok rezgéseinek kutatása fényváltozásuk pontos mérése alapján –, valamint a távoli csillagok körül keringő exobolygók kutatása. Itt a francia COROT és az amerikai Kepler programjáról, illetve bennük a magyar részvételről, földi előkészítő és kiegészítő mérésekről volt szó. Délután elhangzottak előadások a napfizikáról, a napszélről és a Naprendszer mágneses teréről, a gammakitörésekről, a japán Akari infravörös csillagászati műholddal elért eredményekről, a világűrbe kiterjesztett rádiótávcső-hálózatokkal végzett interferometriáról, a készülő európai Gaia asztrometriai szondáról, s végül a Mars sötét dűnefeltjairól.

A közel ötven fős hallgatóság legnagyobb része reggeltől estig kitartott. Az előadások mellett posztereken is szerepeltek űrcsillagászati kutatási témák. A rendezvénynek különös aktualitást adott, hogy 2009 a Csillagászat Nemzetközi Éve volt. A konferencia sikeres megszervezése elsősorban Dr. Kelemen János munkáját dicséri.

*(Frey Sándor)*

## A 2008/2009. évi ifjúsági esszépályázat eredményei

Az Európa a világűrben című ifjúsági esszépályázatunk díjait Budapesten, az MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetében tartott ünnepségen vehették át pályázóink, 2009. április 18-án.

### Eredmények a 15-18 éves korosztályban:

1. *Varga Márton*: Európa felnőtt (Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Kollégium)
2. *Zipperer Bernadett*: Reszkerss, Univerzum, Európa rád figyel! (Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár)
3. *Narancsik Dávid*: A Galileo-program (Rudas Közgazdasági Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium, Dunaújváros)
4. *Fodor Anna*: Magyarok a rejtélyes dűnék nyomában (Vörösmarty Mihály Gimnázium, Budapest)
5. *Kiss Viktor Attila*: Magyarok az űrben (Széchenyi István Gimnázium, Dunaújváros)

### Eredmények a 11-14 éves korosztályban:

1. *Vági Richárd*: A Szputnyiktól a Galileóig (Móra Ferenc Általános Iskola, Tatabánya)
2. *Tóth Máté*: Az öreg kontinens és a kozmosz (Városligeti Általános Iskola, Budapest)
3. *Tóth Bence*: A Huygens-űrszonda (Deák Ferenc Általános Iskola, Szentés)

Különdíjakat a zsűri ezúttal egyik kategóriában sem adott ki. A név szerint fel nem sorolt pályázók dolgozatát – mint minden évben – a bírálók szintén értékelték, ám azok között sorrendet nem állapítottak meg.

---

## Huntsville 2009

### Amerika a lehetőségek hazája

Hát itt vagyunk, hazaértünk! Még mindig nehezen tudom elhinni, hogy hol is voltam, pedig már ideje lenne! A NASA Nemzetközi Űrtáborában, Huntsville-ben, Amerikában. Hihetetlen élmény volt! Ahogy megérkeztünk a huntsville-i reptérre, a tábor egyik csapatvezetője várt minket. Pár perc múlva már indult is a Space Camp busz, hogy elvigyen minket a városközponttól messze eső, hatalmas létesítménybe! A járgányt először a kísérőtanárok hagyták el, ők máshol voltak elszállásolva, mint a táborozó diákok. Körülbelül öt perc továbbutazás után a buszunk megállt egy kapu előtt, ami fölött nagy betűk hirdették: *US Space and Rocket Center*. Megérkeztünk!

Az első napon a tábor feltérképezése játszotta a főszerepet. Végigjártuk az összes épületet, megnéztük az összes kiállított űrmodellt, a szimulátorokat (amelyeket ekkor még nem próbálhattunk ki), az összes előadótermet, és persze a gift shopokat! Már az első nap kipróbálhattuk a *G-force* centrifugát és a *Space Shotot*. Ezeken megtapasztalhattuk a felbocsátás során az űrhajósokra ható hatalmas erőt és azt, hogy milyen is az a súlytalanság. A nap fénypontja az *Opening Ceremony* volt, vagyis a megnyitóünnepség. Itt minden résztvevő ország feladata az volt, hogy hazájára jellemző műsort állítson össze, és a táborozók előtt mutassa be. Mi – Horvai Ferenc, Varga Márton és jómagam, a magyar csapat – egy rövid Magyarország-jellemzés után csárdást jártunk. Azt hiszem, az előadásunk után mindenki kedvet kapott egy kis tánchoz, nagy tapsot, és gratulációt kaptunk.



Az első nap volt a bemelegítés a ránk váró „kiképzésre”. Tíz-tizenkét fős csapatokra osztottak bennünket, teljesen véletlenszerűen. Marcival sajnos nem kerültünk egy csapatba, így szinte egész héten alig láttuk egymást. A második naptól e szerint a felosztás szerint keltünk, dolgoztunk, tanultunk és feküdtünk. Én a „von Tiesenhausen” csapatba kerültem. Nagy meglepetést okozott, mikor az egyik előadást a német származású rakétatervező tartotta. Részt vettünk még sok más jellegű előadáson: szó volt többek között az űrrepülőgép felépítéséről és működéséről, űrtörténelemről, az űrállomáson dolgozó kutatók mindennapjairól, az indítórakétákról, a tervben lévő Mars-expedícióról és a Marsra szállás akadályairól. A Huntsville-ben eltöltött egy hét alatt rakétát építettünk, vadászrepülőgépet vezettünk szimulátoron, valamint részt vettünk különböző csapatépítő tréningeken. Az űrtábor célja az volt, hogy minden csapat önállóan végigcsináljon egy hat órán át tartó küldetést, az indítástól kezdődően, a dokkoláson át, egy elromlott kommunikációs műhold megjavításával megfűszerezve, a landolásig. Ki voltak osztva a szerepek a csapatokban. Én fedélzeti mérnök voltam, és rám várt az a nemes feladat, hogy az elromlott eszközt megjavítsam, egy űrséta során. A feladatot sikerrel hajtottam végre, erre nagyon büszke vagyok. Persze voltak a küldetés során kisebb-nagyobb akadályok, amelyeket a csoportvezetők kreáltak, a feladat nehezítésére. Voltak, akik sokkot kaptak, akik rosszul lettek, őket persze a legénység többi tagjának kellett ellátni; aztán meghibásodtak a mikrofonok, így nem kaptunk utasítást a központtól, tűz ütött ki az űrállomáson, valamint CO<sub>2</sub>-mérgezésben majdnem meghalt a fél legénység! Ezek a feladatok próbára tették minket, de a próbát sikeresen kiálltuk és épségben, egészséggben, feladatunkat teljesítve tértünk vissza a Földre.

A tábor utolsó napján tartották azt a záróünnepséget, amikor minket, akik kiállták a hatórás küldetés próbáját, jelképesen „asztronauta-jelölteké” avattak.

Azt hiszem ez volt életem eddigi legnagyobb kalandja! Nagyon boldog vagyok, hogy lehetőséget kaptam arra, hogy egyike legyek Amerika „asztronauta-jelöltjeinek”.

És a jelszó: *Have a lot of fun!*

*(Zipperer Bernadett)*

## **22 ország, 55 állam, 68 diák, 1 küldetés**

A Magyar Asztronautikai Társaság idén is meghirdette esszépályázatát „Európa és a világűr” címmel. Tavaly találtam rá erre a pályázatra, de akkor még az általános iskolások csoportjában írtam dolgozatomat, ami már akkor elnyerte a zsűri tetszését. A fődíj egy nyári űrtáborban való részvétel volt Miskolcon. Azonban amikor az idej eredményhirdetésére elmentem, még nem is sejtettem, mi fog rám várni a nyáron. Amikor megnyertem, nem fogtam fel, és mikor ott voltam, nem hittem el. Tavaly az Alabama állambeli Nemzetközi Űrtáborban való részvétel egy álomnak tűnt. Ebben az évben ez az álom valóra vált...

Zipperer Bernadettel (a másik nyertessel) és Horvai Ferencsel (kísérőnkkel) július 21-én indultunk a budapesti repülőtérrel és két átszállással megérkeztünk a huntsville-i repülőtérre. Ott már az űrtábor egyik munkatársa fogadott minket, majd elindultunk a szállásunk felé. Miután megérkeztünk, meglepődve láttuk, hogy nem egy csoportba kerültünk. A tábor folyamán csak az étkezéseknél (de még ott sem mindig) találkoztunk egymással egy-két percre. Kísérőnket teljesen máshol szállásolták el, úgyhogy vele még ennél is kevesebbszer tudtam találkozni. A tábor során különböző csapatépítő feladatokat kellett megoldanunk, egy-egy órás tréningeken vettünk részt, amiken külön szimuláltuk az űrrepülőgép fel- és leszállását, más-más űrhajós feladatköröket láttunk el. Én az egyórás küldetésekben voltam: EVA, aki azokkal az űrhajósokkal tartja a kapcsolatot, akik űrsétát hajtanak végre, és külső munkát végeznek (például egy műholdon); PROP, aki az üzemanyagokért felelős, *Mission Specialist*, aki feladatokat hajt végre az űrrepülőn kívül; *Station Scientist*ként pedig kísérleteket végeztem a „Nemzetközi Űrállomáson”. A tréningek és a tábor zárásaként egy hatórás küldetés várt ránk. És én még először attól féltem, hogy ez a hat óra túl hosszú, s emiatt a program kicsit unalmassá válik. Várakozásaim nem igazolódtak, nagyon izgalmas volt. A

leglehetősebb szituációkat kellett megoldanunk, mind az irányítóközpontban, mind pedig az űrrepülőgép fedélzetén. A képernyőkön felvillanó vörös vészjelzéseken (tűz, hajtóműleállás, stb.) kívül különböző pszichikai és egészségügyi problémákkal is meg kellett birkózunk, mint például: pollenallergia, kéztörés, depresszió, stb.... De még gázszivárgás is nehezítette a munkánkat. Voltak teljesen kaotikus pillanatok is, mikor több probléma egyszerre lépett fel. Közben pedig a vészhelyzeteket kitaláló vezetők vigyorogva követték nyomon az eseményeket. A landolás után elkönnyelhetünk magunknak egy sikeres nemzetközi űrrepülést, Görögország, Argentína, Szlovákia, Hollandia, Új-Zéland, az Amerikai Egyesült Államok, Finnország, India és Magyarország közreműködésével.

Fizikai szempontból is próbára tehetjük magunkat, például a 3-4 g-s gyorsítócentrifugákban, vagy a szabadesést is megtapasztalhattuk, mikor fellöttek minket egy 43 méter magas toronyba, majd hagytak zuhanni néhány másodpercig. Ezek után mondanom sem kell, hogy meg sem éreztük a repülőgép fel- és leszállását. Egy saját rakétát is építettünk, amiben egy tojást lőttünk fel. Meg kellett terveznünk a szárnyak dőlésszögét, az orrkúpot, a hozzájuk szükséges anyagokat pedig csak a rendelkezésünkre álló kreditösszeget figyelembe véve használhattuk fel. A feladat az volt, hogy a tojás sértetlenül érjen földet. Sikerült. Még hozzá olyan jól, hogy a zárцерemónián a csapatunk megkapta „a legjobb rakétaépítőnek” járó kitüntetést.

A táborban rengeteg új, nemzetközi barátság jött létre, amit személy szerint nagyon fontosnak tartok. Sokat beszélgettünk egymás országról és nyelvéről (megtanultam néhány szót mondani görögül, szlovákul). Megismerni más kultúrájú, gondolkodású embereket mindig izgalmas és érdekes lehetőség. Hihetetlen élmény volt azt látni, és tapasztalni, hogy a világ minden pontjáról érkezők együtt, közösen dolgoznak és oldanak meg feladatokat. Ez volt az egész tábor során a legjobb és legmaradandóbb élmény...

Huntsville előtt Washingtonban töltöttünk el pár napot. Láttuk az Apollo-11 parancsnoki kabinját, holdközveteket, rakétákat... felsorolni sem lehet mennyi mindent, amikről eddig csak könyvekben láttam képeket. A tábor után pedig New York híres utcáin sétálva soroltuk a filmeket, amik ott játszódtak; még egy forgatáshoz is odalopóztunk a Broadway-n. S persze nem hagyhattuk ki a Természettudományi Múzeumot sem, megtekintettük annak csillagászati-űrutasítási kiállítását. A Times Square, a Wall Street, az Empire State Building és a Szabadság-szobor mind egy-egy örök emlék marad... *(Varga Márton)*

---

## Gyász hírek

**Jéki László (1942–2009)** kísérleti magfizikus volt, a fizikai tudomány kandidátusa, egy ideig a KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézetének tudományos igazgatóhelyettese. Évtizedeken át számtalan tudományos ismeretterjesztő cikket írt különböző lapokba, folyóiratokba, internetes hírportálokra, szerepelt rádió- és tévéműsorokban. A MANT elődjének, a Központi Asztronautikai Szakosztálynak a felügyeletét ellátó MTESZ főtitkárhelyettes (1980–86), majd a MANT 1986-os megalakulásától kezdve 2003-ig a társaság elnökségének tagja volt.

**Gánti Tibor (1933–2009)** akadémikus, az elméleti biológia professzora, tagtársunk munkássága kétirányú volt: egyrészt az élet mibenlétére és keletkezésére, másrészt az élővilág megőrzésére vonatkozott. Tizenöt könyve jelent meg különböző nyelveken. Élete fő műve az ún. chemoton elmélet, amely magában foglalja az élő és élettelen elválasztását, az élet keletkezésének és mesterséges előállításának elméleti alapjait. Érdeklődési köre nem korlátozódott csupán a földi életre, így munkásságának vannak asztronautikai vonatkozásai is.

### Magyari Dóra: A végtelenbe, és tovább!

Az eddigi legtávolabbi pont, ahova ember valaha eljutott: a Hold. Ez az égitest van legközelebb bolygónkhoz, ide kell tehát a legrövidebb ideig utaznunk, hogy elérjük. Sok-sok év munkája és erőfeszítése kellett ahhoz, hogy az embert ilyen messzeségekbe eljuttathassuk. De amint megtörtént, amint felfedeztük az ismeretlent, rögtön új álmokat kezdünk szőni. Célunk immár a Mars lett, a gyönyörű, titokzatos, vörös kis bolygó, több mint 100 millió kilométerre otthonunktól. És ez még nem minden. Egyesek Naprendszeren túli, sőt Galaxison kívüli utazásokról is beszélnek.

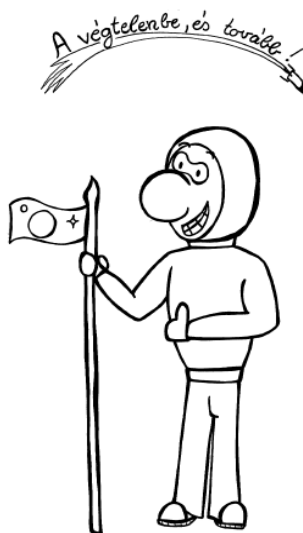
Az emberi fantáziának semmi sem szab határt. De technikai, fizikai és szellemi képességeinknek – bármily fájó legyen is ez – komoly korlátai vannak. Ezeket pedig nem téveszthetjük szem elől.

