

ŰRTAN ÉVKÖNYV 2007



Az Asztronautikai Tájékoztató 59. száma

Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság



2007. április 13-án a Puskás Tivadar Távközlési Technikum, a Természet Világa folyóirat és a MANT szervezésében rádiókapcsolatot teremtettek a Nemzetközi Űrállomáson tartózkodó Charles Simonyival, aki válaszolt a magyar diákok által feltett kérdésekre. (Fotó: Horváth Márk)

Címlap: Charles Simonyi a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén a magyar Pille sugárdózismérő műszerrel is végzett méréseket 2007 áprilisában. (Kép: NASA)

ŰRTAN Évkönyv 2007

Az Asztronautikai Tájékoztató 59. száma

Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság



Magyar Asztronautikai Társaság

ÚRTAN Évkönyv
2007

Asztronautikai Tájékoztató
59. szám

Szerkesztette: Dr. Frey Sándor

Kiadja a Magyar Asztronautikai Társaság, Budapest
kézirat gyanánt

HU ISSN 1788-7771

Készült 400 példányban

Előszó

Az *ÚRTAN Évkönyv* hűséges olvasóinak feltűnhetett, hogy ettől a kötettől kezdve megváltoztattuk a címben szereplő évszámozás logikáját. Korábban, 2006-ig az évszám az Évkönyv kiadásának évére utalt. Úgy gondoltuk azonban, hogy szerencsésebb gyakorlat, ha ezentúl inkább a *beszámolóban érintett év száma* áll a címlapon. Hosszabb idő múlva leemelve a könyvet a polcról, könnyebb lesz majd a tárgyévet azonosítani, akár a kötet címe alapján. (A döntésben szerepe volt annak is, hogy az évkönyvek kiadási időpontját sokszor a pénzügyi lehetőségek is korlátozzák, ezért a dátum néha bizonytalan.) A tavalyi – ebből a szempontból átmeneti – év címadási gondját úgy oldottuk meg, hogy már a címben utaltunk az úrkorszak ötvenedik évére.

2007-ben ünnepeltük az úrkorszak kezdetének, a Szputnyik–1 pályára állításának 50. évfordulóját. Erre a nevezetes alkalomra a Magyar Asztronautikai Társaság is készült. Utólag visszatekintve elmondhatjuk, hogy erőnkhez mérten – sőt talán azon túl is – sikerült méltóképpen megünnepelnünk a jubileumot. Szokásos programjainkon túl rádióműsorokat indítottunk, országos űrkutatósi diákvetélkedőt hirdettünk, kiállítás szervezésében vettünk részt. Az év kiemelkedő eseménye volt Charles Simonyi magyar származású „űrturista” látogatása a Nemzetközi Űrállomáson.

Ezekkel a témákkal olvasóink természetesen az Évkönyv lapjain is találkozhatnak. Szokás szerint összefoglaljuk a világ és hazánk űr kutatásának tárgyévi eseményeit. Szomorú kötelességünk megemlékezni Dr. Mészáros Istvánról, a MANT 2007-ben elhunyt főtitkárhelyetteséről. Beszámolunk a Társaság rendezvényeiről, s közöljük a diákok számára kiírt űr kutatósi esszépályázatunk középiskolás győzteseinek – a legjobb helyezést elért lánynak és fiúnak – a dolgozatát is. Bízunk benne, hogy tagtársaink érdeklődéssel forgatják kiadványunkat, élvezettel olvassák a cikkeket, s évek múlva is hasznos információ-forrás marad az *ÚRTAN Évkönyv*.

Az Évkönyv megjelentetését a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és a Magyar Űr kutatósi Iroda témapályázatán elnyert támogatás tette lehetővé, amiért ezúton is köszönetet mondunk.

Budapest, 2008. december

A szerkesztő

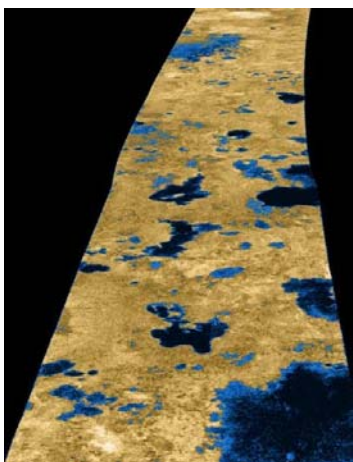
Szemelvények az űrkutató 2007-es eseményeiből

Összeállította: Dr. Kelemen János

Összeállításunkban elsősorban az *Űr Világ* internetes hírportál (www.urvilag.hu) anyagaiból válogattunk. Az eredeti hírek, beszámolók, összefoglalók szerzői: Apáthy István, Boros-Oláh Mónika, Dancsó Béla, Galántai Zoltán, Horvai Ferenc, Horváth Tamás, Frey Sándor, Kecskeméty Károly, Kereszturi Ákos, Pálfalvi József, Szalai Sándor. A felhasznált képek túlnyomó része NASA, ESA és JAXA fotó.

2007. január

Újabb érv a Titan tavai mellett. Van-e folyékony szénhidrogén a Szaturnusz óriásholdjának felszínén? A legfrissebb válasz ismét: igen. A NASA Cassini-űrszondájának 2006. júliusi Titan-megközelítése alkalmával készült radarmegfigyelések eredményeit most hozták nyilvánosságra. Számos gyenge radarvisszaverő-képességű terület mutatkozott az északi féltekén a 70. és a 83. szélességi fok között, melyek simaságuk, alakjuk és a hozzájuk kapcsolódó, folyókra emlékeztető képződmények alapján tavak, illetve tómedrek lehetnek. Eddig legalább 75 ilyen radarsötét területet találtak, amelyek mérete 3 és kb. 70 km közötti.



A tavak peremvidéke változatos; néhol éles, más esetekben fokozatosan alakul át a felszín jellege a tómeder és a környező terület között. A tómedreket nem minden esetben tölti ki teljesen folyadék. A részlegesen feltöltött jelleg arra utal, hogy a folyadékszint változó lehet, időnként akár ki is száradhatnak a képződmények. Bár még mindig nem zárható ki teljesen, hogy a tómedencéket valamilyen kis sűrűségű, a holdon eddig megfigyelteknél sötétebb, szilárd és finomszemcsés üledék tölti ki, a legvalószínűbb az, hogy a medrekben folyékony metán, esetleg metán-etán keverék hullámzik.

Az új radarmérések által lefedett kb. 140 km széles sáv. A színek a felszín radarvisszaverő képességét jelzik: minél sötétebb a terület, annál gyengébben veri vissza a radarhullámokat. A legkisebb megkülönböztethető részletek 500 métereseek. (Kép: NASA/JPL/USGS)

A STEREO első eredményei. A NASA tavaly október 25-én felbocsátott STEREO űrszondapárosának mind a 16 műszere hibátlanul működik az első két hét ellenőrző mérései szerint. A Hold gravitációs terét kihasználva 2006. december 15-én előbb az *Ahead* elnevezésű (vagyis az „elől” haladó) szonda került végső, a Földénél kissé beljebb fekvő pályára. Ezt követi január 21-én a *Behind* a Földtől lemaradva. A manőverek folytán 1 év alatt a két szonda a Nap felől nézve 43 foknyi szögtávolságra kerül majd egymástól. Egyes plazmaműszerek – köztük a magyar részvétellel működő IMPACT – már néhány nappal a felbocsátás után értékelhető eredményeket küldtek, december 4-én pedig sikerült a SECCHI 5 teleszkópjának fedelét is kinyitni, és elkészültek az első – kiváló minőségű – korona- és napfelszín-képek, 2 hullámhosszon látható fényben és egy ultraibolya tartományban.

Bár rövidesen elérjük a naptevékenységi minimumot, december 5-én egy ilyenkor rendkívüli méretűnek számító, X9.0 erősségű (röntgensugárzásban az eddig mért 28. legerősebb) fler jelent meg a Nap keleti oldalán, melyet másnap ugyanarról az aktív területről egy alig

kisebb, X6.5 méretű kitörés követett. A kísérő koronakitöréseket (CME) és az ezeket követő szoláris részecskeeseményt a SOHO-val egyidejűleg a STEREO műszerei is észlelték, a maximális részecskefluxust december 7-én. Az IMPACT LET detektora igen jó tömegfelbontásának köszönhetően sikerült elkülöníteni a Ne, Mg, Si és S elemeket a nagyenergiájú töltött részecskék között. Április elejére a két szonda szögtávolsága eléri a 3 fokot, amely már lehetővé teszi a sztereoképeknek köszönhetően a CME-k Nap-Föld irányú sebességének becslését is.

Úton a legújabb Progressz. A Nemzetközi Űrállomásra (ISS) tartó orosz teherűrhajó két-napos út után szombaton érkezik céljához. A Progressz-M59 (más jelöléssel Progressz-24) Bajkonurból indult, január 18-án. Szokás szerint utánpótlást szállít az ISS három űrhajósa számára, összesen 2,5 tonna tömegben. Nem sokkal a start előtt a feleslegessé vált dolgokkal megrakodott Progressz-22 (vagyis az űrállomáshoz indított 22. teherűrhajó) levált az ISS-ről, s a Föld sűrű légkörébe érve megsemmisült. (A korábbi teherűrhajók közül az ősszel indult Progressz-23 (-M58) továbbra is a Zvezda modulhoz csatlakozva várja hasonló sorsát.) Az új Progressz az orosz Pirsz modulhoz dokkol január 20-án. A mostani indítás különlegessége, hogy az éppen száz évvel ezelőtt született Szergej Koroljovra is emlékeznek vele. A szovjet űrrakéták főkonstruktőrének arcképét a Szojuz hordozórakéta oldalán is elhelyezték.



Földet ért az indiai visszatérő kapszula... pontosabban vizet, hiszen a Bengál-öbölből halászták ki a január 10-én indított SRE-1-et. Az SRE (*Space-Capsule Recovery Experiment*) 11 napig keringett poláris, 637 km magas Föld körüli pályán, fedélzetén anyagtudományi és biológiai kísérletekkel. Január 22-én tért vissza. Az 550 kg-os visszatérő űreszköz alkalmat adott az indiai szakembereknek az emberes űrrepülések technológiájának tesztelésére is.

Lencsevégen a Lutetia kisbolygó. A Rosetta űrszonda 2007 januárjában a 21 Lutetia kisbolygót tanulmányozta. Az űrszonda most kis felbontású képeket készített a kisbolygóról, de még visszatér hozzá. A 21 Lutetiát 36 órán keresztül figyelte meg 2007. január 2-án és 3-án a Rosetta üstököskutató űrszonda. A jelentős magyar részvétellel épített űreszköz végső célpontja a 67P/Csurjomov-Geraszimenko-üstökös, melyet várhatóan 2014 májusában ér majd el. Az űrszondát 2004. március 3-án, hosszú halasztást követően indította az Európai Űrügynökség Ariane-5 hordozórakétával. Útja során a Rosetta megközelíti a Marsot, a 21 Lutetia és a 2867 Steins kisbolygókat (2008-ban illetve 2010-ben). A legnagyobb közelséget megelőzően, Nap körüli keringése idején a Rosetta már megfigyelte a Steins aszteroidát 2006 márciusában, s most a Lutetiára vethetett a távolból egy pillantást. A kisbolygó fényességéből következtethetnek alakjára, pontosabb felszíni összetételére, méretére. Így a nagyobb megközelítésre már bizonyos tudományos információk birtokában kerülhet sor, amikor nagyfelbontású felvételeket is várhatunk az égitest felszínéről. A kb. 100 km átmérőjű Lutetia a megfigyeléskor mintegy 245 millió km-re volt a Rosettától. A Rosetta a tervek szerint 2010. július 10-én, 15 km-es másodpercenkénti sebességgel, mintegy 3 ezer km-re halad el a Lutetia kisbolygó mellett.

Űr-origami. Mi sül ki abból, ha a papírhajtogatás művészetét összeházasítják az űrtechnológiával? Japán specialitás! A papírhajtogatás művészete valószínűleg Kínában született, de a modern időkben Japánban fejleszték tökélyre. Az origami ma is mélyen gyökerezik a japán kultúrában. Szinte természetesnek tűnik, hogy ezt a tudást az űrkutatásban is hasznosítsák. A japán JAXA űrügynökség kutatórészlegénél (ISAS) külön csoport foglalkozik összetett szerkezetekkel. Az egyik vezető téma a napvitorlás: nagyméretű, vékony hártványokat lehetne alkalmazni bolygóközi űrszondák hajtására, a Nap sugárnyomását kihasználva. Bár az így nyerhető gyorsítóerő igen kicsi, de hosszú ideig hat, ezért nagy sebességek is elérhetők vele. Hosszú távon a megoldás hatékonyabb, mint ha a szonda hajtóanyagot cipelne magával. Az alapfeladat nagyfelületű – több tíz méteres – napvitorlák világűrbe juttatása, ami magában foglalja az össze- és széthajtogatás problémáját. Egy hatékonyan működő napvitorla legalább 60 méter átmérőjű, rendkívül könnyű (ezért vékony, akár 10 mikrométeres), és a lehető legkisebb térfogatban elfér a hordozórakéta orrkúpjában. A japánok 2004 óta ötször végeztek napvitorla-kinyitási kísérletet a felsőlétkörben. A technológia a nem túl távoli jövőben alkalmazásra kész lesz. A JAXA még nem végleges tervei között szerepel egy, a Jupiterhez 2011 körül indítandó napvitorlás, ionhajtóművel kiegészítve.



Hasonló jellegű, origami-szakértőknek való feladat nagyméretű antennák feljuttatása és kinyitása a Föld körüli pályán. Erre a legutóbbi példa a decemberben startolt Kiku-8 (ETS-VIII) kommunikációs műhold volt. A kutatások során – amelyek eredményei nagyrészt azért egyelőre az asztalfiókban maradnak – sokszor igyekeznek a természettől ellesni a módszereket. Egy virág kinyílása sok szempontból hasonló probléma: a minimális térfogatba csomagolt szirmokat a lehető legkevesebb energia felhasználásával kell kibontani. Ha egy eredmény nem is hasznosul az űrkutatásban, lehet nem várt alkalmazása is. Az egyik – eredetileg napvitorláshoz készült, immár szabadalmaztatott – módszert egy mozdulattal kinyitható és összecsucskatható turistatérképek gyártására használják.

Lézeres kapcsolat műhold és repülőgép között. Januári beszámolóik szerint az ESA geostacionárius pályán levő Artemis holdja a világon elsőként próbálta ki a kétutas optikai adatátvitelt egy repülőgéppel. A december eleji két tesztrepülés során 6 illetve 10 km-es magasságban repült a gép. Az áthidalt távolság a műholdig kb. 40 ezer km volt. Az oda-vissza kapcsolat hat alkalommal jött létre. (A teljesítmény ahhoz hasonlítható, mintha egy golflabdát kellene eltalálni a Párizs-Brüsszel közötti távolságból.) Az Artemis (*Advanced Relay and Technology Mission Satellite*) korábban sikeresen tesztelte a lézersugárral történő kommunikációt az alacsony pályán keringő francia földmegfigyelő SPOT-4 holddal. Ez kísérlet 2001 novemberében szintén világelsőséget jelentett. Ekkor a SPOT-4 képei optikai úton jutottak az Artemisre, mint átjátszóállomásra, ahonnan rádióhullámok segítségével



érték el a Földet. A SILEX optikai adatátviteli berendezést 2005 novemberétől nemzetközi kísérletben, a japán Kirari műholddal is kipróbálták. Ez volt az első példa a kétutas optikai kommunikációra űreszközök között.

Az optikai technológia a rádiós adatátvitelhez képest számos előnnyel jár. Kisebb tömegű és energiaigényű fedélzeti berendezésekkel nagyobb adattovábbítási sebesség érhető el. Nagyobb a biztonság, az eljárás nem érzékeny a zavaró interferenciára. Az Artemis természetesen rádiós adattovábbítást is végez, például az ESA Envisat holdjának méréseit közvetíti a Földre napi rendszerességgel.

Kínai űrfegyverteszt? Amerikai titkosszolgálati értesülések szerint Kína sikeresen próbált ki egy olyan eszközt, amellyel műholdakat lehet megsemmisíteni. Az egyelőre megerősítésre váró gyanú szerint január 11-én egy kiöregedett kínai meteorológiai műholdon próbálták ki a módszert. Az alacsony poláris pályán keringő, 1999-ben indított Feng Yun-1C (FY-1C) holdat egy ballisztikus rakétával indított megsemmisítő eszközzel tették működésképtelenné. Ha a hír igaz, akkor egy jelentős új kínai katonai eszközzel kell számolni, amely jelen pillanatban még legfeljebb „politikai fegyvernek” tekinthető. Az eset nyomán ráadásul számottevő mennyiségű űrszemét keletkezhetett. A tavaly nagy visszhangot kiváltott új amerikai űrstratégia mögött meghúzódó egyik legerősebb motiváció éppen a kínai szándékoktól, az ázsiai ország gyorsan növekvő űrbeli jelenlététől való félelem. Néhány hónappal ezelőtt például elterjedt a hír, hogy egy amerikai katonai műholdat állítólag kínai lézeres berendezéssel „céloztak meg” a Földről. (A műholdak megsemmisítése természetesen korántsem kínai találmány: ilyen kísérleteket az amerikaiak és a szovjetek az űrkorszak kezdete óta végeztek.)



Moszkítók űrszemmel. A francia SPOT-5 távérzékelő műhold nagyfelbontású képei alapján előre jelezhető Afrikában a fertőző betegségeket terjesztő rovarok megjelenési területei. A Francia Űrügynökség (CNES) által is támogatott kísérlet során Szenegál egy kijelölt területén az időszakos tavak helyeit mérték fel. A csapadékos monszunidőszakban megjelenő állóvizekben szaporodnak el a moszkítók, amelyek aztán megfertőzik a lakosságot és az itatni vitt háziállatokat.

A szúnyogok 400 millió éve vannak jelen a Földön, manapság mintegy egymillió fajjal. A vérszívó rovarok emberek millióinak életét veszélyeztetik az általuk terjesztett fertőző betegségek (pl. a malária, a sárgaláz) révén. Egyes vélemények szerint a klíma globális felmelegedése nyomán a vírushordozó szúnyogok elterjedése nem csak a trópusi területekre korlátozódik majd. A műholdfelvételek és a helyben mért meteorológiai és hidrológiai adatok alapján jól meg lehet becsülni a moszkítók életciklusának kezdetét. A legjobban veszélyeztetett területeket aztán a helyiek elkerülhetik, az egészségügyi hatóságok szükség esetén idejekorán oltásokkal védekezhetnek. A cél a válságkezelés helyett a kockázat kezelése, még mielőtt a helyzet válságosra fordulna. E több kutatási területet felölelő kísérletben a műhold adatok csak az egyik információforrást jelentik.

2007. február

Hamarosan hazaindul a Hayabusa. Ahhoz, hogy a Hayabusa japán kisbolygókutató űrszonda 2010-ben valóban visszajusson a Földre, 2007 februárjában el kell hagynia az Itokawa kisbolygó pályáját. A Hayabusa (Hájabuszá – Sólyom) szonda irányításáért felelős japán szakemberek ezeket a heteket a 2003. május 9-én, M-5 hordozórakétával indított, ionhajtóművel felszerelt kisbolygószonda, az (25143) Itokawát meglátogató űreszköz visszatérésének előkészítésével töltik. Az űrszonda jelenleg az Itokawával azonos pályán

kering a Nap körül. Ahhoz, hogy visszainduljon, nagy szerencse is szükséges, hiszen az űrszonda meglehetősen nehezen teljesítette feladatát, számos meghibásodás lépett fel küldetésének eddigi szakasza során.

A Hayabusa által vizsgált kisbolygó 2006. november 24-én, hosszú idő után végre földi távcsövekkel is megfigyelhetővé vált. A Kiso Observatórium 105 cm-es Schmidt-távcsövével örökítették meg az Itokawát, ami akkor éppen a Gemini csillagképben tartózkodott. A megfigyeléskor 21 magnitúdójú kisbolygó Földtől való távolsága 0,78 Csillagászati Egység (120 millió km) volt. 2007. január 22-én 0,46 CSE, július 23-án pedig mindössze 0,28 CSE lesz bolygónktól mért távolsága. A „Sólyom” által tanulmányozott kisbolygót utoljára 2004 szeptemberében tudták megfigyelni földfelszíni távcsövekkel.

A Hayabusát 2003. május 9-én indították a Kagoshima Űrközpontból, 2005 november 25-én pedig anyagmintát gyűjtött a kisbolygó felszínéről. Küldetése korántsem volt zökkenőmentes: három giroszkópjából kettő leállt, pattogó leszállóegysége, a MINERVA elsuhan a kisbolygó mellett, a mintavétel is csak több próbálkozás után sikerült (feltételezhetően). Az űreszköz jelenleg megközelítőleg 73 millió km távolságba van bolygónktól. Februárban a tervek szerint megint munkába állnak a szonda ionhajtóművei, hogy megkezdjék visszautazását a Földre. 2010 júniusában a kutatók reményei szerint a „Sólyom” épségben ér földet zászmányával, az Itokawa felszínéről származó mintákkal.

A NASA a Holdat bombázná. Egy néhány éven belül megvalósuló becsapódási kísérlettel kívánja a NASA felmérni, mennyi vízjég és milyen koncentrációban rejtőzhet a Hold déli pólusának örökké árnyékban lévő krátereinek mélyén. Az eredmények az emberes expedíciók helyszínét segíthetnek eldönteni.

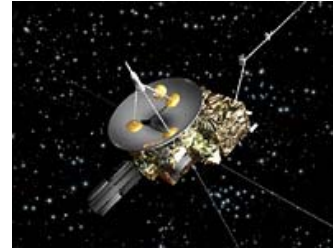


A 2008 októberében indítandó Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) nem sokkal indítása után egy másik holdszonda is követné a NASA legújabb tervei szerint. A 79 millió dollárból megvalósítandó Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) feladata az lenne, hogy a Hold déli pólusába juttasson egy becsapódó egységet. Az űrszonda útjának ötödik napján haladna el a Hold mellett, hogy annak gravitációs lendítő hatását a Holddal majdnem megegyező távolságú Föld körüli pályára álljon. 81 nappal később ismét elhaladna a Hold mellett, a becsapódásra ekkor kerülne

sor. Az anyaszonda érzékelői megfigyelnék az egyharmad futballpálya méretű, öt méter mély krátert, illetve az abból kidobódó anyagot. A spektroszkópos vizsgálatokból a vízjég jelenléte 0,5%-os koncentráció alatt kimutatható lesz. A Clementine és Lunar Prospector amerikai (Pentagon, illetve NASA) űrszondák mérései víz jelenlétére utaltak, az Arecibói rádiótávcső a vízjeget nagy koncentrációban tartalmazó terület nagyságát hozzávetőleg 10 négyzetkilométerre tette. Az LCROSS űrszonda becsapódó egységeként az Atlas-5 hordozórakéta tetejére erősített, átalakított Centaur végfokozatot használnák fel. Az így létrejövő robbanáskor 220 tonna törmelék dobódna ki a felszínből. Mindennek összetétele földi teleszkópokkal is elemezhető lenne. Az esemény után az LCROSS, követve a becsapódó egység sorsát, szintén becsapódna a felszínbe, melynek kidobódó anyagát a földi távcsövekkel szintén megfigyelnék. A programba a Hubble-űrteleszkópot is bevonják. Az LCROSS megvalósítása 2007 februárjának végén érkezik újabb fázisába, amikor elkészül az LCROSS részletes terveinek elemző jelentése. A nyert adatokból a NASA az emberes expedíciók helyszínének eldöntését reméli, a vízjeget ugyanis jól hasznosíthatná egy állandó holdbázison dolgozó személyzet.

Újra a Nap „alatt”. Az Európában épített Ulysses szonda most ismét a Nap déli pólusa fölött repül. A Föld és a bolygók keringési síkja többé-kevésbé egybeesik a Nap egyenlítői

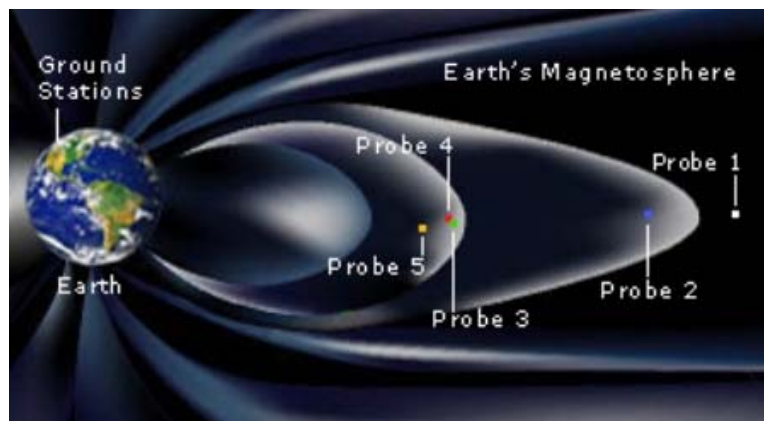
síkjával. Az Ulysses az első űreszköz, amely jelentősen, majdnem merőlegesen kitérve ebből a síkból, központi csillagunkat és környezetét „felülről” és „alulról” is képes megfigyelni. Mostani Nap körüli pályájának periódusa 6,2 év. A programot eredetileg 5 évre tervezték, de az űrszonda és 9 fedélzeti műszere még most, több mint 16 év után is jól bírja a munkát. Működtetésük ugyanakkor egyre nehezebb, mivel a fedélzetén rendelkezésre álló elektromos teljesítmény folyamatosan csökken. (A radioizotópos termoelektromos generátor a radioaktív bomlásból származó hőt alakítja elektromos energiává.) Ezért az utóbbi években csak a legfontosabb mérőberendezések működtek folyamatosan, a többiek felváltva kapcsolják ki és be. Májustól, ahogy a szonda közelebb kerül a Naphoz, szerencsére csökkenteni tudják majd a fűtést. Ezáltal felszabadul annyi energia, hogy a teljes műszerpark egyidőben is működőképes lehet.



Kémholdak Japánból. Egy radaros és egy optikai felderítő műholdat állítottak pályára a szigetországból, H-2A rakétával. A start február 24-én történt a Tanegashima űrközpontból. A radaros távérzékelő űreszköz immár a második a japán kéműhold-programban. A látható fény tartományában dolgozó kéműholdakat korábban 2003-ban és 2006-ban bocsátottak Föld körüli pályára. Mostani társuk a szűkszavú sajtójelentések szerint még jobb teljesítményt nyújt majd. A teljessé váló japán kéműhold-flotta lehetővé teszi, hogy a Föld minden pontjáról minden nap új információkat szerezhessenek. A holdak poláris napszinkron pályára kerülnek. Működtetésükért a japán kormány a felelős, amely azután kezdett a programba, hogy 1998-ban Észak-Korea ballisztikus rakétát indított az ország területe felé. Korábban a műholdas felderítéshez amerikai adatokat, illetve kereskedelmi műholdfelvételeket használtak.

Elindult a THEMIS. Delta-2 rakétával startolt a földi magnetoszféra folyamatait kutató öt kis amerikai műhold. Az indításra Floridából kétnapos késéssel, február 17-én került sor. A THEMIS egy rövidítés: *Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms*. Magyarul nagyjából azt fejezi ki, hogy a program az ún. mágneses szubviharok során bekövetkező eseményeket és nagyskálájú kölcsönhatásokat vizsgálja. A THEMIS a NASA első olyan űrprogramja, amelyben egyszerre öt azonos mesterséges hold kötelékét állítják pályára. Feladata, hogy döntsön a Föld magnetoszférájában lezajló szubviharok (más magyar szakkifejezéssel öbölháborgások) keletkezésére vonatkozó plazmafizikai elméletek közt, és megválaszolja a kérdést, pontosan hol és hogyan jön létre ez a jelenség, mi okozza a sarki fény hirtelen felerősödését. Mindezt a nevéből adódóan teljesen objektíven, pártatlanul teszi – Themis ugyanis a görög mitológiában az igazság istennője...

De mik is a vizsgálandó jelenségek? „Az öbölháborgás a mágneses térnek néhány órás időtartamú, 100 nanoteslánál kisebb amplitúdójú, helyi jellegű vál-



tozása. Nevét onnan kapta, hogy a magnetogramokon egyoldalú kiöblösödés formájában jelentkezik úgy, hogy a mágneses elemek értéke folyamatosan nő, vagy csökken egy szélső értékig, majd fokozatosan visszatér az eredeti értékhez. Egyes öbölháborgások több napon át folyamatosan ugyanabban az időben jelentkeznek. A visszatérési hajlam télen nagyobb, mint nyáron, és gyakoriságukban a 27 napos periódus is megállapítható (ez kb. a Nap tengelyforgási periódusa az egyenlítőn - A szerk.). Az öbölháborgások a magasabb szélességeken és éjjel erősebbek. Mindebből arra lehet következtetni, hogy az öbölháborgásokat a Nap részecskesugárzásával és az ionoszférában levő áramlásokkal hozhatjuk kapcsolatba.” (Völgyesi Lajos: *Geofizika, Műegyetemi Kiadó, 2002*)

A szubviharok működésének felderítése fontos az űridőjárás folyamatainak megértéséhez. Hozzájárul a Föld körül keringő űreszközök és az űrhajók utasainak a veszélyes részecskesugárzástól való megvédéséhez. Mivel az egyes öbölháborgások hatása a Föld körüli tériség nagy részében percekben belül érezhető, egyetlen műhold nem elég a kifejlesztésük vizsgálatához. Az öt, „mosógép méretű” THEMIS hold egyszerre nagy területet tart megfigyelés alatt, a Nap-Föld vonal mentén. Erősen elnyúlt, rezonáns pályájukat úgy alakítják ki, hogy 1, 2 és 4 nap alatt kerüljék meg a Földet. Négynaponta a műholdak egy vonalba kerülnek, a Föld-Hold távolság hatodrészesének illetve felének megfelelő távolságok között. Érdekes, hogy egyelőre még nem dönt el: az öt azonos műhold közül melyik milyen végleges pályára áll majd. Az irányításért felelős szakemberek ezt a start után kb. egy hónappal határozzák meg, mielőtt elindítják a pályamódosító manővereket. A holdak két éves élettartamuk során mintegy 30 szubvihar figyelhetnek majd meg.

Marsi turistatérképek. Az európai Mars Express szonda nagyfelbontású sztereokamerájának (HRSC) felvételei alapján készültek az első marsi topográfiai térképek. Az 1:200 000-es méretarányú térképeken a domborzatot a megszokott szintvonalakkal jelölik, és megjelenítik a felszíni alakzatok neveit is. Az igazi turistáskodáshoz a 250 méterenként berajzolt magassági kontúrok nem volnának túl praktikusak. De mintául készült 1:100 000-es méretarányú változat is, 100 méterenként megjelenített szintvonalakkal, valamint a még több részletet mutató 1:50 000-es, 50 méteres szintkülönbségeket jelző kontúrokkal (ebből egy részletet a lenti képen mutatunk).



Ha terepi sétához egyelőre (több okból) nem is alkalmasak, a marsfelszín részletes kutatásához idővel megkerülhetetlen referenciaként szolgálhatnak az így előállított térképek.

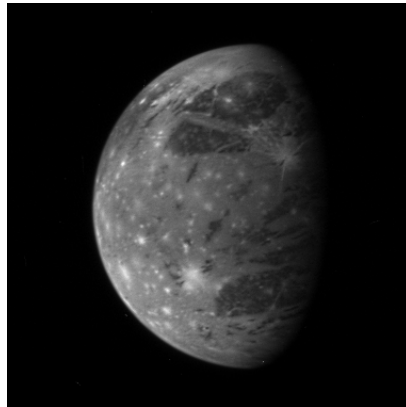
Állandó bázis a Holdon. 2006. decemberi amerikai bejelentés szerint az űrhajósok számára 2024-től lehetne biztosítani az állandó jelenlét feltételeit. *Shackleton-kráter, Déli-sark, Hold.* Talán így címezhetik a jövőben leveleiket azok, akik Holdra látogató rokonaiknak szeretnének írni. Legalábbis erre utal a NASA tavaly decemberi bejelentése, mely egy jövőbeli állandó bázis lehetséges helyszínéként jelöli meg a krátert. Hosszú hónapok teltek el azóta, hogy bejelentették, mi módon képzele a NASA a Holdra való visszatérést. Akkor a tervek nem szóltak az állandó bázis lehetőségéről, noha Bush elnök 2004-es beszédében azt is célként tűzte ki. Az újabban megismert tervek értelmében 2018-ban indulnának ismét űrhajósok a Holdra. Ezt követően, 2020-ban kezdenék meg az állandó bázis kiépítését. Amíg a bázis el nem készül, az űrhajósok egy-egy hetet tartózkodnának a Holdon. Külön vinnék fel az állomás egyes elemeit. A 2024-es teljes kiépítettségtől kezdődően előbb 30 napos időszakokban váltanák egymást, de csak rövid ideig, ugyanis már 2024-ben elindulna az első hosszútávú kutatást végző állandó legénység, ami körülbelül 180 napot tartózkodik majd a bázison. A tervek egyelőre nem kidolgozottak, a végleges helyszín még változhat, ahogyan az első holdraszállás és az első hosszútávú legénység is. (Annak idején a Nemzetközi Űrállomás első állandó személyzetét az amerikaiak szintén csak az ISS kiépítését követően szerették volna elindítani.)



A Jupitert észlelte a Mars-szonda. A Mars körül keringő Mars Reconnaissance Orbiter 40 cm átmérőjű teleszkópja (kamerája) akkora felbontást tesz lehetővé, hogy vele még a Jupiter is könnyedén észlelhető. A HiRISE nevű kamerát használó, s ezzel a Mars felszínéről 20-30 cm-es pixelenkénti felbontású képeket készíteni képes MRO 2007. január 11-én nagyfelbontású képeket készített a Jupiterről és holdjairól, így Mars körül keringő űrtávcsőként működött tulajdonképpen. A kép készítésének az volt az oka, hogy a kutatók kalibrálják a távcső képalkotó műszereinek színméllységét.

Az eljárással már a szonda nyers képei is sokkal telítettebbek, kontrasztosabbak.

A Jupiterhez ért a New Horizons. A Plútó felé száguldó, oda 2015-ben érő amerikai űrszonda menet közben néhány hasznos dolgot gyűjt be a Naprendszer legnagyobb bolygója mellett elhaladva. Ilyenek a képek, a hét fedélzeti tudományos berendezés mérési adatai, de legfőképp az a mintegy 14 ezer km/órás sebesség-növekedés, amit a Jupiter gravitációs lendítő hatása okozott. Az óriásbolygótól „ellopott” energia az űrszonda számára jelentős, a Jupiter viszont nem veszít többet, mint energiájának $1/10^{25}$ -ed részét. (Becslések szerint ez az arány épp akkora, mint egy csepp a földi óceánok teljes vízkészletéhez képest...) A New Horizons mindössze 13 hónappal ezelőtt startolt, és már a Föld környezetét elhagyva is az eddigi leggyorsabb űrszondának számított. A megközelítés során mintegy 2,3 millió km volt a szonda legkisebb távolsága a Jupitertől. Ez a négy Galilei-féle hold közül a legkülsőnek, a Callistónak a távolságánál kicsit nagyobb. A távolság elegendően nagy volt ahhoz, hogy az óriásbolygó magnetoszférája ne okozhasson károkat a műszerekben. Az esemény magyar idő szerint február 28-án, reggel háromnegyed 7 körül következett be. A Jupiter közelében készített felvételek túlnyomó részét a szonda fedélzetén tárolják, s március-április folyamán sugározzák a Földre.