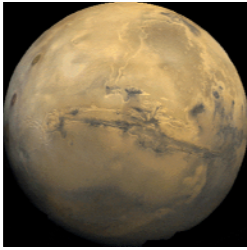
Technikai fejlődésünk hatalmas léptekkel halad előre, hacsak az utóbbi néhány évtizedet vesszük is nagyító alá. Sikeres és félsikeres Mars-programok tömkelegét tudhatjuk magunk mögött, és eredményes kutatások százai állnak a rendelkezésünkre ahhoz, hogy akár belátható időn belül embert küldhessünk olyan távolra, ahová eddig csak a képzeletünkben juthattunk el.

Nem szabad azonban megfeledkeznünk arról, hogy – mint azt már említettem – fizikai és szellemi korlátaink is vannak. Már a Hold-utazások és az űrállomáson hónapokat töltő űrhajósok esetében is felmerültek kérdések mindkét témát illetően. Jelenlegi ismereteink tehát ezen tapasztalatokon alapulnak, így az én további feltevéseim is ezekből indulnak ki.

A következőkben a hosszú űrutazások során felmerülő pszichológiai problémákkal foglalkozom majd. A Mars-utazás alkalmával előforduló lehetséges problémákat és változásokat vizsgálom a pszichológia szemszögéből.

Sokféle lehetőség tárul elénk azzal kapcsolatban, hogyan is lehet ezt a témát megfogalmazni. Tudósok és specialisták százainak kutatásai és könyvek ezrei szolgálnak példaként, én mégis úgy gondolom, hogy senki más nem tudná jobban elmondani milyen érzés a Mars felé utazni, mint maga az űrhajós, aki megteszi. Minthogy ilyen űrhajós sajnos jelenleg nem áll rendelkezésemre egy beszélgetés erejéig, így a továbbiakban én magam prezentálok egy magánjellegű űrnaplót a Happiness-M1 elnevezésű űrhajó fedélzetéről, amely éppen elképesztő sebességgel száguld a Mars felé 5 fős legénységével a fedélzetén.





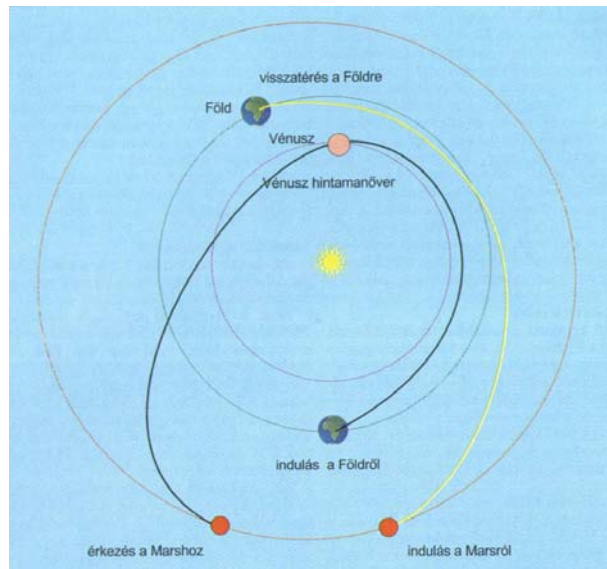
### Részletek Mark Monroe kutató-űrhajós személyes naplójából

A naplóm megkezdése előtt úgy gondolom, célszerű lejegyeznem néhány lényeges adatot. Íme:

**Űrhajónk neve:** Happiness-M1

**Legénység létszáma:** 5 fő

**Legénység névsora:** Krisztin Gnauthank parancsnok (Svájc), Alfonz Humphfel másodpilóta (Németország), Liza Erika Zabhegyező kutató (Magyarország), Rodolfo San-Martinez kutató (Portugália), Mark Augustus Monroe kutató (USA)



**Tervezett út:** Föld-Mars utazás, odafelé „hintamanőver” (kb. 6 hónap), ott töltött idő a következő ablakig három hónap, visszafelé energiatakarékos útvonal, azaz Hohmann-pálya (kb. 10 hónap)

**Kutatás témája:** talajminták kutatása, Mars-víz elmélet helyszíni tanulmányozása.

*Indulás előtt:*

Be kell vallanom, kicsit izgulok. Dehogy kicsit... nagyon. Rémesen izgulok. Holnap felszállás. Irány a Mars! Kiképeztek minket, nem lehet baj, de... annyira fog hiányozni mindenki. Rémes belegondolni, hogy majdnem két évig nem látom a családomat. Majdnem két évig nem látok majd más embert a négy társamon kívül. Mégis annyira várom, már gyerekkorom óta erről álmodozom. És – ahogy azt az én imádnivaló kis unokahúgom mondaná – már csak egyet kell aludni.



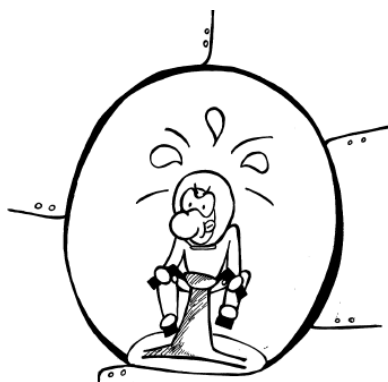
*A felszállás utáni második nap:*

Tegnap nem tudtam írni, mert rengeteg volt a dolgom. Egyszerűen elképesztő! Itt suhanunk a semmiben, kilométerekre a Földtől! Elképesztő érzés! És a súlytalanság! Fantasztikus! Először kellemetlen volt, az egész belső szerkezetem ki akart esni a számon keresztül, de azóta már teljesen jól vagyok. Hihetetlen ez a szabadságérzet, annyira új és annyira kötetlen, egyszerűen szuper érzés!

...

*Tizedik nap:*

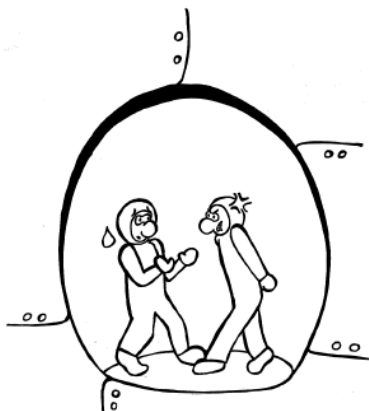
Épp biciklizni voltam, és most van egy kis időm, mielőtt folytatnám a munkát. Nagyon sokat kell edzenünk, mert különben elernyednek az izmaink. A súlytalanság miatt ugyanis nem használjuk az izmaink többségét, így ha nem mozgatjuk meg őket rendszeresen, akkor nem fogunk tudni még járni sem mikor visszatérünk a Földre, sőt már a Mars felszínén is komoly gondokat okozna a mozgás. Elmagyarázta nekem az egyik kedves orvos barátom, hogy ez milyen nagyon fontos. Elmagyarázta azt is, hogy mennyi pszichológiai változáson megyek majd keresztül. Beszélt honvágyról és depresszióról, meg számtalan egyéb dologról is, de szerencsére még nem érzem magamon ezeket. Bevallom honvágyam tényleg van, de kinek ne lenne ilyen távol az otthonától...



...

*Huszonnegyedik nap:*

Azt hiszem Rudolf dokinak igaza volt a depresszióval kapcsolatban. Nekem semmi bajom, de a másodpilótánk Alf nagyon rossz állapotban van. Nem beszél senkivel, csak annyit, amennyit nagyon szükséges. A múltkor összeveszett velem egy tubus krumplipürén, és végül olyasmiket mondott, hogy: „Neked nem is számít a családod”, meg hogy: „Könnyű annak, akinek nem hiányzik senki.” Azt hiszem beleőrült a honvágyba. Kezdek én is ingerlékeny lenni mostanában, remélem nekem sikerül átvészelnem ezt az időszakot.



...

*Negyvennyolcadik nap:*

Alf ma egészen jól elbeszélgetett Krisztinnel, a pilótánkkal. Amilyen korán elkapta a depresszió, olyan gyorsan sikerült is kilábalnia belőle. Nekem jól megy a munka, bár mostanság nincs valami sok dolgom. Edzek sokat, úgy érzem nőtt az állóképességem mióta elindultunk. Néha eléggé unatkozom. Elvégre egy kutatónak odafelé csak utaznia kell. Majd ha odaértünk lesz dolgom elég. Csak érnénk már oda... De még olyan messze van...

...

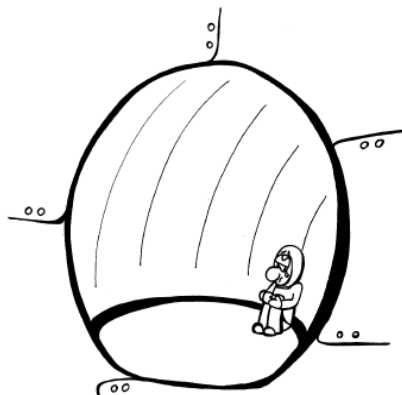
*Hatvanharmadik nap:*

Figyelmeztetett Rudi doki, unatkozni fogok, de nem hittem, hogy ennyire. Már a súlytalanság sem vidít fel. Már unom ezt az egészet. Mindig ugyanaz a négy ember, ugyanaz a négy hang, ugyanaz a négy tekintet. Egyszerűen unom őket... UNOM...

...

*Hetvennyolcadik nap:*

Hát senki nem érti meg, hogy hiányoznak?! Nekik persze nem hiányzik senki! Lelketlen, kőszívű fajankók... Nem bírok már beszélni sem velük. És még el sem vonulhatok, még egyedül sem lehetek ebben a fene úrjárgányban... Be vagyok zárva... nem bírom... egyszerűen nem kapok levegőt...



...

*Kilencvenkilencedik nap:*

Holnap lesz épp száz napja, hogy felszálltunk. Pokolba az egészszel. Megpróbálok jókedvet erőltetni magamra, Alf „partit” tervez a századik napra. Hoztak egy kis bort, azzal ünnepelünk. Nem mintha lenne mit...

...

*Száztizenegyedik nap:*

Azt mondták, hogy depressziós vagyok. Nem igaz. Nem vagyok. És honvágyam sincs. Nem hiányzik senki, és le merem fogadni, hogy én sem hiányzom nekik. Már több mint a felét megtettük az útnak, innen nézve a Föld csak egy fényes csillag, semmi több. Jelentéktelen kis pötty az égbolton. Mért hiányozna nekem onnan bárki? Még mindig rengeteget edzek. Kezdek belefáradni ebbe az utazásba.

...

*Százharmincnyolcadik nap:*

Roszzat álmodtam. Álmomban kint találtam magam az űrben, a semmi közepén, és láttam elmenni az űrhajókat. A többiek ki sem néztek az ablakon utánam, és én csak sodródtam egyre messzebb tőlük. Azt hiszem tényleg depressziós voltam mostanában, de ennek vége. Szükségem van a többiekre, ahogy nekik is rám, mert itt csak egymásra számíthatunk.

...

*Száznegyvenkilencedik nap:*

Azt vettem észre, hogy akármennyire is sokat edzek, mégis mintha egyre apadnának el az izmaid. Még a végén egy folyékony massa leszek, csont és izom nélkül, ami céltalanul lebeg a súlytalanságban... Mikor ezt mondtam Krisztinnek jót nevetett rajtam, de azért azt ő sem tagadta, hogy nem nagyon dudorodnak már az izmai a karjaiban... Még keményebben kéne edzenem...

...

*Százhatvanhetedik nap:*

Vészesen közeleg a perc, mikor végre leszállunk a Mars felszínére. Hihetetlen érzés, körülbelül úgy érzem magam, mint a hat éves unokahúgom karácsony reggel. Még három hét és ott vagyunk! Gyorsan elrepült az idő...

...

*Százhetvenkilencedik nap:*

Már csak egy hét a leszállásig! Gyönyörű a Mars, már nagyon közel vagyunk hozzá! Mindenki nagyon várja a leszállás napját! Jó a hangulat, most mindenkinek jó a kedve és az egész csapat teli van izgalommal! Krisztin fél egy kicsit, elvégre neki kell lekormányoznia minket a felszínre, de azért ő is nagyon várja. Rajtakaptam ma egyszer, mikor az ablakon át nézte Vöröskét (így becézzük a Marsot mostanában), és valami „Vágyam tárgya” című nótát dudorászott. Csak azért hajtogatja, hogy még ne örüljünk annyira, hogy ne bízzuk el magunkat, mert az akadályozna a koncentrációban.

...

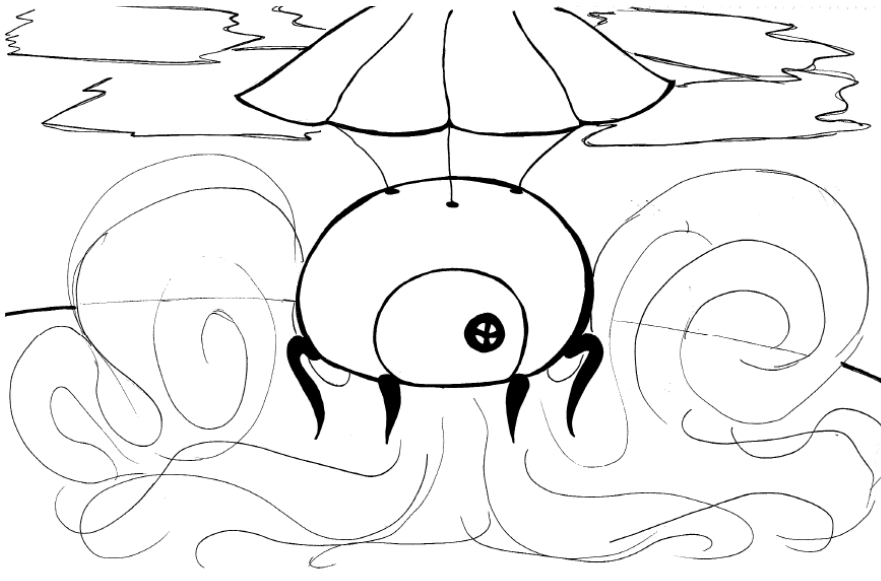
*Száznyolcvanhatodik nap:*

Holnap leszállunk. Már körpályára álltunk, és iszonyatos feszültség alakult ki itt a hajón. Mindenki egyszerre fél és izgul a holnapi nap miatt. Minden rendszert átnéztünk, minden és mindenki készen áll. Percenként kinézek az ablakon, hogy ott van e még Vöröske, el sem tudom hinni, hogy már itt vagyunk. Olyan csigalassúsággal telnek az órák, mintha az idő titokban folyton megállna, mikor senki sem figyel oda. Már csak néhány óra a nagy pillanattig...

...