Iráni rakétaindítás. Iráni bejelentés szerint elérte a világűrét a vasárnap indított saját fejlesztésű rakétájuk. A szűkszavú hivatalos bejelentés február 25-én, a teheráni állami televízióban hangzott el. A sikeresnek nevezett teszt része annak az iráni űrprogramnak, amelynek keretében 2010-ig öt műholdat szeretnének pályára állítani. Az első iráni műhold orosz együttműködéssel 2005-ben startolt. A tudományos és technológiai miniszter szerint az ország felgyorsulni látszó műholdas tervei közt első helyen a távközlés és internet-hozzáférés fejlesztése áll.

Kína nigériai műholdat épít. Kína afrikai gazdasági terjeszkedésének egyik érdekes eredményeként Kína a Nigériával való gazdasági (elsősorban olajipari) együttműködésért cserében vállalta, hogy Nigéria számára kommunikációs holdat épít. Nigéria a világ egyik legnagyobb olajexportálójaként fontos afrikai bázis az olajfelhasználásban is az elsők közé törő Kína számára. A nigériai olajért cserében fizetendő juttatás mellett Kína egyéb beruházásokkal is igyekszik meggyőzni nigériai partnereit arról, ő a megfelelő felvásárló. Egy ilyen, még 2004 decemberében aláírt megállapodás szerint a távol-keleti ország vállalta a következő nigériai műhold megépítését, természetesen a nigériai igényeknek megfelelően, szoros együttműködésben.

A nigériai szövetségi kormány 450 millió dollárt fektet be a programba (más kérdés, hogy ezt az összeget olajért cserében valószínűsíthetően vissza is kapja). Az öt tonnánál valamivel nagyobb telekommunikációs műhold megépítésén kívül ebből a földi kiszolgáló rendszerek felépítésére, a mérnökképzésre és az egyéb kapcsolódó kiadásokra is futja majd. A 2007 elején a Hszicsang (Xichang) Űrközpontból Hosszú Menetelés-3B hordozórakétával felbocsátandó műholdat a Kínai Nagy Fal Ipari Társaság (*China Great Wall Industry Corporation*) építi majd meg. A Nigcomsat-1 (*Nigerian Communication Satellite*) fedélzetén 4 C-sávú, 18 Ku-sávú, 4 Ka-sávú és 2 L-sávú transzponder kap helyet. A hold két kiszolgáló létesítményét Abujában (Nigéria) és Kashiban (Kína) építik fel. A műhold a kínai Dongfanghong-4 műhold platformjával egyezik meg.

STEREO-napfogyatkozás

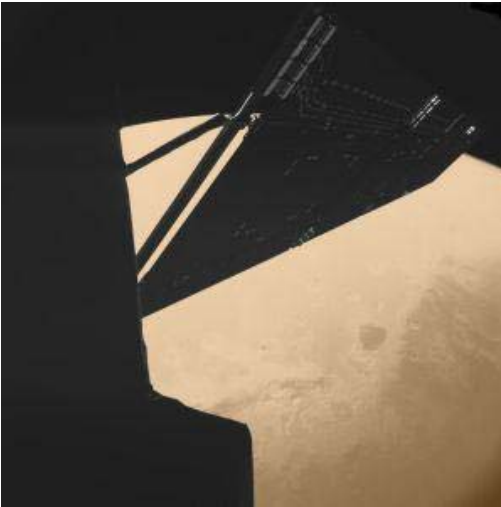


Február 25-én a napkutató STEREO űrszondák egyike (a Földtől lemaradó, a B jelű) a Hold árnyékába került. A kép négy különböző színszűrővel készített felvétel kombinációja. A Hold körvonalait jobbról-balról közrefogó fénylő aktív tartományok a naplégkörben a látható fényben sötét napfoltoknak felelnek meg. A Hold a STEREO-B fedélzetéről csak kb. negyedakkorának látszik, mint a Földről. Ez azért van, mert az űrszonda immár a Föld-Hold távolság négyszeresénél is messzebb távolodott a Holdtól. A Hold átvonulása nem csupán látványosság. A STEREO programon dolgozó szakemberek arra használják ki az alkalmat, hogy a képalkotó berendezéseket ellenőrizzék és kalibrálják.

2007. március

Magyar műszer a Marsnál. A Rosetta üstökösszonda leszállóegységének (Philae) magyar közreműködéssel készült, a mágneses tér és a plazma paramétereit mérő műszere (ROMAP) egyedülálló méréseket végzett a Mars melletti elhaladás során. Mint ismeretes, az ESA által 2004-ben útjára indított űrszonda tíz évi repülés után ér majd a Csurjumov–Geraszimenko-üstököshöz, ahol az anyaszonda az üstökös magja körüli pályára áll, majd lebocsátja közel száz kilogramm tömegű leszállóegységét (*Rosetta lander*, Philae) a mag felszínére. A hosszú út folyamán négyszer kerül sor ún. hintamanőverre, amikor bolygóközeleli elrepülések során az űrszonda járulékos lendületet kap – három esetben a Földtől, egy esetben a Marstól. Ez utóbbira most, február 25-én került sor; a Föld következő megközelítésének időpontja 2007. november közepe lesz. A hírek középpontjában az anyaszonda OSIRIS nevű kamerájának szenzációs felvételei álltak, miközben látványos képet készített a leszállóegység CIVA kamera-együttesének egyik tagja is, és fontos tudományos méréseket végzett az ugyanott

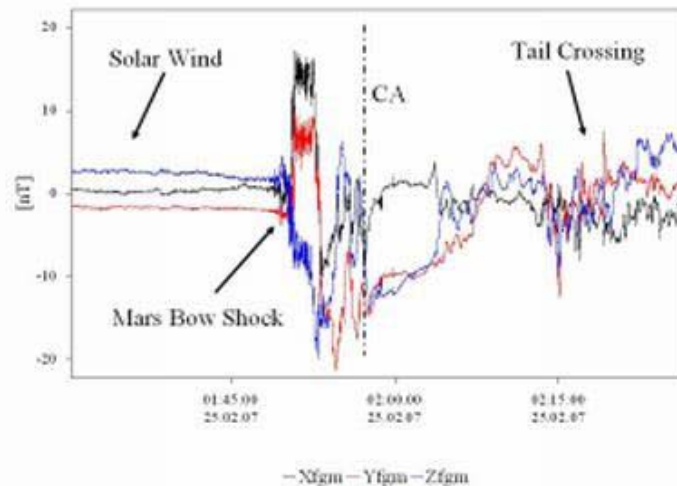
elhelyezett ROMAP mérőműszer magneto-
métere.



A Philae leszálló egység CIVA kamerája által a marsközeleli időpont előtt 4 perccel készített felvétel, melyen előtérben az űrszonda és az egyik napelem egy része is látható

A Rosetta űrszonda-programban történő jelentős magyar részvétel döntő hányada a Philae leszállóegységhez kötődik. A fedélzeti energiaellátó rendszeren (BME SZHRT fejlesztése) és a központi számítógépen (KFKI RMKI és az SGF Kft. fejlesztése) kívül két mérőműszer-együttes (ROMAP, SESAME) egyes műszereit vagy azok részegységeit is hazai kutatóhelyen, a Magyar

Tudományos Akadémia KFKI Atomenergia Kutatóintézetben fejlesztették illetve készítették. A Mars megközelítése során a kamerák által készített felvételek mellett a ROMAP mérési eredményei kaptak publicitást. A ROMAP (*Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor*) 3-tengelyű, fluxgate rendszerű magnetométere igen nagy érzékenységű (10 pT), alkalmas az üstökösmağ esetleg igen gyenge remanens mágneses terének kimérésére is. A Mars – az üstökösmağhoz hasonlóan – nem rendelkezik erős, globális mágneses térrel. Gyenge, összetett és változó mágneses tere a bolygót körülvevő, a napszél által erősen befolyásolt gyenge magnetoszféra és a bolygó kérgében lévő helyi mágneses „foltok” (anomáliák) eredménye. A ROMAP magnetométere a legjobb megközelítés (CA: *Closest Approach*) előtti és utáni fél órában mért. Nyomon követhető, hogy miként válik a Mars mágneses tere egyre összetettebbé, amint a szuperszónikus sebességgel haladó, „zavartalan” napszél (*Solar Wind*; bal oldali szakasz) találkozik a magnetoszféra külső határával, a fejhullámmal (*Mars Bow Shock*), ahol szubszónikus sebességre lassul, és turbulenssé válik. A turbulencia a magnetoszféra csóvájában (*Tail*) is megmarad (jobb oldali szakasz). A mérési eredmények szinte egyedülállóak, hiszen a Rosetta pályája jelentősen különbözött a Mars körül keringő szondák megszokott pályájától. A Fobosz–2 orosz űrszonda volt eddig az egyetlen, mely hasonlóképpen különleges nézőpontból biztosított „betekintést” a Mars plazma-környezetébe.



Hat új amerikai katonai műhold indult. Az Atlas-5 rakéta négy kísérleti mikroműholdat és egy autonóm műholdjavítási módszert kipróbáló párost juttatott a világűrbe. A startra március 9-én került sor Cape Canaveralról, Floridából. A *United Launch Alliance* (ULA) által üzemeltetett hordozóeszköz négy mikroműholdat és két kísérleti Orbital Express holdat állított pályára. Az Orbital Express az amerikai légierő STP-1 (*Space Test Program-1*) kísérletének része. A programban azt próbálják ki, hogy hogyan szervizelhető egy már pályán levő űreszköz autonóm módon, egy másik műhold segítségével. A most pályára állított, 300 millió dolláros műholdpáros egyik tagjára a javító, a másikra a javítandó szerepét osztották. A 952 kg-os ASTRO műhold „célpontja” a 226 kg-os NextSat. A három hónaposra tervezett kísérlet során műhold-megközelítéseket, az üzemanyag újratöltését, illetve alkatrészek cseréjét próbálják ki. A többi négy űreszköz:

- MidStar-1 (116 kg) – az amerikai haditengerészeti akadémia hallgatói által épített hold technológiai kísérleteket végez, pl. számítógéppel, elektrokémiai membránokkal és mikrodoziméterrel.
- STPSat-1 (156 kg) – légköri adatokat gyűjt és űrtechnológiákat próbál ki.
- CFESat (159 kg) – új antennát, energiaellátó rendszert és fedélzeti adatfeldolgozó „szuperszámítógépet” teszlet.
- FalconSat-3 (54 kg) – a Föld plazmakörnyezetét tanulmányozza, illetve új berendezéseket, pl. a műhold helyzetét beállító rendszert próbál ki.

Orion + Ares = Constellation. Eddig csak egy bűvös név volt ismert: a NASA következő űrhajója Orion néven fogja szállítani utasait a Holdhoz és az űrállomáshoz. De új neveket is tanulhatunk. Az Orion űrhajó és az azt hordozó Ares rakéták kifejlesztését Constellation program néven fogják össze a NASA-n belül. Ahogy az már ismert, az űrrepülőgép-program 2010-es leállítását követően 2014-ig repülőképes űrhajót szeretnének az amerikaiak és 2020-ra vissza szeretnének térni a Holdra. A Constellation program feladata az eszközök kifejlesztése mellett egy pontos koncepció kidolgozása a holdi leszálláshoz. Természetesen az Apollo programhoz kidolgozott koncepciók rendelkezésre állnak, ezért nem kell a nulláról indulni, ám



mégis valamiféle újdonság jött létre. A John Houbolt nevéhez kötődő LOR koncepció és Wernher von Braun EOR koncepciójának érdekes keveréke öltött testet. Két rakéta startol: egy kisebb az embert szállító űrhajóval és egy nagyobb a holdkomppal és egy hajtóművel, valamint hajtóanyaggal a holdirányú pályamanőverhez. A manőver érdekessége, hogy szokatlan – bár nem példa nélküli – módon az űrhajósok menetiránynak háttal gyorsulnak majd a hold felé. További érdekesség a koncepcióban, hogy a Holdhoz érve mind a négy (!) űrhajós átszáll a holdkomppba és leszállnak a felszínre, az anyaűrhajó automatikus üzemmódban, ember nélkül kering majd Hold körüli pályán az űrhajósok visszatéréséig.

Az egész program kulcsának számító eszközök, a hordozórakéták háza tájékán is új fejlemények vannak. Legfontosabbként talán a rakéta névadását említhetjük. A rakéta, vagy inkább rakétacsalád az Ares nevet kapta. (Ares a görög mitológia hadistene, a római Mars megfelelője.) Az embert szállító kisebb változat az Ares I, a tehergép (a holdkompot, a hajtóanyagot és a hajtóművet szállító) nagyrakéta pedig az Ares V nevet kapta. A legelső elképzelések a jelenlegi STS rendszer elemeiből építkeztek, ám most egy öreg harcost is csatába hívnak, nem kevésbé szimbolikus módon és az űrrepülőgépes részegységekre kevesebb szerep hárul majd. A rakétarendszerben helyet kap a J-2X hajtómű, amely a régi Saturn rakétákban szolgáló J-2, valamint annak egy '70-es évekbeli egyszerűsített, de sohasem repült változatának, a J-2S-nek egyenes ági leszármazottja lesz. Ezen kívül elvetik az űrrepülőgép folyékony hajtóanyagú hajtóműveit, helyette a jelenleg a Delta IV-ben működő RS-68-at alkalmazzák.

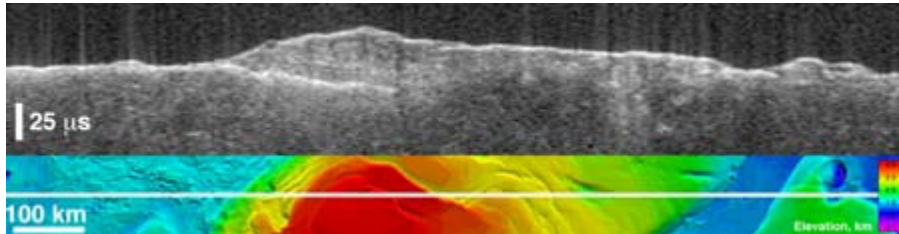
Ezek alapján az Ares I egy kétfokozatú hordozóeszköz lesz. Első fokozata az űrrepülőgépről származó szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta (SRB) lesz, a második fokozatban pedig egy darab J-2X teljesít majd szolgálatot. A végső pályára állást – szintén újdonságként – az Orion főhajtóműve végzi majd el. Az Ares I ebben a konfigurációban 25 tonna hasznos terhet képes Föld körüli pályára állítani (a négy embert szállító holdűrhajót, vagy hat embert az űrállomásra, esetleg más, az űrállomás üzemeltetéséhez, vagy építéséhez szükséges eszközöket). „Természetesen” szakítanak az űrrepülőgépes „párhuzamos szereléssel”, az Orion a rakéta csúcsán indul a magasba.



Az Ares V kialakítása STS-szerű lesz. Két SRB fogja közre az újonnan fejlesztett – megnagyobbított – hajtóanyagtartályt, amely öt RS-68-at táplál. Ez a konfiguráció egyből Föld körüli pályára juttatja az ún. földelhagyó fokozatot (Earth Departure Stage), amely egy adapterben hordozza a holdkompot és amelyet a holdirányú gyújtáskor stílszerűen egy darab J-2X hajt meg. Az Ares V méretében és teljesítményében is emlékeztet a Saturn V-re. A nagyrakéta közel 130 tonnát lesz képes Föld körüli pályára állítani – a Saturn egykor 140-et –, és magassága is az egykori óriásra hajaz: 108 méter magas lesz a régi holdrakéta 121 méteréhez képest.

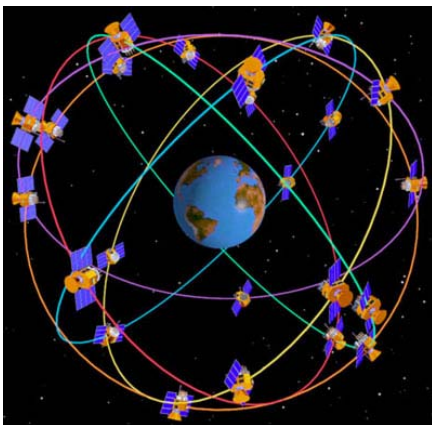
Ahogy persze az minden korábbi programnál szokás volt, az elképzelések a kezdeti szakaszban képlékenyek, így akár az is előfordulhat, hogy egy egészen más űrszerelvény indul majd a Hold felé 2020(?) -ban. Csak már indulna...

Sok fagyott víz van a Marson. A Mars Express radarmérései alapján megbecsülték a déli pólus környékét fedő jégrétegben tárolt víz mennyiségét. Az eredmény: ez a vízmennyiség folyékony állapotban kb. 11 méter mély tengerrel borítaná be az egész bolygó felszínét. Az ESA Mars Express űrszondájának MARSIS (*Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionospheric Sounding*) radarjával több mint 300 irányban készítették „metszetet” a bolygó déli poláris vidékén. A jeget is tartalmazó üledék vastagságára a réteg felszínéről, illetve az alsó határoló kőzetrétegről visszaverődő radarjelek alapján lehet következtetni. Egyes helyeken akár 3,7 km vastag is lehet a jeges réteg.



A kép felső részén egy radarkép, az alsó képen a Mars Express szondának a bolygó felszíni térképére vetített pályája – ennek mentén történt ez a mérés. Hogy a Marson vízjég van, méghozzá sok, az persze nem új eredmény. (Kérdés, hogy elég-e, hiszen egyes számítások szerint a bolygón valaha még ennél is több víznek kellett lenni.) A most fellelhető vízjég pontos mennyiségét eddig csak kevésbé megbízhatóan lehetett megbecsülni. Az északi pólus vidékét lefedő mérésektől hasonló eredmények várhatók.

A Falcon-1 elindult, de... A műholdindítások olcsóbbá tételét célul kitűző SpaceX vállalat hordozóeszköze második alkalommal sem működött tökéletesen. A Falcon-1 rakétát március 21-én indították az Egyesült Államok katonai támaszpontjáról, a Csendes-óceáni Marshall-szigetekhez tartozó Kwajalein-atollról. A rakéta rendben elhagyta az indítóállást, de emelkedés közben meghibásodott, így nem tudta legyőzni a Föld tömegvonzását. Az irányítók a második fokozat működése közben veszítették el a kapcsolatot a hordozóeszközzel. A félsiker ellenére Elon Musk, a *Space Exploration Technologies* cég (SpaceX) alapítója és elnöke elégedetten nyilatkozott a tavalyi első kísérlet óta elért haladást illetően. A következő indítást augusztusra tervezik. Akkor komolyabb hasznos terhe is lenne a Falcon-1-nek, az amerikai haditengerészet TacSat-1 kísérleti műholdja. (A mai start során két kisebb NASA-kísérlet utazott volna a világűrbe.)

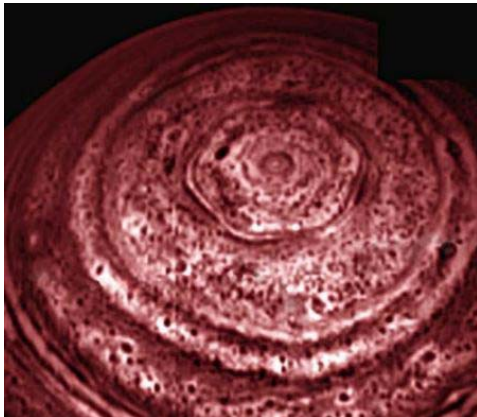


Végeznek a legöregebb működő GPS-holddal.

Az amerikai műholdas navigációs rendszer 16 éve működő egyik műholdját hamarosan eltávolítják pályájáról. Az eltelt több mint másfél évtized alatt, mióta a veterán műhold a rádiójeleit sugározza a Föld felé, a GPS egy szűkebb szakmai réteg által ismert alkalmazásból egy világszerte elterjedt, szinte mindenki által használt szolgáltatás lett. Az SV-15 jelű GPS-hold 1990. október 1-jén startolt a floridai Cape Canaveralról, az amerikai légierő bázisáról. A GPS (*Global Positioning System*) globális navigációs műholdrendszerét ugyanis az amerikai hadsereg üzemelteti, bár hasznosítási területei (szárazföldi, vízi és légi navigáció, hely-

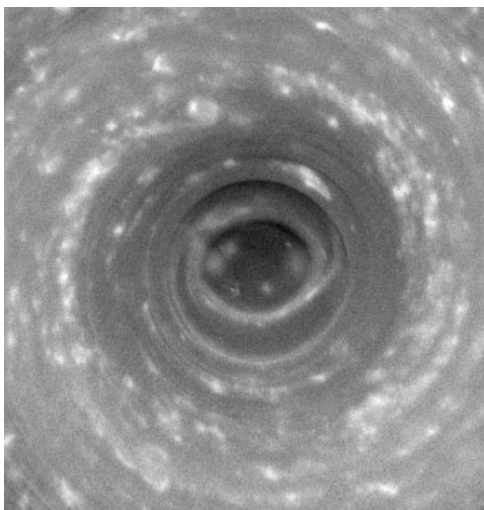
zetmeghatározás, időszinkronizáció, térképezés, geodézia, meteorológia, alacsony pályán keringő műholdak pályameghatározása, stb.) jócskán túlterjednek a katonai alkalmazásokon.

A most végét járó hold alaposan túlélte 7 évesre tervezett névleges élettartamát. Végül az utolsó fedélzeti frekvencia-etalon (atomóra) pontossága nem érte már el a megkívánt mértéket. Március 14-e óta nem sugároz navigációs jeleket a felhasználók számára, s kb. egy hónapos végső tesztorozat után megszabadulnak tőle: eltávolítják eddig elfoglalt, 20 200 km magas pályájáról (vagyis megemelik a pályamagasságát, hogy a jövőben ne „találkozhasson” a konstelláció működő tagjaival). Helyére hamarosan új űreszköz kerül. Az SV-15 volt az utolsó működő darab a GPS Block II-es sorozatából. (Jelenleg már Block IIA, IIR és a legújabb típusú IIR-M holdak üzemelnek.) Természetesen nem ez a rendszer első műholdja, amely felmondta a szolgálatot, hiszen az első Block I-es GPS-hold még 1978-ban indult!



Furcsa alakú légörvény a Szaturnuszon. A Cassini felvételein az óriásbolygó északi pólusát egy hatszög alakú légköri képződmény övezi. Hasonlót eddig a Naprendszer egyik bolygójának vagy holdjának a légkörében sem találtak. A hatszög oldalai gyakorlatilag egyenlő hosszúságúak. A méhsejtre emlékeztető képződményt már két évtizeddel ezelőtt a Voyager-1 és -2 űrszondák is megörökítették. Ezt azt bizonyítja, hogy a jelenség hosszú ideig stabilan fennmarad a Szaturnusz légkörében.

Fenti kép: A Cassini-űrszonda VIMS műszerének infravörös képe. Mivel a terület most a bolygónak a Nappal átellenes oldalára esik, ezért a látható fény tartományában működő kamerák nem tudnak róla képet készíteni. A 15 évig tartó sarki éjszakából még kb. 2 év van hátra... (Kép: NASA/JPL/University of Arizona)

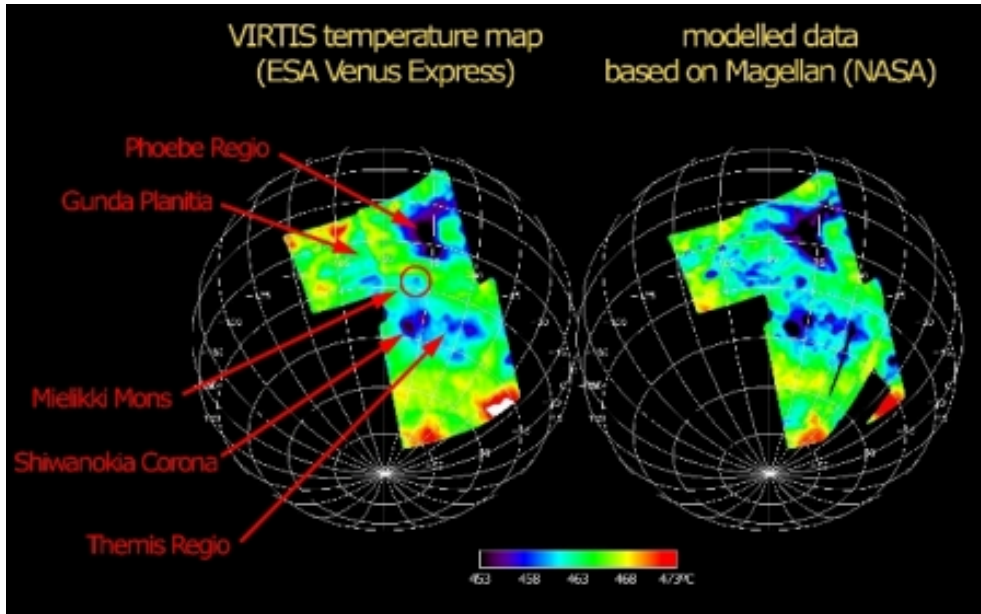


A Cassini képein a „rég” hatszögön belül egy kisebb, jóval sötétebb hatszög is felismerhető. A külső hatszög 25 ezer km-es, közel négy Földet lehetne elhelyezni belsőjében. A legújabb felvételek szerint a szerkezet meglepően mélyen, 100 kilométerrel a felhők felső határa alatt is folytatódik. Belül felhők rendszere kavargó.

Érdekes, hogy a bolygó másik, déli pólusa egészen másképp néz ki. Ott a légkörben egy hatalmas, 8000 km-es átmérőjű, hurrikánra emlékeztető képződmény alakult ki.

Lenti kép: A Szaturnusz déli pólusának környéke Cassini felvételén, közepén egy szemre emlékeztető alakzattal. (Kép: NASA/JPL/Space Science Institute)

Mi újság a Vénusz körül? A bolygó forró felszínén még forróbb foltokat is azonosítani tudnak az európai Venus Express szonda segítségével. A 2005 novemberében startolt, a Vénuszhoz 2006 áprilisában érkezett szonda VIRTIS (*Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer*) műszerével a bolygófelszín nagy kiterjedésű részleteinek hőmérsékleti térképe készíthető el.



Hőmérsékleti térképek a Vénusz déli féltekéjének egy részletéről, a Venus Express mérései alapján (balra) és a Magellan felszínmodelljéből számolva (jobbra). A nagy felföldek és a vulkanikus felszíni alakzatok jól kivehetők. (Kép: ESA/VIRTIS-VenusX Team)

A közeli infravörös hullámhosszakon – a felhőzet hozzájárulásának eltávolításával – gyakorlatilag a légkör aljáig leláthatunk, ezt használja ki a képalkotó spektrométer. Az így kapott adatokat azután össze tudják vetni a felszíni hőmérsékletre vonatkozó jóslatokkal. Ez utóbbiakat az amerikai Magellan űszonda 1990 és 1994 között, radarmérésekkel készült pontos felszínmodelljéből számítják, feltételezve, hogy a magasság növekedésével egyenes arányban csökken a hőmérséklet. A két térkép összevetésével azonosíthatók a Vénusz felszínének „forró foltjai”, amelyeket például jelenleg is folyó vulkáni tevékenységből származó kitörések, lávafolyások okozhatnak. A méréseket 2006 augusztusában végezték és az eredményeket még tavaly decemberben tették közzé az ESA honlapján. A Venus Express működése zavartalan, adatai folyamatosan érkeznek. Az ESA illetékes tudományos programbizottsága február végén hosszabbította meg a Venus Express (és a Mars Express) hivatalos küldetését 2009 közepéig.

2007. április

Európa radar-mozaikképe. Az Envisat ASAR apertúraszintézis-radarjának 143 felvételéből összeállították kontinensünk képét – ahogyan az a világrűrből látszik. Az európai földmegfigyelő mesterséges hold, a 800 km magasan keringő Envisat tíz műszere közül az egyik – a legnagyobb – az ASAR (*Advanced Synthetic Aperture Radar*). Működésének elve, hogy a műholdról kibocsátott 5,6 cm-es hullámhosszú rádióhullámok a légkörön (a felhőzeten is) áthatolva a Földről visszaverődnek. Ezt a jelet felfogva feltérképezhető a felszín. Az ASAR két üzemmódban működtethető: a 400 km-es szélességű sávokat 1 kilométeres felszíni felbontással, illetve még részletesebben, 150 m-es felbontással képezheti le. Egyes területek visszaverő képessége eltérő: a megfelelő szögben álló sima felületek például fényes radarjelet produkálnak, a hullámzó vízfelületek ellenben alig verik vissza a rádióhullámokat a műhold irányába.

Az Envisat folytatja az ESA ERS-1 és ERS-2 holdjainak a 90-es évek elejétől végzett munkáját, így ma már hosszú időtartamot lefedő radarkép-sorozatok állnak a kutatók és az alkalmazók rendelkezésére. A műhold a felszín egy adott pontjáról nézve 35 naponként pontosan ismétli pályáját, de néhány nap alatt valamilyen formában az egész Földet „átfésüli”. Az eltérő időpontokban készült képek összehasonlításával (a radar-interferometria módszerével) a földfelszín magasságának változásai is kimutathatók. Rövidebb időtávon a radarképeket például a jéghegyek mozgásának követésére használják. Az Envisat naponta 10 gigabájtnyi adatot küld a földi követőállomásokra, ahol azokat közel valós időben feldolgozzák. Az európai mozaikkép a 2006. január és május között kapott adatokból készült.

Új kanadai távközlési hold indult. Az ANIK-F3 jelzésű műholdat Proton hordozórakéta állította pályára Bajkonurból április 10-én. Ez volt a negyvenedik olyan kereskedelmi műholdindítás, amely a Proton hordozórakétát az ILS (*International Launch Services*) cég szervezésében használta. Az első ilyen start éppen 11 évvel ezelőtt egy európai ASTRA műsorszóró holdé volt. Az ANIK-F3-at az ottawai székhelyű Telesat Canada üzemelteti. Végső pozíciójából, a geostacionárius pályán a 118,7° nyugati hosszúságról televíziós, üzleti távközlési és internetes szolgáltatásokat nyújt majd Észak-Amerikában, várhatóan már a jövő hónaptól kezdve. Élettartamát 15 évre tervezik. A három frekvenciasávban összesen 58 transzponderrel felszerelt műholdat az európai EADS Astrium gyártotta.

ESA földi állomás Új-Zélandon. Az Európai Űrügynökség teherszállító űrhajójának első, ősszel esedékes indítása idejére a Csendes-óceán déli részén is szeretne egy földi követőállomást létesíteni. Az állomás megépítését lehetővé tevő nemzetközi egyezményt március 29-én Párizsban írta alá az ESA főigazgatója és Új-Zéland franciaországi nagykövete. Az európai automata teherszállító űrhajó (*Automated Transfer Vehicle, ATV*) első példánya, a Jules Verne Ariane-5 rakétával Francia Guyanából indul, a legutóbbi tervekhez képest ismét némi késéssel, előre láthatólag csak az ősszel. A jövőben az ATV-nek fontos szerepet szánnak a Nemzetközi Űrállomás (ISS) ellátásában. Az orosz Progresszekhez hasonlóan tartalék alkatrészeket, műszereket, élelmet, vizet, oxigént szállítana a fenn dolgozó űrhajósok számára. Dokkolás után alkalmas lenne az ISS pályamanőverezésére, a felesleges dolgokkal megpakolva és az űrállomásról leválasztva pedig elégetnék a légkörben. Az Ariane-5 rakéta 260 km magas, az Egyenlítőhöz képest 51,6°-os hajlásszögű pályára állítja az ATV-t. Innen az űrhajó saját hajtóműveinek igénybe vételével közelíti meg az ISS-t, ahová önműködően csatlakozik. A kifejezetten a Jules Verne startjára vonatkozó modellszámítások alapján nagy szükség volna egy földi állomásra a Csendes-óceán déli térségében, ahonnan jól követhető a hordozórakéta harmadik fokozatának működésbe lépése, az űrhajó leválása és végső pályára állása. Az ESA ebből a célból ki szeretné bővíteni meglévő földi követőhálózatát, egy hordozható állomás Új-Zélandra telepítésével. A „terep” felmérése 3 éve kezdődött. A

kiszemelt hely az Awarua nevű területe, Bluff városához közel (a déli sziget déli csücskénél), ahol a kezdeti munkálatok (út, infrastruktúra előkészítése) január óta már folynak. Ezt szentesítették a most aláírt egyezményvel. Az ESA által finanszírozott beruházás 200 ezer euróba kerül és május közepére lehet kész.

Olasz űrtávcső indiai rakétával. Az AGILE olasz gammacsillagászati műhold indiai PSLV rakétával indult hároméves küldetésére. A startra április 23-án került sor India keleti partjai közeléből, a Satish Dhawan űrközpontból. Az Olasz Űrügynökség (ASI) holdja a legnagyobb



energiájú elektromágneses hullámok tartományában térképezi fel az égboltot. Az indítás mérföldkő az indiai űrprogramban, hiszen ez volt az első igazi kereskedelmi start. Az 1993 óta használt PSLV (*Polar Satellite Launch Vehicle*) rakéták másodlagos teherként korábban is szállítottak kis külföldi építésű

űreszközöket, de az olaszok voltak az első fizető „ügyfelek”. Az AGILE fedélzetén a gammatartományban érzékeny képalkotó berendezés, egy röntgendetektor és egy mini-kaloriméter található, amellyel gyorsan lezajló események (például gammakitörések) után kutatnak majd, néhány hónapos tesztüzem után. A műhold a nagyenergiás csillagászati űreszközök közül az eddigi legolcsóbb és legkompaktabb, csupán 130 kg tömegű. (Összehasonlításul: az 1991-ben indult, 2000-ben megsemmisült amerikai Compton gammacsillagászati hold EGRET műszere, amely hasonló energiatartományban volt érzékeny, 1,8 tonnás volt, más elven működött, s feleakkora érzékenységgel volt, mint most az AGILE.) Az AGILE tudományos megfigyelései segítenek majd a GLAST, a NASA decemberben felbocsátandó gamma-űreszközjének kiválasztásában is. Különleges képessége, hogy akár az égbolt egynegyed részét is meg tudja figyelni egy időben. A rendkívül gyors gammafelvillanásokról – ha éppen nincs egyetlen földi követőállomással sem kapcsolatban – távközlési műholdak segítségével értesíti a csillagászokat.

A Dnyepz sikeresen visszatért. Április 17-én a hordozórakéta összesen 14 kis műholdat állított pályára Bajkonurból. Ez volt az első start a tavaly nyári kudarc óta, amikor egyszerre 18 műhold veszett el az indítás utáni pillanatokban. A háromfokozatú, ballisztikus rakétából átalakított Dnyepz várakozó megrendelői között van a Bigelow Aerospace cég, amely a második felfújható űrmodulját, a Genesis-2-t szeretné mielőbb pályára állítani. A mostani start után alacsony poláris napszinkron pályára került műholdak fele arab – egyiptomi és szaúd-arábiai – megrendelésre készült. Ezek távérzékelési és kommunikációs feladatokat látnak el. A másik hét miniatűr űreszköz a CubeSat program részeként repül. Három „cso-magban” jutottak Föld körüli pályára, ahol aztán szétváltak. A legnagyobb CubeSat hold a MAST (*Multi-Application Survivable Tether experiment*). Célja a három kis egységet összekötő kábelek tartósságának vizsgálata a világűrben.

Űr-tesztközpont épül Magyarországon.

Egy idén induló 2,2 milliárdos beruházás nyomán hazánk vezető szerepre tehet szert a térségben az űrpar területén. A terv keretében a Zsámbéki-medence területén egy olyan űr-tesztközpontot kívánnak létesíteni, amelyhez hasonló Európában négy van, ugyanakkor a kontinens keleti felén még egy sincsen. A tervek szerint az Űrpari Technológiai- és Tesztközpont űrberendezések tesztelését és minősítését végzi. A létesítmény egy képzési-oktatási szolgáltatást is nyújtó űrkutatási központot foglal magában, technológiai és tesztközponttal, a kapcsolódó kis- és középvállalkozások céggözpontjaival és laborjaival, valamint K+F intézetekkel, összesen közel 30 hektárnyi területen.



(Látványterv: Talentis Group)

Az ilyen tesztközpontok a nagyközönség által kevésbé ismert, mégis kiemelt jelentőségű létesítmények – nélkülük ugyanis egyetlen üreszközt sem tudnának biztonságosan üzemeltetni. Az űrkutatásban az egyes berendezéseket és a kész, már összeszerelt egységeket a start előtt kiterjedt ellenőrzéseknek vetik alá. Ennek során vizsgálják például, hogy a rendszer miként bírja az induláskor fellépő gyorsulást, rázkódást és egyéb kellemetlen behatást. Tanulmányozzák a berendezések működését vákuumban, alacsony és magas hőmérsékleten, továbbá olyan intenzív sugárzások közepette, amilyeneknek a világűrben lesznek kitéve. A tesztközpontok a fentiekén túl széleskörű fejlesztési munkát is végeznek, elsősorban azt kutatva, hogy a meghibásodások jellegét miként lehet a Földön fogott jelekből megállapítani, továbbá milyen fejlesztésekkel csökkenthető ezek kialakulásának esélye.

A hazai kutató-fejlesztőhelyek közös problémája, hogy az űrminősítésű szerelés és tesztelés Magyarországon nem megoldott, így csak hatalmas költségek árán, az elnyert megbízások jövedelmezőségét kockáztatva tudják a végszereléseket és a teszteléseket elvégezni valamelyik nyugat-európai központban. A hazai „űrripari műhelyek” méreteikhez képest nagy kutatási potenciállal rendelkeznek, a tesztközpont nélkül mégis esélytelenül indulnak a pályázatokon. Egy magyar tesztközpont lényegesen olcsóbbá tenné ezt a szolgáltatást – más uniós országok számára is. A nemzetközi űrtechnológiában élen járó német IABG máris jelezte a tesztközpont működtetésében való együttműködési szándékát. Európában jelenleg négy nagyobb tesztközpont működik, ezek az IABG (*Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft*), ITS (INTESPACE), az Alcatel Test Centre és az ESTEC Test Centre.

Két műhold három napon belül. Egy-egy óceánkutató és navigációs mesterséges hold indult Kínából. Az április 11-én indult Haiyang-1B Kína második óceánkutató műholdja. A 2002-ben startolt és 2004-ben váratlanul leállt elődjének pótlására szánják. Az északkelet-kínai Tajjüanból (Taiyuan) kétfokozatú Hosszú Menetelés-2C rakétával startolt, poláris napszinkron pályára áll majd. Feladata az óceánok szennyezettségének felmérése, illetve az erőforrások jobb kihasználása, új kikötők létrehozásának támogatása lesz. Az elkövetkező évekre szóló kínai tervekben nem kevesebb, mint öt további óceánmegfigyelő hold szerepel, közülük az első 2009-es indítási dátummal.

Az ázsiai ország navigációs műholdrendszerének ötödik darabja április 13-án startolt Hosszú Menetelés-3A rakétával Hszicsangból (Xichang). A szűkszavú kínai hírügynökségi jelentések szerint a hold a Beidou (más néven Compass) navigációs műholdrendszer része lesz, amelynek feladata pontos hely-, sebesség- és időmeghatározási szolgáltatás nyújtása – hasonlóan az amerikai GPS, az orosz GLONASSZ, vagy az előkészületben levő európai Galileo rendszerhez. Egy tavalyi év végén – némiképp váratlanul – bejelentett terv szerint a polgári felhasználók felé is nyitni kívánó kínai rendszer 5 geostacionárius műholdból és 30-

nál is több, közepes magasságú pályán keringő holdból áll majd, ha egyszer kiépül. A tervek szerint a szolgáltatás kezdetleges formában akár már jövőre elindulhat. A korábbi négy start során geostacionáriusakat, míg most először egy alacsonyabb pályára szánt műholdat indítottak. Legutóbb idén februárban startolt kínai navigációs műhold. Ismeretes, hogy korábban Kína is csatlakozott az európai Galileo rendszer finanszírozásához, 200 millió eurót investálva a programba. A Galileo későbbi megtérülése szempontjából ugyanakkor aggasztó hír, hogy a kínai piacon ezek szerint egy belső versenytársa is felbukkanhat az egyelőre késlekedő európai műholdrendszernek.

Űrrepülőgépes személyzetcsere. A Nemzetközi Űrállomáson dolgozó Sunita Williams már az Atlantis STS-117-es repülése során visszatér a Földre. Az amerikai űrhajósnő leváltását eredetileg az Endeavour STS-118 jelű küldetésre tervezték, amelyre a dolgok mostani állása szerint csak augusztusban kerül majd sor. Váltótársa, Clay Anderson fedélzeti mérnök már az Atlantisszal indul az űrbe, hogy elfoglalja helyét az ISS 15. legénységében. A start mostani céldátuma június 8. Az indítást a külső üzemanyagtartályt februárban ért jégverés okozta sérülések kijavítása miatt kell halasztani. A most megváltoztatott tervek szerint Williams



nagyjából annyi időt fog tölteni az űrállomáson, mint amennyivel korábban is számoltak. (Ha a csúszás nem lett volna, az Endeavour épp júniusban indult volna.) Az űrhajósnő tavaly december 9-én indult a Discovery fedélzetén (STS-116). Munkája során megjavított egy rekordot is, hiszen női űrhajós soha ilyen hosszú ideig nem tett „űrsétákat” (helyesebb volna persze űrhajón kívüli munkát említeni). Négy alkalommal összesen 29 óra 17 percig tartózkodott az ISS-en kívül. Mire visszatér, ő tartja majd a női űrhajósok világűrben töltött idejének

rekordját is. Bár Sunita Williams kitűnő egészségnek örvend, a program irányítóinak mérlegelniük kellett, hogy az öt esetleg augusztusig érő sugárterhelés miatt már nem mehetne fel többé az űrállomásra. Ha viszont júniusban visszatér, nyitva áll előtte egy következő repülés lehetősége is.

2007. május

SOFIA = Lindbergh. A NASA és a DLR repülő infravörös csillagászati obszervatóriumát Charles Lindbergh transzatlanti útjának 80. évfordulója tiszteletére a repülés úttörőjéről nevezték el. A SOFIA (*Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy*) nemrég tette első próbaútját. Az amerikai-német együttműködéssel készülő sztratoszfériikus infravörös csillagászati obszervatórium első tudományos felvételei 2009-re várhatók. Érdekes, hogy a (jelentősen) átalakított Boeing-747 repülőgépet utasszállító „korában” eredeti tulajdonosa, a PanAm légitársaság Clipper Lindbergh névre keresztelte, még 1977-ben. Az újrevezetési ünnepségen Charles Lindbergh unokája, Erik is részt vett. A SOFIA (immár Lindbergh) képes lesz infravörös távcsövével a légköri vízgőz 99%-a fölé emelni. A



megfigyelési módszer kiegészíti az infravörös űrtávcsövek lehetőségeit, azoknál rugalmasabb körülményeket biztosítva.

Szolgálatba lépett a MetOp-A. Bö fél évvel a start után, a sikeres tesztek végeztével az első poláris európai meteorológiai műhold megkezdte szolgálatszerű működését. Most már mind a 11 fedélzeti műszer folyamatosan küldi mérési adatait az európai meteorológusok és klímatudatók számára. A MetOp-A globális méretekben, nagy pontossággal és térbeli felbontással mér a hőmérsékletre, páratartalomra, a légkör különböző összetevőinek koncentrációjára, a szél sebességére vonatkozó adatokat. Nőhet az előrejelzések megbízhatósága, hiszen az új adatok közvetlenül a numerikus időjárás-előrejelző modellek rendelkezésére állnak. Ezekkel számítják a legfeljebb 10 napos előrejelzéseket.

A MetOp-A 2006. október 19-én indult, a poláris pályára tervezett három európai meteorológiai műhold közül elsőként. A többiek 14 éven belül követik. Üzemeltetője az EUMETSAT, amelynek jelenleg 20 tagországa (Ausztria, Belgium, Dánia, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Horvátország, Írország, Luxemburg, Nagy-Britannia, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svédország, Svájc, Szlovákia és Törökország) és 10 társult tagállama (Bulgária, Csehország, Észtország, Izland, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Magyarország, Románia és Szlovénia) van. Az európai szervezet rendelkezik még a geostacionárius pályán működő Meteosat-6, -7, -8 és -9 holdakkal. Az előbbi kettő az Indiai-óceán, az utóbbi kettő Afrika egyenlítői vidéke felett kering.

Nigériai műhold indult Kínából. A NIGCOMSAT-1 távközlési hold Kínában készült, kínai hordozórakétával állt pályára és a kínaiak működtetik majd. A NIGCOMSAT-1 Hszicsangból startolt május 14-én, Hosszú Menetelés-3B rakétával. Hivatalos kínai hírügynökségi források emlékeztetnek rá, hogy ez volt az első alkalom, amikor külföldi megrendelésre kereskedelmi műholdindítást hajtottak végre. A start időpontjával egyidőben tartották Sanghajban az Afrikai Fejlesztési Bank éves igazgatósági ülését. Mindkét esemény a kínai-afrikai kapcsolatok erősödését jelzi. A NIGCOMSAT-1 megépítése és felbocsátása annak a 331 millió dolláros üzletnek a része, amelyet Kína és Nigéria 2004-ben kötött. A műhold Közép-Afrika telefonos és internetes ellátottságát javítja majd. Ami a kínai kereskedelmi műholdprogramot illeti, ez még csak a kezdet. A tervekben máris mintegy 30 indítás szerepel, köztük például egy venezuelai műholdé.

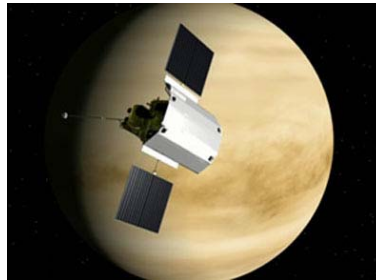
Új Globalstar holdak Sojuz rakétával. Egyszerre négy mobil távközlési műhold indult május 29-én Bajkonurból. A start célja az amerikai Globalstar rendszer öregedő flottájának frissítése. Az újonnan indított űreszközök várható élettartama 7,5 év. A tervek szerint az év második felében egy újabb műholdnégyest is indítanak. A Globalstar műholdakon C sávú antennák szolgálnak a földi átjátszóközpontok felé törő adatátvitelre. Ezek a központok továbbítják a vezetékes és földi mobilhálózatok felé irányuló telefonhívásokat. Az L és S sávban a műholdak a felhasználók készülékeivel kommunikálnak. A konstelláció eredetileg 48 működő, alacsony (920 km magasságú) pályán keringő holdból állt. Ezek 6 különböző pályasíkot foglalnak el. A flottához már pályán levő, bármikor bevethető tartalék űreszközök is tartoznak. Az időközben fellépő műszaki hibák miatt a működő Globalstar holdak számát 40-re korlátozták. A pályák kialakítása révén a Föld felszínének 80%-át képes lefedni a rendszer. A felhasználók jelenleg kb. 120 országban több mint negyedmillió telefon- és adatátviteli egységet üzemeltetnek. A most pályán levő, 1998 és 2000 között indított Globalstar holdak S sávú kommunikációs rendszerével kapcsolatban hibák merültek fel. Ez veszélyezteti a kétirányú adatátviteli szolgáltatás fenntartását. Még a 2007-ben indítandó 8 új műhold, és azok optimális elosztása a pályasíkokon sem akadályozza meg, hogy csökkenjen a lefedettség. A cég most azon igyekszik, hogy a műholdas mobil távközlési rendszer 2009-ig, az új generációs holdak indításának kezdetéig üzemképes maradjon.

Távérzékelő műhold Kínából. Az idei ötödik indításával Kína egy újabb földmegfigyelő mesterséges holdat állított pályára. Egy nappal előbb Kína is csatlakozott ahhoz a nemzetközi megállapodáshoz, amely katasztrófák esetén ingyenes műholdas adatokat biztosít. A május 25-én végrehajtott startot előzetesen nem jelentették be. A kétfokozatú Hosszú Menetelés-2B rakéta napszinkron pályára állította az angol átírásban Yaogan-2 nevű műholdat. A sorozat első darabja tavaly indult. Az új radaros távérzékelő űreszköz hivatalos tudományos programjában a földfelszín megfigyelése, termésbecslés, katasztrófa-előrejelzés is szerepel. A hordozórakéta másik „utasa” egy miniatűr, 1 kg-os egyetemi műhold volt, amellyel mikroelektronikai kísérleteket végeznek. A statisztika kedvéért: ez volt 2007-ben az ötödik sikeres műholdindítás Kínából. Nemzetközi összefogásban pedig eddig tizenkilenc űreszköz érte el Föld körüli pályáját. És még egy érdekes, kerek szám: ez volt minden idők századik sikeres kínai startja!

Az új távérzékelő hold indítása előtt egy nappal Kína is csatlakozott ahhoz a nemzetközi egyezményhez (*International Charter "Space and Major Disasters"*), amely lehetővé teszi, hogy természeti katasztrófák esetén a műholdas adatok gyorsan és ingyenesen a mentés és a kárelhárítás szolgálatába állíthatók legyenek. Az egyezményt az európai (ESA) és francia (CNES) űrügynökségek kezdeményezték, az ENSZ 1999-es bécsi UNISPACE-III konferenciáját követően. A műholdüzemeltetők közül eddig már Nagy-Britannia, Kanada, India, Japán, Argentína és az Egyesült Államok szervezetei írták alá a megállapodást.

2007. június

Újból a Vénusz mellett. A Merkúr felé tartó amerikai MESSENGER űrszonda másodszor is lendületet nyert a Vénusz közelében elhaladva. Ezúttal tudományos megfigyeléseket is végzett. A legnagyobb közelség magyar idő június 6-án hajnalban következett be. Ekkor a szonda alig több mint 300 km-es felszín feletti magasságban haladt el a Vénusz mellett. A manőver célja az volt, hogy csökkentsék a MESSENGER Nap körüli pályájának sugarát, közelebb jutva a legbelső bolygó, a Merkúr pályájához.



A szonda legközelebb 2008. január 14-én repül közel egy bolygóhoz, s az már a végső célpont, a Merkúr lesz! Mielőtt 2011 márciusában a Merkúr körüli pályára tud állni, még két közelség lesz: 2008 októberében és 2009 szeptemberében. E három megközelítés során a szonda a bolygófelszín legnagyobb részét és a légkör összetételét is fel tudja mérni. Az előzetes adatok segítenek majd a kb. egy évig tartó Merkúr körüli keringés idejére tervezett tudományos program véglegesítésében.

A Vénusz mostani megközelítése során a MESSENGER 20 percre a bolygó árnyékába került. Ezalatt a napelemek helyett a fedélzeti akkumulátorok szolgáltatják az energiát. Ezeket utána sikerült rendben újratölteni, amit az irányítók megnyugvással vettek tudomásul. Az esemény arra is kitűnő alkalmat adott, hogy számos műszert kipróbáljanak, s egyúttal a Vénuszról is információkat szerezzenek. Kb. 6 gigabitnyi adatot gyűjtöttek, több mint 630 képet készítettek. Vizsgálták a felhőzet felső rétegét a látható és infravörös tartományban, a bolygó körüli mágneses teret és a töltött részecskéket. Az ultraibolya és röntgentartományban felvett színeképek a felsőlégkör összetételéről árulkodnak majd. Különös lehetőség a mérések összehasonlítására, hogy most is a Vénusz körül kering az európai Venus Express szonda. Ezért – a történelemben első alkalommal, ha rövid időre is – egyszerre két űrszondával tudták vizsgálni belső bolygószomszédunkat. A mérési adatok a következő napok során érkeznek majd a Földre. Június 8-ára ígérik az első színes mozaikképet és a lézeres magasságmérő berendezéstől származó adatokat.

Izraeli kéműhold. Az Ofek-7 feladata elsősorban az ellenségesnek számító államok katonai tevékenységének szemmel tartása. A startot az éj leple alatt, június 11-én hajtották végre Shavit rakétával, a Földközi-tenger partjainál fekvő Palmahim támaszpontonról, Tel-Aviv közeléből. A háromfokozatú rakéta nyugatra, a tenger irányába indult, retrográd (a Föld forgásirányával ellentétes irányú) pályára állítva a holdat. A kb. 300 kg tömegű űreszköz 311 és 600 km között változó magasságú elliptikus pályán kering. Másfél óránként elrepül Irán, Irak és Szíria területei fölött. Talán felesleges is említeni, de mind a hordozórakéta, mind a nagyfelbontású fényképezést lehetővé tevő Ofek-7 műhold izraeli gyártmány. A név héberül látóhatárt jelent. A műhold tervezett élettartama 4 év.

A legutóbbi, 2004-es izraeli startkísérlet során az Ofek-6 indítása nem sikerült. Azóta ez az első izraeli próbálkozás. A még korábbi (2002-ben indított) felderítő hold, az Ofek-5 jelenleg is működőképes, bár névleges élettartamát már túlélte. Az izraeli védelmi minisztérium nem csak saját műholdjainak adatait használja, de kereskedelmi távérzékelő holdak képeivel is dolgozik. A következő lépés – talán ez év végéig – egy radaros elven működő kémhold pályára állítása. A radaros módszer legnagyobb előnye, hogy bármilyen földi időjárási körülmények közt és bármelyik napszakban alkalmazható.

Egy nap – két műholdindítás. Június 15-én a sorrendben az első start a kazahsztáni Bajkonurból történt. Ekkor egy Dnyepr hordozórakéta állította pályára a német TerraSAR-X műholdat. Az űreszköz X sávban működő radarja minden eddigi hasonló polgári hold teljesítményét felülmúlva, akár 1 m-es földfelszíni felbontású képeket tud majd készíteni működésének öt éve során. A tesztlékek után a hold az év vége felé állhat működésbe. A 250 millió dolláros költség megoszlik az állami és a magánszektor között: a német DLR űrügynökség mellett az építő EADS Astrium és a képeket forgalmazó Infoterra cég is érdekelt a programban. A műholdas radar mérési elve, hogy a Földre sugárzott, a felszínről visszaverődő jeleket a műholdon felfogják. A radarimpulzusok futási idejének mérése alapján a távolságok meghatározhatók. Mivel a rádióhullámok keresztülhaladnak a felhőzetben, s napfény sem kell a térképezéshez, a módszer borult időben és éjszaka is alkalmazható. A TerraSAR-X alkalmazási területei közül érdemes megemlíteni a topográfiai térképezést, a növényzet monitorozását, a poláris jégsapkák vizsgálatát, az épített és természetes környezet változásainak nyomon követését. Ha a felvételek forgalmazása üzleti sikert hoz, a nyereségből a következő, TerraSAR-X2 jelű hold 2011-re készülhet el.

A másik, az előzőtől független indítás Atlas-5 rakétával történt Floridából. Két, az amerikai haditengerészeti felderítő hivatal hatáskörébe tartozó műhold állt pályára. Ez volt 1993 óta az Atlas rakétacsalád egyhuzamban 81. sikeres indítása, s szinte pontosan az első Atlas-start ötvenedik évfordulóján történt (a hordozórakéták eredetileg interkontinentális ballisztikus rakétaként kezdték „pályafutásukat”). A mostani titkos programról nem sokat lehet tudni. Amerikai sajtóértesülések szerint a műholdpáros feladata hajók mozgásának követése a világ tengerein – különös tekintettel az esetleges terrorrtámadási veszélyre, illetve a kínai és iráni hadiflotta műveleteire. Bár a startot sikeresnek minősítették, 8 órával az indítás után egy szűkszavú sajtóközlemény azt tudatta, hogy a Centaur végfokozat működése nem volt tökéletes. A problémáról közelebbi információt egyelőre nem adtak. A találgatások szerint a Centaur talán a szükségesnél korábban leállt, a tervezettnél alacsonyabb pályára állítva így a holdakat.

Felfújható űrállomás. A Bigelow Aerospace megtette a következő lépést a Föld körüli pálya „magán-benépesítése” felé. A második felfújható űrállomás-modul, a Genesis-2 június 28-án startolt a dél-oroszországi Jasznij indítóhelyről, Dnyepr hordozórakétával. Majdnem pontosan egy évvel követte az első kísérleti darabot, a Genesis-1-et. (Bár a folytatást korábban tervezték, a ballisztikus rakétából átalakított Dnyepprel kapcsolatos gondok késedelmet okoztak.)

A Genesis-2 rendben a közel 600 km magasan húzódó, az Egyenlítő síkjához képest 64,5°-os hajlásszögű körpályájára állt. A fedélzeti sűrítettlevegő-tartályokkal rövidesen megkezdték a kb. 4,4 méter hosszú, 2 és fél méter átmérőjű, henger alakú modul felfűtését. Ugyancsak rendben kinyíltak a napelemek. Ezt az irányítók a külső kamera révén a Földre közvetített képek segítségével is ellenőrizni tudták. A Genesis-2 külsőre hasonlít a Genesis-1-hez, de műszerezettsége fejlettebb, több (13 helyett 22) kamerát visz magával és már fizető megrendelők által küldött tárgyakat is a fedélzetére helyeztek. Felkerült még egy hangyáknak, csótányoknak és skorpióknak „otthont adó” Biobox és egy külön erre az alkalomra megalkotott bingójáték.



Robert Bigelow, a cég alapítója, a *Budget Suites of America* szállodalánc tulajdonosa 1999 óta dolgozik a kereskedelmi űrrepülések előmozdításán. A két prototípus sikere után a közeli(?) jövőre vonatkozó tervei között szerepel lakható űrállomások pályára állítása. A következő, Galaxy nevű modul közel másfélszer ekkora térfogatú lesz, egy sor technológiai újítást próbál ki, s 2008 végén talán már repülhet. Az első, immár embereket is ellátni képes Sundancer elkészítését 2010-re ígérik. Egy évre rá további modulokkal kezdenék kiegészíteni a magán-űrállomást, amelynek használói között különféle, üzleti vagy állami megrendelésre készülő kutatásokat végző utasokat remélnek.

Összehasonlító ábra az űrállomás-modulok különböző generációinak méreteiről. (Kép: Bigelow Aerospace)

Helyzetjelentés az űrállomásról. Űrséták, felszerelt napelemek, kritikus számítógéphiba – ez történt júniusban a Nemzetközi Űrállomáson. Az Atlantis (STS-117) csatlakozása után meghibásodott a Nemzetközi Űrállomás (ISS) helyzetbeállításért felelős orosz számítógérendszer, amelyet egyelőre nem is sikerült újraindítani. Az első hiba még június 12-én jelentkezett. Nem kizárt, hogy a bajt az új amerikai napelem-szegmens felszerelése okozta. A művelet hétfőn kezdte meg az Atlantis űrrepülőgép legénysége. A jelenség további számítógépes hibák láncolatát indította el, amelynek eredményeként az ISS helyzetét stabilizáló giroszkóprendszer üzemképtelenné vált. A helyzetstabilizálást átmenetileg az Atlantis hajtóműveivel kell biztosítani. Az űrállomáson jelenleg tartózkodó 10 űrhajós nincs közvetlen veszélyben, de nem zárható ki, hogy a legrosszabb esetben végül mindannyiuknak el kell hagyni az ISS-t (ekkor az Atlantis legénysége az űrrepülőgéppel, az űrállomásé pedig a fent lévő Szojuz űrhajóval térne vissza). A hibákat addig mindenképpen el kell hártani, amíg az Atlantis az űrállomásnál marad. Korlátozás nélkül nem végezhetik az űrrepülőgéppel az ISS

helyzetének korrigálását, mert a gép oxigénkészletei is végesek, és a visszatéréskor is kell üzemanyag a Föld körüli pályáról való letéréshez.

A problémák ellenére folytatódott az űrállomás napelemrendszerének továbbépítése. Az első űrsétán az űrállomáshoz rögzítették az Atlantis űrrepülőgép által felszállított, S3/S4 jelzésű elemet. Másnap távvezérléssel telepítették (kigöngyölték) az új elem napelem-szárnyait. Az Atlantis hőszigetelő burkolatán keletkezett sérülés javítását most a harmadik űrsétára tervezik.

2007. július

Kínai műsorszóró műhold indult. A Chinasat-6B geostacionárius pályáról televíziós műsorokat juttat el az ország legtávolabbi vidékeire is. A július 6-ai start volt idén a hetedik kínai műholdindítás. A Hosszú Menetelés-3B rakéta az ország délnyugati részén fekvő Hszicsang (Xichang) űrközpontból startolt. A Chinasat-6B néhány héten belül eléri a geostacionárius pályát, ahonnan előre láthatólag 15 éven át 38 C sávú adójával sugározza be Ázsia és a Csendes-óceán térségét. Mintegy 300 tévéadás közvetítésére lesz alkalmas. A Franciaországban gyártott űreszközt a kínai műholdas kommunikációért felelős állami vállalat üzemelteti. A következő műsorszóró hold, a Chinasat-9 indítását még az idén őszre tervezik.

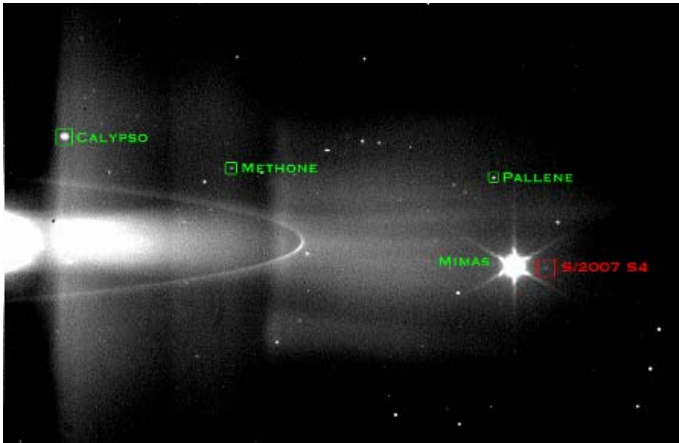
Régi űrszondák új feladattal. Véglegessé vált, hogy a NASA támogatja a már kiszolgált Stardust és Deep Impact tudományos programjának folytatását. Mindkét űrszonda sikeresen elvégezte az eredetileg rájuk bízott feladatokat. Működőképesen maradt, immár bizonyított fedélzeti berendezéseik révén alkalmasak arra, hogy további, korábban egyáltalán nem tervezett kutatási programot is végrehajthassanak velük. A megoldás nyilvánvalóan költségtakarékos, legalábbis abból a szempontból, hogy nem kell új űreszközöket építeni és pályára állítani. Így a program mindössze 15%-os költséggel valósítható meg. (Más kérdés, hogy erre is kell pótlólagos forrást találni, hiszen e kutatásokkal nem számoltak.)

A Deep Impact 2005-ben fejezte be elsődleges küldetését. A most elfogadott új program rövidítése EPOXI, és két fő tudományos célt egyesít: a Boethin-üstökös melletti elrepülést és távoli csillagok körül keringő bolygók vizsgálatát. Ez utóbbi feladatot persze nem „személyes jelenléte” révén teljesíti az űrszonda, hanem fedélzeti távcsövével vizsgál olyan fényes csillagokat, amelyek körül már ismert exobolygók keringenek. A csillagok előtt és mögött elhaladó bolygók okozta fényességváltozások rendszeres megfigyelése révén azt remélik, hogy akár a bolygók körüli gyűrűk vagy holdak kimutatására is lehetőség nyílhat. A szonda a közepes infravörös tartományban magát a Földet is figyeli majd, ezzel összehasonlítható adatokat gyűjtve az exobolygók színképének majdani kiértékeléséhez.

A közelről még sosem vizsgált, kisméretű, rövid periódusú Boethin-üstökös meglátogatására 2008. december 5-én kerül sor. A megközelítéskor a legkisebb távolság kb. 700 km lesz. A program révén a 2002-ben meghibásodott CONTOUR űrszonda tudományos céljainak egy részét, a különböző típusú üstökösök összehasonlítható vizsgálatát igyekeznek megvalósítani.

A Stardust új feladata kapcsolódik a Deep Impact eredeti programjához: a Tempel-1 üstökös újbóli megközelítéséről van szó. A NEXT (*New Exploration of Tempel 1*) nevű program lehetővé teszi, hogy az üstökös-magban a Deep Impact látogatása, illetve az üstökös-pálya napközelpontján való áthaladás után bekövetkezett változásokat kutassák. A Tempel-1 lesz az az üstökös, amelynek a magját a legnagyobb részletességgel ismerjük majd. A Stardust odaérkezésére 2011. február 11-éig kell várni. A két kibővített küldetést a NASA 1992-ben indított Discovery programja keretében finanszírozzák. A program célja a hatékony, költségtakarékos, jól meghatározott tudományos céllal rendelkező, a Naprendszer égitestjei felé induló űrszondák létrehozása.

Újabb német radaros kéműhold. A tavaly decemberi első után sikeresen elindult a SAR-Lupe sorozat második darabja is. A SAR-Lupe-2 egy majdan öt műholdból álló rendszer második darabja. A Föld felszínét X sávú radarberendezésével pásztázó hold remélt élettartama tíz év. A német védelmi minisztérium megrendelésére készült űreszköz orosz Kozmosz-3M rakétával emelkedett magasba Pleszeckből, július 2-án. A közel 500 km magasságban húzódó napszinkron pályáról a műholdon elhelyezett apertúraszintézis-radar (*synthetic aperture radar*, SAR) berendezés kb. 1 méteres felbontású felvételeket szolgáltat. Magát a radarantennát néhány napon belül kinyitják, és a német hadsereg heteken belül megkezdheti a felvételek gyűjtését. A tavaly pályára állt SAR-Lupe-1 azóta rendszerben működik. A SAR-Lupe rendszer további tagjainak startját négyhavonta tervezik, így a jövő év végére teljes kapacitással működhet. A program része annak az együttműködésnek, amelynek keretében a német és francia kéműholdakkal szerzett információkat a két ország megosztja egymással.



A Szaturnusz hatvanadik holdja. A Cassini űrszonda felvételein egy újabb hold tűnt fel, amely mindössze 2 km-es lehet.

A sorrendben hatvanadiként felfedezett Szaturnusz-kísérő nyilván nem az utolsó. A bolygó körül keringő amerikai Cassini űrszonda május 30-ai felvételén tűnt fel. A felfedezés után átnézték az előző három év során készített képeket is, amelyek néme-

lyikén szintén megtalálták a parányi hold nyomát. Így pontosabb információt nyerhettek a pályájáról. A névadásig ideiglenesen S/2007 S 4 jelölésű égitest a Szaturnuszról közel 200 ezer km távolságban kering, másik két kicsi hold, a Methone és a Pallene között. (Ezeket az alig nagyobb, kb. 4 km-es átmérőjű égitesteket szintén a Cassini felvételein találták meg, még 2004-ben.) Az új holdacska és a Methone keringése a rezonanciában áll a nagy holdak közül a Mimaséval. A három kis hold pályája annyira hasonló, hogy a kutatók szerint egy nagyobb populáció maradványai lehetnek. A Cassini tervezett pályájának ismeretében már most kijelöltek olyan időpontokat, amikor újabb képek készíthetők az S/2007 S 4-ről. Szerencsés véletlen, hogy az űrszonda 2009 decemberében alig 12 ezer km-re halad el a most felfedezett holdtól. Ekkor többet is megtudhatunk annak alakjáról, összetételéről. Mindennek persze az a feltétele, hogy a Cassini hivatalosan 2008 nyarán lejáró programját meghosszabbítsák.

Véget ért az Orbital Express kísérlet. A közben felmerült műszaki gondok ellenére teljes sikert hozott az önálló műholdjavítást kipróbáló amerikai katonai űrkísérlet. Bár a programban részt vevő két műhold továbbra is működőképes maradt (volna) a Föld körüli pályán, a kísérletet – mivel minden célját elérte – leállították. Korábban szó volt ugyan arról, hogy akár a NASA is hasznos tapasztalatokat szerezhetne a ASTRO és NextSat használatával. Végül a pénzhiány volt a döntő: az amerikai hadsereg programirányítói a befejezés mellett döntöttek. Mindenesetre az eredményeket kérésre más amerikai katonai és kormánysszervek számára is hozzáférhetővé teszik.

Az újszerű űrkísérlet több mint 4 hónapig folyt. Ezalatt számos eltávolodási és megközelítési manővert, körbepereplést végeztek, egyre nagyobb távolságokból. Történt üzema-

anyag-áttöltés, az ASTRO robotkarjával többször befogta a másik műholdat, alkatrészeket juttattak az egyik űreszköztől a másikra. Az utolsó, július 16-án kezdődött manőver során a két műhold kb. 400 km-re távolodott el egymástól. A javító szerepét betöltő ASTRO 310 km után elvesztette szem elől a NextSatot. Ezután a földi irányítótól kapott navigációs adatok felhasználásával 3 nap alatt újra megközelítette a „javítandó” NextSatot, miközben visszaváltott autonóm üzemmódba. Az ASTRO saját érzékelőire támaszkodva 1 km-en belülre jutott a másik műholdhoz. Egy napon át még kötélekben repültek, aztán lett vége: kiadták a parancsot a végleges szétváláshoz szükséges manőverhez. A pályamódosításra azért volt szükség, hogy később véletlenül se ütközhessenek, s ne gyarapíthassák ezzel az űrszemét mennyiségét. A számítások szerint a kisebb NextSat 3-5 éven belül ég el a légkörben, az ASTRO számára még 15 év van hátra tétlenül a Föld körül.



Javító műholdak, illetve repülő „üzemanyagtartályok” flottájának akkor vehetnék hasznát, ha a hasonló pályákon (például a népszerű geostacionárius vagy alacsony poláris pályán) keringő űreszközök kifognak tartalékaikból, esetleg energiaellátási vagy kommunikációs problémáik adódnak. Elképzelhető, hogy egy elhibázott start során rossz pályára állt műholdon is lehetne segíteni. Mindez hosszabb életűvé, ezért fajlagosan olcsóbbá tenné ezeket a műholdakat.