*Száznyolcvannyolcadik nap:*

Itt vagyunk! Leszálltunk!!! Minden rendben ment, felépítettük tegnap az ideiglenes szálláshelyünket, és ma elkezdjük építeni a bázist. Komoly munka lesz, nem is fejezzük be egészen, a következő missziók majd folytatják a munkát. Mi három hónapot leszünk itt, meg kell várunk a következő időablakot. Visszafelé energiatakarékos módszerrel utazunk majd. Az tovább fog tartani, de ahhoz előbb van időablak, a készleteink pedig végesek. Csodálatos ez a hely! Elég hideg az idő errefelé, mínusz 40 fok körüli az átlaghőmérséklet, egyszerűen nem nagyon szoktunk izzadni. Alf és Liza fent maradtak az űrhajó egy kis részével együtt, Krisztin, Rodrigo és én leszálltunk a felszínre. Most megyek folytatni a munkát.





*Százkilencvenhatodik nap:*

Rodrigoval jól kijövök, talán barátok is lettünk. Még mindig nyomasztó érzés, hogy nincs más ember körülöttem, mindig csak ugyanazokat az embereket látom magam körül. De jót tesz nekem, hogy van egy barátom. Jó hangulatban telnek a kutatások alatt együtt töltött órák, és Krisztinnek is sokat segítünk a bázis építésében. Folyamatos kapcsolatban állunk Lizzel és Alffal. Liz a Mars holdjait tanulmányozza odafent. Azt mondta, érdekes dolgokra bukkant, de nem nagyon értettem a magyarázatát, mert egy kisebb vihar megzavarta az adást. Mi eddig nem sokat haladtunk Rodrigóval, sok a munka a bázis építése körül, és naponta több komoly szélvihar támad meg minket. Nem egyszerű itt az élet.



...

*Kétszáztizennyedik nap:*

Megfáztam. Hoztunk magunkkal gyógyszereket és ketten közülünk (Rodrigo és Liz) orvosi képzést is kaptak, így hamar megoldódott a probléma. Már jól vagyok, de így lemaradtam négy munkanapról. Ez a környezet munkamániássá tett, imádom amit csinálunk, és véges az időnk. Folyton csak dolgoznék és dolgoznék. Ez is egy pszichológiai tünet, még Rudi doki mondta, hogy előfordulhat ilyen. Kényszeresen ragaszkodom a munkámhoz, mert hiányzik a családom... én már akkor sem nagyon értettem. Mindenesetre igaza volt.



...

*Kétszázhuszonötödik nap:*

A bázisunk általunk felépítendő részének háromnegyede kész van. Nemsokára befejezzük, és a kutatások is jól haladnak. Kezdjük érezni néhányan annak a káros sugárzásnak a hatását, ami itt Vöröskén és az idefelé vezető úton ért minket. Alf és én émelygünk, Rodrigo pedig szédül olykor, úgyhogy megemeltük a vitamin adagunkat. A többiek teljesen jól vannak, csak kicsit megtépázta az idegeiket ez a sok megbetegedés. Jó érzés itt lenni, de szerintem mindenki várja már a hazautat. Kikészít a tény, hogy innen nem látni a Földet, rémes érzés ilyen messze lenni az otthonomtól. Közben pedig nagyon jó itt lenni, és kutatni, és beírni a nevemet a történelembe, az első öt ember között lenni, aki eljutott a Marsra. Olyan érzés, mintha ketté akarnék szakadni. Hamarosan haza indulunk és biztosan egykettőre elmúlik az „agybajom”.

...

*Kétszáznegyvenharmadik nap:*

Egy hét a felszállásig. Egyetlen hét. Megszoktam az itteni környezetet, a „mindennapokat” itt Vöröskén. Hiányozni fog nekem ez a hely... Készülünk a felszállásra, már befejeztük Nagy Bé-t (azaz a bázist), a következő napokban lebontjuk a Kicsit, és átköltözünk Nagy Bé-be. Az utolsó néhány kutatást már ott fejezzük be. Öt nap múlva felszállunk, és csatlakozunk Liziékhez, aztán még két napot keringünk, beállítjuk a rendszereket, aztán elindulunk, és meg sem állunk hazáig.

*Kétszáznegyvennyolcadik nap:*

Felszálltunk. Vége. Nem látom többé Nagy Bé-t és két nap múlva Vöröskét is itt hagyom, talán örökre. Ebben a pillanatban egyikünk sem vágyik már annyira haza, mint egy hete. Fáj a szívünk, hogy itt kell hagynunk ezt a helyet, évek óta, sőt talán születésünk óta ide készülünk. Aztán alig hogy ideértünk, már indulhatunk is hazafelé. Alfí ismét „bulit” szervez, maradt még egy kis bor a múltkoriból, már ha azt a valamit lehet annak nevezni. Kétségtelen, hogy ezt az alkalmat jobban fogom élvezni, mint az előzőt, de fájni is fog a búcsúzás.



...

*Kétszázötvenedik nap:*

Elindultunk HAZA! Hihetetlen érzés, hogy ennyi idő után Hazafelé tartunk! Még nagyon sokáig fogunk utazni, tíz hónap lesz az út, majdnem egy év! Annyira hiányzik a családom, hogy szinte szűr a szívem olykor, de az is fáj, hogy itt hagytam azt, amiért egy életen át dolgoztam. Csodálatos élmény volt ez a három hónap, amit Vöröskén töltöttem, teljesen megváltoztatott mindannyiunkat. Rodrigo azt mondta, hogy még az ükunokáinak is ezt fogja mesélni, mert állítása szerint aki ilyen messze merészkedik a Földtől és túléli, azt a Földön semmi sem pusztíthatja majd el. Így addig él, ameddig csak akar. Érdekes elmélet az biztos. Mindenesetre, ha az ükunokámnak nem is, az unokáimnak biztosan én is mesélni fogok erről az útról. És mindenkinek a Földön. Csodálatos helyen jártam, hihetetlen dolgokat láttam, és elképesztő dolgokat tapasztaltam. Két pilótával és két kutatóval indultam el, és négy nagyszerű baráttal térek vissza. Bármi is történik majd, ha hazaértünk, egy biztos: ezt az utazást sosem felejttem el...

... ..

Ezen a ponton szakítom meg Mark Monroe igen tanulságos történetét. A továbbiakban néhány mondatban kiértékelem az olvasottakat, minden pszichológiai mozzanatot kiragadva belőle, amit csak lehet.

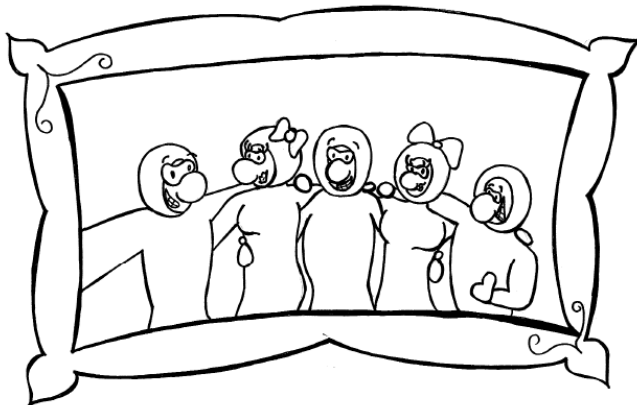
Kezdjük mindjárt a legelején. Egy természetes emberi reakcióval indulunk neki a történetnek: az izgalommal. Az ismeretlenbe készülő embert érthető módon elragadja ez az érzés, ami látható is rögtön az első feljegyzésben. Emellett alanyunk tudatában volt annak, már az első pillanattól, hogy ott kell hagyni a családját, így az izgalom a bizonytalanság és a félelem érzésével párosult.

A következő fontos mozzanat a súlytalanság érzése, ami felszabadultságot és szabadságérzetet keltett Markban. Mindkettő pozitív érzélem, már rengeteg példa volt erre az eddigi űrutazások során is. Nem sokkal később alanyunk azt írja, honvágya van. Ez szintén érthető és sokat tapasztalt érzélem, ami idővel, mint azt olvashattuk is, csak erősödik. Ez az érzés azonban egyáltalán nem pozitív és a pszichológiai gondok többségét ez okozza. Ezen kívül emberünk többször is említi, hogy unatkozik. Ez egyfajta mellőzöttség, másodlagosság érzését kelti az emberben, amit ebben a környezetben támogatás nélkül kell elviselnie.

Elhangzik a naplóban a fokozódó ingerlékenység és düh, amik az imént említett honvágy és az unalom érzése által alakulnak ki. Idegennek érzi az ember az őt körülvevő környezetet és embereket. Kívülállónak, kitaszítotttnak érezhetjük ilyenkor magunkat, és egy idő után azok is akarunk lenni, ami pedig depresszióhoz vezet. A depresszió komoly gondot jelent, elszigeteltté tesz, olykor rémálmokkal párosul. Egy idő után az alany a tagadás szakaszába lép, azaz minden érzését tagadja, a naplóból kivehetően ebben az esetben a honvágyat, a hiány érzését. Markot szerencsére egy depresszió okozta rémálmom visszazökkenti a „valóságba”.

Jól megfigyelhető az is, hogy közben egyfajta pótcselekvési kényszer is kialakul „hő-sünknel”, folyamatosan és egyre komolyabban edz. Ezután ismét az izgalom lesz úrrá rajta, közeledik ugyanis a nagy pillanat, mikor elérik a Marsot. Szó esik féleleléről és a koncentrációképesség elvesztéséről, amik szintén fennálló problémák ebben az esetben. Nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy itt egy régi nagy álmom válik valóra. Ez komoly jelentőséggel bír, ugyanis mint az megfigyelhető, a szeretett bolygót megszemélyesítik és minden hozzá kapcsolódó munkát és kutatást már-már rögeszmésen végeznek. A munkamánia sokban előrelendíti a kutatást, de a betegség napjaiban érzékelhető, hogy a munka megvonása egyfajta félelmet kelt az alanyban. Ez akár a betegség fokozódásával és egyéb fizikai tünetekkel is járhat, ami esetünkben szerencsére nem történt meg.

Örömmel tapasztalhatjuk, hogy Mark és útitársai között szoros baráti viszony jött létre. Társaival kapcsolatos érzései hullámzó jelleget mutattak a történet elején, de végül az egymásra utaltság és rengeteg együtt töltött idő szépen összekovácsolta ezt az öt fős legénységet. A haza vezető út még hosszú, ekkorra azonban már nagyjából rendeződnek az érzések, a komoly gondokon túlvan a legénység. A Föld megpillantása és a leszállás többségben pozitív és nagyon összetett érzéseket eredményez, ez azonban már nem tekinthető kritikus időszaknak a pszichológia szempontjából.



A Happiness-M1 legénysége nevében ezzel a képpel búcsúzom a kedves Olvasótól és remélem, hogy nemsokára már nem csak képzeletben, hanem a valóságban is eljuthatnak „Vöröskére” és igazi interjút adhatnak erről a fergeteges kalandról.

Felhasznált irodalom:

Pázmándi Tamás (KFKI Atomenergia Kutatóintézet, Budapest): *Ember a Marson – az emberes Mars-utazás nehézségei* (előadás)

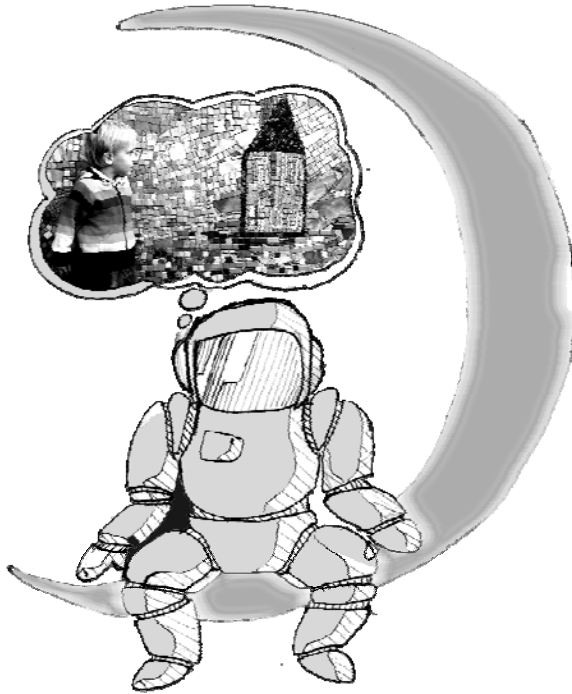
Almár Iván, Horváth András: *Űrhajózási Lexikon* (Akadémiai Kiadó, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1984)

Képek:

Pázmándi Tamás előadási anyagából és sajátkezű illusztrációk

## Hujber Áron: A nagy űr

Esszé az űrutazások élettani és pszichológiai nehézségeiről



„Space flights are merely an escape, a fleeing away from oneself, because it is easier to go to Mars or to the moon than it is to penetrate one's own being”

„Az űrrepülés csupán menekvés, menhely önmagunk elől; mivel könnyebb eljutni a Marsig vagy a Holdig, mintsem, hogy elhagyjuk a saját létünket”

*Carl Gustav Jung*  
svájci pszichológus

Az ember vágyódása az űr felé tulajdonképpen magától értetődő.

Gondolkodó lényként próbáljuk megérteni létezésünk különböző szintjeit, az apró mozzanatoktól kezdve egészen az alapvető kérdésekig, mint, hogy honnan származunk. Ezek kutatása a történelemben egy furcsa görbén halad, amely a távoli múltban az alapoktól kezdve a tudomány fejlődésével a legapróbb részletekig haladt, majd ahogyan ismereteink bővültek a körülöttünk lévő világról, a közelmúltban az emberek figyelme jórészt újra az alapvető kérdések felé irányult. Ennek fontos része az űrkutatás, és a körülöttünk lévő égitestek pontos megismerése.

A huszadik század elejétől kezdve egyre precízebb képünk alakult ki a körülöttünk lévő űrről: anyagairól, viszonyairól, szabályszerűségeiről, és a távolságokról is, amelyek ember számára jóformán felfoghatatlannak tűnnek. Amíg eddig az időszakig általánossá vált az emberi faj felsőbbrendűsége, mint az evolúció koronája, úgy ezután fokozatosan egyre kisebbnek érezhettük magunkat a világmindenségünkben.

Mert a távolságok, amelyeket felfedeztünk, nagyok. Douglas Adamstól tudhatjuk, hogy a világűr valójában „hihetetlenül, elképesztően, borzalmasan nagy”. Kifejező leírás, és ennél pontosabban aligha adhat ember, lévén, hogy határait (és egyáltalán határok létét) nem ismerjük, sőt, emberi eszünkkel elképzelni sem tudjuk. A „semmi” mint filozófia fogalom pedig ezen sorokon nem taglalandó.

Tehát adottak a távolságok, és adottak vagyunk mi, emberek, akik igen aprónak bizonyulunk az univerzum mértékrendszerében – persze ez függ a nézőponttól is, mivel jól ismerünk olyan folyamatok pontos lefolyását, amelyek a hajszálunk keresztmetszetének ezredrészén játszódnak le.