A NextSat képe az ASTRO kamerájával, 14 méteres távolságból, az egyik eltávolodási manőver során.

GPS-Galileo egyezmény. Egyezsége jutottak az amerikai és európai műholdas navigációs rendszerek üzemeltetői. A polgári felhasználók számára a GPS és a Galileo jelei közös kódolással érkeznek majd. Az Egyesült Államok és az Európai Unió együttműködése a globális műholdas navigációs rendszerek közös szabályozása terén 2004-ben indult. Ekkor dönt el, hogy a két rendszer – a már régóta működő amerikai GPS és a még azóta is csak kiépítés alatt álló európai Galileo – a felhasználók (vevőberendezések) szintjén kompatibilis lesz egymással. A megegyezést a józan ész és az üzleti érdek diktálta. Azok a műholdas navigációs (összefoglalóan, angol rövidítéssel GNSS) vevők pontosabb helymeghatározást tesznek lehetővé, amelyek egyidejűleg több műholdról tudják a navigációs jeleket venni. A nagyobb látható műholdflotta előnye megmutatkozik még akkor is, ha nem nyílt, hanem beépített területen – például nagyvárosok utcáin – kívánják a rendszereket helymeghatározásra használni.

A július 26-án közzétett új megegyezés lényege, hogy a polgári felhasználók számára azonos jelszerkezetet (*multiplexed binary offset carrier*, MBOC) alkalmaznak a GPS IIIA műholdakon (L1C jel) és a Galileo nyílt szolgáltatásában (L1F jel). Magát az eljárást egy közös szakmai bizottság évek óta tartó munkával dolgozta ki. Az új típusú jelek vételére alkalmas berendezések kevésbé lesznek érzékenyek a zavarásra és a nemkívánt rádió-interferenciára is. A vevőgyártó cégek számára elegendő idő marad az algoritmus bevezetésére. A közös jelszerkezet azért is kedvező a felhasználóknak, mert gazdaságosabban lehet előállítani a mindkét rendszer jeleivel dolgozni képes berendezéseket. A Galileo, mint újonnan belépő műholdas navigációs rendszer számára igen fontos a megállapodás, hiszen a már „bevezetett” GPS mellett használata hamarabb elterjedhet a globális piacon.

Verne Dél-Amerikába hajózik. Az európai teherszállító űrhajó első példányáról van szó, amelyet Kourouból indítanak a Nemzetközi Űrállomáshoz. Az ESA első automata teherszállító űrhajója (*Automated Transfer Vehicle*, ATV) korábban a Jules Verne nevet kapta. A 20 tonna tömegű, emeletes autóbusznyi méretű űreszköz a legnagyobb, amelyet valaha Euró-



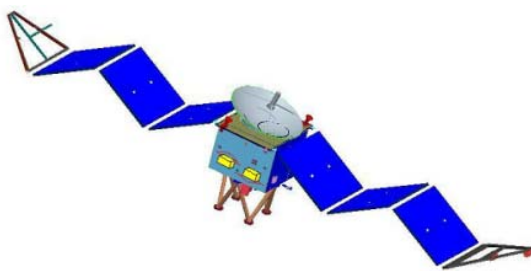
pában építettek. Mindössze tíz nappal azután, hogy az ESA hollandiai technológiai központjában (ESTEC, Noordwijk) befejeződött a Jules Verne végső összeszerelése és utolsó tesztje, az űrhajót összecsomagolták, hogy az Atlanti-óceán másik partjára, a Francia Guyanában levő európai indítóhelyre, Kourouba szállítsák. Az összes szükséges részegység, berendezés és szerzőszám mintegy 400 tonnát tesz ki, ötven konténerbe pakolva. A csomagolás –

és a vele járó leltárkészítés, adminisztráció – tíz hétig tartott. Az egész a rotterdami kikötőből hajón indul útnak. Az értékes rakomány konténereiben a hőmérsékletet és a levegő páratartalmát folyamatosan ellenőrzik majd. A francia zászló alatt július 17-én kifutó MN Toucan teherszállító hajót általában az Ariane rakéták részegységeinek Dél-Amerikába juttatásához használják. Az út Pariacabo kikötőjéig 11 napot vesz majd igénybe. Onnan közúton jut el a szállítmány az indítóhelyre. A személyzet nélküli űrhajó feladata az lesz, hogy ellátmányt szállítson az űrállomásra, illetve szükség esetén hajtóműveivel megemelje annak pályamagasságát. Mintegy hat hónapig fog az űrállomáshoz csatlakozni. A jelenlegi tervek szerint a Jules Verne indítására egy Ariane-5 rakétával 2008 januárjánál korábban nem kerül sor.

2007. augusztus

Hamarosan kínai Mars-szonda indul? Az első, akkor még csak kísérleti kínai űrhajó, a Sencsou-1 1999 novemberében hajtott végre – a híradások szerint – sikeres repülést. Ezután még három kísérleti űrhajó következett, s az első kínai űrhajós, Jang Li-vej tajkonauta 2003. október 15-16. között repült a világűrben. Nem tudni, pontosan milyen megfontolások vezethettek ahhoz, hogy ezután újabb két évet kellett várni, hogy 2005. október 12-16. között a Sencsou-6 kínai űrhajó, fedélzetén Fej Csun-lung és Nie Haj-sen tajkonautákkal, repülhessen. Az is elgondolkodtató, hogy a Sencsou-7 startja a jelenlegi előrejelzések szerint leghamarabb 2008 szeptemberében várható. (Lassú a fejlődés, de már nincs űrverseny, valószínűleg hiányozhat a megfelelő pénzügyi-politikai támogatás, de ezt távolról persze nagyon nehéz megmondani.)

2003-ban még minden biztonnyal nem készültek részletes tervek egy esetleges kínai Mars-szondáról, ám a nemzetközi közvélemény nagyon várta a bejelentést: Kína a Marsra is űrszondákat küld. A várakozást fokozta, hogy az USA akkor a Columbia-katasztrófa miatt képtelen volt önerőből embert a világűrbe juttatni, s az amerikai űrkutatásnak nem is volt igazi jövőképe (a Bush-féle elnöki űrprogram meghirdetése csak hónapokkal később történt meg). Végül a magára találás és az ébredés első komoly jeleit mutató orosz űrkutatás volt az, ami Kínának ismét kapóra jött. Az oroszok a pesszimista várakozások ellenére jól haladnak a



2009-ben indítandó Fobosz-Grunt mintához űrszonda építésével, bár egy 2011-re halasztás egyre valószínűbb. Annál is inkább, mivel kezdetben valóban sok volt a késés a pénzügyi fedezet hiánya miatt, egy jelenlegi felgyorsított ütem pedig a minőség kárára mehet. Ezért is örülhetnek az oroszok Kína megkeresésének. Úgy tűnik, a jelenleg még mindig 2009-re

tervezett program társfinanszírozójává válhat Kína, azzal a feltétellel, hogy az oroszok a hordozórakéta másik hasznos terheként a Fobosz-Grunttal elindítják az első kínai Mars-szondát. Szun Lai-jan, a Kínai Űrhivatal (CNSA) igazgatója, és Anatolij Perminov, az Orosz Űrügynökség igazgatója 2007. március 26-án írtak alá együttműködési megállapodást egy közös kínai-orosz Mars-kutatási programról. Ez a megállapodás részletezte, hogy a Fobosz-Grunt orosz szonda mellett Bajkonurból egy Szozuz-2 hordozórakéta a Jinghuo-1 (Yinghuo-1) Mars körül pályára álló űrszondát is elindítja 2009 októberében. A Jinghuo-1 tömege a tervek szerint 110 kg, szélessége és hosszúsága 75-75, magassága 60 centiméteres lesz. A sanghaji Űrmérnöki Intézet kutatója, Csen Csangja szerint működését a Mars körüli pályára állás után egy, az indítástól számítva pedig két évre tervezik. A Jinghuo-1 elsősorban a Mars kozmikus környezetét (mágneses tér, plazmaszféra) tanulmányozza majd.

Ha minderre 2009-ben tényleg sor kerül, akkor a 2010-es esztendő valóban mozgalmasnak ígérkezik. Ugyanis a tervek szerint szintén akkor érkezik meg a Marshoz a radioizotópos generátorral fűtött Mars Science Laboratory amerikai rover, melynek működési ideje a nap-elemekkel működő Spirit és Opportunity roverekeket jelentősen túlszárnyalhatja.

A Phoenix és a Mars Express. A Mars körül keringő európai űrszondának is jut majd szerep az amerikai Phoenix odaérkezésekor. Egy a Mars körül formálódóban levő nemzetközi kommunikációs hálózat része lesz az Európai Űrügynökség (ESA) Mars Express űrszondája jövőre, amikor a Phoenix leszáll a bolygóra. Az együttműködésre a NASA kérésére kerül sor, hiszen az amerikai irányítók minél több adathoz szeretnének jutni, elsősorban a leszállás kritikus 13 percéről. A Mars Express elnyúlt ellipszispályája elvileg lehetővé teszi, hogy akár a teljes folyamatot végig tudja figyelni. Kisebbségi pályamódosítás is szóba kerülhet jövő április környékén, ha majd pontosabban kiderül a Phoenix leereszkedésének menetrendje.



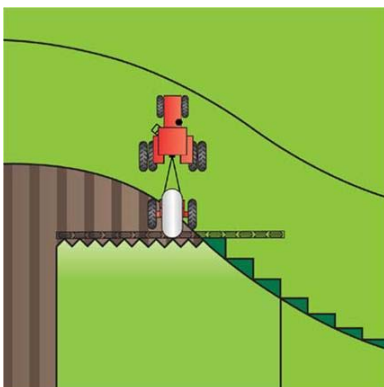
A leszállás során a Phoenix folyamatosan továbbítja adatait a NASA Mars körül keringő egységeihez. A 2003 óta ott levő európai szonda biztonsági tartaléknak kell. Az európai szondától nem idegen a feladat, mivel annak idején a Beagle leszálló egység kiszolgálására is tervezték. Ez a funkciója azonban – a Beagle kudarca miatt – eddig kihasználatlan maradt. Az is elképzelhető, hogy a Phoenix programjának későbbi fázisában is felhasználják majd a Mars Express adattovábbító szolgáltatását, ha ezt az amerikai űrhivatal illetékesei kérik. Erre különösen akkor lehet szükség, ha a Spirit és az Opportunity még akkor is működni fog, s egyszerre három felszíni egység adatait kell összegyűjteni. Az ESA emellett a Kourouban levő földi követőállomását is rendelkezésre bocsátja a Phoenix leszállásának idejére.

Ariane: újabb kettős műholdindítás. Az Ariane-5 ECA V117 jelzésű augusztus 15-én egy amerikai távközlési és egy japán műsorszóró műholdat állított pályára Kourouból, Francia Guyanából. A két műhold együttes tömege meghaladta a 8 tonnát. A Spaceway-3 szélessávú internetes adatátviteli szolgáltatásokat nyújt majd észak-amerikai felhasználóknak. A BSAT-3a direkt televíziós adásokat juttat japán háztartásokba. A két űreszköz sikeresen átmeneti pályára állt, hogy idővel elérjék a geostacionárius pozíciójukat. A Spaceway-3-at eredetileg a Sea Launch cég Zenyit rakétájával szeretnék volna indítani, de az óceáni platformon januárban történt baleset miatt át kellett térni az Ariane használatára. (A Sea Launch és az Arianespace vállalatok között startégiát együttműködés van életben épp az ilyen esetekre.) Ez volt idén az Araine harmadik indítása. A tervek szerint 2007-ben még három van hátra. Legközelebb szeptemberben az Intelsat-11 and Optus-D2 kommunikációs holdak kerülnek sorra. Az Arinaespace célja 2009-től évi 7-9 indítás.

Műsorok műholdról mobilra. Az ESA támogatásával olyan technológiai fejlesztés indult, amelynek segítségével majd multimédiás tartalmak juthatnak el egészen a mobil távközlési eszközökig. A geostacionárius pályán keringő távközlési mesterséges holdak biztosíthatnák a széles területi lefedettséget. A televízió- és rádióműsorok, videók, adatok továbbításához ugyanakkor földi átjátszó állomásokra is szükség van, hiszen a 36 ezer km-es távolságból jövő rádiójelek nem elég erősek, s semmiképpen nem foghatók például épületeken belül. A rendszer előnye, hogy könnyen és olcsón integrálható a közeljövő mobil távközlési eszközeibe, ezért semmi sem áll tömeges elterjedésének útjában. Az Európai Űrügynökség (ESA) egyrészt egyes alrendszerek fejlesztésével és tesztelésével kapcsolatos munkákat finanszíroz, másrészt rendelkezésre bocsátja műholdas távközlési infrastruktúráját. A fejlesztést közösen tartó európai műholdas távközlési cégek (SES Global és Eutelsat Communications) célja az első európai S-sávú (2-4 GHz-es frekvenciájú), műholdról mobilra sugárzó műsorszóró rendszer kiépítése. A feladatra alapított közös vállalat értékesíti majd a 2009-ben felbocsátani tervezett Eutelsat-W2A műholdon elérhető S-sávú kapacitásokat. A műholdat a Thales Alenia Space gyártja, a geostacionárius pályán kijelölt pozíciója 10° keleti hosszúság felett lesz.



Precíziós mezőgazdaság itthon is. Könnyebb, hatékonyabb munka, a tápanyagellátás és a vetőmagmennyiség szabályozása, a környezetterhelés csökkentése, üzemanyag- és víztakarékosság – többek közt ezeket az előnyöket nyújthatja a műholdas helymeghatározás a gazdáknak. Precíziós mezőgazdaság alatt egyrészt az űrből származó távérzékelési adatok felhasználását, másrészt műholdas helymeghatározó berendezések alkalmazását értjük. Európában egyre több gazdálkodó ismerte fel a modern módszerek előnyeit, így terjedőben van ez a gazdálkodási forma. A tendencia alól Magyarország sem kivétel. Miért is hasznos tudni, hogy pontosan – még hozzá nagyon pontosan – merre járnak a traktorok vagy a kombájnok? Műholdas navigáció segítségével az egymás melletti sorok nagy pontossággal követhetők, minimális ráállási hibával. Így a munka során csökkenthető az átfedés, a hiába elhasznált üzemanyag, a feleslegesen elszórt vetőmag, műtrágya vagy növényvédő szer. Nem elhanyagolható szempont, hogy a GPS alapú automata kormányzással rendelkező munkagépek jelentősen csökkentik a vezetőre jutó terhelést. A párhuzamos sorok erős koncentrációt igénylő követése mostantól a robotpilóta feladata, a traktorvezető így akár egy 10-12 órás műszak végére sem fárad el. Korábban sok éves-évtizedes traktorvezetői gyakorlat volt ahhoz szükséges, hogy közel optimálisan tudjon valaki megművelni egy adott területet. A GPS vezérlte automata kormányzás segítségével már 1-2 év gyakorlattal ugyanilyen minőségi munkát lehet végezni. A gyors tanulás lehetősége komoly vonzóerő lehet a fiatalok számára is, nem beszélve arról, hogy kényelmes munkakörülmények között (légkondicionált fülkében,



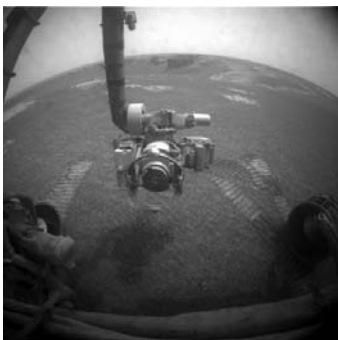
rugós ülésen ülve) csúcstechnológiát használva élvezetessé válik a mezőgazdasági munka.

A talaj minősége egy-egy táblán belül sem állandó. Egyenletesen jó termésátlag eléréséhez hasznos tudni, hogy adott helyeken mennyi műtrágyát kell kijuttatni, vetéskor milyen sűrűségben kerüljenek a földbe a magok. Aratáskor a helytől függő termésmennyiség is regisztrálható. Az Egyesült Államokban a farmerek az 1990-es évek közepétől kezdtek a GPS műholdrendszeren alapuló precíziós gazdálkodásba. Franciaországi becslések szerint a szükséges beruházások 300-400 hektáros terület művelése mellett már megtérülnek. A GPS-t legújabbban az öntözésben kezdték alkalmazni.

Augusztus 27-én a Pest megyei Pátyon a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) és a bábolnai IKR Zrt. közös szervezésében precíziós mezőgazdasági bemutatóra került sor. Kovács Bálint egyéni gazdálkodó saját birtokán látta vendégül a megjelent érdeklődőket. A bemutatón GPS navigációt használó, robotpilótával ellátott traktorokat lehetett munka közben látni. A gyakorlati bemutatót megelőzően a FÖMI Kozmikus Geodéziai Observatóriumának (KGO) munkatársai ismertették a Magyarországon működő aktív GNSS állomáshálózat (www.gnssnet.hu) működését. A hazai hálózat fejlesztése kapcsolódik az Európai Unió INTERREG IIIC EAST programja által is támogatott EUPOS kezdeményezéshez.

A délutáni bemutatón használt traktorok pontos navigációját nem csak egy „egyszerű” GPS vevőberendezés biztosította. Csupán a GPS műholdrendszer holdjairól, közvetlenül a Föld körüli pályáról érkező jelek a legjobb esetben is csak jónéhány méteres pontossággal alkalmasak valós idejű navigációra. Ennél lényegesen nagyobb precizításra van szükség a mezőgazdasági alkalmazásoknál (is). A megoldás egyik módja, hogy további földi referenciaállomást, vagy ezek hálózatát hozzák létre. Az ismert, rögzített helyen működő GPS vevőberendezések adatainak segítségével a műholdas jelekből számított pozíciók korrigálhatók, a legtöbb hibaforrás kiküszöbölhető. Ehhez arra van szükség, hogy a mozgó – például a traktorban elhelyezett – vevőhöz folyamatosan, valós időben eljussanak a korrekciók is. Hatékony, geodéziai pontosságú helymeghatározás csak földi kiegészítő rendszerek létesítésével érhető el, amiről minden országnak magának kell gondoskodnia. Egy ilyen, egyébként meglehetősen költséges rendszer kiépítése után, a GNSS technikával végzett pontmeghatározás szabályainak betartása mellett, a néhány centiméter pontos helymeghatározás hihetetlenül egyszerűvé válik. A magyarországi GNSSNET.hu állomáshálózat a javításokat tartalmazó adatokat az Internet és mobil távközlési eszközök segítségével juttatja el a felhasználókig.

Az állami földmérés keretében a FÖMI 2000-től kezdve fejleszti a hazai országos földi GNSS kiegészítő rendszert. A konkrét megvalósítást a FÖMI KGO GNSS Szolgáltató Központja végzi. A fejlesztés célja egy olyan országos aktív GNSS hálózat és a ráépülő szolgáltatások kiépítése, amelyre támaszkodva valós időben is lehetővé válik a geodéziai pontosságú helymeghatározás. A rendszer alapja az aktív GNSS hálózat, amelyet folyamatosan üzemelő, a központtal állandó kapcsolatban álló referenciaállomások alkotnak. A GNSS infrastruktúra pontossága és megbízhatósága a referenciaállomások sűrűségének a függvénye. A jelenlegi technológiai szinten a cm pontos szolgáltatáshoz 60-70 km-enként kell felállítani egy referenciaállomást. Magyarországon tehát mintegy 30 permanens állomás felállítása szükséges. A referenciaállomásokat olyan helyre kell telepíteni, ahol kiválóak a műholdas megfigyelés feltételei, van számítógépes hálózat, folyamatos tápellátás, és a berendezés biztonságos üzemeltetése is megoldott. A hálózat jelenlegi felhasználói elsősorban a földmérő vállalkozók, a földhivatalok munkatársai közül kerülnek ki, de a GPS korrekciós adatok segítenek a távérzékelésben, az építőiparban, a vízgazdálkodásban, a katasztrófavédelemben és az erdészetben is.



A marsjárók újra járnak. A Spirit és az Opportunity is átvészelte a súlyos következményekkel fenyegető marsi porviharokat. A légköri por koncentrációja miatt nem jutott elegendő napfény a két amerikai marsjármű napelemeire. Ezért az energiaszükségletet minimálisra kellett csökkenteni. Így is félt, hogy idővel az akkumulátorok lemerülnek. A helyzet különösen az Opportunity állomáshelyén volt aggasztó. A hat hétig tartó veszélyes időszaknak úgy tűnik vége. A NASA JPL irányítói már meg is tudták mozdítani mindkét üreszközt.

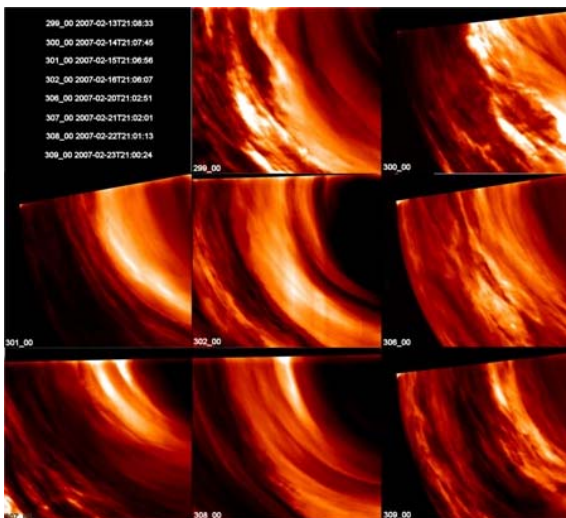
Az időjárási körülmények – s egyúttal az energiamérleg – mindkét rover esetében fokozatosan javul, bár igen lassan. A napi rendszerességű kommunikációnak immár semmi akadálya. Korábban az Opportunity esetében 3-4 napi szüneteket iktattak be, energiatakarékosági céllal. Jelenleg az Opportunity napi 300 Wh elektromos energiát termel. Ez több mint kétszerese az 5 héttel ezelőtti értéknek, de még mindig csak feleannyi, mint két hónappal ezelőtt.

Az elmúlt két hét során elülni látszanak a porviharok mindkét helyszínén, így újabb por már nem kerül a légkörbe. A magasba jutott finom por leülepedése ugyanakkor hónapokig is eltarthat. Ez a folyamat sem kedvező az űrjárművek számára, hiszen az anyag a felületükön is felgyűlhet. Különösen a műszerek (kamerák) és napelemek portakarása kritikus. A napelemek szennyeződése hasonló hatással járhat: hiába engedi át a napsugarakat a marsi légkör, az elektromos energia termelésének határfoka csökken. Ilyenkor a port lefújó szellőkésekben lehet reménykedni.

Kikötött a Ciolkovszkij. Megérkezett a Progressz M-61 teherűrhajó (vagy másképp: a Ciolkovszkij) a Nemzetközi Űrállomásra. A szokásos ellátmány mellett tartalék számítógépeket is szállított. Júniusban, míg az új napelemeket beüzemelték, a Nemzetközi Űrállomás energiaellátását vezérlő orosz számítógépek felmondták a szolgálatot. Bár azóta tökéletesen működnek, a biztonság kedvéért az Orosz Űrügynökség két tartalék számítógépet küldött az ISS-re a Progressz M-61 teherűrhajóval. A Progressz augusztus 2-án indult, s 5-én, automatikusan dokkolt az űrállomáshoz: a Unity és a Zarja közötti dokkolónyílásnál kötött ki. A számítógépeken kívül élelmiszert, oxigént, vizet, üzemanyagot és kísérleti műszereket is felvitt. A teherűrhajó az „űrhajózás atyja” születésének 150. évfordulója alkalmából a Konsztantyin Ciolkovszkij nevet viseli. A Progressz M-60-nal együtt jelenleg két teherűrhajó várja, hogy megsemmisítendő teherrel megrakva elhagyhassa az űrállomást. Egy-egy Progressz megközelítőleg fél éven át tartózkodik a világűrben.

2007. szeptember

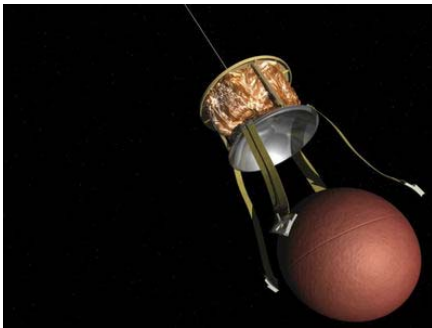
Ötszáz nap a Vénusz körül. Az európai Venus Express űrszonda túl van már a szomszéd bolygó körül töltött 500 (földi) napon. Az űrszonda és műszerei továbbra is jó egészségnek örvendenek, folyamatosan küldik az adatokat a Földre. 2007. augusztus 18-án volt a legrövidebb a Föld–Vénusz távolság, s belső bolygószomszédunk épp a Nap irányában tartózkodott.



Ezalatt minden fedélzeti műszer és a kommunikációs rendszer teljes gőzzel dolgozott. (Amikor a Vénusz a Nappal átellenben tartózkodik, a távolság miatt az adatátviteli sebesség 22 kbit/s-ra, a maximális érték tizedére csökken. Emiatt ilyenkor a műszerek egyike-másika nincs is bekapcsolva.) Az első 500 nap alatt kb. 1 terabit mennyiségű adat érkezett a földi irányítókhoz a Venus Express-ről. Az első tudományos eredmények már napvilágot láttak, mások közlése most van előkészületben. A kutatók még mindig találkoznak meglepő dolgokkal. A Vénusz légköre például különösen változékonyan mutatkozik. A látható és infravörös tarto-

mányban működő képkalkoló spektrométer (Visible and Near-Infrared Mapping Spectrometer, VIRTIS) adatainak tanúsága szerint a légköri struktúrák napról napra mások. A fenti, 8 képből álló sorozat 2007 februárjában, 10 nap alatt készült a 2,3 mikrométeres hullámhosszon, a bolygó éjszakai oldalán. Fontos megjegyezni, hogy a Vénusz a Földnél sokkal lassabban, 243 nap alatt fordul egyet a tengelye körül. A minta, amit látunk, kb. 50 km magasságban levő felhőktől származik. A sötét színek jelzik a felhőzetet, a fényes területek inkább felhőmentesek. A szakértők szerint a közepes szélességek valamiféle átmeneti tartományt képeznek, ahol a légkört főleg lamináris áramlás jellemzi. Az egyenlítői területek felé haladva a turbulens, konvektív áramlások dominálnak. A turbulencia mértéke igen gyorsan változó. A pólusok fölött hatalmas légörvények (vortexek) vannak.

A YES-2 félsiker. Az orosz Foton-M3 műholdról levált európai diák-űr-kísérlet során nem tekeredett le elegendően hosszú kábel. Így a labdaméretű Fotino kapszula nem a tervezett pályára állt, és egyelőre földet sem ért. A szeptember 25-én indított manőver során egy 30 km hosszúra kieresztett vékony kábel végéről kellett volna leválnia a visszatérő kapszulának. Ehelyett a zsinór a vártnál lassabban tekeredett, és 8,5 km-es hosszúságnál a Fotino az időzítésnek megfelelően levált róla. Ettől eltekintve a kísérlet addig rendben zajlott, amit a program illetékesei sikerként értékelnek.

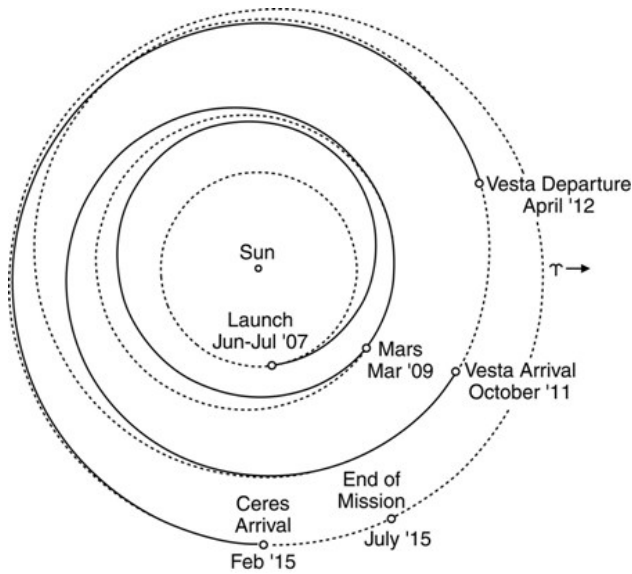


Jelenleg elemzik a probléma okát, és a Fotino pályáját is, hogy kiszámolhassák, mikor és hol várható visszatérése a Földre. Az előzetes becslések szerint ez 4-11 nap múlva következhet be. Addig a fedélzeti áramforrások biztosan működőképesek maradnak. Az ejtőernyővel is ellátott egységet rádióadóval is felszerelték, hogy földet érés után könnyebben rátalálhassanak. A kis gömb alakú üreszközt felkészítették az ilyen helyzet kezelésére, bár a GPS-es helymeghatározó berendezést az utolsó pillanatban egy technikai probléma miatt kivették belőle.

A kísérlettel azt szerették volna bemutatni, hogy alacsony pályáról kisebb hasznos terhet (pl. egy kísérleti eszközt, mintát tartalmazó tartályt) a jelenleginél sokkal gazdaságosabban, rakétahajtóművek nélkül is vissza lehet küldeni a Földre. Az orosz Foton-M3 visszatérő műhold szeptember 14-én startolt, rajta számos, az Európai Űrügynökség (ESA) által szervezett kísérlettel. Ezek egyike volt a YES-2, amelyen mintegy 450 európai egyetemista dolgozott az elmúlt években.

Végre úton a Dawn. Delta-2 hordozórakétával elhagyta a Földet a NASA kisbolygókutató űrszondája, amely a Vestát, majd később a Cerest is közelről tanulmányozza majd. Az indításra a floridai Cape Canaveral 17B jelű állásáról szeptember 27-én került sor. Az 1,2 tonna tömegű űrszonda nyolc éves küldetése a Mars és a Jupiter között húzódó fő kisbolygóövbe vezet, ahol egymás után két égitestet látogat meg, sőt nem csak elrepül, de pályára is áll körülöttük. Ionhajtóművei segítségével a Dawn (magyarul: hajnal) először a Vestát éri el, 2011 augusztusában. Itt majdnem egy évet tölt az 530 km átmérőjű kisbolygó kutatásával. Majd 2015 februárjában a Ceres törpebolygó (átmérője 942 km) következik. A résztvevő kutatók – akik többszöri halasztást, sőt a program törlését, majd megmenekülését is megélték már az előkészületek során – az űrszondától azt remélik, hogy a Naprendszer keletkezésének, a bolygók kialakulásának körülményeire vonatkozó új információkat gyűjthetnek.



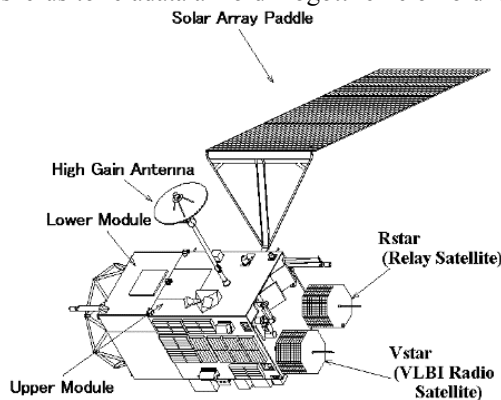


A Dawn utazásának állomásai, ha nem is a legfrissebb változat szerint. Az ábra készítésekor még a nyári indítást feltételezték. A halasztás haszna, hogy a szonda így két hónappal előbb (!), már 2011 augusztusában odaér első célpontjához, így ennyivel több időt tud hasznos munkával tölteni. A szaggatott görbék a Naptól való távolság növekedésével a Föld, a Mars, a Vesta és a Ceres pályáját jelölik. (Kép: NASA)

A kisbolygóöv két legnagyobb tagjában a becslések szerint az összes kisbolygó tömegének több mint egyharmada

koncentrálódik. A Ceres és a Vesta megfigyelésére a Dawn egy látható fényben működő kamerát, egy képalkotó spektrométert és egy neutron- és gamma-sugár-detektort visz magával. A legjobb optikai felvételek felszíni felbontása 70 m-es (Vesta) illetve 125 m-es (Ceres) lesz. A színeképek alapján a felszín anyagának összetételét tudják majd meghatározni.

A cél: a Hold. Elindult japán régen várt új holdszondája, a Kaguya. Az esemény egyben a nemzetközi holdkutatás reneszánszának nyitánya. A fedélzeti tudományos műszerek valószínűségi arzenáljával és két kisméretű, később leváló szondával útjára indult a közel 2,3 tonnás japán Kaguya. A startra szeptember 14-én került sor H-2A rakétával a Tanegashima Űrközpontból. Az 55 milliárd jenbe (mostani árfolyamon kb. 100 milliárd forintba) került Kaguya a SELENE (*SELE*nological and *EN*gineering *EX*plorer), egy holdkutató s egyben műszaki kutatási program keretében repül. A JAXA japán űrügynökség szerint az emberes amerikai Apollo űrhajók óta ez a legkomolyabb tudományos küldetés a Holdhoz. Összesen 14 fedélzeti berendezése közt kamerák, színeképelemzők, radaros és lézeres magasságmérők is vannak. A Kaguya kísérőnk felszínét pásztázza, anyagi összetételét, gravitációs és mágneses terét vizsgálja. Röntgen- és gamma-színeképelemzője a felszínen előforduló kémiai elemek gyakoriságát kutatja, többek közt a hidrogénét, amitől az esetleges vízjég-előfordulások feltérképezését remélik. A nagyfelbontású kamera egyik kevésbé tudományos, inkább népszerűsítő feladata a Hold mögött felkelő Föld látványának megörökítése.

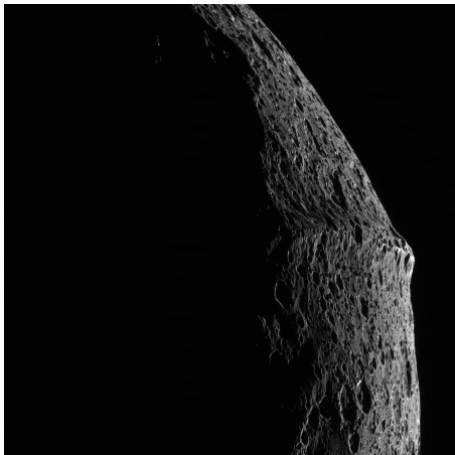


A két kisebb, kb. 1 méteres átmérőjű, 50 kg-os „bébiszonda” a Hold körüli pálya elérésekor válik majd le a Kaguyáról. Az egyik (RSAT) feladata az adattovábbítás a földi irányítók felé. A másik (VRAD) a Hold vékony ionoszféráját kutatja majd. A kicsi, nyolcszög alapú hasábokat formázó szondák rádióadókkal is el lesznek látva. Ezeket földi rádióteleszkóp-hálózatokkal figyelik majd, ami nagyon pontos relatív égi helymeghatározást tesz lehetővé. Az anyaszonda és a kicsik együtt az égitest globális gravitációs terét is felmérik.

Valójában ez az első űrprogram, amelynek keretében a Hold túlsó oldalának a gravitációs teréről pontos információhoz juthatunk. A JAXA illetékesei kiemelik, hogy ezeket az adatokat a nemzetközi partnerek – elsősorban a NASA – számára is hozzáférhetővé teszik. Az amerikaiak 2008-ban tervezik indítani a Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) szondát, s 2020-ig ismét űrhajósokat küldhetnek a Holdra. Ilyenformán a Kaguya a jövőbeli emberes repülések előkészítésében is szerepet játszik. A japán stratégiai tervekben két évtized múlva egy holdbázis létrehozása is szerepel, nemzetközi együttműködésben. A Kaguya a Hold körül poláris pályára áll, ahol 100 km magasságú körpályán állapodik meg. Az 1 éves hosszúságúra tervezett tudományos program 3 hónapos tesztelési periódus után kezdődhet.

Japán előző űrszondája a Holdhoz – a MUSES-A program keretében 1990-ben indított Hiten – elsősorban technológiai demonstrációs kísérlet volt. A Hiten 1993-ban csapódott a Hold felszínébe. A Kaguya most a Hold legújabb kutatási hullámának nyitányát jelenti, hiszen a következő egy-két év során számos más űreszköz indul égi kísérőnk felé. A már említett LRO előtt, még ebben az évben a kínai Csang'e-1 (Chang'e-1) startja várható. Az indiai Csándráján-1-ét (Chandrayaan-1) 2008-ra ígérik. Később a japánok is folytatnák a SELENE programban megkezdett munkát.

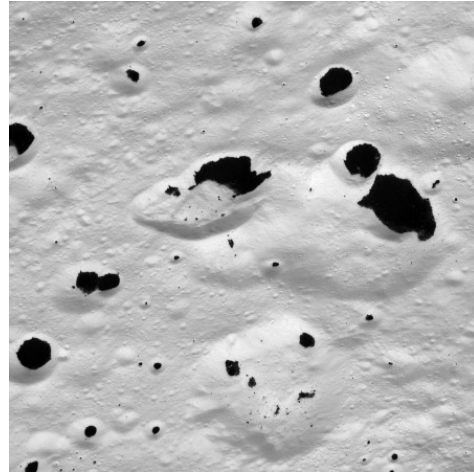
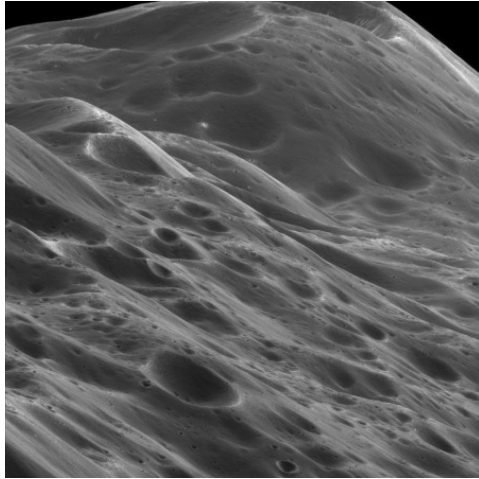
Közelképek a fekete-fehér holdról. A Szaturnusz körül keringő Cassini-űrszonda szeptember 10-én 1600 km-re haladt el a Iapetus mellett. Ez több mint százszor kisebb távolság volt, mint amennyire a 2004-es megközelítéskor jutott a Cassini a holdhoz. Az esemény kiváló lehetőséget nyújtott képek készítésére és mérések végzésére. Az elkövetkező hetekben-hónapokban, a mérések kiértékelése után valószínűleg sokkal többet megtudunk majd erről a különös holdról: a felszín összetételéről, hőmérsékletéről, esetleg egy vékony légkörről, talán gázkitörésekről. Addig is néhány igen látványos felvételben gyönyörködhetünk.



A Szaturnusz harmadik legnagyobb holdjának alakja egy dióéra emlékeztet, az egyenlítője mentén húzódó, helyenként 20 km magas hegygerinc miatt. A Iapetus kötött keringést végez a gyűrűs bolygó körül. Egyik, a haladás irányába eső féltekéje koromfekete (csupán a rá eső napfény 5%-át veri vissza), míg a másik félteke hófehér. A hold keringése során mutatott erős fényességváltozásait már felfedezője, Cassini (az űrszondának nevet adó XVII.-XVIII. Századi francia csillagász) is felismerte. A sötét és világos féltekék kettősségére a Voyager-2 szolgáltatott egyértelmű helyszíni bizonyítékot 1981-ben (bár akkor majdnem 1 millió km volt a legkisebb távolsága a holdtól). Az égitest sűrűsége közel akkora, mint a vízé. A felszínt

borító sötét rétegben talán széntartalmú szerves anyagok is találhatóak.

A Cassini tudományos csapatának tagjai szerint kevés olyan bizarr hely van a Naprendszerben, mint épp a Iapetus. A hold furcsa alakja, a szinte pontosan az egyenlítő mentén kiemelkedő hegylánc, valamint a kettős színű fekete-fehér felszín kialakulása mind a megfejtendő rejtélyek közé tartozik.



Balra: Az egyenlítői hegyvonulat közelről. A felszín kráterekkel szabdalva.
 Jobbra: Ez a felvétel a fekete és a fehér régiók határvidékén készült. A kráterek alját és oldalát foltokban fekete anyag borítja. A kép kb. 35 km-es részletet ábrázol. (Képek: NASA/JPL/Space Science Institute)



Visszatért a Foton-M3. Az orosz műhold szeptember 14-én startolt. Szeptember 26-án a kazahsztáni Kosztanaj várostól 150 km-re délre sikeresen földet ért. Feldézetén magyar eszközök is megjárták a világűr: ezek a kozmikus sugárzás vizsgálatát végezték. Az űrben távirányítással nyitható BIOPAN-6 biológiai kísérleteket hordozó eszköz tartalmazza az Atomenergia Kutatóintézet Sugárvédelmi Kutatócsoportjának kozmikus sugárzást vizsgáló eszközeit is. A BIOPAN-6 utazását a hollandiai ESA-ESTEC központ és a felbocsátás, valamint leszállás állomásai között az alábbi térkép illusztrálja. A BIOPAN-6 leszerelése a Foton-M3-ról azonnal megkezdődött. A hőmérséklet-stabilizált konténerbe való helyezés után helikopterrel az oroszországi Szamara repülőterére szállítják, ahonnan egy orosz Jak-42D repülővel szeptember 27-én érkezik vissza az ESTEC központba. A magyar kísérleti eszközök kiszereles után október 1-jén érkeznek a kutatócsoport laboratóriumába, és megkezdődhet a gyűjtött adatok kiértékelése. A BIOPAN-6 össztömege a hővédő pajzzsal és az elektronikus egységekkel együtt 27,7 kg volt. Ebből a magyar eszközök 236 g-ot tettek ki.

Űrcsillagászok vesztesége. Nyolc sikeres év után felmondta a szolgálatot a NASA távoli ultraibolya tartományban működő csillagászati meterséges holdja. Az amerikai FUSE (*Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer*) 1999 júniusában startolt. Ultraibolya tartományban eddig a legnagyobb részletességgel vizsgálta a csillagok színekéjét. Hideg csillagokról kiinduló forró anyagáramlásokat talált. Felfedezte a Tejútrendszer körbevevő, forró gázból álló halót. Galaxisunk több régiójában megmérte a deutérium (a magjában a proton mellett

egy neutron is tartalmazó nehézhidrogén) gyakoriságát. Megállapította, hogy egyes helyeken ez azért látszik alacsonynak, mert a deutériumot a csillagközi por megköti. A mérés kozmológiai szempontból igen jelentős. A világegyetem deutériumkészlete az ősrobbanás utáni néhány percben keletkezett, s azóta csak fogy, a csillagokban végbemenő magfúziós folyamatok következtében. Ezért a deutérium jelenlegi gyakoriságának megmérése fontos paraméterrel szolgál a kozmológiai modellek számára.

A műhold helyzetének stabilizálását biztosító giroszkópok az elmúlt évek alatt sorra működésképtelenné váltak. Ilyenkor újszerű megoldásokkal végül mindig üzemben tudták tartani a holdat. Májusban viszont az utolsó, negyedik giroszkóp is elromlott. Júniusban még sikerült újraindítani, de július 12-én végleg felmondta a szolgálatot. Egy hónapig tartó erőfeszítések után a FUSE irányítóinak el kellett fogadnia, hogy a programnak sajnos vége, annak ellenére, hogy a műhold többi egysége és a színeképelemző műszer jó állapotban maradtak. Mivel azonban nem tudnak többé a célpontra állni, a megfigyelések lehetetlenné váltak.

Éles szemek a Föld körül. Delta-2 rakétával elindult az amerikai WorldView-1 kereskedelmi távérzékelő műhold, amely az év végétől nagyfelbontású űrfelvételeket készít majd megrendelői számára. A szeptember 18-án pályára állított WorldView-1 igen fejlett képességekkel rendelkezik. Kitűnő (fél méteres) földfelszíni felbontóképesség, gyors manőverezhetőség és nagy fedélzeti memória jellemzi a DigitalGlobe cég által üzemeltetett, közel 500 km magas poláris körpályára álló műholdat. Nem véletlen, hogy az űrfelvételek egyik legnagyobb megrendelője épp az amerikai kormányzat lesz. A DigitalGlobe hat éve üzemelteti a QuickBird műholdat; a WorldView-1 belépésével ötször akkora kapacitással rendelkezik majd. A 7,5 éves élettartamúra tervezett új hold az év vége felé kezdheti meg az adatszolgáltatást. A QuickBird még legalább két évig működőképes maradhat. Az utánpótlást a szintén a Bell Aerospace által gyártott WorldView-2 jelentheti, 2008 vége felé.

Ez volt a Delta-2 rakéta 75. sikeres indítása egyhuzamban, amivel megbízhatósági rekordot állított fel. A Delta-2-vel 1997 májusa óta nem történt semmi hiba. Olyan katonai, polgári és kereskedelmi űreszközök startját bízták rá, mint például a GPS helymeghatározó rendszer műholdjait, a Spirit és Opportunity marsjárókat, a Spizter-űrtávcsőét vagy a Merkúr felé tartó MESSENGER űrszondáét. A hordozóeszköz 1989-es bemutatkozása óta a mérleg: 128 siker és 2 kudarccal. A következő évekre még 25 indítást terveznek Delta-2-vel, hacsak újra nem kezdik a gyártást. Ebből 11-et a NASA foglalt le. Emellett 5 fennmaradó GPS Block-IIR műhold, s még három kereskedelmi indítás következik. Hat indítási lehetőség még eladó.

2007. október

A Galileo a keresés és mentés szolgálatában. A következő évtized elejére kiépülő európai navigációs műholdrendszer egyúttal a bajba jutottakon is segít majd, állandó és globális lefedettséget nyújtva. A jelenlegi műholdas keresési és mentési rendszer (KOSZPASZ-SARSAT) egyrészt alacsony Föld körüli pályán keringő, másrészt geostacionárius mesterséges holdakat használ. Mindegyik megoldásnak megvan a maga előnye és hátránya. Az alacsony pályás műholdak a rádiós vészjelek adóját haladás közben lokalizálni tudják a frekvencia Doppler-eltolódásának mérése alapján. Ugyanakkor a felszínnek csak viszonylag kis részét „látják” egyidőben, ami késleltetheti a mentőegységek riasztását. Ehhez járul még, hogy adott esetben a megfelelő földi állomás vételkörzetébe kell jusson a műhold az információ továbbításához.

A 36 ezer km magasan keringő, a földfelszín adott egyenlítői pontja fölött állni látszó geostacionárius holdak egyszerre nagy területet figyelhetnek – bár a magas földrajzi szélességeket, a poláris vidékeket nem érik el. A riasztás helyének önálló meghatározására viszont nem képesek, ezért kénytelenek a segélyhívó berendezés által továbbított – műholdas hely-

meghatározáson alapuló – pozíciókat elfogadni – ha egyáltalán rendelkezésre áll ilyen információ. Gond lehet akkor is, amikor az alacsony horizont feletti magasságnál látszó geostacionárius műhold és a segélyhívó közti látóirányt valami akadály (pl. egy magas hegy vagy mély völgy) blokkolja.

A műholdas keresési és mentési rendszerek továbbfejlesztése, a közepes magasságú Föld körüli pályán keringő navigációs mesterséges holdak bevonása megoldja a fennmaradó gondokat. A 20-30 üreszköz közül nagy valószínűséggel mindig és mindenhol látszik egy vagy több. A hálózat késedelem nélkül továbbíthatja a vészjelzéseket, ami a bajba jutott hajók, repülőgépek, expedíciók számára életmentő lehet. Az ESA és az Európai Bizottság közös Galileo műholdas navigációs programja része lesz a kiépülő nemzetközi MEOSAR rendszernek, amely közepes pályamagasságú műholdakat alkalmaz keresési és mentési feladatokra. A Galileónak ez a szolgáltatása két komponensből áll majd. Az első teljesen kompatibilis a most is működő KOSZPASZ-SARSAT rendszerrel: a működésbe hozott jeladóktól indított segélykéréseket a mentést végző szervezetek felé továbbítja. A második komponens újítása abban áll, hogy a segélykérő berendezés számára visszajelzést is küld. Ezzel tájékoztatja a katasztrófa áldozatait arról, hogy az üzenetet továbbította, a segítség már útnak is indult.

Pályára állt a Hold körül a Kaguya. Húsz napig tartó utazás után a japán űrszonda megérkezett a Holdhoz. A Hold körüli elnyúlt ellipszispályát eredményező manőver október 3-án történt. A kéttonnás űreszköz a tervezett pályára állt. A Holdtól távoli pont magasságát a fedélzeti hajtóművekkel fokozatosan csökkentik majd. Így két hét leforgása alatt a Kaguya eléri a Hold felszíne fölött kb. 100 km-es magasságban húzódó poláris pályát, ahonnan a műszerek tesztelése után tudományos megfigyelési programját decembertől kezdi majd. A két kisméretű űrszonda (RSAT és VRAD) leválását október 9-ére ill. 12-ére tervezik. A Kaguya programja tíz hónapig tart a Holdnál. Ezt minden bizonnyal meghosszabbítják, ha az űreszköz működőképes marad. A japán szonda nagyfelbontású televíziós kamerát is vitt a világűrbe. Az NHK tévétársaság közreműködésével feljuttatott berendezés a Hold felé vezető úton már készített felvételeket.

Magyar eszközzel tér vissza a Szojuz TMA-10. Az ISS 15. legénysége 196 nap űrbéli tartózkodás után tér vissza a Földre. A hazatérő űrhajó szállítmányában vannak a BRADOS-6 kísérlet résztvevőinek a Földön kiértékelendő, kozmikus sugárzást vizsgáló eszközei is, köztük az Atomenergia Kutatóintézet Sugárvédelmi Kutatócsoportja által készített detektorok. Az október hónap igen eseménydús az űrdozimetriával foglalkozó közösségek számára. A Szojuz TMA-11 űrhajó október 10-én szállította fel a Nemzetközi Űrállomásra (ISS) a 16. sz. legénységet és vele többek között a Matroska kísérlet detektorait. A Szojuz TMA-10 visszatúráján (október 21-én) a BRADOS-6 kísérlet újabb detektorait hozza le az Űrállomásról. Mindkettőben a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) által is támogatott projekt keretében létrehozott magyar eszközök is helyet kaptak.

Az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet (AEKI) Sugárvédelmi Kutatócsoportja összesen 6 nyomdetektorcsomaggal vett részt a BRADOS-6 kozmikusugárzás-mérésekben. A vizsgálat része a 2001-ben a moszkvai Orvosbiológiai Problémák Intézete (IBMP) által indított BRADOS kísérletsorozatnak, amelybe a magyar kutatócsoport immár negyedik alkalommal kapott meghívást. Az évente ismétlődő kísérletek célja feltérképezni az Űrállomáson az űrhajósokat ért kozmikus sugárzást és annak változását. A BRADOS-1 (vagy röviden B1) kísérlet 2001-re utal, és így tovább. Az egyes kísérleti időszakok hosszát általában a szállító járművek menetrendje határozza meg, így többnyire fél és háromnegyed év között változik. A B6 kísérlet szállítási kapacitás probléma miatt csúszott át 2007-re. A négy magyar kísérlet a kb. 11 éves periódusú napfolttevékenység különböző fázisaiban zajlott. A B1 időszak a napfolttevékenység maximumára, míg a B6 a minimumára esett. A napfolttevékenység erősen befolyásolja az Űrállomást ért galaktikus eredetű (GCR) és a

Naptól származó sugárzásokat, de nem egyformán. Többnyire a növekvő számú napfolt az ún. napszél növekedésével jár, ami a galaktikus eredetű, a Föld felé tartó sugárzást mintegy elfűjja (például ez hozza létre az üstökösök csóvját), míg a Napból közvetlen felénk tartó részecskék száma növekedhet, de ez függ a mágneses viharok kialakulásától is.

A mostani expozíció ez év tavaszán kezdődött: május 15-én juttatták föl a detektor-csomagokat a Progressz M-60-as űrhajóval, hogy közel fél évet töltsenek az űrben. A cél most nemcsak az ISS belsejében kialakuló sugárzási tér vizsgálata, hanem a különböző



laboratóriumok által használt mérőeszközök és módszerek eredményeinek összevetéséből optimalizálni a mérési eljárásokat. A programban 12 kutatócsoport vett részt a világ minden tájáról, különféle mérési technikák alkalmazásával (szilárdtest nyomdetektor, termolumineszcens detektor, nukleáris emulzió). A detektorokat a BRADOS-dobozban helyezték el. A dobozt a Matroska-R nevet viselő orosz gömb-fantom közelébe telepítették a Zvezda (Csillag) nevű szer-

víz modulban. Ezek miatt a kísérlet a száraz BRADOS-6 megnevezés mellett a *Matroszka-R/Space-Intercomparison-2* nevet is megkapta. A BRADOS doboz a kazahsztáni Földet érés után először Moszkvába kerül, majd a szétszerelést követően a magyar detektorok visszatérnek Budapestre kiértékelésre, talán karácsonyi ajándékkul.

Az eddigi legbonyolultabb szerelés. Kilenc évvel azután, hogy az USA és Oroszország megkezdte a Nemzetközi Űrállomás (ISS) építését, elérkezett az a küldetés, amelyet sok szakértő az eddigi legbonyolultabbnak minősít. Sokak szerint az űrbeli építkezés lehetőségének határát feszegetik majd azok a munkálatok, amelyek a Discovery programjában szerepelnek. A felszállítandó fő részegység az Olaszországban gyártott összekötő űrállomás-modul, amelyet korábban Harmony (Harmónia) névre kereszteltek a nem túl izgalmas Node-2-ről (2. csomópont). A nagyméretű (kb. 7 m hosszú és 4 és fél méter széles) Harmony hat átjáróval rendelkezik. Ide csatlakozik majd az európai és a japán kutatómodul, amelyek végre kiteljesíthetik az űrállomás tudományos célú felhasználását, és idővel elvezethetnek a háromfős állandó személyzet megkésztetéséhez. A Harmony beépítésével az űrhajósok lehetséges élettere is majdnem 35 m³-rel megnövekedik. A Harmony ideiglenesen az ISS közepére, a Unity modul bal oldalára kerül (a Unity kapcsolja össze az űrállomás orosz és amerikai részeit). A Discovery távozása után az ISS 16. személyzetének feladata lesz a robotkarral az űrrepülőgépes dokkoló kapu leszerelése, áthelyezése a Harmony modulra, majd az egész átmozgatása a végleges helyére. Ez az amerikai Destiny kutatómodul elején lesz.

Az új modul felszerelése bármelyik űrrepülőgépes személyzet becsületére vált volna, de a Discovery űrhajósainak ez még csak a kezdet lesz. A második nagy feladat a P6 jelű nap-elemrendszer áthelyezése, immár végleges pozíciójába. A bonyolult szerelésekhez a 14 naposra tervezett küldetés alatt 5 állomáson kívül végzett munkát („űrsétát”) ütemeztek be. Daniel Tani az Atlantis következő, idén decemberre tervezett repülése során tér vissza. Helyét a francia Leopold Eyharts veszi át a 16. személyzetben. Ekkor kerül fel az ISS-re az európai Columbus kutatómodul. Az állandó légénységet adó Peggy Whitson, Jurij Malencsenko és Eyharts fogadja majd 2008 februárjában az első japán kutatómodult, amelyet

szintén a most felszerelendő Harmony kapcsol majd össze az űrállomás többi részével. A nagyméretű japán Kibo modul áprilisban érkezik.

A kínai holdszonda és az ESA. Az Európai Űrügynökség követőállomásaira is szükség lesz, amikor a Csang'e-1 kínai űrszonda a Hold körüli pályára áll. Cserébe az európai kutatók is hozzáférhetnek a tudományos adatokhoz. Kína első űreszköze, amely elhagyta a Föld közvetlen környezetét, október 24-én emelkedett a magasba. Az ESA földi állomásai közül háromnak lesz szerepe a Csang'e-1 (Chang'e-1) űrszondával kapcsolatban, miközben az megközelíti a Holdat és pályára áll körülötte. Az utóbbihoz szükséges kritikus manőverek november 5-én, 6-án és 7-én várhatók. A darmstadti irányítóközpont (ESOC) munkatársai november 1-jétől kezdve állandó kapcsolatban lesznek pekingsi kollégáikkal. Az európai kampány kezdetén az ESA 15 m-es átmérőjű antennákkal rendelkező állomásai közül Maspalomas (Kanári-szigetek, Spanyolország) és Kourou (Francia Guyana) vesz részt az űrszonda követésében. A New Norciában (Ausztrália) található nagyobb, 35 m-es antenna később csatlakozik az alkalmi hálózathoz.

Az ESA állomásait távolról, a Németországban található ESOC-ból vezérik, a rutinműveletekhez még helyszíni személyzetre sincs szükség. A Csang'e-1 esete különleges, ezért mindenhol mérnökök ügyelnek majd arra, hogy ne történhessen semmilyen műszaki hiba. A gondos munka és a hosszas előkészületek megalapozhatják a későbbi európai-kínai együttműködést is. Az űrszonda követéséért, az ESA földi hálózatának igénybe vételéért cserébe a kínaiak megosztják a tudományos adatokat az európaiakkal. Megállapodtak kölcsönös kutatócserében is. Korábban az ESA a 2006 szeptemberében irányítottan a Hold felszínébe csapódott SMART-1 szondával kapcsolatos minden információt (pontos pályaadatokat, adatátviteli frekvenciákat) átadott a kínaiaknak, hogy azok előzetesen tesztelni tudják saját állomáshálózatuk működését.

A nagyméretű (2350 kg-os) Csang'e-1 alacsony, a Hold felszíne fölött csupán 200 km-re húzódó körpályáról vizsgálja majd az égitestet. Működési élettartama várhatóan egy év lesz. A Csang'e-1 csak az első lépés a kínaiak Holddal kapcsolatos tervei sorában: 2020 körülre leszálló egységet és holdjárművet terveznek. A még távolabbi jövőben talajminta visszahozásáról is szó lehet.

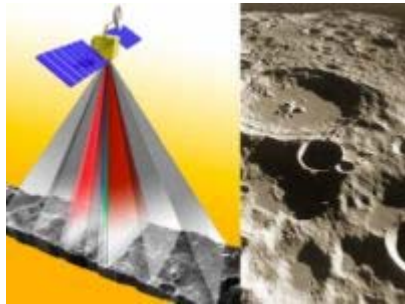
Négy új Globalstar műhold indult. Folytatódik a mobil távközlési rendszer öregedő mesterséges holdjainak lecserélése. A Globalstar legújabb négy műholdja orosz Szozjuz-Fregat rakétával indult Bajkonurból október 21-én. A Föld felszínének legnagyobb részét hang- és adatátviteli szolgáltatásokkal lefedő rendszernek jelenleg mintegy 275 ezer előfizetője van. Ezek rögzített vagy mobil vevőegységeket használnak. A műholdflotta 40 aktív és néhány pályán levő tartalék egységből áll. A most felbocsátottak – az idén májusban indított másik négy műholddal együtt – a cég kifutó típusai közül valók, amelyeket még 1998-ban kezdtek el pályára állítani. A következő, nagyobb adatátviteli teljesítményű Globalstar műholdgeneráció 2009-től kezdve indulhat.

Újabb három orosz navigációs műhold. A GLONASSZ rendszer további bővítését szolgáló mesterséges holdak Proton rakétával indultak Bajkonurból. Érdekesség, hogy a sikeres start csupán 51 nappal követte a Proton előző, kudarccal végződött indítását, amelynek során egy japán távközlési műhold veszett oda. (A vizsgálatok szerint a sikertelenséget akkor az első és a második fokozat elválasztását beindító parancsot közvetítő kábel hibája okozta.) Az GLONASSZ globális műholdas navigációs rendszer – az amerikai GPS orosz megfelelője – három új holdja október 26-án emelkedett a magasba. Három és fél órával később a műholdak rendben elváltak az utolsó rakétafokozattól. Az Egyenlítő síkjához képest 64,8 fokos szögben hajló pályájuk kb. 20 ezer km magasban húzódik.

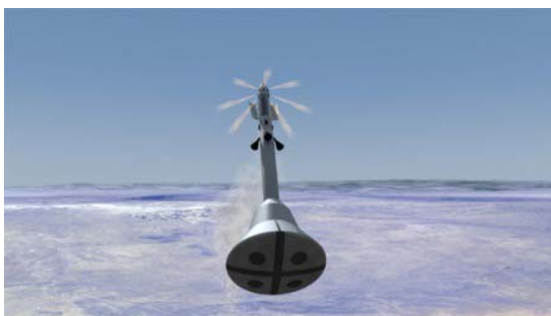
A GLONASSZ műholdjai három különböző pályasíkban keringenek, a teljes konfigurációban 8-8 (összesen tehát 24) holddal. Jelenleg 10 műhold aktív. (A most felbocsátott három új űreszköz rendszerbe állítása még némi időbe telik.) Három további műholdat – az orosz űrügynökség információi szerint – ideiglenesen kikapcsolva tartanak. A mostani űreszközök a GLONASSZ-M jelű generációba tartoznak, a korábbiakhoz képest megnövelt, hét évig tartó névleges élettartammal. Az oroszok azon igyekeznek, hogy a műholdflotta mielőbb elérje a teljes kiépítettséget. A mostani tervek szerint ez 2009-ben következhet be.

2007. november

Német holdszonda-tervek. A japán Kaguya már a Holdat fényképezi, a kínai Csang'e-1 a napokban állt pályára égi kísérőnk körül. Népszerű lett a Hold... Most a németek jelentették be saját elképzelésüket. A már egy ideje emlegetett, most ismét megerősített német tervekben egy tisztán hazai megvalósítású, legfeljebb 350 millió euróba kerülő űrszonda szerepel – jelentette be Johann-Dietrich Woerner, a Német űrügynökség (DLR) vezetője tegnap Berlinben. A Lunar Exploration Orbiter (LEO) néven futó terv német technológián alapuló radarberendezést, nagyfelbontású kamerát vinne magával és gravitációs méréseket is végezne. Pályája csupán 50 km-rel húzódná a holdfelszín felett. Indítása 2012 körül lenne lehetséges. Az igazsághoz hozzátartozik ugyanakkor, hogy az elképzelés finanszírozásáról még nem született hivatalos döntés.



A pénzügyi hozzájárulás tekintetében Németország az Európai űrügynökség (ESA) második legnagyobb tagja, Franciaország mögött és Olaszország előtt. Mivel az ESA saját Naprendszer-kutató programja – amelynek „zászlóshajója” a 2013-ra tervezett ExoMars – maga is pénzügyi forrásokért küzd, az európai partnerek nem tartják túl bölcs dolognak a németek saját kezdeményezését. (Hasonló gondolattal állítólag a britek is kacérokodnak.) Az ESA illetékesei szerint az űrügynökség a nemrég végződött SMART-1 után a japán, kínai és indiai Hold-kutatási programban is partnerként részt vesz. A németek válasza: a LEO-ra szánt pénz más forrásból jönne, nem érinti az ESA költségvetéséhez való hozzájárulásukat – ami amúgy is az űrkutatásra szánt nemzeti források nagyobb százalékát teszi ki, mint más jelentős ESA-tagországoknál.



Testet ölt az Orion. A NASA Dryden Űrközpontjában készülöben van a leendő Orion űrhajó teste, amely a mentőrendszer tesztjeihez szolgál majd súly- és mérethű makettként. Újabb fontos esemény történt a Constellation programban, így alkalmunk van bemutatni a jövőbeni amerikai űrhajó(rendszer) újabb fejlesztési eredményét: elkészült az Orion űrhajó váza. Mint ismeretes, az Ares-Orion

rendszerrel visszatérnek a lineáris szereléshez, azaz az űrhajó a rakéta csúcsán kap helyet és az esetleges vészhelyzetben történő mentést az Apollóhoz hasonló mentőrakéta oldja meg. A rakétának úgy a startasztalon történő baleset, mint egy már a magasban bekövetkező probléma esetén mentenie kell tudni az űrhajó kabinját, amelyben az űrhajósok foglalnak helyet. A mentőrendszer fejlesztését a Dryden Űrközpont kapta feladatul és az első teszt már 2008-

ban esedékes. A rakéta tesztjéhez azonban szükség van egy űrkabinra is, mint „hasznos teherre”. Ezért a Dryden mérnökei elkészítették a „Boilerplate I”-et, a leendő Orion űrhajó makettjét, amelyet majd a mentőrakéta alá függeszhetnek a tesztknél. Természetesen a makett teljesen mérhető és súlyhű lesz az igazihoz képest, de persze sokkal egyszerűbb kivitelű lesz, nem egy repülőképes példányra kell gondolni. A tesztpéldányt inkább egy prototípus-előtanulmány, amelyen a berendezések elhelyezését, a vezetékezést, műszerezettséget és az esetleges illeszthetőségi problémákat tanulmányozzák, kísérletezik ki. Összesen hat ember nélküli tesztet terveznek a készülő űrhajómakettekkel – kettőt az indítóállványon, míg négy további már a magasban, a repülés különböző fázisaiban –, 2008 és 2011 között. Egyelőre még csak a kabintest készült el a Drydennél, mint az Orion születésének első lépése, a tetején elhelyezendő ejtőernyőház csak később áll majd rendelkezésre. Felszerelni – és ezzel a makettet teljesen készre jelteni – pedig csak azután fogják, hogy az ejtőernyő-tesztek sikerrel zárultak.

Új orosz űrrepülőtér 2018-ra. Putyin elnök elrendelte egy új, orosz felségterületen létrehozandó indítóhely megépítését. A november 6-án kelt elnöki rendelet célja, hogy a jövőben csökkentsék az ország függőségét a Kazahsztánban található bajkonuri indítóhelytől. Az új Vosztocsnij (magyarul: keleti) űrrepülőtér – nevéhez méltóan – a távol-keleti Amur-melléken épül meg. A megvalósíthatósági tanulmány elkészültét és a pontos helyszín kijelölését 2010-re, az első emberes űreszköz indítását 2018-ra ígérik. Szergej Ivanov első miniszterelnök-helyettes a bejelentés alkalmával igyekezett hangsúlyozni, hogy nem fordítanak háttal Bajkonurnak sem. A területet Oroszország hosszú időre (legalább 2050-ig) bérlő az egykori szovjet tagköztársaságtól, a szomszédos Kazahsztántól. Jelenleg innen indul többek közt az összes orosz emberszállító űrhajó, a Nemzetközi Űrállomást ellátó Progresszek, és a legtöbb orosz geostacionárius mesterséges hold is. Bajkonur használatban marad az új űrrepülőter elkészülte után is.

```

0000001010101000000000010100000101000000100100010001000100101
1001010101010101010101010000000000000000000000000000000000001
1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
010101000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
000110001100001000100000000000000000000000000000000000000000000
10111100111101111011111000000000000000000000000000000000000000000
000010000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
000000111100000000000000000000000000000000000000000000000000000
001000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
000000010000110000000000000000000000000000000000000000000000000
000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
011000001000000000000000000000000000000000000000000000000000000
001100010001100000000000000000000000000000000000000000000000000
000100000011000000000000000000000000000000000000000000000000000
001000001000000000000000000000000000000000000000000000000000000
001100000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
011100000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
111000111000001011100000000000000000000000000000000000000000000
111001000001010000010000000000000000000000000000000000000000000
000000000011000001000000000000000000000000000000000000000000000
000010101000000000000000000000000000000000000000000000000000000
011111111000000000000000000000000000000000000000000000000000000
001101000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
010000100010010001001000000000000000000000000000000000000000000
001000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
11110100111000

```



Az első, idegeneknek szóló rádióüzenet évfordulója. Az első rádióüzenet 33 évvel ezelőtt, 1974. november 16-án sugározták ki a fel-tételezett idegen civilizációk felé az arecibói óriás teleszkóppal. Az elképze-lés Frank Drake-től származott, és már akkor sem értett vele mindenki egyet. Lancelot Hogben brit biológus és mes-terségesnyelv-készítő már 1952-ben felvetette, hogy úgynevezett radiogyph-et, vagyis olyan rádióüzenetet kellene létrehozni, amely az információkat digitális kép formájában tartalmazza. Drake a 25 ezer fényévre lévő M 13 gömbhalmaz felé kisugárzott üzenete két prímszám szorzatából (73 sor és 23 oszlop, összesen 1679 bináris jel) állt össze, az adás 169 másodpercig tartott, és ha jól fejtjük meg, akkor elvileg számos, a Földdel és az emberrel kap-csolatos információhoz juthatunk hozzá a DNS szerkezetétől és annak nukleo-tidjainak számától az emberi test fel-

építéséig és addig bezárólag, hogy a Naprendszer harmadik bolygóján élünk. Azóta több kritika is megfogalmazódott az üzenetküldés módjával, illetve magával az üzenetküldéssel kapcsolatban is. Először is: ez a megoldás egyáltalán nem hibátűrő: ha valahol útközben egyetlen jel elvész, akkor az egész üzenet szétesik. Ezt a hibát az Encounter 2001 programban már kiküszöbölték: itt 300 ezer jelet sugároztak ki, és az üzenet redundáns volt. A másik problémát az jelenti, hogy legalábbis kérdéses, hogy mit értene meg ebből egy földönkívüli civilizáció, hiszen miként Ernst H. Gombrich művészettörténész rámutatott az idegeneknek szánt képüzeneteket elemezve, „egy kép olvasása, bármely üzenet befogadásához hasonlóan, a lehetőségek ismeretétől függ: csak azt tudjuk felismerni, amit tudunk”, és azért látjuk az arecibói üzenetből összeálló képen az emberi alakot, mert tudjuk, hogy mi az. De ha nem tudnánk, akkor nem lennének képesek értelmezni.