A század folyamán az egymást versenybe kényszerítő, ezáltal a technika fejlődésének sebességét megtöbbszöröző nagyhatalmak bizonyos távolság leküzdhetőségét elérhetővé tették. Ez számtalan további kérdést vetett fel, ám alapjában véve megváltoztatta a társadalom ember és tudomány kapcsolatáról alkotott képét. A tudomány egyszerre egy végeérhetetlen (ám nagyon drága) játszótérre változott, ahová csak a kiváltságosok léphettek be – és kelő szorgalommal, akaraterővel és egy cseppnyi tehetséggel szinte bárki kiváltságos lehetett. Az 1970-es években alacsony Föld körüli pálya elfoglalása váltja fel a Holdért való versengést, és megjelennek az első lakott űrállomások, a Szaljut, és a Skylab. A hidegháború után pedig a nagyhatalmak együttműködnek, és előkészületeket tettek egy nemzetközi űrállomás létrehozására.

Persze ez koránt sem volt egyszerű. Az űrkutatásban dolgozni ma is a tudomány és technika közös csúcspontját jelenti, aki sikeres karriert fut be ezen a területen, azt misztikum, tisztelet, és nagybecsülés övezi. Főleg a modern kor igazi hőseit, az előző század végének igazi legendáit, az asztronautákat.

Mindez érthető, tudatában annak, hogy űrhajóssá válni elképesztően nehéz, és nem csak teljes, de egészséges, erős, intelligens embert megkövetelő feladat. A besorozáshoz szükséges alapfeltételek is igen szigorúak, a kiképzés teljesítése pedig roppant időigényes, megterhelő, és szilárd elszántságot kíván.

Bizonyos testi kritériumoknak is meg kell felelni, így például a leendő űrhajós vérnyomása ülő állapotban nem haladhatja meg a 140/90-es értékhatárt. A fizikai kiképzés több évig tart, és az űrbéli teljesítőképességet teszteli, fejleszti és fekteti biztos alapokra. A különböző eszközök, melyeket a „közönség” is jól ismer, úgy mint a „centrifuga”, vagy a súlytalanság mesterséges előállítására parabolikus pályán repülőgépeken. Ezek a tréningek a NASA asztronautái számára átlag 20 hónapig tartanak. Az űrutazás számtalan kellemetlen periódussal jár, mint például a gyorsulási szakasz, vagy a mesterséges életfeltételekből is adódó idegi és érzelmi megterhelés.

A főbb felmerülő kérdéseket az űrrepülés ezen oldalával kapcsolatban a társadalomtól való izoláltság, a rideg, emberietlen környezet kezelhetősége, és az állandó bezártság jelentette – persze csak a testi épség biztosítása után. A fentebb már taglalt hatalmas távolságok

még a mai, fejlett technikával is sok időt igényelnek leküzdésükhöz, és erre az időre az űrhajós vagy űrhajós csoport egymásrautaltságban, teljes kiszolgáltatottságban él egy olyan helyen, amelynek segélyezhetősége vészhelyzet esetén legalábbis kérdéses.

Az ismert felmerülő testi problémák hosszan tartó űrrepülés esetén sokrétűek. Az emberi gerinc számára a súlytalanság állapotban felvett tartás nem természetes, ez a hát és gerinctájék fájdalmát eredményezi. Az egyensúlyérzet is megváltozik, valamint az űrbéli betegség (*space motion sickness*, SMS), amelyet az asztronauták 50%-a tapasztal meg. Ez enyhe hányingertől dezorientáltságig terjed, és a korábbi tapasztalatok azt mutatták, hogy az űrút első 2-4 napjában megszűnik. Ma azonban tudjuk, hogy bizonyos helyzetekben, például ha az űrhajós stressznek van kitéve, vagy pszichés állapot megváltozik, de akár a Földre való visszatéréshez elengedhetetlen antigravitációs izom- és értevékenységek során az űr-betegség tünetei újra jelentkeznek. A testfolyadékok vándorlása a testben nem egyenletes, hosszabb tartózkodás esetén csontsorvadás és az izmok amortizálódása is az ismert kockázatok közé tartozik. (Ez a felfedezés azonban jelentős plusz információkat szolgáltatott az orvostudomány számára.)

Ezen testi problémákon túl azonban, ami talán érdekesebb (jelen témánk szempontjából legalábbis), az űrutazás lélektani, pszichológiai kihívásaira, nehézségeire való felkészítés. Ez a NASA szakértői szerint legalább annyira összetett és nehéz feladat, mint a testi problémák leküzdése – és bizonyos esetekben nem kezelhető külön. A képzés ezen részének két fontos állomása az úgynevezett „nyilvános egyedüllét”. Ez két részre taglalódik. Az első, amikor a leendő asztronauta 14 napra egy tükörfüveg-falú szobába költözik, ahol folyamatos megfigyelés alatt éli a mindennapjait. „Mindenki téged néz, de Te nem látsz semmit.” – írja le Jurij Glaszkov, a Gagarin Kozmonauta Kiképző Központ parancsnoka. „Ezek a körülmények remek táptalajt biztosítanak bizonyos pszichológiai rezdüléseknek, mivel önmagaddal kell megküzdened odabent.”

A következő állomás sokban hasonlít az elsőhöz, a különbség a számokban van. Ezúttal két leendő űrhajóst zárnak az űrállomást modellezett másába, teljes egymásra utaltságban, 35 napig. Ezúttal teljesen egyedül vannak, a cél pedig, hogy megtanulják tolerálni, segíteni egymást, megbocsátani, és fontos tapasztalatokra tesznek szert még az „éles” helyzet előtt.

Igen érdekes elképzelni egy űrállomás mindennapjainak nüansznyi részleteit. Ezeket leginkább maguktól az asztronautáktól ismerjük, akik érdekes anekdotákkal szolgálnak az ilyesmi iránt érdeklődőknek. „Az ember nem csodálkozhat, ha odafent egyszerűen eltűnnek fontos tárgyak, a szerszámoktól kezdve a kamerákig. Kedvenc CD-met hosszú idő múltán véletlenül leltem meg a szellőző rácsozatánál.” – meséli Hans Schlegel, a német űrutasatási központ munkatársa. A mindennapos cselekvések is egészen más megvilágításba helyeződnek, ahogy ő leírja: „A tényérok gumiszalaggal rögzítendők az asztalhoz, az evőeszközzel külön művészet az ételt a szánkba juttatni, ivásnál az elszabadult cseppek megzavarhatják az elektronikát.”

Sokat taglalt témakör az űrbéli mikrogravitáció – Hans Schlegel beszámolója alapján is érzékelhető, hogy bár a súlytalanság állapotát élvezet és felejthetetlen élmény megtapasztalni, bizonyos idő után csak egy nehezítő körülménye a mindennapos munkának. Ugyanakkor bizonyos asztronauták azt állítják, egyáltalán nem hiányzott nekik a gravitáció húzása. Hosszú és rövid távú űrrepülések esetén is folyamatosan útjukon kíséri a résztvevőket a veszély közelsége, és ezt nem mindenki kezeli azonos módon. Az azonban megállapítható, hogy ez fokozza az asztronauták éberségét, és a precíz odafigyelésük alapján véve növeli az egység biztonságát. Jó példa erre a NASA-5 incidens kezelése, amely minden érintettől igen erős lélekjelenlétet kívánt, és csak így volt elkerülhető a katasztrófa, sikerült eltorlaszolni a keletkezett lyukat, mielőtt a légnyomás szintje kritikussá vált volna.

Az űrhajósok időérzéke a következő fontos megemlítendő momentum, ami a földi léthez képest jelentős változásnak van kitéve az utazás során. Bolygónk 16-szori megkerülé-

se 45 percenkénti napszakváltozást von maga után, amely erősen módosítja a kint tartózkodók lefekvés-felkelési ciklusának ritmusát – tulajdonképpen összezavarja azt. És emellett, hogy nehéz megállapítani egy adott munkából hátralévő időt, a hosszú munkaórák pihenő nélkül tovább rontják a helyzetet. Ennek mintegy orvoslásaként a fedélzeti életet 24 óras napokra osztják. Ez a mesterséges mérték megtartja a biológiai ritmust, és lehetővé teszi a földi csapattal is az összhangot.

Az űrbéli tartózkodás tulajdonságai közé tartozik a helyhez kötöttség és elszigeteltség a külvilágtól. Nincs meg a lehetőség fejünk kiszellőztetésére, egy ötletszerű sétára, vagy a bezártság rutinjának akár pillanatnyi felrúgására. Senki sem látogathat meg minket váratlanul. „Egy egyszerű kis séta is megtenné. Nem bírom már a bezártságot. Friss levegőre van szükségem. Érezni akarom a szellőt... hallani akarom a szél hangját, amit a fák lombját fújja” – írja egy asztronauta fiának szóló levelében. Ez jól tükrözi az otthon, és a Föld hiányát, olyan dolgokra mutat rá, amelyek elsőre talán nem merülnének fel.

Ezen nehézségek áthidalására azonban adottak különböző módszerek. Minden űrhajós számára lehetőség van bizonyos saját választású rekreációs tevékenység gyakorlására az út során. Így például a NASA űrhajósai közül voltak, akik mindennapi tevékenységekkel töltötték a tudományos munkán kívül eső idejüket – például a munkaállomás takarításával. Arra is volt példa, hogy növénytelepet létesítettek a fedélzeten, és bár a növények aprók voltak, az asztronauták igen hálásak voltak értük. Emberibbé tették a fedélzetet, és állandó elfoglaltságot biztosítottak a legénység számára a holt időkben. „Szerettem minden reggel nézegetni a növényeket mintegy negyed órán át. Ezek nyugodt pillanatok voltak. Olyan pillanatok, amikor elámultam, micsoda, szinte sugárzó élet van egy olyan egységben, ami csaknem két hónapja nem kapott energiát.” – számol be egy űrhajós, akire a földi irányítók a Foale Farmer gúnynevet aggatták, mivel kint tartózkodása során nagy gondot fordított a növények életben tartására. Ez azonban csak egy példa a sok egyéb, fedélzeten is végezhető kikapcsolódási tevékenységre. Van, aki könyvet olvas, van, aki rajzol, és van, aki videófilmeket néz a világűrben.

A szociális elzártság talán a legkomolyabb kihívás, amellyel a hosszú távú űrutazások résztvevőinek szembe kell nézni. Bár a kapcsolattartás megoldott – lehetőség van beszélgetni családtagjainkkal, ismerőseinkkel, sőt, idegenekkel is rádióon keresztül, és az ellátmány-csomagokkal gyakran meglepetések érkeznek családtagoktól a legénység számára, sőt lemezen található időzített születésnap üdvözlésekre is van példa –, az emberi érintés és a tiszta hang hiánya nehezen tolerálható hosszú időn át.

A világűr egyik fontos tulajdonsága a sugárzás. Emiatt is van szükség olyan ruhára, amely nem csak magától az űrtől, hanem a hőmérsékleti változásoktól és a sugárzásoktól is megvédi annak viselőjét. Az egészség pedig csakis szigorú higiéniai rendszer útján tartható meg – csak így kerülhetőek el a betegségek, ám mindezek mellett valószínű, hogy a nagyon hosszú utazások során egy sebésznek is lennie kell a csapatban. Itt kell megemlíteni azt a tényt is, hogy az űrkutatásnak köszönheti az orvostudomány számos vívmányát, főleg a távasszisztencia terén, melyet idős, vagy távoli helyeken tartózkodó betegek közvetett ellátására alkalmaznak a Földön, vagy a miniaturizált orvosi műszereket.

A körülöttünk szétterülő űr nem csak nagy. Legtöbbünk számára felfoghatatlanul kietlen és sivár, de semmiképp sem otthonos környezet, és a speciális körülményekre előkészített, barátságatlan fém és szervetlen űrhajó belső sem biztosít hosszú távon ember számára való, megnyugtató légkört. Ha ehhez hozzávesszük a fedélzeti élet fentebb taglalt nehézségeit, talán más megvilágítást kap a tény, hogy az asztronautákra felnéz a társadalom. Ezen tények ismeretében egyértelmű, hogy hihetetlen elszántság és kitartás kell mindennek véghezviteléhez. És mindez csak a tapasztalás nélkül belátható és tudható nehézségek sora. Ami ezek után végiggondolható, már lényegében személytől függő, és feltételezésekkel operál. Érdeemes azonban belegondolni az érzésbe, amikor az ember alkotta gépezet messzire elhagyja a lüktető, meleg otthont, hogy kijusson egy kietlen, végeérhetetlen, könyörtelen világ-



ba, ahol senkire sem számíthat. Csak feltevése lehet erről az érzésről annak, aki valójában nem tapasztalja meg; túlmutat az emberi lét elmúlt sok ezer évén.

Annál is inkább, hogy mindennek értéke saját értékrend kérdése. Érvek és ellenérvek egyaránt vannak az űrkutatás egészét tekintve. Tény, hogy dollármilliárdokba kerül a kutatás, és az utazás előteremtésére hivatott technika előállítás, ugyanakkor az anyabolygónkon emberek milliárdjai élnek roppant nélkülözésben. Tény azonban az is, hogy a tudományok előrehaladása tartja mozgásban világunk gazdaságát ugyanúgy, mint akár a művészeteket. Ezen kérdések azonban könnyen átértékelődhetnek, megváltozhatnak egy labilissá vált idegrendszer számára kint a világűrben.

És ha ezt megértjük, talán az asztronauták felé mutató irigység és vágyakozás helyére az a tisztelet költözik, ami egy végeletekig kiegyensúlyozott, vasakarátú, és elszánt embert illet. Mert a jövő hosszú-hosszú utazásait csakis ilyen emberek valósíthatják meg.

#### Források:

NASA történeti oldal, Long Duration Psychology  
<http://history.nasa.gov/SP-4225/long-duration/long.htm>

NASA történeti oldal, NASA-5 Michael Foale  
<http://history.nasa.gov/SP-4225/nasa5/nasa5.htm>

Wikipedia, Space Adaptation Syndrome szócikk  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Space\\_motion\\_sickness](http://en.wikipedia.org/wiki/Space_motion_sickness)

Arlene Ammar-Israel: Űrállomáson lakni

Természet világa folyóirat, 2001/II. különszám: Világűr

Miért fázik az ember lába az űrállomáson? (Blikk, 2008. február 24.)

*A grafika a szerző saját munkája*

## A 2009. évi ifjúsági esszépályázat díjnyertes dolgozatai

---

### Varga Márton: Európa felnő!

Beszélgetés Philippe Benford kutató mérnökkel, az Európai Űrügynökség munkatársával

#### Bevezető

*„Sohasem állhat előttünk hosszabb,  
rögösebb út, mint amikor nem tudjuk,  
hová megyünk.”*  
Goethe

Goethe nem hinném, hogy éppen egy Mars-kutató szonda rögös és nehéz útjáról elmélkedett volna, amikor ezt a fenti néhány sort megfogalmazta, mégis ez a gondolat át-átszövi azt a folyamatot, mely minden egyes szonda elindítását megelőzi. Sok mindent ismer már az ember az univerzumból, de amikor elindul számára ismeretlen zónák felé, újra és újra feltérképezi a terepet és számtalanszor végiggondolja a „Hová megyünk?” vagy „Hogyan megyünk?” kérdésekre adandó válaszát.

Ki gondolta volna ezelőtt 100 évvel, hogy az ember eljut ténylegesen a Hold felszínére egyszer? A „megszállottak” a tudomány és technika fejlődésének köszönhetően, vagy éppen a célból történő fejlesztésekkel, megtalálták annak a módját, hogy a robotszerkezetek segítségével kutatásokat végezzenek a felszínén, később aztán hallhatta a nagyvilág 1969-ben Armstrong első szavait, miután a Holdra lépett. Most továbbmerészkedik az ember, robotok hada indul a Mars felé, azzal a nem titkolt szándékkal, hogy egyszer majd emberek járhatnak az előzetesen alaposan tanulmányozott Vörös Bolygó felszínén.

A kutatás-fejlesztés, de különösen az űrkutatás területe nagyon költségigényes, megtérülése majd a jövőben várható, de a hatalom és ezzel együtt gazdasági előnyök birtoklásával kecsegtet. Hatalmas versengés után, a két világhatalom – USA, CCCP – közül végül Amerikáé lett az irányító szerep, és az űrkutatásban jelenleg is a NASA-nál van a vezető szerep. Rengeteg szonda, robot, tapasztalat és felfedezés áll mögöttük. Az amerikai űrügynökség hatalmas költségvetéssel, több ezer alkalmazottal működő szervezet. Bárhol is hallunk űrkutatásról, legtöbbször bizonyosak lehetünk abban, hogy a NASA valamelyik programjáról van szó.

Az űrkutatás programjaiban Európa is részt akar vállalni, ezért a Mars-kutatás tekintetében – a jelenlegi fázisában is – a világ figyelme az Európai Űrügynökség szeme fényére, a Mars Expressre szegeződik.

Hogy mi is az a Mars Express, illetve mi is egyáltalán az Európai Űrügynökség? Nos, ezekre a kérdésekre – melyek további kérdéseket szülnék – kerestem a választ, s megkérdeztem egy ilyen téren rendkívül tájékozott kutató mérnököt, Philippe Benfordot, az Európai Űrügynökség munkatársát, aki már több mint húsz éve foglalkozik űrkutatással. Philippe és kollégái rengeteget dolgoztak a Mars Express küldetésének kidolgozásában, így sok-sok mindent megtudhatunk tőle, például a kezdeti nehézségeket, a jövőbeli terveket és persze az eddig elért eredményeket is. Mindezekre fény fog derülni (sőt, sok másra is) a Philippel készült, alábbi interjúban, melyet az elmúlt hetekben készítettem vele.

Ajánlom elolvasásra mindazoknak, akik eddig is érdeklődtek a Mars-kutatással kapcsolatban, hallottak már a Mars Express küldetéséről, mert új, érdekes, eddig nem ismert információk tárulhatnak majd fel számukra a riportban, továbbá ajánlom mindazoknak, akik

ezzel a területtel nem foglalkoztak még. Remélem köztük lesznek olyanok, akiknek e neves szakember által elmondottak felkeltik majd az érdeklődését az űrkutatás iránt, későbbiekben érdeklődéssel figyelnek majd ezen az érdekes tudományos szakterületen elért eredményekre, ismeretekre.

– **Kedves Philippe Benford, köszönöm, hogy elfogadta a meghívást erre a beszélgetésre. Először arra kérem, hogy beszéljen kicsit magáról az ESA-ról, megalapításáról, történetéről és felépítéséről!**

– Én köszönöm a meghívást, a lehetőséget! Mielőtt még a részletekbe belevágnánk, mindenképpen tisztában kell lennünk az űrügynökség fogalmával. Az űrügynökségek a világ fejlett országaiban működő, a világűr kutatásának és hasznosításának koordinálására létrehozott önálló szervezetek. Az első űrügynökséget az USA-ban hozták létre 1958-ban. Ez volt a NASA, vagyis Amerika Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Igazgatósága. Az USA-ban a NASA felügyeli és irányítja az űrtevékenységgel kapcsolatos összes projektet, továbbá beleszólása van a repülési, kutatási fejlesztésekbe is. Természetesen az európai országok csak közös erővel voltak képesek beindítani egy űrügynökséget. Maga az ESA 1975-ben jött létre, ám előtte már létezett két szervezet, az ELDO és az ESRO. Az ESRO a kutatási projekkel, míg az ELDO a rakétahajtóművek és rakéták gyártásán, fejlesztésén munkálkodott. A hatvanas évek végén megszülettek az első sikerek. 1968 és 1972 között amerikai rakétákkal sikerült hét műholdat pályára állítani. 1975-ben létrejött az ESA, amely már el tudott helyezkedni az űrversenyben, ugyanis ekkorra a két szuperhatalom már egy kevéssé kimerült a sok-sok projektben. Az ESA-t eredetileg 11 ország hozta létre, majd ezután csatlakozott Norvégia, Ausztria, Finnország és Portugália. Jelenleg 17 ESA tagállam van, melyek között vannak nem EU tagok is, például Norvégia. Az Európai Űrügynökség egy olyan nemzetközi, kormányközi szervezet, amely sajátos mentességeket és kiváltságokat élvez.

– **Mit jelent ez pontosan?**

– Az ESA keretében végzett hivatalos tevékenység például mentes minden adó alól, függetlenül attól, hogy melyik tagállamban, vagy szerződéses államban végzik a tevékenységet, továbbá az ESA által gyártott műszerek, gépek mentesek mindenfajta vámtól, kiviteli és bevitelitől egyaránt. A szervezet dolgozói is kiváltságokat élveznek: minden dolgozó diplomáciai mentességet élvez és fizetésük adómentes.

– **Már érintettük az ESA felépítését. Milyen alapokon működik ez a hatalmas és kiterjedt szervezet?**

– Természetesen mint minden szervezetnek, az ESA-nak is van egy alapszabályzata, mely rendelkezik a működési feltételekről, feladatokról és a szervezeti felépítésről. Az alapítás során ezt a szerződést minden ország elfogadta és aláírta. Ezt az alapító szerződést Alapokmányának nevezzük, melyben – mint már említettem – megtalálhatóak többek között az ESA szervezeti felépítésére vonatkozó előírások is. Az űrügynökség alapvető döntéshozó szerve a Tanács, vagy idegen szóval az ESA Council, melyen delegációk ill. miniszterek vesznek részt, ők döntenek bizonyos kérdésekben. A Tanács fogadja el a stratégiai dokumentumokat, jóváhagyja a programokat, megvitatja a költségvetést és szervezet alapvető működéséhez szükséges jogi dokumentumokat hagyja jóvá. Ha a Tanács a piramis csúcsa, akkor lennie kell „piramis aljának” is. A piramis alját, jelen helyzetben a Tanács alapjait, négy szakmai bizottság formálja: a Tudományos Programok Bizottsága, az Adminisztratív és Pénzügyi Bizottság, az Iparpolitikai, és a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága. Továbbá programtanácsok is létrejöhetnek egy-egy aktív program alatt. Ezeket a csoportokat mind a tagállamok delegáltjai alkotják. Ha már a geometriai formáknál tartunk, az egész szervezet másik részét hozzáépítve a piramis aljához, egy tetraédert kapunk a következők miatt. Az űrügynökség tevékenységeinek végrehajtásáért ugyanis a Főigazgatóság felel, pontosabban irányítja azokat. A Főigazgatóság munkáját egy nyolc igazgatóságból álló, ún. adminisztratív apparátus segíti. Ezek az igazgatóságok főleg a főbb programok alapján jönnek létre, pl.

földmegfigyelési, vagy tudományos programok igazgatósága. Az igazgatóságon belül „réteges” felépítést figyelhetünk meg. Az egyes igazgatóságok főosztályokra, a főosztályok pedig osztályokra tagolódnak. Ez rengeteg munkalehetőséget jelent. Az ESA-nak így több mint 1700 alkalmazottja van. Természetes, hogy mivel az űrügynökség több országból áll, az egyes országokban központokat hoztak létre, melyeknek a feladati körük is változó.

– **Mondana néhányat?**

– Az adminisztratív központ Párizsban van. Ezt nevezhetjük az ESA központjának. A technikai és kutató-fejlesztő központ (ESTEC) a hollandiai Noordwijckban található. Itt zajlik a technikai fejlesztések tesztelése. Az információs központ székhelye az olaszországi Frascati. Az irányító központ (ESOC) székhelye Darmstadt-ban van. Innen irányítják az európai űreszközök nagy részét. Az űrhajóskiképző központ Kölnben van. Ez az EAC. S végül az egyik legfontosabb, az ESA és a francia űrügynökség által közösen létrehozott indítóállomás. A létesítmény a Francia Guyanai Kourouban található. A műholdakról érkező adatok fogadására alkalmas eszközök vannak még Franciaországban és Spanyolországban is.

– **Említette már az ESA Alapokmányában szereplő feladatokat. Mik ezek pontosan?**

– Az ESA feladata az európai űrkutatás megszervezése, az űreszközök kiválasztása ill. ezek fejlesztése, az európai hordozóeszközök fejlesztése és természetesen az európai emberes űrrepülési programok irányítása. Egyszóval minden, ami Európát az űrkutatáshoz köti.

– **Azt gondolom, hogy az ESA eddigi programjainak szervezésében és lebonyolításában rengeteg tapasztalatot szerzett már. Melyek voltak azok az események, programok, melyek jelentősége meghatározóvá vált a kutatás, tapasztalatszerzés folyamatában?**

– Nos, a tapasztalatok általában kudarcokból származtak, ám rengeteg sikeres programmal is büszkélkedhetünk. A kezdeti időkben, az 1960-as évek végén hét műholdat küldtünk fel. Az első szárnycsapások után 1983-ban megállapodtunk a szovjetekkel és egy történelmi pillanat következett: elhagyta a Földet az ESA első hivatalos űrhajója, a német Ulf Merbold. Majd 1986-ban elindult a Giotto, üstökösök tanulmányozására. Megindultak a NASA-val együtt végzett első közös projektek is. A Hubble-űrteleszkóp beüzemelése, a Cassini-Huygens program és Nemzetközi Űrállomás projektjei mind-mind ilyenek voltak. A legnagyobb önálló sikerek az Ariane szállítórakéták kapcsán jöttek. Ennek a rakétának köszönhetően az ESA 1988 és 2003 között piacvezetővé vált a kereskedelmi űrhajózásban. Az Ariane-4 után kifejlesztett Ariane-5 is rengeteget járt már az űrben. De természetesen a tapasztalatokhoz még sok más projekt is hozzájárult, mint pl. a Helios program, a Spacelab, a SMART-1 és még sorolhatnám. Ezekben a programokban rengeteg munkaóra, tervezés és persze pénz van. Egy-egy kudarc mindig rosszul esik, ám tudjuk, hogy ez is hozzá fog járulni a jövőbeli sikerekhez.

– **Ön szerint melyik program volt a legsikeresebb, melyikre a legbüszkébb?**

– Hm... hát jó kérdés! Minden projektben tengernyi időm fekszik, s mindegyik nagyon közel áll hozzám, ám van egy, ami most különösen is nagy reménységem és büszkeségem, de nem csak nekem, hanem az egész Űrügynökségnek. Ez pedig a Mars Express. Rengeteg új felfedezés és információ jellemzi ezt a „kis” 120 kg-os szondát.

– **Miért büszke erre?**

– Nos, főleg a sok-sok hasznos információ miatt, melyek jelentősen hozzájárulnak a NASA és az ESA feltörekvő terveihez. Ezek a tervek mind a Marsra küldött asztronauták kutatásaira irányulnak. Ha majd egyszer a Mars-utazásra sor kerül, elmondhatom, hogy ehhez én is jelentősen hozzájárulhattam, persze, természetesen kollégáimmal együtt, akiknek kiváló munkája nélkül az egész program nem valósulhatott volna meg. Minden reményünk ellenére, nem számítottunk ilyen eredményekre, amiket ez a szonda eddig elért.

– **Úgy látom, ez egy nagyon fontos eszköz, nem csak Önnek, hanem gondolom az egész ESA-nak is, hiszen ez az első bolygókutató műszerük. Hogyan zajlott a Mars-program? Mik voltak a tervek?**

– Igen biztatóan indult a program, úgy tűnt, hogy rengeteg időt és pénzt tudunk megtakarítani az előző projektek tapasztalataival. A Rosetta programhoz alkalmazott fejlesztések tökéletesen alkalmasak voltak erre a célra, így ezzel nem volt már olyan sok munkánk. Természetesen sürgetett minket az idő, mert a szondát legkésőbb júniusig be kellett fejeznünk. Ekkor volt ideális az ún. indítási ablak. Tudni kell még azt is, hogy 2003-ban a Mars mintegy 55,8 millió km-re volt a Földtől, ami kedvezett a programnak. Csak úgy melleleg megemlíteném, hogy ilyen közelségben újra évtizedek múlva lesz. A szondán rengeteg műszer kapott helyet. Az eddigi felfedezések alapján, a HRSC kamera az Omega spektrométerrel és a MARSIS radar a legfőbb eszközök. Az akkori tervek szerint a szondát egy Szojuz rakétával indítottuk volna május 23-án, ám a mérnökök egy elektronikai hibát fedeztek fel az utolsó pillanatban. Szerencsére a szondát még nem szállították el Bajkonurba – az indítás helyére –, így a mérnökök még ki tudták javítani a hibát. Nem sokkal ezek után, mosolyogva olvastam az újságban Rudi Schmidt barátom beszámolóját, melyben azt nyilatkozta, hogy „természetesen ez volt a legnehezebben hozzáférhető doboz az egész üresközben”. Ez valóban így volt. Majd a hiba kijavítása után az indítás június 2-ára lett kitűzve. A fellövés a bajkonuri kozmódromból történt. A rakétát az indítás előtt négy nappal szállították ki az indítás helyére. Maga az út hat hónapig tartott a Marsig, majd a Mars Express és a Beagle-2 duó 2003 decemberében már poláris pályán keringett a Mars körül.

– **Beagle-2? Erről eddig még nem esett szó. Mi az?**

– A Beagle-2 a MEx leszállóegysége. Fő feladata a felszín pontosabb tanulmányozása, exobiológiai, geokémiai, meteorológiai és élettani szempontból. Pontosabban ez lett volna a feladata, de sajnos a leszállási kísérlet sikertelen volt, a hírkapcsolat megszakadt. Ez a kudarc is kicsit felpofozott minket a rózsaszín felhőkből, és ráébresztett arra, hogy még van mit fejleszteniünk, tökéletesíteniünk. „Kudarc és új tapasztalatok”, ezzel nyugtattuk magunkat.