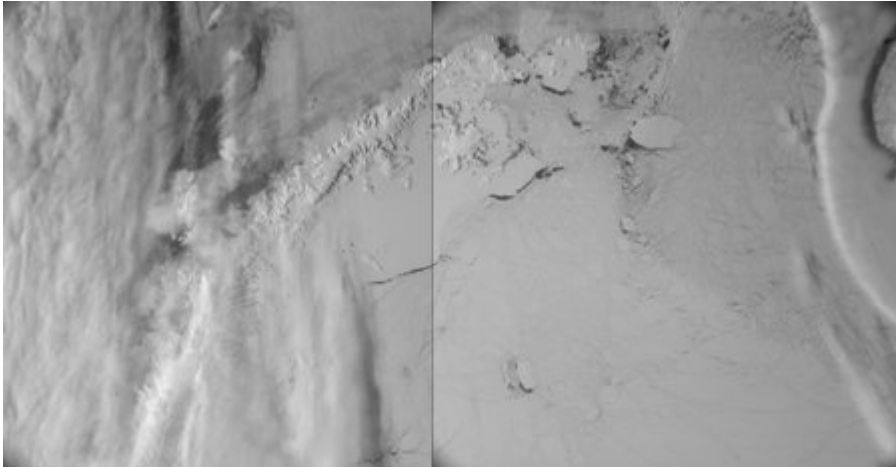
Végül pedig súlyos probléma, hogy kinek van joga az egész emberiség nevében egy üzenetet írtnak indítani; illetve, hogy nem túlságosan veszélyes-e ez ránk nézve. Martin Ryle angol királyi csillagász azt írta Drake-nek az adást követően, hogy egy esetleg „ellenséges vagy egyszerűen éhes” civilizációkkal benépesített világmindenségben óvatlanság elárulni a létezésünket. Amire Drake azt válaszolta, hogy késő, mert – miként Almár Iván fogalmaz – „a Földről a világűrbe kiáramló rádiósugárzás a hozzáértőnek évtizedek óta elárulja, hogy civilizációnk elérte a rádiótechnika szintjét”. Ami viszont valójában nem érv, hiszen – egy hasonlattal élve – az, hogy egy ragadozókkal teli erdőben ropognak a lábunk alatt a gallyak, nem teszi indokolttá, hogy még fütyöréssel is felhívjuk magunkra a figyelmet. Az üzenetküldéssel és annak lehetséges következményeivel (ezt a területet az utóbbi években aktív SETI-nek szokás nevezni) kapcsolatos viták ma mindenesetre hevesebbek, mint valaha, hiszen egyre kevésbé csupán elméleti kérdésről van szó, és ennek megfelelően az arecibói rádióüzenet évfordulója is mind fontosabbá válnak.

Másodszor is visszatér a Rosetta. A 67P/Csurjumov–Geraszimenko-üstökös felé tartó, oda 2014-ben megérkező Rosetta tízéves utazásának újabb jelentős mérföldkövéhez érkezett. Az ESA 3,3 tonnás űreszköze, rajta magyar közreműködéssel készült berendezésekkel, 2004-ben indult Ariane-5 rakétával. A mostani Föld-megközelítés november 13-án várható. A szonda ekkor a Csendes-óceán fölött, Chile partjaitól nyugatra lesz majd, 5301 km magasságban. A gravitációs hintamanőver során 9%-kal megnő a sebessége. A Rosetta éppen 2 éves periódusú pályára áll a Nap körül, s így a következő, utolsó visszatérése a Földhöz 2009. november 13-ára várható. A korábbi két hintamanőver egyike a Földnél (2005. március 4.), másika a Mars mellett (2007. február 25.) történt.

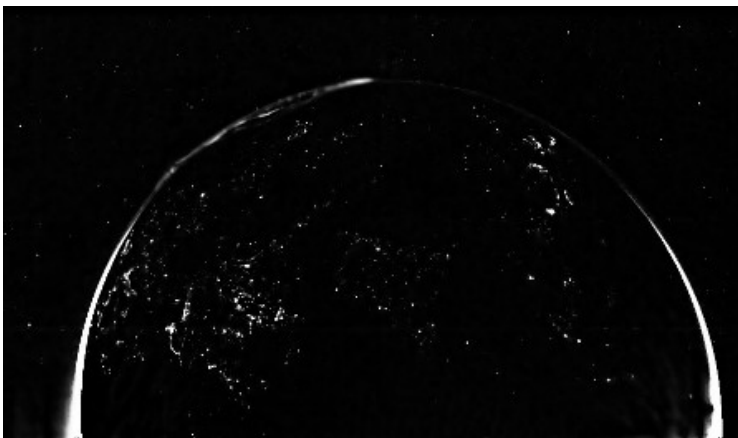
A mostani megközelítés következtében kialakuló pálya a kisbolygóövezeten át vezet, ahol az űrszonda megközelíti és vizsgálja majd a Steins kisbolygót. A következő földközelség után, de még a végső célpont elérése előtt a Lutetia kisbolygó is sorra kerül. A Csurjumov–Geraszimenko-üstökössel való randevú a Naptól 4 csillagászati egységnyi (600 millió km-es) távolságban jön létre, ahol a Rosetta leszálló egysége (Philae) leereszkedik az üstökös magjára.

A Föld mostani megközelítése alatt (illetve előtte és utána) egyes fedélzeti műszereket üzembe helyeznek, tesztelési és tudományos céllal. Többek közt megfigyelik bolygónk légkörét és magnetoszféráját. A Földről és a Holdról „családi fotó” is készül a napokban. Mivel a napfényrel történő megvilágítás feltételei kedvezőtlenek, a mérések lehetősége korlátozott. A műveleteket, amelyeknek pontos végrehajtása döntő fontosságú a további út szempontjából, Németországból, az ESA darmstadti irányító központjából (ESOC) vezénylik. A Rosetta visszatéréssel kapcsolatban néhány napja történt egy érdekes esemény. A Földhöz közeledő űreszközt néhány óráig kisbolygónak hitték, s ki is számították közelítő pályáját. Ideiglenes kisbolygójelölését (2007 VN83) később visszavonták.

Képek a Rosettától. Az újra a Föld közelében járt európai üstökös-kutató űrszonda pályamódosítása során minden a tervek szerint sikerült. Ízelítő a felvételeiből:



Ezt a képet, amely az Antarktisz egy részletét mutatja, két különböző felvételtől rakták össze. A NAVCAM navigációs kamera 5500 km-es magasságból készítette őket, a legnagyobb közelség utáni percekben, november 13-án közép-európai idő szerint pontosan 21:55-kor és 21:56-kor.



Az OSIRIS (Optical Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System) műszer nagylátószögű kamerája készítette ezt a különleges felvételt a Föld éjszakai oldaláról. Az időpont (19:45) kb. két órával előzte meg a legnagyobb közelséget. Ekkor a felszíntől való távolság 8000 km volt, az

Indiai-óceán felett. A Föld korongját a mesterséges fények szigetei tarkítják. (Képek: ESA)

Helyére került a Harmony. A Nemzetközi Űrállomás lakói sikeresen átmozgatták végleges pozíciójába a nemrég felszállított összekötő modult. Az amerikai Destiny laboratórium első részére kapcsolódó Harmony majdnem készen áll már az európai Columbus kutatómodul fogadására. (Időközben a Columbus Floridában már elhelyezték az Atlantis űrrepülőgép raketerében, az STS-122 decemberi eleji indítását előkészítendő.) Az Olaszországban gyártott Harmony (korábbi nevén Node-2) a legutóbbi űrrepülőgépes küldetés (STS-120) során került fel az űrállomásra. Miután a Discovery távozásával felszabadult a PMA-2 dokkolómodul, először azt helyezték át a Harmony-ra. Majd november 14-én az egészet az ISS robotkarjával az űrállomás elejére tették át. Az utolsó külső simításokat (az energiaellátó és hűtőrendszerre

való csatlakoztatást) a november 20-ára és 24-ére tervezett űrséták során szeretnék elvégezni. Ezután még belső munkákra is szükség lesz a Columbus érkezése előtt. A mostani művelet volt az űrrepülőgép távollétében az eddigi legbonyolultabb moduláthelyezés az ISS történetében.

Elhalasztott Zenyit rakétaindítás. A Sea Launch tíz hónap után felújította volna működését a tengeri indítóplatformján történt januári robbanás után, de az időjárási viszonyok közbeszóltak. A Zenyit-3SL hordozórakéta ezúttal a Thuraya-3 mobil távközlési műholdat juttatta volna fel, amellyel az Egyesült Arab Emírátsokban működő Thuraya cég Ázsia és a Csendes-óceán térségét szolgálja majd ki. A startra először november 14-én kellett volna sort keríteni. Többszöri késést okozott a viharos időjárás és a szokásosnál erősebb tengeráramlatok.

A norvég olajfúró platformból átalakított Odyssey indítóhely az Egyenlítő mentén, 154° nyugati hosszúságnál tartózkodott, mielőtt úgy döntöttek, hogy a vezérlőhajóval együtt visszavonul kaliforniai kikötőjébe. A sokszor a normálisnál kétszer erősebb áramlás miatt képtelenek voltak az Odyssey platformot a kívánt pozícióban tartani. A személyzet és minden felszerelés épségben van, de most inkább kívádják, hogy a természeti körülményekkel nem kelljen ennyit küzdeni.

A Föld forgásából adódó kerületi sebesség az Egyenlítőn a legnagyobb, ez a segítség adódik hozzá az orosz-ukrán Zenyit rakéta teljesítményéhez. Az 5180 kg-os Thuraya-3 műhold két elődjét is a Boeing cég gyártotta, és a Sea Launch állította pályára 2000 októberében ill. 2003 júniusában. A műholdas mobiltelefonos és adatátviteli szolgáltatást a Thuraya geoszinkron pályán keringő műholdjain keresztül üzemelteti. Az új Thuraya-3 a 98,5° keleti hosszúság fölött tartózkodik majd. Az indítás tervezett új időpontja egyelőre bizonytalan.

Elindult a Sirius-4. Orosz rakétával Bajkonurból egy svéd távközlési hold startolt. November 17-én egy kereskedelmi indítás keretében Proton nehézzrakéta állította pályára a svéd Sirius-4 műholdat. Ezt tévéműsorok sugárzására és interaktív szolgáltatások nyújtására használják majd, lefedettségi területe Skandináviától Európán át Afrikáig terjed. Tervezett élettartama az 5°-os keleti hosszúság feletti geostacionárius pozícióban legalább 15 év. A hold a Lockheed-Martin cég által gyártott sikeres A2100-as jelű sorozat harmincötödik darabja.

2007. december

Kanadai radarműhold indult. A nagyszerű Radarsat-1 utóda szolgáltatja majd a legjobb felbontású kereskedelmi radarképeket a Föld felszínéről. Kanada következő generációs radaros távérzékelő műholdja egy orosz Szozuz hordozórakéta orrkúpjában startolt Bajkonurból, december 14-én. A Radarsat-2 indítása az eredeti elképzelésekhez képest nem kevesebb, mint 6 évet késett. A késedelemnek műszaki és politikai okai egyaránt voltak. Az elmúlt években lecserelődött a műhold gyártója és a pályára állításhoz megrendelt hordozórakéta is. Az eredeti szándék szerint Delta-2 rakétát használtak volna, de az amerikaiak aggályoskodtak a katonai alkalmazások miatt. 2005-ben olyan – a műholdra potenciálisan káros – rezgéseket is találtak a Delta-2-nél, amelyek kárt okozhattak volna az űreszközben az indítás alatt. Ezért a kanadaiak inkább új hordozóeszköz után néztek.

Az előd, a Radarsat-1 több mint 12 éve szolgáltat radarfelvételeket, mintegy 7 évvel túlélve tervezett élettartamát. A régi műhold még mindig működőképes, de a Radarsat-2 biztosítja a folyamatosságot. A gyűjtött adatokat kereskedelmi, tudományos és katonai célokra is hasznosítják. A kanadai hatóságok számára aktuális probléma az északi-sarkvidéki felségterületeik védelme. A térség iránt az utóbbi években növekvő nemzetközi „érdeklődés” tapasztalható. A Radarsat adatainak eddig több mint 60 országból akadtak fizető felhasználói is.



Három hónapos tesztüzem után jövő év elején kezdődhet a rendszeres működés. A hold kb. 800 km magas, közel poláris napszinkron pályán kering majd. Naponta 14-szer kerüli meg a Földet, 24 naponként halad el adott földfelszíni terület fölött. A fedélzeti C-sávú (5,405 GHz) apertúraszintézis-radar éjjel-nappal, derült és felhős időben akár mintegy 3 méteres felbontású képeket készíthet a Föld felszínéről. Újdonság a Radarsat-1-hez képest, hogy az antenna irányát változtatni is tudják, ezért szélesebb sávok is feltérképezhetők, illetve a felhasználóknak adott esetben nem kell annyi ideig várni, míg a hold pályáján ismét ugyanazon terület fölött halad el. Csökken majd az idő az adatok kérése és felvétele, valamint kiértékelése közt, ami főleg a katonai és katasztrófavédelmi célú felhasználást segíti. A Radarsat-2 képeit alkalmazzák még pl. mezőgazdasági termésbecslésre, környezeti monitorozásra, a felszínmodellek finomítására, hajók útvonalának követésére, a tengeri és szárazföldi jégtakaró változásainak regisztrálására. A jövőre vonatkozó kanadai tervekben egy három radaros műholdból álló konstelláció (Radarsat Constellation Mission) kiépítése szerepel, 2012-től kezdve.

A műholdak szerepéről a klímakonferencián. Bali szigetén zajlott az ENSZ klímakonferenciája, amelyen a Kiotói Egyezmény 2012-es lejáratá utáni teendőkről tanácskoztak. A mostani konferencián több mint 180 országból közel tízezer delegált vesz részt. Az 1997-ben született Kiotói Egyezményhez csatlakozó országok vállalták az üvegházhatást okozó gázok – elsősorban a szén-dioxid – kibocsátásának visszafogását. Az egyre erősödő vélemények szerint az emberi tevékenység nyomán a légkörbe jutó gázoknak szerepük van a földi klíma utóbbi évtizedekben tapasztalható folyamatos felmelegedésében. (Még ha esetleg később bebizonyosodna, hogy ez a feltevés nem is igaz, a kibocsátás mérséklése mindenképpen ésszerű lépés!)

Közvetlenül az emberi tevékenységnek évente mintegy 25 milliárd tonna extra szén-dioxidot „köszönhetünk”. Ez a mennyiség főleg a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből, az erdők tömeges pusztításának következtében és az erdőtüzek nyomán kerül a légkörbe. Csak a trópusi esőerdők irtása a mennyiség 20%-át adja. Ezért a konferencián is napirendre került a téma. Az egyik szóba jöhető megoldás szerint a fejlett államok meghatározott támogatási összegeket fizetnének a fejlődő országoknak azért, hogy ott ne vágják ki az erdőket. Az efféle megegyezés egyik alapfeltétele az erdők rendszeres monitorozása, amire a műholdas távérzékelési módszerek kiválóan alkalmasak. Számos műholdon (Landsat, Spot, Terra, IRS, Envisat, stb.) optikai érzékelők állnak rendelkezésre. A gyakori felhőborítottság „kiküszöbölésére” radaros műholdak (pl. Envisat, ERS) is bevetethetők.

Nem véletlen, hogy az Európai Űrügynökség (ESA) kiállítóként is jelen van a bali konferencián. A ESA által kínált műholdas megoldások közül említésre érdemes például a holland-indonéz együttműködéssel létrejött, az erdőirtások detektálását célzó, műholdradaros méréseken alapuló SarVision rendszer. Egy német cég szintén műholdas – mind radaros, mind optikai – távérzékelési adatokat alkalmaz a biomassza tömegének megbecsülésére. Eredményeik szerint is gyors ütemben terjednek az olajpálma-erdők. A növényt a bioüzemanyag iránti igény miatt telepítik előszeretettel. Ugyanakkor ezek a változások a természetben kedvezőtlen szén-dioxid-mérleggel járnak: végső soron több kárt okoznak, mint hasznot! Ezért minden megoldás hasznos lehet, ami az érintett ázsiai országokat az esőerdők irtásának megfékezésére ösztönözheti.

A második olasz radaros föld-megfigyelő hold. Fél évvel az első után, december 9-én pályára állt az olasz COSMO-SkyMed műhold-rendszer második tagja is. A COSMO-2 műhold amerikai Delta-2 rakétával emelkedett a magasba a kaliforniai Vandenberg légitámaszponttól. A COSMO-SkyMed rendszer műholdjai – amelyekből összesen négyet terveznek felbocsátani – a Föld felszínét figyelik, mind polgári (környezet-megfigyelési, erőforrás-kutatási), mind katonai (felderítési) céllal. Pályamagasságuk 620 km. Az űreszközöket a Thales Alenia Space fejlesztette, az Olasz Űrügynökség és az olasz védelmi minisztérium megrendelésére. Fedélzetükön X sávú apertúraszintézis-radart helyeztek el. A földi irányításért a Telespazio felel.



A COSMO-1 5 méteres felbontású radarképe a Pó folyó deltájáról. Könnyen felismerhetők a művelés alatt álló területek. A vízfelületek sötét színű foltok. (Kép: Telespazio)

Ariane-5: 2007-ben hatodszor és utoljára. A nagyteljesítményű európai hordozórakéta ezúttal egy-egy afrikai és amerikai távközlési holdat állított geostacionárius átmeneti pályára.



A startra Kourou-ból december 21-én került sor. A 3,2 t starttömegű Rascom-QAF1 az első pán-afrikai távközlési hold. Az afrikai országok lakói számára nyújt majd adatátviteli és televíziós műsorsugárzási szolgáltatásokat, 12 Ku- sávú és 8 C-sávú transzponderrel. A műhold lefedettségi területe átnyúlik Európa déli részére és a Közel-Keletre is. Remélt működési leltartama 15 év. A 2,3 tonnás Horizons-2 húsz Ku-sávú transzponderével többek közt digitális videó és HDTV szolgáltatást, szélessávú internetes adatátvitelt biztosít az USA kontinentális részén, valamint a Karib-szigeteken és Kanada egyes területein. A hat indítással 2007 rekordévnek számít az Arianespace cég életében. Az indítások ütemezésének gyorsításával 2009-re évi nyolc startot szeretnének elérni.

Az év tíz legfontosabb eseménye. A NASA tízes listája nem csak a 2007-es év amerikai űrkutatási eseményeire ad gyors visszatekintést, de természetesen jellemző az összeállítóira is. A válogatásban nyilván szerepet játszik a kiegyensúlyozottságra való törekvés is, vagyis hogy minél több részterület eredményei bekezdüljenek a „top 10”-be. Lássuk hát, hogy az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Légügyi és Űrhajózási Hivatala (*National Aeronautics and Space Administration*, NASA) illetékesei szerint mi lehet a legmaradandóbb 2007-ből:

1. A Holdra való visszatérés megalapozása, a Constellation program

A következő generációs űrhajóval 2020-ra újból embereket szeretnének küldeni a Holdra. 2007-ben az Ares-I rakétával kapcsolatos főbb szerződéseket megkötötték. Az új-mexikói White Sands bázison megkezdődtek az építési munkálatok, hogy 2008-ben itt végezhesék az első repülési tesztek. A floridai Kennedy Űrközpontban a Constellation program számára kijelölt 39B indítóállás környékén új villámvédelmi rendszert alakítanak ki. A Mississippi állambeli Stennis Űrközpontban a rakétahajtóművek tesztelésére készülnek. A tervező-aszaltalokon körvonalazódik a holdi állomás, és az ötletek kipróbálására mostoha földi körülmények közt (arizonai sivatag, Antarktisz) kerítenek sort.

2. Női parancsnokok történelmi kézfogása

A Discovery űrrepülőgép parancsnoka, Pam Melroy, és a Nemzetközi Űrállomás (ISS) 16. személyzetének vezetője, Peggy Whitson „ürtörténelmet írt” október 25-én, amikor kezét rázták az ISS-en. Egyszerre két női parancsnok eddig nem dolgozott Föld körüli pályán.

3. A Phoenix indítása

A Mars északi pólusa környezetében kilenc hónapos út után 2008-ban leszálló Phoenix Lander augusztus 4-én startolt Cape Canaveralból. A felszíni jeges réteget és a marsi időjárást fogja tanulmányozni.

4. Az ISS építése folytatódott

Harom sikeres űrrepülőgépes küldetés indult az űrállomás felé (júniusban, augusztusban és októberben). A felszállított részegységekkel és a sokszor igen összetett szerelési munkák nyomán növekedett az ISS mérete, lakható térfogata és energiatermelő kapacitása. A nap-elemek több mint kétszer akkora elektromos teljesítményt produkálnak, mint egy évvel ezelőtt. A többnemzetiségű űrhajóscsapat rekordszámú, összesen 23 űrsétán dolgozott.

5. Vízfolyások az Antarktisz jégtakarója alatt

A NASA műholdjaival (Aqua, IceSat) három év alatt szerzett adatok alapján arra következtettek, hogy egy nagyméretű, jég alatti tó vize ez idő alatt az óceánba ürült. A kutatások nyomán többet tudhatunk meg a Föld legnagyobb méretű jégtakarójának változásairól, s arról, hogy az alatta levő vízrendszer hogyan befolyásolja a tengerszintet.

6. Extrém körülmények között működő integrált áramkör

A NASA kutatói olyan integrált áramkört fejlesztettek ki, amely folyamatosan több mint 4000 óráig volt képes működni 500°C hőmérsékleten. Ez mintegy százszorosan haladja meg az eddig elért legjobb eredményt. Az új technológia űreszközökön és repülőgépes sugárhajtóművek elektronikus berendezéseiben találhat alkalmazásra.

7. Emberes űrrepülési rekordok

Egyhuzamban a leghosszabb időt, 195 napot a női űrhajósok közül Sunita Williams töltötte a világűrben (ISS 14. és 15. személyzet). Ugyanő hajtotta végre a hölgyek közt a legtöbb űrsétát, 4 alkalommal 29 óra 17 percet töltött az űrállomáson kívül. Mike Lopez-Alegria 10 űrsétájával (összesen 67 óra 40 perc) ugyancsak világcsúcscsúcsot ért el és amerikai csúcst javított. Lopez-Alegria 215 napos tartózkodása az ISS-en a leghosszabb egyedi út, amit amerikai űrhajós valaha teljesített.

8. A legfényesebb csillagrobbanás (SN 2006gy)

A Chandra röntgen-úrteleszkóp és földi optikai távcsövek megfigyelései arra engednek következtetni, hogy a hatalmas tömegű csillagok nagyenergiájú szupernóva-robbanásai a világegyetem kezdeti korszakában gyakoriak voltak.

9. Továbbfejlesztett repülőgép

A repüléssel kapcsolatos NASA-kutatásokból az év legfontosabb tíz eredménye közé került a Boeing céggel és a légierővel közös X-48B fejlesztés. A „csupa szárny” gép sikeres próbarepülésen vett részt 2007-ben.

10. Az emberiség globális űrkutatási stratégiája

A NASA és világ 13 másik űrügynöksége májusban közös dokumentumot fogadott el *The Global Exploration Strategy: The Framework for Coordination* (Globális felderítési stratégia: a koordináció keretei) címmel. A XXI. századi közös nagy cél a Naprendszer kutatása, amelynek egyes égitestein egyszer majd emberek élhetnek és dolgozhatnak.

Charles Simonyi Pille-kísérletei a Nemzetközi Űrállomáson

Apáthy István

MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet

Ionizáló sugárzás, sugárdózis

A Földön található élő és élettelen világot folyamatosan különféle sugárzás éri; ezek közül károsító hatást az ionizáló sugárzás (elektromágneses sugárzás, pl. gamma-, fény-, rádiósugárzás illetve részecskesugárzás, pl. alfa-, béta-, neutronsugárzás) okoznak. A földfelszínen az egy emberre eső átlagos dózisterhelés közel háromnegyed része a földkéregben végbemenő radioaktív bomlásokból származik, kb. 10%-áért a világűrbeli érkező kozmikus sugárzás felelős, 15%-a pedig mesterséges eredetű, a gyógyászati diagnosztika és terápia eredménye.

A Napból és a csillagközi térből érkező kozmikus sugárzás nagysága – elsősorban a naptevékenység változó intenzitása miatt – időben fluktuál, napkitörések alatt extrém nagy szinteket is elérhet. Nagy részét a Föld mágneses tere a sugárzási övezetekben (Van Allen-övek) „befogja” (geomágneses csapda), illetve a levegőréteg elnyeli; a földfelszínt annak csak kis hányada éri el. Az alacsony Föld körüli pályán (500 km-es magasság alatt) keringő űrhajókon, űrállomásokon tartózkodó űrhajósokat a levegőréteg már nem, de a geomágneses tér még védi; őket a felszínihez képest ötvenszer-százszor nagyobb sugárterhelés éri. Ez aktív űrhajós-karrierjük időtartamát néhány évre korlátozza. A bolygóközi térben már a geomágneses védelem is megszűnik, itt egy-egy napkitörés katasztrofális egészségkárosodást, akár halált is okozhat (Hold-, Mars-utazás).

A sugárvédelemben a sugárzás károsító hatását a dózissal jellemzik. Az elnyelt dózis a sugárzás energiájának az a hányada, melyet az (élő vagy élettelen) anyag egységnyi tömege elnyel (mértékegysége a *gray*, $1 \text{ Gy} = 1 \text{ joule/kg}$ elnyelt energia). A várható élettani hatásra jellemző effektív dózis súlyozottan figyelembe veszi a sugárzás összetevőinek (fajta- és energiafüggő) biológiai hatásosságát, valamint az egyes szervek sugárérzékenységét is; mértékegysége a *sievert* (Sv). A sugárzási térre jellemző a dózisteljesítmény a mérés során kapott dózismennyiség egységnyi időre eső átlaga (pl. Sv/óra).

Dózismérés, a „Pille” dózismérő

Úgy a földön, mint az űrben a sugárdózist többféle eszközzel mérik; ezek közül az egyik legelterjedtebb a termolumineszcens dózismérő. A termolumineszcens (TL) anyagok – általában adalékolt (doppolt) egykristályok – jellemzője, hogy melegítés hatására az elnyelt dózissal arányos mennyiségű fényt bocsátanak ki. A kimelegítés egyúttal törli őket, a változás reverzibilis. Egy termolumineszcens dózismérő rendszer tetszőleges számú, általában por vagy tableta alakú, különféle módon tokozott dózismérőből és egy – laboratóriumban üzemeltetett, meglehetősen nagyméretű, drága és bonyolult – kiolvasó-kiértékelő berendezésből áll. A kiolvasandó dózismérőt a berendezés „kályhájában” programozott hőfelfutással 250-300°C-ra hevítik, a melegedés során kibocsátott (általában rendkívül kis) fényt mérik és összegzik. Az integrált fény mennyiség arányos a dózismérő által az előző kimelegítés óta elnyelt dózissal.

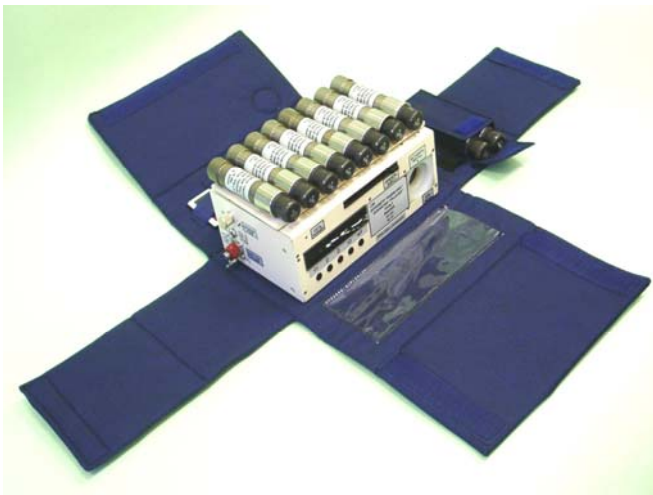
A szokásos módszer szerint a kifűtött (lenullázott) TL dózismérőket az űrhajósok a ruhájukra erősítve viszik az űrbe (személyi dózismérés), vagy űrhajón szállítják az űrállomásra, ahol azokat a mérőpontokon elhelyezik (dózistérképezés). Kiértékelésükre csak az űrhajósok visszatérése, illetve a dózismérők Földre való visszajuttatása után kerülhet sor. Az űrutazások időtartamának növekedésével ennek a módszernek a korlátai egyre nyilvánvalóbb-

bá váltak: a szükséges gyakoriságú (különösen személyi) dózismérésre az üreszközök fedélzetén nincs (nem volt) mód.

A fenti hátrányok kiküszöbölésére – a szovjet űrhajósok egészségéért felelős moszkvai Orvosbiológiai Kutatóintézet (IBMP) kezdeményezésére – 1980-ra, Farkas Bertalan űrrepülésére a Központi Fizikai Kutató Intézetben (KFKI) kifejlesztettek egy, az üreszköz fedélzetén történő kiértékelést is lehetővé tevő TL dózismérő rendszert, a *Pillét*. A kiolvasó készülék kb. 1 kg tömegű, 1 liter térfogatú; kibírja a felbocsátásnál és a dokkolásnál keletkező nagy mechanikai terhelést és súlytalanságban is működik. A dózismérők ún. bura dózismérők: egy kis, zárt üvegburában, vákuumban lévő fém fűtőlapocskára vannak a kalcium-szulfát alapú TL-kristályok felragasztva. Érzékenysége elegendően nagy az űrállomáson akár egyetlen óra alatt összegyűjtött dózis mérésére.

A *Pillét* a magyar űrhajós sikerrel használta a Szaljut-6 űrállomáson, és az visszatérte után is a fedélzetén maradt. 1983-ban egy korszerűbb, érzékenyebb változatra cserélték; segítségével a kozmonauták rendszeresen végeztek méréseket később is a Szaljut-7 és a Mir űrállomáson. Sally Ride, az első amerikai űrhajós nő a Challenger űrsiklón használta egy módosított *Pille* rendszert 1984-ben. Megkezdődött a magyar *Pille* máig tartó sikersorozata.

Az 1990-es évek elején az MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézetben (AEKI) megkezdődött egy új generációs változat fejlesztése. A mikroprocesszoros *Pillében* már megvalósult mindaz, amit az új technika lehetővé tett. Pontossága tovább nőtt, a kiolvasó felismeri az éppen lemért dózismérő azonosító számát és egyedi sajátosságait, a mérési eredményeket dátummal és a kifűtéskor kapott összes jellemzővel együtt letárolja egy memóriakártyán. Ezeket az adatokat különféle számítógépes programokkal később részletesen analizálni lehet. Egy, a kiolvasóban hagyott dózismérőt meghatározott időközönként automatikusan ki tud értékelni. Az új *Pille* egyes változatait sikerrel használták ESA- és NASA-űrhajósok a Mir űrállomáson, az új évezredben pedig Magyarország a *Pille* rendszerrel járult hozzá a Nemzetközi Űrállomás (ISS) üzemeltetéséhez.



Az ISS orosz szegmensére 2003 augusztusában fel szállított *Pille*-MKSz már nem csak kísérleti eszköz, hanem az ún. dozimetriai szolgálati rendszer része, az űrhajósok egészségvédelmének eszköze. Az űrállomás Zvezda moduljának különböző pontjaiban elhelyezett dózismérőket havi rendszerességgel olvassák ki; úrséták alatt minden esetben mérik az űrhajósok járulékos dózist. A kiolvasó 90 percenként (ennyi az ISS keringési ideje) automatikus, nagy felbontású méréseket végez. Rendkívüli eseményekkor, mint pl. nagy napkitörések idején, napi kétszeri kiolvasással követik nyomon az űrhajósok személyi dózisterhelését. Mára az ISS-en elvégzett sikeres *Pille*-mérések száma már több, mint húszezer.

Charles Simonyi és a Pille a Nemzetközi Űrállomáson

2006 őszén hozták nyilvánosságra, hogy Charles Simonyi magyar származású amerikai üzletember – korábban a Microsoft egyik tulajdonosa és meghatározó programfejlesztője –



2007 áprilisában űrturistaként a Nemzetközi Űrállomásra látogat. Csöke Antal kollégánk, az összes eddigi Pille rendszer és számos más magyar űrműszer gépészeti tervezője javasolta, hogy Farkas Bertalan után a második „magyar” űrhajós is végezzen méréseket a magyar űrdózismérővel. A Űrkutatási Tudományos Tanács (ÚTT) az ötletet felkarolta, és ennek nyomán a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) megkezdte az adminisztrációs szervezést. Megkeresésükre Ch. Simonyi örömmel vállalta, hogy méréseket végez a Pillével az ISS fedélzetén, melyhez a MŰI

megszerezte az űrturistautakat bonyolító Space Adventures cég, majd az Orosz Szövetségi Űrkutatási Hivatal (Roszkosmosz) hozzájárulását. Az IBMP és az AEKI kidolgozták Simonyi mérési programját. Az űrhajózás történetének ötödik űrturistája 2007. február 15-én az Atomenergia Kutatóintézetbe látogatott, ahol dr. Deme Sándor részletesen tájékoztatta a Pille dózismérő rendszer működéséről, a készülék működésének alapjául szolgáló dozimetriai alapfogalmakról és a Pillével korábban a világűrben végzett mérések eredményeiről.

Simonyi Pille-mérései

Charles Simonyi az ún. 12. látogató expedíció egyetlen tagjaként, a 15. állandó expedíció legénységével együtt 2007. április 7-én startolt Bajkonurból a Szojuz TMA-10 űrhajó fedélzetén, mely 9-én kapcsolódott a Nemzetközi Űrállomáshoz. Repülése alatt négy tudományos kísérletben is részt vett, ezek egyike volt a „Pille-Simonyi” elnevezésű mérésorozat, melyet a korábban ismertetett Pille-MKSz rendszerrel hajtott végre.

Első lépésként április 10-én Mihail Tyurin orosz űrhajós a Zvezdán lévő korábbi, szokásos mérőhelyekről „begyűjtötte” a Pille dózismérőket. Ezeket Ch. Simonyi egymás után kétszer, illetve a továbbiakban a személyi dózisanak mérésére szolgáló dózismérőt háromszor is kiolvasta, majd az előírt új mérőpontokon elhelyezte. Az egyik dózismérőt végig magán viselte, egy másikat a hálósákjában helyezett el. Négy dózismérőt az orosz fejlesztésű RMS sugármonitorozó rendszer DB-8 szilícium félvezető-detektorai mellé telepített, lehetővé téve a DB-8- és Pille-mérések eredményeinek összehasonlítását. Egy további Pille dózismérő a padlón található ablak mellé került, ahol eddig dózismérés még nem történt.

Ch. Simonyi személyi dózismérőjét a továbbiakban naponta kiolvasta (ld. évkönyvünk címlapképét), ezzel időben nagy felbontású adatsort kaptunk az őt ért személyi dózisterhelésről. A többi dózismérő (ismét kétszeri) kiolvasására április 18-án, repülésének végén került sor. Ezek a dózismérők adatokat szolgáltatottak az expozíciós helyükön az előző nyolc nap alatt mért átlagos dózisteljesítményről.

Az 5. űrturista április 21-én, a Szojuz TMA-9 űrhajóval tért vissza a Földre, ekkor memóriakártyán magával hozta a Pille előző fél éves méréseit tartalmazó adatokat, illetve egy második („Simonyi” kódjelű) memóriakártyán saját méréseinek eredményét. A kártyákat május elején vették ki a Szojuz szállítókonténeréből, majd eljuttatták a moszkvai Orvosbioló-

giai Kutatóintézetbe. Orosz kollégáink a memóriakártyák adatait júniusban küldték el az AEKI-ba interneten, ahol megtörtént azok feldolgozása.