– **Noha a Beagle-2-nek nem sikerült feladatait ellátnia, viszont a keringőegység továbbra is működik. Mik a Mars Express feladatai?**

– Pontosítanám a kérdést: Mik a műszerek feladatai? De válaszolok először az eredeti kérdésre: a MEx fő tudományos feladata a bolygó globális feltérképezése, nagyfelbontású felvételek készítése, valamint az egész bolygóra kiterjedő ásványtani felmérés végzése. A globális légköri áramlatokat, cirkulációkat és az ionoszférát is vizsgálja. Radarral térképezi fel a közvetlen felszín alatti rétegeket, a felszín és a légkör közötti kölcsönhatások elemzése mellett. A feltett kérdés pontosításával viszont részletesebb választ tudok Önnek adni. A MEx műszerei olyan helyeket keresnek, melyek alkalmasak lehetnek az élet hordozására. Továbbá kutatják a szilárd vagy gáz halmazállapotú H<sub>2</sub>O nyomait. Ennek érdekében a HRSC kamera színes felvételeket készít a kiszáradt folyómedrekről, az Omega spektrométer pedig OH-nyomokat tartalmazó ásványok után kutat. A MARSIS radar a felszín alatti jeget és vizet keresi. A PFS és a SPICAM spektrométer a légköri vízgőzt analizálják, végül az ASPERA műszerrel a légkörből megszökő semleges atomokat, különösen a vízből az oxigént keresik.

– **Mi az a HRSC, az Omega és a MARSIS?**

– Igen, gondoltam, hogy előbb-utóbb sorra fognak kerülni a rövidítések is. Kezdjük a HRSC-vel. A HRSC, azaz a High Resolution Stereo Camera, magyarul a nagyfelbontású sztereo fényképezőgép. Ennek a műszernek a története egészen 1996-ig nyúlik vissza, ugyanis eredetije az orosz Mars '96 űrszonda számára készült, ám a sikertelen misszió után a műszer a Csendes-óceán mélyére került. Amikor újra felmerült az eszköz használata, nem kellett messzire menni. A gyártó egy német cég, a DLR volt. Tulajdonképpen nem csináltunk mást, mint levettük a raktár poros polcairól a régi műszer terveit, egy kicsit felújítottuk, és már mehetett is. Mondanom sem kell, hogy ezzel rengeteg időt spóroltunk meg. A kamera nem várt sikert hozott, ugyanis az eredmény egy olyan műszer lett, amelynek képalkotása

talán a valaha volt összes sztereo űrkamera közül a legközelebb áll az emberi „látórendszerhez”. A HRSC-től kapott képek egyáltalán nem hasonlítanak a más műszerek által készített, felülnézeti képekre. Ez a kamera képes háromdimenziós képeket alkotni, továbbá egyszerre vizsgálni ugyanazt a területet az Omega spektrométerrel együtt. Ennek köszönhetően a kémiai felfedezések rögtön geológiai összefüggésbe hozhatók. Így nem nehéz egy adott terület geológiai fejlődéstörténetének modelljét megalkotni. A HRSC a MEx legfontosabb eszköze. Az Omegát már említettem a HRSC-vel kapcsolatban, így nem sok mindent tudok már mondani róla. Az Omega egy optikai és infravörös spektrométer, amely különböző színek alapján képes azonosítani különböző elemeket, a felszínen. Főleg OH-nyomokat tartalmazó ásványokat kutat a sztereo kamerával együtt. Természetesen az Omega a HRSC-től függetlenül is képes dolgozni. A következő műszer a MARSIS volt, ha jól emlékszem.

– **Igen, erről olvastam.**

– Ennek a műszernek a tudományos neve: felszín alatti és ionoszféra-kutató radar. A szép hosszú név annyit takar, hogy ez a műszer végzi a felszín alatti jég- illetve víztestek mélységének felderítését és az ionoszféra elektronsűrűségének tanulmányozását.

– **Hogyan működik MARSIS radar?**

– Természetesen, mint minden radar, a MARSIS is rádióhullámokat bocsát ki. A műszer a Mars felszínének 1-2 km mélységi tartományának különböző rétegeiből visszavert rádióhullámok időkésését és erősségét rögzíti, majd küldi el a Földre. Azonban ennek a jelnek az elemzése nem egyszerű feladat. A kibocsátott jel ugyanis megtörik, gyengül, visszaverődik a különböző sűrűségű és vastagságú rétegeken. Végül egy olyan visszavert jel detektálható, amiből igen nehéz az egyes rétegek kiterjedésére, pontos tulajdonságára következtetni. Így az adatok értékelése a földi kutatóintézetekben akár több évig is eltarthat. Továbbá az is hosszadalmassá teszi a feladatot, hogy a MARSIS csak a MEx ellipszispályájának Mars-hoz közeli tartományában alkalmazható, így mindössze csak 20 percet tud működni a radar, a szonda 7,5 órás keringése alatt.

– **Beszéltünk már a tervezésről, a sok munkáról és kudarcról is esett szó, de mi van a sikerekkel? Többször is utalt már a sztereokamera sikereire, és a felfedezéseikre. Mik voltak a legfontosabb felfedezések?**

– A Mars Express már a működésének első évében sok izgalmas felfedezéssel és eredményekkel gazdagította eddigi Marssal kapcsolatos ismereteinket. Az első év után ezeket egy tudományos konferencián gyűjtöttük egy csoportba. A konferencia Noordwijkban volt, melyen több mint 250 kutató gyűlt össze. A konferencia első témája a légköri felfedezések voltak. A PFS vagyis a Fourier-spektrométer vizsgálja a légköri összetételt. A műszer eredményeinek kiértékelése után igen furcsa tényekre lettünk figyelmesek. A légkörben metánt talált, ami felkeltette a kutatók érdeklődését, ugyanis metán – a Földön – csak vulkanikus vagy élettevékenységek hatására termelődik. Jelenlegi tudásunk szerint a Marson ezek közül egyik sem figyelhető meg. Ráadásul a metán igen bomlékony gáz, ami azt jelenti, hogy 300-600 év alatt teljesen elbomlik. Mindezekből az következik, hogy zajlik valamilyen metántermelő folyamat a Marson. A Mars metán-koncentrációja alacsony, ami azt jelenti, hogy állandó szinten tartásához 150 tonna kibocsátott gáz szükséges. Összehasonlításképpen, a Földön évente 500 millió tonna metán keletkezik. A későbbi felfedezéseink azonban arról adtak hírt, hogy a légkörben található formaldehid is, ami vas-oxid és metán érintkezésével is kialakulhat. Ehhez viszont több metán szükséges a valóban a légkörben találhatóhoz képest, így kb. 2,5 millió tonna metán magyarázna meg a koncentrációk értékét. De ez még nem minden. A legérdekesebb az, hogy a metán- és formaldehid-tartalom térbeli eloszlása igen jó egyezést mutatott azokkal a térségekkel, ahol az átlagosnál magasabb a légköri vízgőztartalom, illetve ahol a felszín alatt nagyobb vízjég-készletek létezése valószínűsíthető. Ez pedig rendkívül ígéretes következtetésekre vezetett.

– **Akkor ez azt jelenti, hogy van élet a Marson?**

– A válasz ezek alapján igencsak biztató lenne, ám a 2001-es mérési eredmények megoldani látszottak a metán-rejtélyt. A Mars Odyssey a felszíni olivin-tartalmat mérte meg. Az olivin egy olyan ásvány, mely víz jelenlétében könnyen bomlik. Az olivin vízzel való érintkezése során jelentős mennyiségű metánt termel, ami megmagyarázhatja a metán mennyiségét és azt, hogy víz közelében keletkezik. Valószínű, hogy ez a folyamat a felszín alatt zajlik, főleg a vízjég-tartalmú rétegekben.

– **Ezek szerint víz mégiscsak van a felszín alatt?**

– A konferencián erről is szó volt, sőt a kutatók ezt tartották a legfontosabb felfedezésnek. A fényképeken ugyanis olyan felszíni jelenségeket találtak, melyek a földi jégtáblák repedezettségére hasonlítanak. Sőt, messzebb megyek! Egy egész befagyott tengert találtunk. A fényképek rengeteget segítettek. A kutatók a felszíni viszonyok alapján azt feltételezik, hogy kb. 5 millió évvel ezelőtt egy hatalmas, a felszín alól egy gigászi repedéshálózaton keresztül előtörő áradás sújtotta a vidéket, amely aztán megfagyott. A szublimálás hiányára is találtak magyarázatot. Valószínű, hogy ezt a közeli vulkánok hamuja, illetve a szél által szállított por akadályozta meg, azzal, hogy leülepedett a területre. A szublimálás megakadályozásához már néhány cm-nyi por is elég. Amennyiben ez az elgondolás helyes, ebből rengeteg érdekes dolog következik. Például újabb bizonyítékot jelenthet arra, hogy a Mars geológiai értelemben nem teljesen halott bolygó, mert geológiai léptékkal még a közelmúltban is zajlott rajta vulkáni aktivitás. Továbbá feltételezhető, hogy a Marson még néhány millió évvel ezelőtt volt folyékony víz a felszínen, illetve annak közvetlen közelében. Hogy visszatérjek a kérdésére, a felfedezés alátámaszthatja azt az elgondolást, miszerint a Marson egykor kialakult az élet, és ha kialakult, akkor van esély arra, hogy akár napjainkig fennmaradjon, hiszen folyékony víz legalább időszakosan, és helyenként előfordul. Mindezek rendkívül érdekes következtetések és elgondolások, ám még mindig csak feltételezések. Pont ezért a konferencia az ilyen területeket első számú célpontként javasolta a következő, sokkal komplexebb kutatórobotok leszállási és kutatási helyéül. Azonban, hogy ezeket a területeket megfelelő ismeretekkel kezeljük, szükség van a Mars Express HRSC kamerájára és a többi műszerére, melyekkel pontosan elemezhetik a terület adottságait. A jövőbeli célok tehát mindenképpen efelé irányulnak majd. További célunk, hogy valamiféle változást figyeljünk meg ezen a területen, mint például jégtömeg mozgása által történő felszíni változásokat.

– **Vannak más, jövőbeli tervek is a Mars Express-szel?**

– Az ESA eddig a missziót 2009-ig hosszabbította meg. Minden vélemény azt hangsúlyozza, hogy a szondának működnie kell. A jövőben tovább folytatja a felszín alatti vizsgálatokat, az időjárás tényezők változásának megfigyelését és sztereofelvételeket készít a felszínről. Ha minden jól megy, sikerül megalkotni a Mars teljes, részletes háromdimenziós modelljét. Ez már most is kialakulóban van, de lehet még fokozni a minőséget. Mindezek ellenére azonban úgy gondolom, hogy a MEx mindent megtett, amit elvártunk tőle, sőt túl is teljesített. Nem is olyan régen vizsgálta meg a Mars egyik holdját, a Phobost. A készített felvételek alapján tervezik meg az egyik holdkutató szonda leszállási helyét, továbbá meghatározták a hold sűrűségét és tömegét. Látja, mindig jut eszembe olyan felfedezés, amit még nem mondtam. Észben sem lehet tartani a sok eredményt. Ez a kis űreszköz nevezte az ESA-t a nagyok versenyében, olyannyira, hogy a NASA is felhasználta a sztereokamera-spektrométer párost az MRO űrszondában.

– **Tisztelt Philippe Benford, köszönöm a beszélgetést!**

*„Az első Mars-szondájával Európa egy csapásra felnőtté vált az űrkutatásban, eredményei előtt még a NASA is meghajol, mellözve a nemzeti büszkeséget, hasznosítja azokat. Jim Head, a legendás holdgeológus szerint: »Nem megismételték [a Mars Express-szel] a NASA repülések kísérleteit. Kiegészítették őket.«” (Űrvilág magazin)*

### Irodalomjegyzék:

Almár Iván–Galántai Zoltán: *Ha jövő, akkor világűr* c. könyve

Mészáros István–Gazdag László: *A világűr meghódításának első 50 éve* c. könyve

*Űrtan Évkönyv*, a Magyar Asztronautikai Társaság tájékoztatójának 58. száma

[www.urvilag.hu](http://www.urvilag.hu) asztronautikai hírportál

[www.origo.hu](http://www.origo.hu)

[www.wikipedia.hu](http://www.wikipedia.hu)

[www.enc.hu](http://www.enc.hu)

[hitek.csillagaszat.hu](http://hitek.csillagaszat.hu)

[fotozz.hu/fotot\\_megmutat?Foto\\_ID=29141](http://fotozz.hu/fotot_megmutat?Foto_ID=29141)

*Megjegyzés:* Philippe Benford kitalált személy!





## Zipperer Bernadett: Reszkess, Univerzum, Európa rád figyel!

kicsi lány NAGY TERVEKKEL

### Bevezetés

Bár még nem most kell döntenem a továbbtanulással kapcsolatban, már sokan kérdezték tőlem, mi érdekelne igazán, „mi szeretnék lenni, ha nagy leszek”. Erre a kérdésre már egész fiatal korom óta próbálom megtalálni a választ, és úgy érzem, végre sikerült: Zipperer Bernadett vagyok, tizenöt éves, gimnazista tanuló és kutató szeretnék lenni, az űrben!

Már kiskoromban érdekelt a sok kérdés és rejtély, ami a világűrt övezi, sokáig csillagász vagy asztronauta szerettem volna lenni. Sokat kémleltem az eget, és minden vágyam volt egy igazi távcső, amivel részletesebben megfigyelhetem a minket körülvevő fényes pontokat. Anyáék úgy gondolták, hogy ez nem több egy múltó gyermekkori szeszélynél, nem mertek beruházni egy drágább szerkentyűre, ezért meg kellett elégednem a saját szemem nyújtotta látvánnyal, mely már sok éve lenyűgöz.

Hatodikos koromban, végleg eldöntöttem, hogy a csillagok körüli pályát választok, ezért felvételiztem a Vasvári Pál Gimnáziumba. Itt gimnáziumi szinten tanulhatok egészen az érettségiig, majd, ha minden jól alakul, várnak a természettudományi egyetemem.

Ez választ nyújthat arra, hogy miért az űrben képzelem el a jövőmet. A kutatás alatt elsősorban, az időjárás- és klímaváltozás tanulmányozását értem. Az időjárás iránti szerelmem, egy film kapcsán „lobbant”. Érdekelni kezdtek a viharok, a hirtelen feltámadó szél, a semmiből jött jégesők és a tomboló hóviharok. A globális felmelegedés nagyon népszerű téma, a meteorológusok körében, ezért a klímakutatást igen aktuálisnak tartom. Véleményem szerint számos kísérlet hatékonyabb űri feltételek mellett, tehát irány a világűr! :)

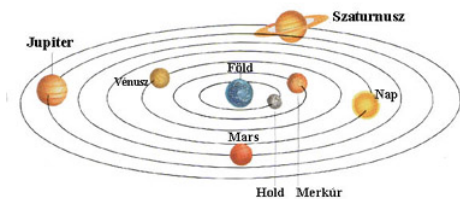


### Kezdetek kezdetén, és kicsit később

„Eppur si muove!”  
„És mégis mozog a Föld!”