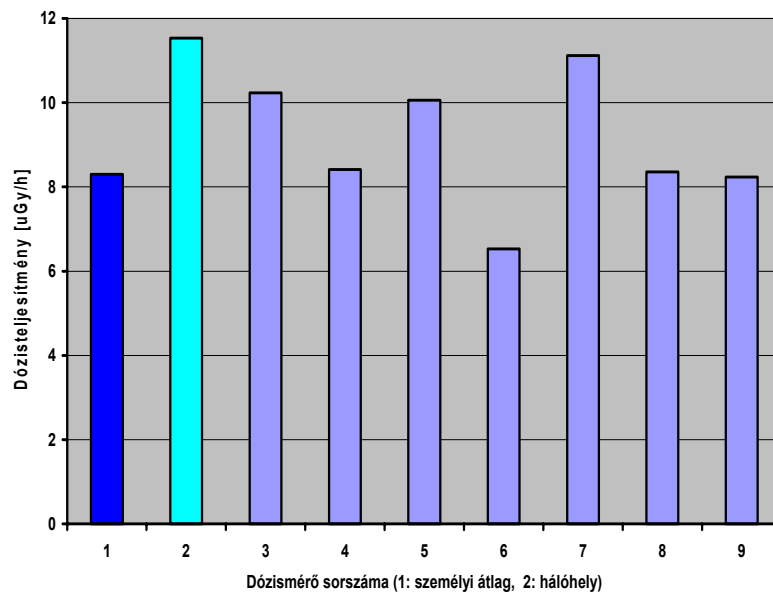
A Pille-mérések eredményei

A Columbia űrrepülőgép katasztrófája (2003) óta, a közelmúltig a Nemzetközi Űrállomáson állandó jelleggel csak két űrhajós tartózkodott. Idejük nagy részét annak karbantartásával töltötték; érdemi munkára, kísérletezésre alig jutott lehetőségük. Így megnőtt azoknak az űrturistáknak az „értéke”, akik repülésük alatt (ráadásul saját költségükre) kísérletek elvégzését is vállalják. Ilyen űrturista volt Charles Simonyi is, aki műszaki-tudományos képzettségének (és tehetségének) köszönhetően az ISS fedélzetén professzionális munkát végzett. Ennek köszönhető, hogy segítségével az űrállomásról teljesen új jellegű dózisadatokhoz jutottunk.

A Pillét személyi dózis mérésére eddig csak űrséták vagy extrém nagy napkitörések idején használták; az űrhajósokat érő dózisterhelésről nagy időbeli felbontással adatok nem álltak rendelkezésre. Azt is csak feltételeztük, hogy a hálöhelyen, melyet közvetlenül az űrhajó falánál alakítanak ki, a dózisterhelés nagyobb, mint a műszerek által is „árnyékolt”, védett munkahelyeken. Ilyen mérést csak egyszer – saját elhatározásból, programon kívül – Ciblijev orosz űrhajós végzett (a Pillével) 1997-ben a Mir űrállomáson, melynek eredményeképpen hálöhelyet is változtatott.

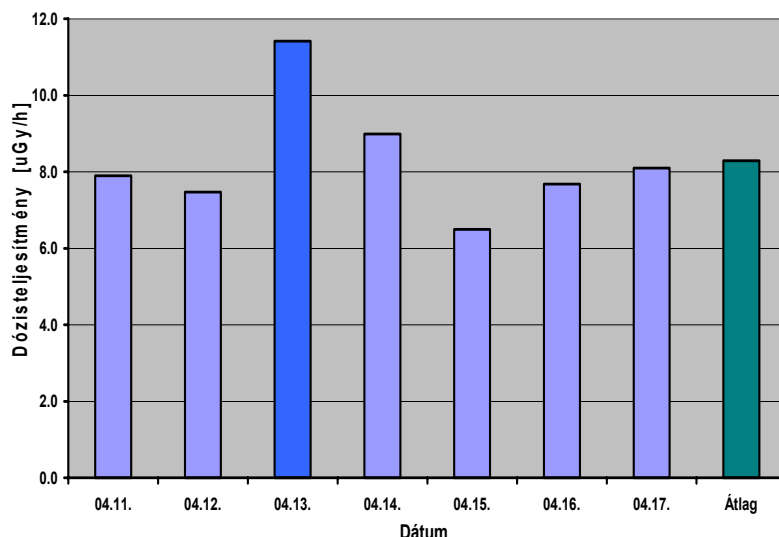
Az űrhajósok a dózismérőket egy-egy alkalommal – idő hiányában – csak egyszer olvassák ki, holott egy azt követő második kiolvasás igen hasznos információval szolgálna a dózismérők ún. maradék dózisáról, azon keresztül pontosságukról, állapotukról, „öregedésükről”. Azzal, hogy Charles a dózismérőket minden alkalommal egymás után többször is kiolvasta, igen értékes információkat kaptunk a lassan négy éve folyamatosan üzemben lévő mérőeszközaink állapotáról; ez a további kiértékeléseket is pontosabbá teszi.

Dózisteljesítmény az egyes mérőhelyeken



A széthelyezett dózismérőkkel végzett mérések eredménye igazolta várakozásunkat. Legnagyobb dózisteljesítményt az űrturista hálólhelyein (2. dózismérő) tapasztaltunk annak ellenére, hogy azok nem a Zvezda hálólhelyében voltak. Simonyi küldetésének első szakaszában az ISS hátsó végéhez csatlakoztatott Szojuz űrhajó lakóterében aludt, majd 14-én hálólhelyét átköltöztették a Zvezda dokkolóegységébe. A sorrendben következő legjobban exponált helynek a Földre néző ablak környéke adódott (7. dózismérő), ahol eddig még méréseket nem végeztek.

Napi dózisteljesítmény (2007)



Simonyi repülése során egy héten át naponta mérte saját dózisterhelését, amely általában a széthelyezett többi dózismérő átlaga körül alakult, és kb. két nagyságrenddel volt nagyobb, mint amekkora a földi átlagos dózisteljesítmény (kb. 0,1 mSv/óra). Érdekes volt az április 13-án mért, kiemelkedően nagy személyi dózisa. Erre magyarázatot is kaptunk tőle: a megelőző alvási periódusa végén kollégái nem ébresztették fel, és ugyanezt tette karórája is (valószínűleg a délelőtt/délután nem volt a fedélzeti időnek megfelelően beállítva). Ráadásul ébredés után a hálólhelyén még olvasott, így az adott mérési periódusban a szokásosnál sokkal hosszabb időt, 10-11 órát töltött hálósákjában. Ezek szerint a Szojuz lakófülke az űrállomás-komplexum egyik legexponáltabb helye.

Az egy héten át végzett személyi mérések során kapott dózisteljesítményt egész repülésére extrapolálva a küldetése során kapott többletdózis kb. egy mellkasi CT-nek felel meg (és akkora, amekkora dózist itt a Földön a természetes háttérből kb. négy év alatt „gyűjtünk” akkor, ha nem veszünk részt orvosi röntgenvizsgálatokon vagy sugárkezelésen). Ennek negatív élettani hatása elhanyagolható, de a Ch. Simonyi űrrepülését menedzselő Space Adventures cég nagyra értékelte, hogy ezt objektív mérésekkel is alátámasztottuk; a „Pille-Simonyi” mérési programról nemzetközi sajtóközleményt adtak ki.

Ezúton is köszönjük Charles Simonyinak, hogy a fenti mérések elvégzését vállalta, és azokat körültekintően és hibátlanul végrehajtotta.

Amatőr rádiós kapcsolatok Charles Simonyival úrutazása során

Összeállította: Horváth Márk

Charles Simonyi úrutazása alatt két alkalommal is szervezett amatőr rádiós kapcsolat kiépítésére került sor Magyarországról. 2007. április 12-én hajnali 0:55-kor a rendelkezésre álló körülbelül kilenc perces időablakban 34, magyar nyelven beszélő amatőr rádiós kísérelt meg egy-egy szót váltani vele. Ez huszonkettőnek sikerült is, ezzel egy új rekordot állítottak fel.

Április 13-án hajnali negyed kettőkor hat középiskolás, illetve egykori középiskolás diák tehette fel amatőr rádiós kapcsolaton keresztül kérdését az űrturistának. Magyar diákok kérdeztek magyarul, magyarországi helyszínről – ilyen sem volt még. A kérdező diákokra mind jellemző, hogy középiskolás éveik valamilyen módon kötődtek (kötődnek) Charles Simonyi édesapjához, Simonyi Károlyhoz, a *Természet Világa* folyóirat szerkesztőbizottságának egykori tagjához, akinek a nevéhez *A fizika kultúrtörténete* című mű is fűződik. A diákok közül hárman (Fekete Soma, Petz Erika, Somogyi Tímea) a Természet Világa Diákpályázatán a Simonyi Károly által alapított Kultúra egysége különdíj nyertesei, ketten (Molnár Gyula, Sas Péter) a Simonyi Károly Országos Elektrotechnikai Verseny első helyezettei, egyikük pedig Kazinczy-díjas diákújságíró, Magyar Dóra (Magyar Béla kiképzett űrhajós lánya).

A diákok kérdései a következők voltak:

Magyar Dóra: Hogyan érzi magát a súlytalanságban?

Molnár Gyula: Hogyan működik a magyar Pille műszer?

Somogyi Tímea: Milyen érzés a Földet az űrállomásról látni – tényleg úgy néz ki, mint a képeken?

Petz Erika: Milyen kísérleteket végzett/végez az űrállomáson?

Sas Péter: Elégedett-e az űrállomáson lévő fedélzeti számítógép operációs rendszerével?

Fekete Soma: Melyik könyv és melyik személy volt nagy hatással Önre a szakmai pályafutása kezdetén?

Az április 13-i esemény helyszíne a Puskás Tivadar Távközlési Technikum volt, szervezői a Magyar Asztronautikai Társaság, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum és a Természet Világa. Április 13-án este egy tudományos szemináriumot is szerveztünk, melyen bemutattuk a diákokat, lejátszottuk a nyolc perces rádiófelvételt, és elhangzott négy érdekes előadás is.

A diákkapcsolat ötlete Gschwindt Andrásztól, a Műegyetemi Rádióklub vezetőjétől származik, aki megkérte a Természet Világa szerkesztőségét, hogy kérjék fel Simonyit, aki szerkesztőbizottsági tagjuk. A MANT szakértői űrrepüléssel kapcsolatos előadásokkal színesítették az eseményt.

A diákok felkérése márciusban történt meg. Mindegyikük lelkesen vállalta, hogy kérdezzen az űrturistától, a nehézséget inkább az okozta, hogy milyen kérdést is tegyenek fel. Bár mindegyikükben több tucat kérdés is megfogalmazódott, csak egyetlen egy kérdés feltételére volt lehetőségük.

Az iskola technikai felkészítését Horváth László igazgató koordinálta. A rádiós kapcsolatért Tóth István (HA5OJ) és Muhari István (HA5CH) felelt. A Természet Világa részéről Bacsárdi László volt a fő szervező. A stáb sajtótájékoztatót rendezett április 13-án hajnalban, amire körülbelül nyolcvan sajtómunkatárs jött el (újságíró, tévéstáb, rádióstáb). A sajtótájékoztatót Simonyi Tamás (Charles Simonyi öccse), valamint Magyar Béla megjelenése tette meglepetésekben gazdaggá, sőt Tamás még egy űrkonzervet is hozott magával a diákok és a jelenlévő újságírók számára.

Felkészültünk arra az eshetőségre is, ha valamilyen technikai ok folytán probléma merülne fel a kapcsolatban. Charles Simonyi ismerte a diákok nevét és kérdéseit, így ha a kapcsolat elméleti kezdete utáni 120. másodpercben sem vette volna a mi jelzéseinket, akkor is elkezdett volna válaszolni a diákok kérdéseire. Sikeres kapcsolat, sikeres beszélgetés, nagy sajtóérdeklődés – szinte az összes országos nyomtatott és online média hírt adott a rendezvényünkről. Egy kis ideig reflektorfénybe került az amatőrrádiózás és az űrtevékenység népszerűsítése.

Az űrállomásról és a rádiókapcsolatról

A Nemzetközi Űrállomás 300–400 km közötti Föld feletti magasságban kering. 91 perces keringési ideje és 51,6 fokos pályahajlása azt eredményezi, hogy a Föld legnagyobb részéről látható időnként az átvonulása (minden egyes keringése alatt kicsivel arrébb fordul a Föld, így az űrállomás "lábnyoma" végigtapogatja a földfelszínt). A gyors keringése miatt egy adott földrajzi pont felett kevesebb, mint 10 percig látható egy átvonulás. Ha ez napnyugta utáni órákban vagy hajnalban történik, szabad szemmel is megpillanthatjuk (ilyenkor a Nap fénye a Földre már nem jut le, a magasan lévő űrállomást viszont még egy darabig megvilágítja), egy nagyon fényes csillaghoz hasonlít.

A rádió megjelenése óta vannak amatőrök is. Amatőrnek számít az, aki nem hivatás-szerűen foglalkozik rádiózással, hanem csak érdeklődésből, szakmai tudása viszont profi szintű is lehet. Az amatőrök szakmai tudásuk fejlesztésére éppúgy, mint szórakozásból úzik hobbijukat. Saját fejlesztéseik a szakmába is átmennek. A fiatal rádióamatőrök pedig jó mérnökökké válhatnak. Összeköttetéseikről naplót vezetnek, és különösen büszkék a távoli kontinensekkel való kapcsolatra, ezeket egyéni nyugtázólapok küldésével igazolják és teszik emlékezetessé. Kezdetben ez szabályozatlanul folyt, a különböző adók egymást zavarták, ezért minden országban létrehoztak a rádiózást szabályozó hatóságokat. Ma szigorúan meg van szabva, hogy milyen frekvencián ki milyen tevékenységet folytathat. Ma csak az számít rádióamatőrnek, aki vizsgán bizonyította szakmai hozzáértését és kiváltotta az engedélyt. Az amatőrök számára ma külön frekvenciák vannak fenntartva, ahova mások, pl. műsorszóró rádiók nem mehetnek. Rádiózni megtanulni nem ördögösség – alapfokon bárki elsajátíthatja a szükséges tudást egy helyi rádióklubban, ahol a szükséges berendezések is rendelkezésre állnak. Akár általános iskolások vagy nyugdíjasok is lehetnek rádióamatőrök.

Az űrhajósok jelentős része rádióamatőrvizsgát is tesz és rendszeresen létesítenek kapcsolatot a földiekkel. Ennek részben pszichológiai oka van (a közérzet javítása), részben oktatási célja. Ilyenkor iskolákkal létesítenek kapcsolatot (a NASA komolyan veszi az oktatást, népszerűsítést). Ennek a hagyománynak a részeként rádiózott Charles Simonyi a Puskás Technikumban összegyűlt diákokkal, valamint amerikai iskolásokkal is. Az ultrarövidhullámú rádiójelek hasonlóan terjednek, mint fény, vagyis egyenes vonalban látnunk kell az űrállomást az összeköttetéshez. Így kb. 8–9 perc áll rendelkezésre a kapcsolathoz. A kapcsolatot a 2 méteres hullámhosszú amatőrsávon hozzák létre. Talán meglepő, de az űrállomás eléréséhez nem szükséges óriási teljesítmény: 5 wattos adóval már el lehet érni, bár a jobb minőség eléréséhez most kb. 100 wattot használtunk, valamint irányított antennát. A magyar amatőrök hetek óta készültek a kapcsolatra, tesztelték a rádióberendezéseiket és az antennaforgatókat. Az interneten megtalálhatóak az űrállomás (és a különböző műholdak) aktuális pályaelemei, amelyeket egy megjelenítő programba betáplálva megtudhatjuk, hogy adott napon a mi állomásunk felett mikor és milyen pályán fog áthaladni egy űreszköz. Ez a program segített a forgatható antenna irányon tartásában. A rádiókapcsolat során a rádiós szobában csak kevesen voltak jelen: a rádió operátorai, a diákok, az antennaforgató vezérlője és a kamerás (és végül jópár sajtófotós, nem kímélve a személyes terünket). A többiek egy előadóteremből figyelték a tévén lesugárzott jelet (a lényeg persze a hang, a videón csak az operátorokat és a diákokat láthatták). A rádiót csak amatőr engedéllyel rendelkező operátor

üzemeltetheti, de a kérdéseket a diákok mondhatják el (klubban, tanulási célzattal használják). A kérdéseket persze előre el kellett küldeni, hogy az űrutazó fel tudjon rájuk készülni, és akkor is tudjon válaszolni, ha nem értené jól a mi adásunkat. Ezen kívül az összeköttetés része, hogy az operátorok megbeszélik, hogy milyen minőségben veszik egymás adását, és nyugtázó lap küldéséről biztosítják egymást. Egy földi összeköttetésnél ezen kívül lenne idő még a technikai berendezések ismertetésére is, esetleg az időjárásról vagy más szakmai témáról beszélgetni. A rádiózástól nagyon eltérő témákról amatőr-frekvencián nem szabad beszélni (pl. kereskedelmi tevékenység).

Űrutazására készülve Charles Simonyi is rádióamatőr vizsgát tett, ami nem esett nehezére, hiszen pilótaként is meg kellett ismerkednie hasonló rendszerrel. Az Egyesült Államokban a KE7KDP hívójelet kapta, azonban Gschwindt András közbenjárására a magyar Nemzeti Hírközlési Hatóság megadta neki a HA5SIK hívójelet, így először forgalmaztak magyar hívójellel a világűrben (az űrhajósok egyébként az űrállomás valamelyik hívójelét szokták használni, leggyakrabban ez az NA1SS). (Annak idején Farkas Bertalannal is szerettek volna rádiókapcsolatot létesíteni, azonban ez elakadt az akkori szovjet bürokrácián.) Charles Simonyi a blogjában a következőket írta: „Nagy hatással van rám a rádióamatőr közösség, akik sok szempontból előre látták a majdani internetet.”

(Bacsárdi László, Horváth Márk és Hildebrand Krisztián anyagai nyomán)

Személyes jellegű visszatekintés az IAA űrterminológiai aktivitására*

Dr. Almár Iván

MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete

Előadáskivonat

A Nemzetközi Asztronautikai Akadémia (IAA) már több mint 21 éve megkezdte a soknyelvű asztronautikai terminológia megalkotását. Ez a munka nem a szokásos munkacsoport projekt, amelynek célja egy speciális szótár vagy lexikon előállítása, hanem egy elhúzódó folyamat, amely folytatódik a 21. században is. A részeredmények először kétnyelvű szótárfüzetekként (1992), majd floppy lemezekben, mint az IAA első Soknyelvű Űrszótára (1996), végül 1998-ban – éppen tíz évvel ezelőtt – javított változatban CD-ROM-on jelentek meg. A Második Világűrkongresszus résztvevői ezt a CD-t ingyen megkapták (2002). Közben szinte minden évben terminológiai szimpóziumokat és workshopokat szerveztünk – mérsékelt sikerrel. Az ezeken bemutatott terminológiai dolgozatokból készült válogatás 2002-ben, mint az *Acta Astronautica* különszáma jelent meg. A következő időszakban megkezdődött az eredeti szójegyzék felülvizsgálata, felismerve korszerűsítésének szükségességét, valamint azt is, hogy megfelelő definíciókat kell csatolni minden egyes kifejezéshez. Az egész vállalkozás szükségessége ma nyilvánvalóbb, mint valaha, de „önkéntes” jellege problémákat vet fel egy ilyen nagy projekt megvalósításának útján.

Utólagos, fontos közlés: a szótár jelenlegi változata hozzáférhető az interneten a www.iaaweb.org honlapról a *Home – Study Groups – SG6.10 – Multilingual Space Dictionary* útvonalon. A címre kattintva a V2.0 változat letölthető.

Bevezetés

A Nemzetközi Asztronautikai Akadémia már közeleg fennállásának 40. évfordulójához. E hosszú időszak több mint felében az IAA folyamatosan foglalkozott egy homogén és hiteles űrterminológia létrehozásával. Amennyire tudom, sem a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség (IAF), sem a nemzetközi űrkutatói szervezet (COSPAR) nem mutatott semmiféle érdeklődést e fontos terület iránt. Feltehetőleg időszerű feladat összegezni e vállalkozás történetét és azokat a tanulságokat, amelyek az általam ismert két évtizedhez kapcsolódnak. Ez a dolgozat azonban csak szubjektív véleményt alkothat e vállalkozás sikereiről és kudarcairól – különösen azokra a tapasztalatokra és problémákra koncentrálva, amelyek az IAA illetékes bizottságának működésével kapcsolatosak.

Az IAA terminológiai aktivitásának rövid története. Néhány mérföldkő

Az első nagy mérföldkőnek kétségkívül az IAA 1970-ban Prágában megjelentetett *Astronautical Multilingual Dictionary* című szótára tekinthető. A művet Theodore von

* Az 59. Nemzetközi Asztronautikai Kongresszus (Glasgow, UK) terminológiai szekciójában (Symposium on Space Terminology, Session E7) 2008. szeptember 29-én elhangzott angol nyelvű előadás szövegének magyar fordítása. A szerző a kilencvenes években az IAA terminológiai bizottságának elnöke, a Soknyelvű szótár felkért szerkesztője és a mindmáig egyetlen asztronautika-terminológiai cikkgyűjtemény szerkesztője volt.

Kármán (Kármán Tódor), az IAA első elnöke emlékének szentelték. A hétnyelvű, 936 oldalas szótár tudományos szerkesztője Rudolf Pesek volt.

Hosszabb szünet után Jacques-Louis Lions professzor, a CNES akkori elnöke 1987-ben kezdeményezte az *IAA Multilingual Terminology Data Base* (soknyelvű terminológiai adatbázis) bizottságának létrehozását és egyúttal felkérte az akadémia érdeklődő tagjait, hogy vegyenek részt a bizottság első ülésén 1987. április 6-án. Jelen volt az akadémia több, mint 14 tagja. Kezdetben egy *ad hoc* bizottság gyűjtötte össze az alapvető kifejezéseket („basic terms”) különféle repülési és űrszótárakból. 1988-ban Lions professzor, mint a bizottság akkori elnöke, az alábbi levélben foglalta össze a helyzetet:

„A kezdeti munka, amelynek során az alábbi öt szótárban szereplő kifejezésekből egyetlen listát állítanak össze, 1988 nyarára befejeződik:

- 1 SA-SP-7- William H. Allen, 1965
- 2 ESA-SP-1011- Recueil de terminologie spatiale par Yves Taillef
- 3 Astronautical Multilingual Dictionary of IAA, published 1970, Prague, Czechoslovakia
- 4 Dictionnaire de Spatiologie, Tome II CILF, 1986
- 5 NAer-ESTEC-1982

Ennek révén az IAA egy mintegy 2500–3000 kifejezésből álló, a világűrrel kapcsolatosan az elmúlt években megjelent nagyobb művekből származó adatbázishoz jut. E kifejezések listáját az IAA számítógépén feldolgozva eljuttatjuk Önnek 1988 szeptemberéig.”

Ez az első lépés döntő hatással volt az egész vállalkozás sorsára: a 2596 angol kifejezés összeválogatását kezdettől fogva sokan kritizálták. Mindazonáltal a rendelkezésre bocsátott szójegyzék viszonylag gyors javítása és kiegészítése után ezt a listát az akadémia szétküldte számos országba, hogy azokat 15 nyelvre lefordítsák. Ezt a nagy munkát nagyszámú önkéntes szakember végezte az akadémia néhány tagja vezetésével, és főképp az IAA főtitkárának, Dr. Contantnak az irányításával.

Az első, kétnyelvű szótárakat kis füzetek formájában az IAA 1992-re nyomtatta ki. Ugyanebben az évben került sor az első terminológiai szimpóziumra a Világűr Nemzetközi Éve alkalmából Washingtonban tartott űrkongresszuson. Később hasonló szimpóziumok szervezése minden egyes nemzetközi asztronautikai kongresszuson (IAC) hagyománnyá vált. (Az ezeken elhangzott terminológiai előadások egy válogatott részének szövege az *Acta Astronautica* folyóirat különszámaként 2002-ben jelent meg [1].)

1993-ban a bizottság és az IAA titkársága elhatározta, hogy a *Multilingual Space Dictionary* számítógépre alkalmas változatban Magyarországon jelenjen meg. 1994. októberében a *The Last Word* nevű, számítógépes szótárak kiadásával foglalkozó magyar cég ajánlatot tett; a tender végül 1995. szeptember 30-án az IAA és a magyar cég közötti megállapodás aláírásával zárult. Az akadémia ekkor felkérte az egyes nyelvek „koordinátorait”, hogy fejezzék be a munkát, és az eredményeket floppy lemezekre juttassák el a szerkesztőnek.

Már 1996. április elején bemutattuk az akadémiának a soknyelvű űrszótár első, 14 nyelvű változatát két floppy lemezen. (A 14 nyelv bolgár, kínai, angol, francia, német, magyar, olasz, japán, lengyel, portugál, román, orosz, spanyol és török volt.)

1996-ban a szerkesztő felkérte a nyelvi koordinátorokat, hogy különféle hibákat javítsanak ki az anyagaikban. A javított változat (Version 1.1 néven) 1997-ben jelent meg. Mivel közben elkészült az arab és a hindi fordítás is, az 1998-ban megjelent új változat (Version 1.2) már 16 nyelvet tartalmazott. Ez volt az a változat, amelyet a Houstonban 2002-ben rendezett 2. űrkongresszus résztvevői között CD-ken ingyen szétosztottak [2].

A bizottság már 1999-ben úgy döntött, hogy a szótár javítása és kiegészítése elkerülhetetlen feladat. Továbbá javasolta a szótár kiegészítését a kifejezések definícióival.

2001-ben az IAA bizottsági szerkezete alapvetően megváltozott. A korábbi *Multilingual Terminology Data Base Committee* munkacsoportként folytatta működését az IAA 6. főbizottságán (Commission VI: *Space and Society*) belül. A 6.1 munkacsoport új neve *Multilingual Space Dictionary with Definitions* (soknyelvű űrszótár definíciókkal) lett. Új

elnökének a japán Keiken Ninomiya professzort választotta. A munkabizottság 2006-ban ismét új nevet kapott: *The 50th Anniversary of Space-Era Edition of IAA Multilingual Space Dictionary SG 6.10* (az űrkorszak 50. évfordulója tiszteletére készülő IAA soknyelvű űrszótár). A munkacsoport nagy erőfeszítéseket tett, hogy nagy számú új kifejezéssel, további nyelvekkel és mindenekelőtt definíciókkal gazdagítsa a meglévő űrszótárt. Főképp japán kollegáink hangsúlyozták annak fontosságát, hogy a szótár az interneten is hozzáférhető legyen. Az előrehaladás e tekintetben az elmúlt hat évben lassú volt ugyan, de végül sikerrel járt.

Anélkül, hogy teljességre törekednénk, említsünk meg néhány nevet, akiknek közreműködése az IAA terminológiai aktivitásában különösen jelentős volt: Bensaid, Candel, Cherne, Cocca, Hashimoto, Masmoudi, Misev, Ninomiya, Strub, Subotowicz, Williamson, Yoshimitsu, Zhuang és sokan mások. Ők lelkesen támogatták a projekt megvalósítását. Az IAA titkárságának és Jean Michel Contant főtitkárnak a szerepe is kiemelendő: folyamatos támogatásuk nélkül az alább összefoglalt eredmények nem születtek volna meg.

1. táblázat. A munka fő fázisai

<i>Eredmények</i>	<i>Közreműködők</i>	<i>Időszak</i>
Döntés a soknyelvű terminológiai tevékenység megkezdéséről (létező szótárak alapján). Az első szójegyzék elkészül.	IAA titkárság	1987–1988
A szójegyzék kiegészítése és befejezése, a nyelvi koordinátorok kijelölése.	A bizottság tagjai	1988–1990
A kifejezések lefordítása a többi nyelvre. Két-nyelvű szótárak nyomtatása.	Nyelvi koordinátorok IAA titkárság	1991–1992
Az űrszótár (MSD) különböző változatai számítógépre írt formában.	The Last Word Foundation, Budapest	1993–1998
Az MSD jövőjének és a további feladatoknak a megvitatása.	Szimpóziumok, workshopok résztvevői	1999–
Javaslatok az MSD kiterjesztésére (további szavak, nyelvek és definíciók).	CNES, ISAS és a munkacsoport	2001–
Az új szótár elhelyezése az interneten.	JAXA és mások	2002–2008

Új kifejezések kiválogatásával kapcsolatos különféle problémák

Valóban szükséges-e egy a jelenleginél sokkal gazdagabb szójegyzék? Mi lenne a célja? A szakemberek, a műszakiak, a diákok, az újságírók, vagy egyszerűen minden érdeklődő segítése? Jelenleg már sok, szabadon használható szótár és enciklopédia létezik az interneten (pl. Wikipedia, The Free Dictionary). Mi legyen az IAA űrszótárának szerepe? Véleményem szerint *a valóban hiteles szótárnak* kellene lennie – mind a definíciók, mind a helyesírás tekintetében, valamint a különböző nyelvek terminusainak megfeleltetésében is. A Nemzetközi Asztronautikai Akadémia valóban az egyetlen testület a világon, amely képes lehet e követelmények kielégítésére. De tekintve az akadémikusok, a bizottsági tagok és a nyelvi koordinátorok leterheltségét, ezeket a követelményeket csak akkor lehet kielégíteni, ha a munkát valóban csak az asztronautikához szorosan tartozó kifejezésekre korlátozzuk. Ezért én személy szerint egy olyan, definíciókkal kiegészített, soknyelvű űrszótár létrehozását támogatom, amely csak korlátozott számú, és valóban az űrtevékenységgel kapcsolatos kifejezést tartalmaz. Nem a benne szereplő kifejezések száma, hanem a minőségük ad igazi értéket a szótárnak! Megismétlem azt a korábban különböző IAA előadásokban kifejtett

nézetemet, hogy gyakran éppen a látszólag egyszerű kifejezések (pl. világűr, űrhajó, űrrepülőgép) pontos definiálása a legnehezebb feladat.

A definíciókkal kapcsolatos különféle problémák

Mindenekelőtt *tömör definíciókra* van szükség, túlságosan sok részlet és numerikus adatok nélkül. Az 1980-as évek végén, vagyis a munka kezdetekor a nyelvi koordinátoroknak nyomtatott formában, munkalapokon megküldött, különféle definíciók nyilvánvalóan alkalmatlanok voltak erre a feladatra, de bizonyos segítséget adtak az egyes kifejezések lefordításához más nyelvekre. Egy francia szakértői csoport Bensaid javaslatára tíz évvel később megkezdte francia definíciók készítését sok (régi és új), a világűrrel kapcsolatos kifejezéshez. Amennyire tudom, ez a vállalkozás, amelyet a munkacsoport is támogatott, még mindig messze van a befejezéstől, és azokat a definíciókat, amelyeket eddig szétküldtek, mindeddig egyetlen hozzáértő szakemberekből álló nemzetközi testület sem vitatta meg.

A definíciók esetében a *nyelvi problémák* alapvetőek. Egy kifejezés definíciója a különböző nyelveken különböző lehet, ezért egy (angol vagy francia) definíció pusztán lefordítása nem mindig kielégítő megoldás. Ez a komplex probléma éppen az asztronautika legalapvetőbb kifejezései esetében lehet kritikus, nem pedig azoknál a műszaki és tudományos kifejezéseknél, amelyeket csak a szakemberek használnak. Például több esetben hangsúlyoztam már az amerikai és az orosz űrterminológia közötti alapvető különbségeket, amelyeket figyelembe kell venni, amikor a különböző nyelvű definíciók összegyűjtésére, megvitatására és megfogalmazására sor kerül majd.

A definíciók függhetnek a *szakterülettől* is. Mindenekelőtt azt kell tisztázni, hogy használják-e az adott kifejezést több szakterületen, és ha igen, akkor eldönteni, hogy egyetlen definíció elegendő-e, vagy többre van szükség. Annak idején az MSD készítésénél csak jelentős késéssel ismertük fel, hogy több tucatnyi olyan angol szakkifejezést is található a szójegyzékünkben, amelyek jelentése tökéletesen eltérő az asztronautika két (egyes esetekben három) különböző részterületén.

Végezetül néhány definíció esetében az *„idő probléma”* is fontos. Egyes definíciókon idővel változtatni kell, vagy elavulttá válnak, ezért a definíciók folyamatos felülvizsgálata szükségesnek látszik. Előfordulhat, hogy egy kifejezés, amelyet eredetileg csak egy a világűrrel kapcsolatos részterületen használtak, divatosá válik egy másik részterületen is, s ezért az eredeti definíciót ki kell egészíteni. Az is lehetséges, hogy a definíció ilyen jellegű módosítására csak bizonyos nyelveken van szükség. Az internet jelenleg lehetővé teszi a definíciók viszonylag kényelmes módosíthatóságát – anélkül, hogy egy egész könyvet kellene újra kinyomtatni. Másrésztől egy ilyen lehetőség kockázatos is lehet, mert egy rosszul átgondolt módosítás veszélyeztetheti az egész szótár hitelességét (ahogy ez gyakran meg is történik a „free dictionary”-k esetében az interneten). Ezért az ilyen beavatkozások lehetőségét csak a projekt koordinátora által felhatalmazott személyekre kell korlátozni.

Összegezve e fejezet mondanivalóját, meg vagyok győződve arról, hogy a definíciók szükségessége minden soknyelvű szótár esetében. Megfogalmazásuk azonban nagyon felelősségteljes feladat, amelyet olyan szakemberekből álló csoportokra kell bízni, akik nemcsak szakterületükben járatosak, de a soknyelvű terminológia problémáit is ismerik.

Hogyan lehet megvalósítani egy ilyen nagy projektet az IAA-n belül?

Ha valaki objektíven vizsgálja az IAA által szervezett és szponzorált soknyelvű terminológiai aktivitás eddigi eredményeit és kudarcait, akkor nehéz nem arra a következtetésre jutni, hogy ez a maximumát jelenti annak, amit ilyen önkéntes, „amatőr” alapon meg lehet valósítani. A meglehetősen korlátozott létszámú IAA titkárság nem tudhatta, és ma sem tudja egy-

magában vezetni, ellenőrizni és felülvizsgálni azt a nagyszabású projektet, amely az MSD éppen tíz évvel ezelőtti publikálása után indult el.

A terminológiai aktivitás jövője az IAA-n belül a továbbiakban nem alapozhat csupán az Akadémia tagjainak önkéntes és lelkes hozzájárulására, mert nyilvánvaló, hogy az ilyen önkéntes munka egymagában nem elegendő egy ekkora projekt megvalósításához. Az IAA-nak vagy valamelyik szponzornak legalább egy olyan hozzáértő, gyakorlott szervezőt kellene alkalmaznia, akinek van tapasztalata szótárak kiadásában is. A terminológiai munkacsoport és az IAA titkárság útmutatásával és ellenőrzése alatt neki kellene koordinálnia a nyelvi koordinátorok, szakértők és érdeklődő akademikusok munkáját világszerte – úgy, hogy sikerüljön betartani a kitűzött határidőket és végrehajtani a munkacsoport programjában elhatározott más részfeladatokat is.