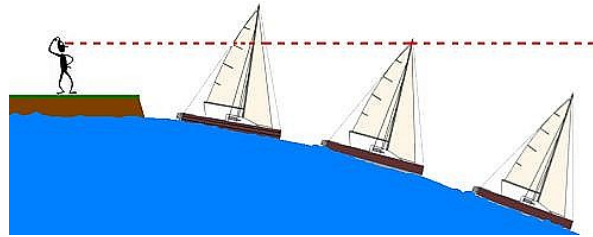
Az emberiséget ősidőktől foglalkoztatja a fejünk felett tátongó végtelen sötétség. Mik azok a fényes pontok az éjszakában; miért tűnik el fokozatosan a hozzánk legközelebb lévő, korong alakú fényesség? Elődeink isteneknek, természetfeletti jelenségek tulajdonították az égen ragyogó csillagokat. Ezért féltek tőlük és imádták őket. Sok barlangrajzzal és áldozattal próbálták elnyerni a csillagok kegyeit, több-kevesebb sikerrel.

Pár évszázaddal, évezreddel később, az ókor nagyjai már ismerték a csillagokat és a bolygókat, figyelték és vizsgálták mozgásukat. Sőt, már ebben az antik kultúrában eljátszottak az űrutazás gondolatával. Ekkor alakult ki az ún. geocentrikus világnézet, szó szerint földközponthú világhépp. Ez azt jelenti, hogy a Föld a központja az egész Világegyetemnek, bolygónk nem mozog, minden más csillag és bolygó kering körülötte.



E nézet mellett az volt az elképzelés, hogy a Föld lapos. Ez az ókori társadalmat, az ókori tudósokat két csoportra osztotta: akik kitartottak ezen elképzelés mellett, és persze voltak ellenvélemények, sokan próbálták megcáfolni a Föld alakjára tett kijelentést.

A példa személtetésére készült rajz mutatja: *A kikötő partján állva követték a hajó távolodását. Ha a hajó elég messze került a parttól, egyre kevésbé volt látható. Először csak a hajótestből látszott kevesebb, majd mikor az teljesen eltűnt, a vitorla kezdett „fogyni”.*



Ezzel kísérlettel bebizonyosodott, hogy a Föld „gömbölyű”, vagyis ha nem is gömbölyű, biztos, hogy nem lapos!

Újabb századokkal később, az egyház nagy nyomás alatt tartotta a középkor gondolkodóit. Az egyház véleménye mindenki véleménye kellett hogy legyen, máskülönben eretnekekként várhatták a végső ítéletet. Isten szolgái a geocentrikus világmépet fogadták el, mivel szerintük ez az „isteni tökéletességet” szimbolizálta. Nikolausz Kopernikusz a 16. században dolgozta ki heliocentrikus világmodelljét, amit majdnem egy évszázaddal később Galileo Galilei újraértelmezett, majd saját tanaként hirdetett. Az elképzelés annyiban változott, hogy már nem a Földet állították a középpontba, hanem a Napot. Ezen felül Kopernikusz csillagászati vizsgálatai fényt derítettek arra, hogy a Föld forog a tengelye körül, valamint hogy keringő mozgást végez a Nap körüli pályáján. E feltevés csak részben helyes, szerintük nemcsak a Naprendszer, hanem az egész Univerzum Fényadónk köré épül. Ezen gondolatokért Galileinek az egyházi inkvizíció előtt kellett színt vallania, s az igazság majdnem az életébe került. A bíróság előtt visszavonta tanait, majd a per után hangzott el híres mondása: „És mégis mozog a Föld!”

## Az atombombától a rakétákig

Pár évszázadot előrelépve az atombomba fejlesztésénél találhatjuk magunkat. A náci diktátor, Hitler a háború végén nagy erejű bombáról beszélt, ami a birtokában van, de ez csak blöff volt. Viszont e kijelentésére a Manhattan projekt keretein belül az amerikai tudósok pánikszerűen láttak neki a fejlesztéseknek. Az első atombombát 1945. július 16-án az új-mexikói Alamogordo-sivatagban robbantották. Az ekkor fellépő nagyon nagy mértékű sugárzás igen erős mértékben károsította az ott élő emberek egészségét. Am ezzel akkor nemigen foglalkoztak, hiszen ez egy titkos projekt volt.



Nem sokkal később, 1949. augusztus 29-én robbantották a Szovjetunió első atombombáját. Ezeket követte a sokkal hatékonyabb fúziós bomba, mely egy Amerikában dolgozó magyar tudós nevéhez fűződik. 1952. november 1-jén próbálták ki Teller Ede hidrogénbombáját, amely a Napban lejátszódó hidrogén-hélium átalakulás elvén működik, ezt a termonukleáris reakciót nevezzük magfúziónak. Ezekről a nagy erejű pokolgépektől már csak egy kis lépés választ el.

*Az első folyékony hajtóanyagú rakéta 'Nell', melyet Robert Goddard sikeresen tesztelt 1926. március 16-án.*

Az 1940-es évekbeli Japánban járunk. Adott egy békésen fejlődő város, mely hamarosan a „romok és halottak városává” vált. 1945. augusztus 6-án egy amerikai B-29-es bombázó egy gombnyomással 242 ezer ember életét oltotta ki. Az Enola Gay névre keresztelt repülőgép rettentő erejű atombombát dobott Hirosimára. Ennyi maradt a városból.



„Tévedni emberi dolog” – tartja a mondás, mégis egyetlen ember hibája 80 ezer ártatlan ember életébe került. Nagasaki városa szó szerint rosszkor volt rossz helyen... Az amerikai légielő egyik pilótája tévedésből más helyen indította útjára a Fat Man nevű plutóniumbombát. Ez a ballépés Nagasaki végét jelentette.

„Sic itur ad astra!”  
„Így jutunk a csillagokig”

– mondta Jules Verne *Az Antillák világa* című művében. És igaza lett, a regényében leírt utazás, a kilövés helye, az ágyúgolyóban utazók száma, sőt, még a megérkezés módja is kísértetiesen hasonlít a megtörtént utazások egyikéhez-másikához...



1957 nyarán vette kezdetét az űrutazás elengedhetetlen kellékeinek, a rakétáknak a fejlesztése a Csendes-óceánon. Megkezdődött az egykori Szovjetunió és Amerika „versenyfutása”, melynek hatására az Űrkutatás magas szintre fejlődött. Az oroszok egyik „agyának”, Koroljovnak számításai szerint rakétájukkal elérhetnek a világűr. Ezen feltevésen – az Amerikai oldalon – jót mulattak, teljesen kizártnak tartották vetélytársaik eredményeit. Ezért érte hideg zuhanyként őket, mikor

1957. október 4-én a Szputnyik-1, gömb alakú, mindössze 83 kg-os mesterséges holdja kiért a Föld légköréből.

### Vigyázz, kész, ŰRKUTATÁS! – Előszó

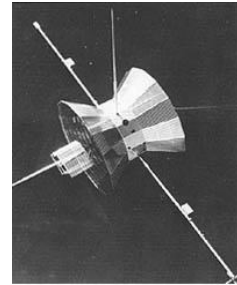
Felteszem a kérdést, amit mindenki feltett magában életében legalább egyszer: „Mégis mekkora a Világegyetem?” Kutatók százai, ezrei dolgoznak a világ minden pontján azért, hogy saját kíváncsiságuknak is eleget téve minél több új információt szerezzenek arról a titokzatos világról, mely körülvesz minket. A milliányi csillag és bolygó, veszedelmesen tátongó fekete lyukak s gyönyörű fénycsókájú üstökösök keringnek ebben az ijesztően hatalmas űrben.

Az űrkutatás témáját hallva, a legtöbb ember Amerika és az egykori Szovjetunió lázas igyekezetére gondol, mely egészen az űr emelte őket. Azt viszont, hogy mennyit köszönhet az emberiség kontinensünk azon országainak, melyek szövetségbe tömörülve létrehozták az ESA (European Space Agency) intézményét, kevesen tudják. Pályázatom igazi témája ezen problémát taglalja, *Európa tettei* körül „kering”. A világnak ismernie kell Európa fantasztikus eredményeit, ezek nem törpülhetnek el Amerika és Oroszország állandó fejlesztési harcai mellett. Az ESA programjai közül bemutatnék párat, melyek a két nagyhatalom mellé emelik kontinensünket.

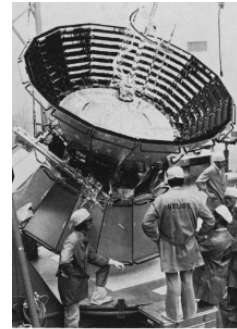
## Lencsevén a Nap

Hosszadalmas előkészületek, sokéves kutatás és fejlesztés eredményeképpen, a Helios program keretei között 1974. december 10-én Európa útnak indította első űrszondáját. A Helios-1 névre keresztelt kutatóegység nem sokáig árválkodott a végtelenben, csupán ~13 hónapot. 1976. január 16-án követte társa, a Helios-2. Így kiegészülve láttak hozzá legfényesebb csillagunk vizsgálatához. Ők voltak az elsők, akiket kimondottan a Nap megfigyelésére alkottak. Vizsgálati szektoruk a 0, 3–1 csillagászati egység közé tehető. Legfőbb feladataik közé tartozott az ottani plazmakörnyezet részletes vizsgálata, elemzése, az állatövi fény tulajdonságainak megismerése, valamint a gammakitörések időbeli lefutásának feltérképezése. Ezek a kitörések az Univerzum leghatalmasabb energiájú robbanásainak hatására jönnek létre.

Mikor fiatalabbik napkutató űrszondánk napközelségbe került, vagyis mikor a Helios-2 a legközelebb volt Naphoz, óránkénti sebessége meghaladta a 240 000 km-t. Ezzel az eredménnyel sokáig ő volt a leggyorsabb ember alkotta szerkezet. Vizsgálati alanya a Nap, melynek részletesebb jellemzésével folytatom:



Helios-1



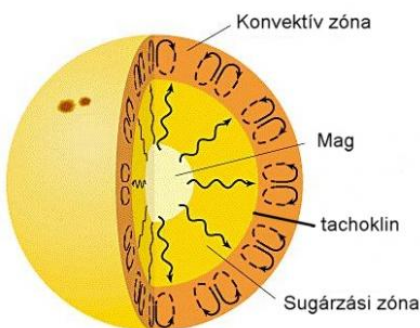
Helios-2

## Központban: a központi csillagunk

Itt mutatkozik meg talán leginkább az, hogy milyen viszonylagos is körülöttünk minden. A legfontosabb csillag az egész Univerzumban a Nap, szerintünk. De ha jól körülnézünk, a minket körülvevő világegyetemben legalább ezer ilyen égitestet találunk. Nekünk mégis Ő a „legnagyobb”.

Központi csillagunk hatalmas gravitációja készletti mozgásra Naprendszerünk valamennyi bolygóját. Ez az irdatlan erő a Nap óriási tömegéből adódik, mely 333 000-szer akkora, mint bolygónké. Felépítését tekintve négy részre oszthatjuk az alapján, hogy milyen folyamatok játszódnak le egyes régiókban. Legkülső része a konvektív zóna. Befelé haladva megfigyelhetjük a tachoklínát, ez a vékony réteg választja el a legkülső réteget a beljebb elhelyezkedő sugárzási zónától. Legbelső és egyben leg-sűrűbb régió központi csillagunkban a mag. Ez a Nap „generátora”. Itt játszódik le ugyanis a magfűzés nevezett folyamat. A jelenség lényege, hogy a magban tomboló iszonyú forróságnak köszönhetően, a Napot alkotó hidrogénatomok összeütköznek, majd eggyé válnak. Két kisebb atom hoz létre egy nagyobbat. A magfűzés (általánosán) lehet exoterm (azaz a folyamat hőfelszabadulással mellet játszódik le) vagy endoterm (vagyis hő felvétellel járhat). Ez nem másról, mint a vizsgált magok atomtömegétől függ.

A következő vizsgált objektum, mely a Naphoz hasonlóan számunkra nagy jelentőséggel bír: a Hold.





## Az éjszaka császára

A hozzánk legközelebb elhelyezkedő égitest a Hold, mely mindössze 1,3 fénymásodperc távolságra csillog tőlünk. Ez azt jelenti, hogy a fénynek 1,3 másodperc kell ahhoz, hogy eljusson holdunkról a bolygónkra.

Követőnknek, csakúgy, mint bolygónknak, nincs saját fénye. Feltehetjük tehát a kérdést, hogy miért látjuk mi mégis fényes korongnak az éjszakában. A válasz egyszerű. A Földhöz hasonlóan a Hold is a Naptól kapja fényét. Központi csillagunk sugarait visszaverve tekint le ránk ellipszis alakú pályájáról.

Érdekesség még holdunkkal kapcsolatban, hogy egészen az első holdvizsgáló szonda megalkotásáig és feljuttatásáig csak egyik arcát ismerhettük, kémlelhettük. Ez azért van, mert a Hold keringési és tengely körüli forgásának sebessége körülbelül megegyezik. Ez úgynevezett kötött keringés. Felszínét egykor működő tűzhányók maradványai, és aszteroida-bechapódás emlékeként megmaradt kráterek tarkítják.

Számtalan kutató és felfedező szonda kerülgette már holdunkat, mígnem 1969. július 20-án Neil Armstrong és Edwin Aldrin meghódították legközelebbi párunkat a végtelenben.



*Edwin Aldrin a Holdon*



*Neil Armstrong első lépése  
Holdunkon*

## Európa Hold-közelben

Mikor az első Holdat vizsgáló szondát fellőtték, Európában is megkezdődtek a kutatások, fejlesztések, melyek eredményeképpen 2003. szeptember 17-én sikerült útnak indítani az ESA első holdszondáját: a SMART-1-et.

Az űreszköz kb. 370 kg-ot nyomott, de ez meg sem kottyant az Ariane-5 hordozórakétának, mely könnyűszerrel kijuttatta a Föld légköréből. Elsődleges feladata azon ionhajtómű tesztelése volt, melyet Európa fejlesztett ki, valamint a Hold távérzékelési módszerrel való feltérképezése.



Az űrbe jutása után 14 hónapba telt, míg eljutott a Holdig, az új hajtóművel. Ez azt jelenti, hogy a SMART-1 2004 novemberében került holdközelbe. Szondánk Európa keze alatt fejlődött, modern vizsgálóeszközei lehetővé tették feladatai sikeres elvégzését. Ezek közül fontos megemlítenünk az infravörös spektrométert, mellyel többek között az egyes hullámhosszok energiáját lehet megfigyelni, feljegyezni. Fontosak még a kamerák, plazmaműszerek, valamint a röntgen-spektrométer.

Útjának időtartamát 2–2,5 évre tervezték, de ezt módosítva 2006. szeptember 3-án a Hold felénk néző oldalába fűrödött. Így ért véget Európa első ionhajtóművel felszerelt holdszondájának fontos küldetése.



Smart-1 első felvétele a Holdról

## A Vörös Bolygó

Az antik római kultúra hiedelemvilágában igen előkelő helyet foglal el Földünk szomszédja, a Mars. Az ő nevét viseli a hirtelen haragú háború-isten.

Naprendszerünk leginkább Földre hasonlító bolygójaként emlegetik. Felszínét síkságok, medencék és fennsíkok tarkítják. Jelen van négy évszak, valamint 1 „Mars-nap” körülbelül megegyezik a Földön váltakozó napok hosszával. Elsőre tehát felmerül a lehetősége, hogy bebizonyítsuk, nem vagyunk egyedül a világegyetemben. Ám ezek az egyezések csupán az egykor létezett(?), létezhetett élet maradványai. Most sivár felszínén nem látunk sem óceánokat, sem tengereket.



A 230 km átmérőjű kráter, egy mosolygós arcra emlékeztette felfedezőit ezért a Happy Face (boldog arc) nevet kapta

Ezek teljes hiánya kizárja az élet *mostani* létezését. Viszont annak a lehetőségét sem szabad kizárnunk, hogy valamikor létezett. Erre utalnak ugyanis a kiszáradt folyómedrek, valamint a Mars pólusain büszkén virító víz, „hó halmazállapotban”.

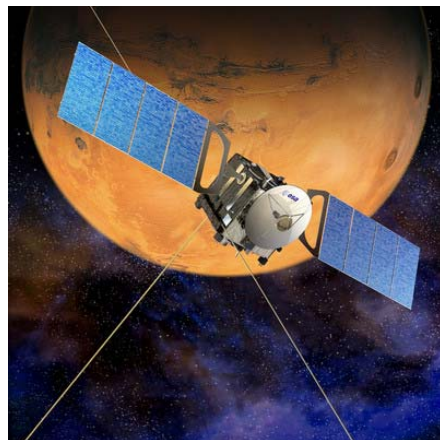
Éghajlata *még* nem alkalmas az emberi élethez, ugyanis a marsi atmoszféra rendkívül ritka, mivel 95 százalékát szén-dioxid alkotja. Ez a rendkívül magas érték akadályozza a hő űr felé való távozását. Pólusai egyes részein olyan hihetetlenül hideg van, hogy a nagy százalékban előforduló szén-dioxid szárazjéggé fagy!

A Mars titkát egyelőre nem sikerült megfejtenünk, de ami késik, nem múlik! :) Ezen állításom alátámasztásaként bemutatom a Mars Express-t!

## A Mars meghódítása – európai módra

Mikor az emberiség először kijutott a Föld légköréből, még remélni sem merte, hogy egyszer a Mars meghódítását egyes országok és szervezetek egymást túllícitálva fognak harcolni. Pedig így lett! 2003. június 2-án indították útnak az ESA első Mars-szondáját, melyet az orosz Szojuz rakéta juttatott az egekbe, és túl.

A Mars Express névre hallgató, Mars-kutató űreszköz nem egymagában vágott neki a végtelen világűrnek, vele tartott a Beagle-2 leszállóegység, mely a tervezett marsfelszíni landolásnál játszik nagy szerepet. December 25-én sikeresen állt Mars-körüli pályára, majd körülötte keringve készített részletes felvételeket a Vörös Bolygó felszínéről.



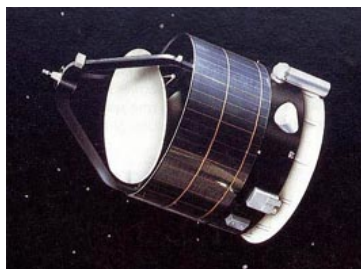
A Földön dolgozó szakemberek a Mars Express HRSC sztereo kamerájának segítségével, a közeli képekhez kis- a távolikhoz nagyfelbontású kamerát használtak. Fő feladatai közé tartozott a Mars ásványainak analízálása, az idegen légkör összetételének részletes felderítése, a felszín alatti mélység pontos meghatározása, valamint az űrből érkező napszél hatásának elemzése.

Az eredeti terv szerint, a Mars Express 1 marsi évig, vagyis 687 napig figyelte volna a Vörös Bolygó minden mozdulatát. 2009. december 31-re módosították Európa első naprendszeri bolygó vizsgálatára alkotott szondája küldetésének végét.

## Üstökösök nyomában

Mikor a világ értesült a fénylő Halley-üstökös közeledtéről, lázas készülődésbe kezdett. A Szovjetunió kettő (Vega-1 és -2), a japánok szintén kettő (Szakigake és Szuiszei), Amerika pedig (még ha külön, erre a célra nem is szántak) egy szondával vizsgálta a fényes űrjelenséget.

Európa sem tétlenkedett, 1985. július 2-ra elkészült a Giotto névre keresztelt, kimondottan üstökös-vizsgálatra teremtett űreszköz. Ekkor kezdte meg útját Kourouból indulva, az Ariane-1 típusú hordozórakétával, és vette üldözőbe a Naprendszerünk belsejébe igen ritkán látogató Halley-t. 1986. március 13-án belépett az üstökös kómájába, ahol a sok kép mellett fizikai méréseket végzett a Halley-t követő csóvában. Küldetésének eleget téve 600 km közelségbe került a fényesség magjától. Atyjai tartottak tőle, hogy ez a találkozás tragikus véget érhet. Az üstökös mégis kegyes volt követőjéhez, tíz működő műszere közül csak kettőt tett használhatatlanná. Az egyik a kamera volt, így a Giotto vakon vágott neki az űtnak visszafelé. Mivel üzemanyaga sok maradt, az ESA emberei úgy döntöttek, pihenőre küldik a megtépázott harcost.



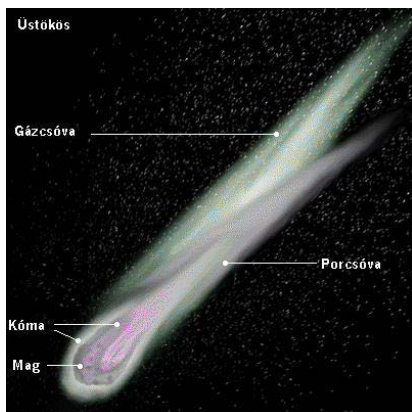
1990-ben, 5 év után földközletről indulva újra nyakába vette a végtelent és egy másik, viszonylag jól ismert üstökös, a Grigg-Skjellerup nyomába szegődött. Kamera híján a tudósok vakon tapogatóznak, csak feltételezni tudják, hogy a Giotto üstökös szonda 200 km-ről vizsgálta második küldetésének alanyát. Feltérképezte az üstökös követő gázokat és port, valamint a kettőt összetartó mágneses teret. A program sikeresnek mondható, minek eredményeképpen az ESA emberei kedvet kaptak az üstökösök részletes vizsgálatához.

## A Naprendszer fényes vándorai

Az eget kémelve különleges jelenségeknek lehetünk tanúi. Ilyen a részleges és a teljes napfogyatkozás, a gyűrűs napfogyatkozás, valamint a holdfogyatkozás valamennyi fajtája. A Földről az égre pillantva, nyugodtan kijelenthetjük, hogy a legszebb égi jelenség az üstökösök suhanása Földünk égboltján. Nagyon szerencsésnek mondhatja magát az, akinek már volt része ilyen csodában.

Az üstökösökre nem jellemző a gyakori visszatérés, pályájuk elnyújtottságának mértéke határozza meg az égitestek keringési idejét, ez mondja meg, hogy milyen sűrűn láthatjuk bolygónk egén. Ez a szám egy-egy üstökös esetében más és más. Vannak, amelyek viszonylag rövid időn belül visszatérnek (pl. 3–6 év), de vannak, akik ennél nagyobb utat tesznek meg a nagy sötétségben, ezért keringési idejük is lényegesen hosszabb (76 – akár 75 000 év).





Ezek a fényes köntösű égi vándorok csupán a Nap közelébe érve öltik fel tüneményes ruháikat. Az űr dermesztő hidegében nem húzzák maguk után gyönyörű csóvaikat. Ennek a jelenségnek a hőmérséklet az oka. Ahogy megközelítik izzó központi csillagunkat, elpárolog az üstökös magját részben alkotó jég, majd gáz kezd áramolni belőle. Ezt a sejtelmes gázfelhőt, mely az üstökösöket övezi, kómának nevezzük.

Két csóva alkotja vizsgát objektumunk teljes csóvaját, mely elérheti a 100 millió km hosszúságot: az egyik a gázcsóva, párja pedig a porcsóva.

Talán a legismertebb üstökös a Halley. A jelenséget 76 évente csodálhatjuk meg, pályája tehát igen megnyújt. Utoljára 1986-ban volt alkalmunk részletesen megfigyelni, ekkor a Földről is jól láthatóvá vált. Legközelebb 2061-ben közelíti meg központ csillagunkat.

## Európa a Nemzetközi Űrállomáson

Az eddig emlegetett európai sikerekre ezzel az oldallal helyezném fel a koronát. „...azt hiszem Európa számára ez az emberi űrrepülés kezdete...” – nyilatkozta Hans Schlegel német űrhajós, mikor 2008 februárjában megkezdte útját az amerikai Atlantis űrrepülőgép rakományaként a Columbus. Ez a név Európa debütáló modulját takarja, ami a Nemzetközi Űrállomás szerves részét képezi az elkövetkezendő években. Ezzel a projekttel Európa végérvényesen beírta nevét az űrkutatás történelmébe.

A labor belsejében 5 db kísérleti egység foglal helyet. Az első, melyet megemlítek, a *BioLab*. Az itt dolgozó kutatók mikroorganizmusokkal, sejt- és szövetkultúrákkal, valamint ezeknél kisebb méretű növények és rovarok tanulmányozásával foglalkozhatnak. *The European Physiology Modules Facility (EMP)*: Ebben a szektorban a kutatók, a hosszú ideig való űrben tartózkodás hatásait vizsgálják az emberi testre nézve. *The Fluid Science Laboratory (FSL)*: Itt a folyadékok viselkedését vizsgálják a súlytalanságban. *The European Transport Carrier (ETC)*: Itt tárolják az elvégzett kísérletek eredményeit. *The European Drawer Rack (EDR)*.

A Columbus élettartamát fejlesztői 10 évre becsülik. Reményeink szerint ez az idő számos olyan kísérlet elvégzésére lesz elegendő, melyek kézzelfogható megoldást nyújtanak az emberek mindennapi problémáihoz.





*„A mi feladatunk nem az, hogy megjósoljuk a jövőt,  
hanem hogy felkészüljünk rá.” (Periklész)*

### **Befejezésképpen...**

Vannak kérdések, melyekre még ennyi év után sem tudjuk a választ... Mi rejtőzik egy-egy fekete lyuk mögött? Meddig tágul a Világegyetem? Mikor találkozunk ismeretlen léttel a Földön kívül vagy, hogy találkozunk-e egyáltalán?

Talán 10 év múlva kapunk választ, talán 10 000, esetleg soha? Ezek megfejtése mind-mind a jövő csillagászainak, biológusainak, kémikusainak és más területen kutató tudósainak feladata. Én szívesen lennék egyike azoknak, aki a világ számtalan megválaszolatlan kérdésének legalább egyikére felelni tud.

Pályázatom sorait ezekkel a gondolatokkal zárom, bízva abban, hogy az út előttem is nyitva áll.

## Tartalomjegyzék

Előszó .....	3
Szemelvények az űrkutató 2008-as és 2009-es eseményeiből ( <i>Frey Sándor</i> )	4
Az Űrkaleidoszkóp 2008. és 2009. évi számainak tárgymutatója ( <i>Bán András</i> ) .....	44
A Neurospat kísérlet az ISS-en ( <i>Balázs László</i> ).....	49
Diákműholdból nagy megbízhatóságú űreszköz ( <i>Kocsis Gábor</i> ) .....	55
A DDS-MSO hipotézis, egy lehetséges, mai marsi élet elmélete ( <i>Horváth András</i> ) .....	63
Debris a világűrjog és a környezetvédelmi jogi alapelvek tükrében ( <i>Mihálka György Sándor</i> ) .....	74
Charles másodszor is az űrben ( <i>Schuminszky Nándor</i> ) .....	86
A Magyar Asztronautikai Társaság 2008. évi tevékenységét bemutató beszámoló .....	88
Űrnap 2008 .....	88
Ifjúsági Fórumok 2008-ban .....	90
Nemzetközi Űrtábor Európában .....	91
„Űrkirándulás” .....	92
A 2007/2008. évi ifjúsági esszépályázat eredményei .....	93
Huntsville 2008 .....	94
Ösztöndíj felajánlása amerikai űrtábori részvételre .....	95
XXVI. Ionoszféra- és Magnetoszférafizikai Szeminárium .....	96
Más fontos 2008-as események .....	97
Kitüntetések .....	97
A Magyar Asztronautikai Társaság 2009. évi tevékenységét bemutató beszámoló .....	98
Tisztújító közgyűlés .....	98
Kétszer a világűrben, másodszor a Puskásban .....	99
Ifjúsági fórum 2009 .....	101
A KASZ megalakulásának 50. évfordulója .....	101
Űrcsillagászat Magyarországon .....	103
A 2008/2009. évi ifjúsági esszépályázat eredményei .....	104
Huntsville 2009 .....	104
Gyász hírek .....	106
A 2008. évi ifjúsági esszépályázat díjnyertes dolgozatai .....	107
Magyar Dóra: A végtelenbe, és tovább! .....	107
Hujber Áron: A nagy űr .....	116
A 2009. évi ifjúsági esszépályázat díjnyertes dolgozatai .....	121
Varga Márton: Európa felnő! .....	121
Zipperer Bernadett: Reszkess, Univerzum, Európa rád figyel! .....	128



A 2008-ban (*balra*) és 2009 nyarán (*jobbra*) a huntsville-i Nemzetközi Űrtáborban járt magyar delegáció. A 2008-as csapat (balról jobbra): Hujber Áron, Bacsárdi László és Magyar Dóra. A 2009-es résztvevők: Varga Márton, Horvai Ferenc és Zipperer Bernadett.



Diákok akcióban a 2008-as (*balra*) és a 2009-es (*jobbra*) Nemzetközi Űrtáborokban.



**A Huntsville-ben járt magyar kísérők találkozásán, 2009. május 18-án készült csoportkép. Balról jobbra: Bacsárdi László, Sik András, Both Előd, Bérczi Szaniszló, Horváth Márk, Solymosi János és Gödör Éva.**



**A 2009. november 13-án a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) tanácstermében tartott IX. Ifjúsági Fórum előadói (balról jobbra): Bükkfejes András, Pató Lívია, Bacsárdi László, Gabányi Krisztina, Horvai Ferenc, Kocsis Gábor és Dobos Vera. (Kép: MŰI)**