Következtetések

Összegezve, szükségesnek látom újra összefoglalni, hogy „Kinek van szüksége egy ilyen szótárra?” [3] Véleményem szerint, a félreértések elkerülése érdekében, minden olyan nemzetközi és interdiszciplináris kutatócsoportnak, amely egy ürmisszió dolgozik. Hasonló a helyzet minden nemzetközi űrhajós csoport esetében is. A szótár soknyelvűsége fontos lehet az olyan oktatóknak és kutatóknak is, akik a világűr kutatásával és hasznosításával kapcsolatos tudást szeretnék saját országukban terjeszteni (különös tekintettel a nem angol anyanyelvű országokra!). Újságírók, könyvtárosok és mindazok, akik asztronautikai könyveket fordítanak, jó hasznát vehetik egy ilyen a szótárnak. Ha ennek eredményeként egy egységesebb és kevésbé félreérthető „űrnyelv” jön létre, akkor az IAA-ban 21 évvel ezelőtt megkezdett munka figyelemre méltó és értékes vállalkozássá válik.

Irodalom

- [1] *Astronautical Terminology*, 2002 Special Issue of *Acta Astronautica*, Vol. 50, No. 2. Guest editor: I. Almár
- [2] *IAA Multilingual Space Dictionary*, 1996, 1998, *The Last Word*, Budapest, Guest editor: I. Almár
- [3] I. Almár: *Terminology: a Bridge between Space and Society*, 2005, the 1st IAA Conference on Impact of Space on Society, Budapest, Hungary

Dr. Mészáros István (1950–2007)

Váratlan hirtelenséggel hunyt el az amerikai űrhajózási programnak és a Hold kutatásának egyik kiváló magyar ismerője, Mészáros István. Szakmáját tekintve orvos volt, az Országos Onkológiai Intézetben dolgozott aneszteziológus főorvosként.

Az űrkutató és űrhajózási események, eredmények és hírek fanatikus figyelője és gyűjtője volt. Szerencsés volt, aki meghallgathatta élvezetes előadásait. Űrismereteit nagy lelkesedéssel és hozzáértéssel terjesztette rádió- és tévényilatkozatokban, ismeretterjesztő cikkek és könyvek formájában is. Társszerzője volt az első magyar űrenciklopédiának, az *Űrtamnak* (1997) és *A világűr meghódításának első 50 éve* (2007) című könyvnek. A Magyar Asztronautikai Társaság egyik főtárgyterjesztőjeként dolgozott. Különösen szerette a MANT évente megrendezett ifjúsági űresszé-pályázatát, amelyben állandó bíráló és értékelő munkát végzett. Mészáros Pista barátunktól két, az *Aeromagazin*ban korábban megjelent összefoglaló cikkének újraközlésével, illetve a folyóiratban napvilágot látott írásainak jegyzékével búcsúzunk.



Dr. Mészáros István cikkei az *Aeromagazin* c. folyóiratban (1999. június – 2007. március)

1999. június	Pókháló az űrállomáson (Skylab, táblázat); A Skylab fő egységei
július	Apollo–11: utazás a Holdra
november	Apollo–12: látogatás a „hóembernél” (Holdexpedíciók története 2., Surveyor–3)
2000. április	Apollo–13: hajótörtek az űrben
július	Kézfogás a világűrben (Szojuz–Apollo 25 év, ASTP)
2001. február	Apollo–14: Fra Mauro (Shepard, Mitchell, Roosa)
augusztus	Az Apollo–15: Hadley - Appenninek
2002. április	Apollo–16: Descartes
december	Apollo–17
2003. október	Apollo–7: a Hold-űrhajó berepülése
december	A holdkomp
2004. január	Apollo–8
március	Apollo–9
május	Apollo–10
július	Apollo Hold-expedíciók 1969–1972 (összefoglalás)
2005. március	Gemini–3
június	Gemini–4: az első amerikai űrséta
augusztus	Gemini–5: nyolc nap a világűrben
december	Gemini–6, Gemini–7: az első űrrandevű
2006. március	Agena és Gemini–8: vészhelyzet a világűrben
június	Gemini–9 (40 éve történt)
július	Gemini–10: Kettős randevű (40 éve történt)
szeptember	Gemini–11: kötél tánc az űrben (40 éve történt)
november	Gemini–12: a finálé (40 éve történt, Lovell, Aldrin, mikrometeorit-detektor, Egyiptom fotó)
2007. március	Az Apollo–1 tragédiája

Apollo Hold-expedíciók 1969–1972*

Az Apollo program történetét 13 cikkben ismertettük az AeroMagazin hasábjain 1999 júliusa és 2004 májusa között. Befejezésül összefoglaljuk a program legfontosabb aspektusait és eredményeit. Nagyon fontos szem előtt tartani, hogy az emberiség tudománytörténetének ez a kivételes fejezete a politikai világrendszerek versengésének eredménye volt.

Az Apollo programot, amelynek célja a Hold meghódítása volt, 1961. május 25-én jelentette be *John F. Kennedy* amerikai elnök.

Politika

Ez a **Hold-expedíciós program** kétségkívül politikai megfontolásból született: az Egyesült Államok elsőként akart embereket juttatni a Holdra, és ezáltal felülmúlni a korábbi látványos szovjet űrsikereket. A terv szinte vakmerően merész volt, hiszen ne feledjük, hogy az amerikaiak ekkor még csak *Alan Shepard* „űrgrásán” voltak túl. A bejelentés rendkívüli hatást tett: a NASA dolgozói később elmondták, hogy munkába menet önfeledten bámulták a Holdat. Hatalmas szervezőmunka indult meg, a munkálatokban 25 000 vállalat és kutatóintézet vett részt, egy időben 400 000 ember dolgozott a programon. Az anyagi fedezetet a törvényhozás és a költségvetés a hidegháborús helyzet miatt szinte korlátlanul biztosította: a program összköltsége akkori árfolyamon kb. **25 milliárd dollár** volt! A kitűzött cél eléréséig azonban békeidőben addig példátlan szisztematikus tervezésre, óriási szervezőmunkára és rendkívüli precizitású kivitelezésre volt szükség – és ennek véghezvitele a Kennedy elnök által kitűzött határidőig, azaz 1970-ig, az Apollo program egyik legnagyobb eredménye. A feladat nagyságára és bonyolultságára jellemző példa, hogy csak az Apollo parancsnoki kabin több mint 2 millió alkatrészből állt! 1968–69-ben az amerikaiak megnyerték a Hold meghódításáért folytatott versenyt a Szovjetunió titkos holdprogramjával szemben. Ezután következett az Apollo program tudományos része, de az amerikai közvélemény érdeklődése és ennek következtében a politikusok támogatása gyorsan csappanni kezdett. A demokrata Kennedy és Johnson után a republikánus Nixon került hatalomra, akinek nem volt szívügye a Hold-program. Már 1969-ben, az első sikeres Holdra szállás évében bejelentették, hogy a program az *Apollo–20* után nem fog folytatódni. Később még további 3 repülést töröltek, így az *Apollo–17* volt az utolsó expedíció 1972-ben.

Technika

A Hold eléréséhez szükséges **Saturn** (Szaturnusz) elnevezésű hordozórakéta-család fejlesztését már 1958-ban megkezdte a Peenemündéből átmenekített német rakétakonstruktőr csoport, *Wernher von Braun* vezetésével a huntsville-i *Marshall Űrközpont*ban. Az előkísérletek és próbarepülések után két fő típust alakítottak ki. A kisebb, kétfokozatú rakéta a *Saturn-IB* jelzést kapta. 16 t-nyi hasznos terhet lehetett vele alacsony Föld körüli pályára juttatni. Ebből a típusból 18 db készült el. A nagyobb változat a *Saturn-V* jelzésű, háromfokozatú, 110 m magas óriásrakéta volt, ezt használták a holdutazásokhoz. Föld körüli pályára 135 t, a Hold irányába 48 t hasznos terhet lehetett vele indítani. Ebből a típusból 15 db-ot építettek.

* Dr. Mészáros Istvánnak ez a cikke, számos képpel illusztrálva, eredetileg az *Aeromagazin* 2004. júliusi számában jelent meg.

Az *Apollo űrhajórendszer* össztömege kb. 45 tonna volt. A háromszemélyes *parancsnoki egység (CM)* a Földre való visszatérésig össze volt kapcsolva a *műszaki egységgel (SM)* – ez volt az *anyaűrhajó* (más néven *Apollo CSM*). A kétszemélyes *holdkomp (LM) leszálló fokozata (DS)* a talajt érést biztosította, felszálláskor indítóállványként szolgált, míg a *felszálló fokozat (AS)* hermetizált kabinjában tartózkodott a leszállást végző két űrhajós, akik – a holdfelszíni munka végeztével – ezzel az egységgel tértek vissza az anyaűrhajóban a Hold körül keringő harmadik társukhoz.

1. táblázat Az Apollo űrhajórendszer főbb adatai

Egység	Tömeg (t)	Magasság (m)	Átmérő (m)	Légtér (m ³)
CM	5,94	3,2	3,9	5,94
SM	24,53	7,4	3,9	-
LM	15,06-16,44	6,98	9,5	4,5

A végleges menetrend kialakításhoz választani kellett a Holdra történő leszállás három lehetősége közül. Ezek egyike a direkt leszállás volt, ehhez azonban akkora rakétát kellett volna építeni, amihez képest még a Saturn-V is eltörpült volna. A következő lehetőség a Holdra induló űrszerelvény összeállítása Föld körüli pályán, ez azonban legalább két Saturn rakéta startját igényelte volna. A harmadik lehetőség, amelyet *John Houbolt* vetett föl, eleinte szinte örültségnek tűnt: randevú Hold körüli pályán (*Lunar Orbit Rendezvous, LOR*). Ennek hátránya és veszélye az volt, hogy az összes fontos manővert a Hold körzetében kellett végrehajtani. De igen fontos előnyei is voltak: egyrészt az Apollo űrhajórendszer elemeivel meg lehetett valósítani a Hold-expedíciót, másrészt csak egyetlen Saturn-V rakéta indítására volt hozzá szükség. A NASA végül 1962. július 11-én jelentette be, hogy a LOR módszert választották.

Sajnos 1967. január 27-én az indítópadon álló Apollo űrhajóban tűz ütött ki, és az első személyzet (*Gus Grissom, Edward White* és *Roger Chaffee*) életét veszítette. A balesetet követő vizsgálat eredményeképpen számos javítást és átalakítást hajtottak végre. Közben *Owen Maynard* vezetésével kidolgozták az Apollo program repüléseinek lépcsőzetes tervét. Először az űrszerelvény egyes elemeit próbálták ki, űrhajósok részvétele nélkül. A következő szakaszban – amely elsősorban technikai jellegű volt – eljutottak az első Hold-leszállásig. A befejező fázisban a tudományos kutatásé volt a főszerep. Az űrhajórendszer továbbfejlesztésével az amerikai űrkutatók a program utolsó 3 repülésén (a J típusú expedíciókon) hatalmas minőségi változást értek el. A *holdautó (LRV)* és az *anyaűrhajó tudományos kutatóegysége (SIM)* segítségével maximálisan kihasználták a rendszer lehetőségeit.

Tudomány

Az Apollo program során hatalmas mennyiségű tudományos anyagot gyűjtöttek a Holdról. Ennek feldolgozása az egyes űrrepülések után azonnal megkezdődött és még jelenleg is tart! Az eredmények igen sok tudományágra kiterjednek, így részletezésük szinte lehetetlen. Az egyes expedíciók legfontosabb eredményeit a róluk szóló cikkek végén ismertettük. Az amerikai űrkutatók az *Apollo program 10 legfontosabb tudományos eredményének* a következőket tartják:

1. *A Hold nem primordiális égitest, hanem fejlett, Föld típusú bolygó, a Földéhez hasonló belső zónákkal.* A Hold kőzetekből épül fel, amelyek változó mértékben olvadtak meg; vulkánkitörések és meteorit-bechapódások alakították. A Holdat vastag kéreg (60 km), litoszféra (60–1000 km) és részben olvadt asztenoszféra (1000–1740 km) alkotja,

valószínűleg kis vasmagot is tartalmaz. Egyes kőzetek ősi mágnesség nyomait mutatják, bár a Holdnak saját mágneses tere ma már nincs.

2. táblázat Az Apollo űrrepülések típusai

Típus	Célkitűzések, feladatok: eszközök	Repülés
A	Anyaurhajó – ember nélküli – műszaki próbája: CSM + Saturn-V	Apollo-4, -6
B	Holdurhajó – ember nélküli – műszaki próbája: LM + Saturn-IB	Apollo-5
C	Alacsony földi pályán anyaurhajó próbája: CSM + Saturn-IB	Apollo-7
C'	Első Hold körüli pálya, anyaurhajó próbája: CSM + Saturn-V	Apollo-8
D	Föld körüli pályán holdurhajó próbája: CSM + LM + Saturn-V	Apollo-9
E	Magas Föld körüli pályán: CSM + LM + Saturn-V	∅
F	Holdurhajó próbája Hold körüli pályán: CSM + LM + Saturn-V	Apollo-10
G	Első leszállás a Holdra, 1 EVA, EASEP	Apollo-11
H	Hold-expedíció, 2 gyalogos EVA, ALSEP	Apollo-12, (-13), -14
I	Hold körüli tudományos repülés	∅
J	Hold-expedíció, 3 EVA, holdautó, ALSEP, SIM	Apollo-15, -16, -17

2. A Hold ősi égitest, ma is őrzi az első 1 milliárd év történéseit, amelyek az összes Föld típusú bolygón hasonlóak lehetnek. A becsapódásos kráterek korát a visszahozott kőzetminták elemzésével állapították meg. Ez kulcsot jelent a Merkúr, a Vénusz és a Mars geológiai fejlődésének megértéséhez is.

3. A legfiatalabb holdkőzetek azonos korúak a legrégebb földi kőzetekkel. A korai történések nyomai ma már csak a Holdon tanulmányozhatók. A holdkőzetek kora 4,6 milliárd évtől (terra) 3,2 milliárd évig (mare) terjed. A Földön a lemeztektonika és az erózió már eltüntette az ősi kőzeteket.

4. A Hold és a Föld közös eredetű, de a közös ősi anyaghalmaz elemeit különböző arányban tartalmazzák. A holdi és a földi kőzetek hasonló oxigénizotóp-összetétele világosan mutatja a közös eredetet. A Hold azonban sokkal szegényebb vasban és illékony elemekben, mint a Föld.

5. A Hold élettelen égitest. Nem tartalmaz élő organizmusokat, kövületeket, szerves vegyületeket. Az igen alapos vizsgálatok nem találták az élet semmilyen nyomát. (De a Surveyor-3 Földre visszahozott tévékamerájának hőszigetelő habgumijában *Streptococcus mitis* baktériumokat találtak, amelyek túléltek a szonda felbocsátása előtti hősterilizálást és a Holdon eltöltött 31 hónapot!)

6. A holdkőzetek magas hőmérsékletű folyamatokban keletkeztek, amelyekben víz jelenléte nem, vagy alig volt kimutatható. A Hold kőzetei 3 fő típusra oszthatók: anortozitok, bazaltok, breccsák. Az anortozitok világos színű kőzetek, melyek a felföldek anyagát alkotják. A bazaltok a medencéket kitöltő sötét láva kőzetek. A breccsák keverék kőzetek, melyek az összes többiből keletkeztek töredezés, keveredés, a meteoritok okozta becsapódások során.

7. Korai korszakában a Holdat egy megolvadt „magmaóceán” borította. A holdbéli felföldeket a magmaóceán felszínére emelkedett kis sűrűségű kőzetek alkotják. A holdbéli felföldek 4,6–4,2 milliárd évvel ezelőtt a magmaóceán tetejére emelkedő, földpátokban

gazdag kéregből alakultak ki. A számtalan becsapódás miatt az ősi kéreg ma már csak főleg a medencéket övező ívelt hegláncokban található meg.

8. A későbbiekben hatalmas aszteroidák (kisbolygók) becsapódása alakította ki a medencéket, melyeket aztán lávafolyások töltöttek ki. A hatalmas becsapódásos medencéket (mint pl. a Mare Imbrium) főleg vízszintesen terjedő lávafolyamok töltötték ki, kb. 3,9–3,2 milliárd évvel ezelőtt.

9. A Hold kissé aszimmetrikus, mivel a Föld gravitációs hatása alatt alakult ki. A Hold túlsó oldalán vastagabb a kéreg, a medencék többsége az innenső oldalon van. A Hold tömegeloszlása egyenetlen. Nagy tömeg-koncentrációk (masconok) észlelhetők a medencék alatt, föltehetően a sűrű, nehéz lávárétegek miatt.

10. A Hold felszínét közettörmelékből és porból álló réteg: a regolit takarja, amely a Nap sugárzási tevékenységének történetét is őrzi, így jobban megérthetjük a földi klímaváltozásokat is. A néhány méter vastag regolitréteget a számtalan meteorit-becsapódás alakította ki. A napszélből származó elemek és izotópok megtalálhatók a felszíni sziklákban és porszemcsékben, így a Hold felszíne egyedülálló módon őrzi a Nap 4,6 milliárd éves történetét.

Ez a 10 pontos összefoglaló azért is nagyon hasznos, mert bemutatja a Hold fejlődéstörténetét és legfontosabb jellemzőit.

Epilógus

Az Apollo program az emberiség tudománytörténetének legragyogóbb fejezete, hiszen a Hold volt az első „idegen” égitest, amelyet meghódítottunk. Szinte hihetetlen, hogy az űrhajózás hőskorában ilyen, csaknem hibátlan teljesítményre volt képes az Apollo programban résztvevő több százezer ember, akiknek jelképe Deke Slayton, az amerikaiak vezető űrhajósa lehet, aki a program legfontosabb eleméért, az emberekért volt felelős. A híresen szükszavú Gus Grissom egyszer beszédet mondott a programon dolgozó munkásoknak. A „beszéd” így szólt: *Végezzetek jó munkát!* Nos, jó munkát végeztek.

Dr. Mészáros István

Az első holdi geológus, Dr. Harrison Schmitt a holdautón (Apollo-17). (Kép: NASA)



3. táblázat A holdkompok adatai

<i>LM</i>	<i>Apollo</i>	<i>Hívójel</i>	<i>CDR, LMP</i>
01	Apollo-5	o	o
02	o	o	o
03	Apollo-9	Spider	McDivitt, Schweickart
04	Apollo-10	Snoopy	Stafford, Cernan
05	Apollo-11	Eagle	Armstrong, Aldrin
06	Apollo-12	Intrepid	Conrad, Bean
07	Apollo-13	Aquarius	Lovell, Haise
08	Apollo-14	Antares	Shepard, Mitchell
09	o	o	o
10	Apollo-15	Falcon	Scott, Irwin
11	Apollo-16	Orion	Young, Duke
12	Apollo-17	Challenger	Cernan, Schmitt
13	o	o	o
14	o	o	o
15	o	o	o

<i>LM</i>	<i>Leszállóhely (DS)</i>	<i>AS becsapódás</i>
01	próbarepülés	földi légkör
02	<i>National Air and Space Museum, Washington</i>	
03	próbarepülés	földi légkör
04	ismeretlen	heliocentrikus pálya
05	0°41' É, 23°25' K: Mare Tranquill.	ismeretlen
06	03°11' D, 23°23' Ny: Oc. Procell.	03°56' D, 21°12' Ny
07	baleset miatt a leszállást törölték	földi légkör
08	03°40'D, 17°27'Ny: Fra Mauro-krát	03°56' D, 19°40' Ny
09	<i>Kennedy Space Center, Florida</i>	
10	26°06' É, 03°39' K: Hadley-árok	26°22' É, 0°15' K
11	08°59' D, 15°30' K: Descartes-krát.	ismeretlen
12	20°09' É, 30°45' K: Littrow-kráter	19°58' É, 30°30' K
13	<i>Cradle of Aviation Museum, Long Island</i>	
14	<i>Franklin Institute, Philadelphia</i>	
15	<i>szétszerelték</i>	

A táblázatban megadott koordináták a Holdra vonatkoznak.

Az Apollo-11 leszállóhelyének koordinátáit M. Grolier geológiai térképe (1970) szerint adtuk meg.

Skylab*

A Skylab (égi laboratórium) volt az Egyesült Államok első űrállomása. A Skylab programot az amerikaiak már eleve úgy tervezték, hogy hasznosítani tudják az Apollo holdprogram eszközeit és létesítményeit, így „mindössze” 2,5 milliárd dollárt (az Apollo program költségének egytizedét) költötték az űrállomásra, mely akkora volt, mint Kolumbusz zászlóshajója, a *Santa Maria*.

Az amerikai Skylab űrállomást a Saturn-V óriásrakétával, a személyzetszállító Apollo űrhajókat a kisebb Saturn-IB rakétával indították. E rakéták főkonstruktor, Dr. Wernher von Braun javaslata alapján az űrállomást az S-IVB rakétafokozatból alakították ki.

A Skylab űrállomás fő egységei:

(1) ATM: *Apollo Telescope Mount* (Apollo naptávcső műszeregyüttes), mely indításkor az orrkúp alatt, a rakéta hossz tengelyében helyezkedett el; a pályára állás után állványzatát 90 fokkal elfordították és kinyitották négy szélmalomszerű napelemszárnyát. A helyzetstabilizáló giroszkópok is itt voltak elhelyezve.

(2) MDA: *Multiple Docking Adapter* (többszörös dokkolóegység), amelyben egy hossz tengelyi és egy oldalirányú összekapcsoló berendezés, a napteleszkópok vezérlőpultja, filmtartályok, a Földet vizsgáló műszeregyüttes (EREP), az anyagtudományi kísérletek ellenőrző rendszere, televíziós eszközök és tárolók voltak elhelyezve.

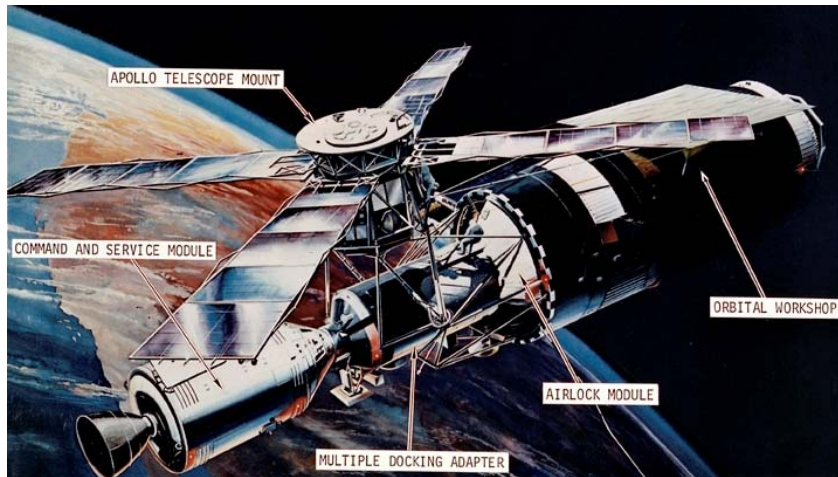
(3) AM/FAS: *Airlock Module/Fixed Airlock Shroud* (légszilip modul/fixált légszilip védőgyűrű). Az AM légmentesen elzárható volt az űrállomás többi részétől, így itt helyezték el az űrséta ajtót is. Ebben a modulban volt az energia-elosztó központ, a figyelmeztető és riasztó jelzések panelje, valamint innen történt az életfenntartó és a távközlési rendszer vezérlése is. A zsilipkamrán kívül helyezték el a nagynyomású nitrogén- és oxigéntartályokat, ezeket egy külső lemezgyűrű véde (FAS). A külső gyűrűt tartórudakkal rögzítették a dokkolóegységhez.

(4) IU: *Instrument Unit* (műszeres egység). Ez a gyűrű alakú egység vezérelte az űrállomás pályára juttatását.

(5) OWS: *Orbital Workshop* (orbitális munkaterem), melyet az SIVB rakétafokozat hidrogéntartályából képeztek ki. A tartályt egy különleges háromszögletű elemekből álló rácsos elválasztóval két részre osztották: a felső rész volt a laboratórium, az alsóban volt a konyha és étkező helyiség (falán nagy, a Földre néző ablakkal), a három függőleges alvófülke, a WC, az űrkorszak első (összecsukható) zuhanyozófülkéje és az egészségügyi terem. Ez utóbbiban kerékpár-ergométer, futó-szőnyeg és a szintén első ízben használt alsó testfél szívóhenger (LBNP – *Lower Body Negative Pressure*) volt elhelyezve. Az alsó szint padlózatát is háromszögletű rácszat képezte, ez szolgált az asztronauták cipőjének rögzítésére. A rakétafokozat oxigéntartálya volt a hulladéktároló, ezt kis légszilip kötötte össze az alsó lakószinttel. A rakéta végén, körben voltak elhelyezve az űrállomás helyzetének beállítására szolgáló nitrogéngáz tartályai. A rakéta hajtóművének helyén radiátor panelt helyeztek el. Az OWS két lakószitjében számos tárolót, élelmiszertartályt, hűtőszekrényt is elhelyeztek. Külső falára hosszanti irányban volt felszerelve a két kinyitható napelemszárny.

A személyzetet szállító űrhajó (Apollo CSM: *Apollo Command and Service Module* – Apollo parancsnoki és műszaki egység) a holdprogramhoz használt űrhajó átépített változata volt.

* Dr. Mészáros Istvánnak ez a cikke, számos képpel illusztrálva, eredetileg az *Aeromagazin* 1999. júniusi számában jelent meg.



A Skylab űrállomás légköre 74% oxigén (25 kPa parciális nyomáson) és 26% nitrogén (9 kPa parciális nyomáson) keveréke volt. Hőmérsékletét 13–32 °C között lehetett változtatni, a nominális érték 21,1 °C volt.

Az űrállomás indításakor a fedélzeten tárolt készletek tömege a következő volt: oxigén: 2745 kg, nitrogén: 693 kg, víz: 2700 kg. A 913 kg tömegű élelmiszert 11 tárolóban és 5 hűtőszekrényben helyezték el. Az ételeket fagyasztott, dehidrált és szárított formában tárolták.

Az űrállomás energia-ellátását az összesen 220 m² felületűre tervezett napelemszárnyak biztosították. Az ATM és az OWS napelemei 4000–4000 W teljesítmény leadására voltak képesek. Az automatikus üzemmódban működő űrállomás energiaigénye 3200 W volt, az űrhajósok által aktivált űrállomás energiaigénye pedig 5800 W. A napelemek által termelt elektromos árammal részben nikkel-kadmium elemeket is feltöltöttek, hogy az árnyékban repülő Skylab energia-ellátása is biztosítva legyen. A termelt energiát végül 28 voltos egyenárammá alakították át.

Műszerek

A Skylab fedélzetén 270 műszert helyeztek el. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- Napteleszkópok (ATM): 8 műszer. A Nap megfigyelését végző műszerek elsősorban a színek nagy energiájú és rövidhullámú részét fedték le, mivel ezeket a Föld légköre kiszűri.
- Asztrofizikai műszerek: 6 berendezés
- EREP (*Earth Resources Experiment Package* – földi erőforrás-kutatási csomag) (MDA): 6 műszer
- Orvosi műszerek (OWS):
 - eletro-enkefalográf (EEG): agyi elektromos tevékenység
 - elektro-okulográf: szemmozgás vizsgálatok, alvásmélység
 - kerékpár-ergométer: anyagcsere vizsgálatok
 - LBNP (alsó testfél szívóhenger): vérkeringés vizsgálata
- Technológiai kísérletek (MDA, OWS):
 - *Materials Processing Facility*: 14 anyagtudományi kísérlet
 - AMU (*Astronaut Maneuvering Unit*): rakétaszék próbák

Skylab-1

Az űrállomás indítására 1973. május 14-én került sor. Ez volt a Saturn-V hordozórakéta tizenharmadik és egyben utolsó repülése. Az emelkedés 63. másodpercében azonban váratlan esemény történt, amely az egész programot veszélybe sodorta: berezgés miatt levált az űrállomás mikrometeorit- és hővédő pajzsa, ez pedig leszakította az OWS egyik nagy napelemszárnyát. Szerencsére a másik napelemszárnyat a leváló lemez törmeléke leszorította, így az nem szakadt le, de a pályára állás után többszöri parancsra sem sikerült kinyitni. Bár az űrállomás pozícióját a Napra merőleges helyett 45°-osra változtatták, hogy felülete kevésbé melegedjen fel, a hőmérséklet az OWS belsejében még így is 55°C-ra emelkedett. Az ATM napelemszárnyai ebben a pozícióban csak 2800 W energia termelésére voltak képesek. Az első legénység másnapra tervezett startját 10 nappal elhalasztották. A gyártó cégek és a NASA szakemberei megfeszített munkával készítették el a javításhoz szükséges eszközöket, a legénységet pedig kiképezték az űrállomás megmentéséhez szükséges feladatok elvégzésére.

Az űrállomás 435 km földfelszín feletti magasságú körpályán keringett, egy fordulatot 93 perc alatt tett meg, a pálya síkjának hajlásszöge 50° volt, ennek következtében a műszerek a Föld lakott területének 90%-át figyelhették meg.

Skylab-2

Deke Slayton, a NASA vezető űrhajósa a Skylab program számára 5 legénységet állított össze: három fő és két tartalék személyzetet.

Az űrállomás első legénységének indítására 1973. május 25-én került sor. Az Apollo CSM, fedélzetén Charles "Pete" Conrad, Dr. Joseph P. Kerwin (orvos) és Paul J. Weitz űrhajósokkal megközelítette, majd körbepályázta az űrállomást, hogy az asztronauták felmérhessék a keletkezett károkat. Weitz az Apollo nyitott ajtajában állva megkísérelte kiszabadítani a beszorult napelemszárnyat egy hosszú szárú fémvágó ollóval, de a többszöri próbálkozás eredménytelen volt. Ezután Conrad parancsnok több kísérlet után sem tudta összekapcsolni az űrhajót az űrállomással, végül csak a dokkoló szerkezet megjavítása után sikerült összekapcsolódniuk. Átszállás után első feladatuk egy esernyőszerűen összecukott, ideiglenes hővédő ernyő kinyitása volt az OWS egyik tudományos légzsilipjén keresztül. A szétterülő, többretegű hővédő fólia hatására az űrállomás belső hőmérséklete néhány nap alatt 30°C alá csökkent. Az első páros EVA (*Extra Vehicular Activity* – űrhajón kívüli tevékenység, „űrséta”) során Conrad és Kerwin sikeresen átvágta a napelemszárnyat leszorító törmeléket, majd nagy erőfeszítések után, egy kötéll segítségével sikerült a 90 m² felületű napelemtáblát kinyitni. Az ismét a Nap irányába fordított űrállomás napelemei így összesen 7000 W energiát termeltek – azaz a Skylab programot sikerült megmenteni!

Ezután az űrhajósok hozzáláthattak a tervezett tudományos program elvégzéséhez. A kísérletek és megfigyelések végeztével még egy űrsétára volt szükség: Conrad és Weitz kicserélte az ATM exponált filmkazettáit. A parancsnoki kabin 1973. június 22-én szállt le a Csendes-óceánra, 28 napos, akkori időtartamrekordot jelentő űrrepülés után.

Skylab-3

Az Alan L. Bean, Dr. Owen K. Garriott (elektromérnök) és Jack R. Lousma alkotta második legénységet 1973. július 28-án indították. Nem sokkal a start után az Apollo műszaki egységének oldalán levő 4 helyzetszabályozó hajtómű-csomag egyikében nitrogéntetroxid szivárgást észleltek, sőt később egy másik hasonló egység is meghibásodott, így mindkettőt le kellett zárni. Mivel az Apollo űrhajó manőverezőképessége veszélybe került,

előkészítették egy speciális, ötszemélyessé átalakított Apollo űrhajó startját Bean csapatának visszahozatalára (Vance D. Brand és Dr. Donald L. Lind részvételével).

A mentőexpedícióra végül is nem került sor, mivel a szivárgás abbamaradt. A Skylab űrállomással eközben már összekapcsolódott második Apollo űrhajó legénységének mindhárom tagján az űrbéli mozgásbetegség tünetei mutatkoztak, de a 4. naptól kezdve állapotuk rendeződött. Első űrsétájukon a régi fölé egy 6,6 m × 7,2 m méretű, új hővédő ernyőt szereltek fel; a másodikon kicserélték a giroszkóp-processzorok közül a meghibásodottakat. Az űrállomás belsejében kipróbálták a rakétaszéket (AMU). A repülés leghíresebb kísérletét diákok javasolták: hogyan szönek hálót a pókok a súlytalanságban? *Arabella* és *Anita*, a két keresztspók a kezdeti dezorientáltság után később csaknem hibátlan hálót szőtt. A második legénység, eredeti megfigyelési tervét jelentősen túlteljesítve, 59 napos űrrepülés után tért vissza.



Skylab-4 és a vég

A harmadik és egyben utolsó legénység: Gerald P. Carr, Dr. Edward G. Gibson (fizikus) és William R. Pogue 1973. november 16-án indult az űrállomásra. Különleges feladatot is kaptak: a néhány hónappal korábban felfedezett Kohoutek-üstökös megfigyelését. Négy űrsétát hajtottak végre, ezeken megjavították az EREP radarantennáját, az Apollo-16 tartalék kamerájával fényképezték az üstökös perihélium-átmenetét, kicserélték az ATM filmkazettáit.

A harmadik legénység is jóval túlteljesítette az előírt kutatási programot. Gibson űrhajósnak még egy Nap-fler kialakulását is sikerült megfigyelnie. A 84 napos űrrepülés során elvégzett hatalmas munkára jellemző, hogy 800 kg kutatási és megfigyelési anyaggal tértek vissza a Földre.

A harmadik legénység távozása után a Skylab űrállomás passzív mesterséges holdként keringett. Tervezett reaktiválására a légkör fékező hatásának erősödése és az űrrepülőgép program csúszása következtében már nem kerülhetett sor: az űrállomás 34981 fordulat megtétele után, 1979. július 11-én, az Indiai-óceán fölött belépett a légörbe és megsemmisült.

Dr. Mészáros István

1. táblázat A Skylab rendszer elemeinek adatai

	<i>Tömeg</i>	<i>Átmérő</i>	<i>Hossz</i>	<i>Légtér</i>
ATM	11092 kg	3,35 m	4,05 m	
MDA	6210 kg	3,04 m	5,27 m	32,28 m ³
AM/FAS	22050 kg	3,04/6,70 m	5,36 m	17,66 m ³
IU	2041 kg	6,70 m	0,91 m	
OWS	35100 kg	6,70 m	14,66 m	295,23 m ³
Apollo CSM	13381 kg	3,96 m	10,45 m	5,95 m ³

2. táblázat A Skylab program összefoglaló adatai

	Skylab-2	Skylab-3	Skylab-4
Időtartam	28 nap 00 óra 49 perc 49 mp	59 nap 11 óra 09 perc 04 mp	84 nap 01 óra 15 perc 32 mp
Keringések	404	858	1214
Személyzet	Conrad, Kerwin, Weitz	Bean, Garriott, Lousma	Carr, Gibson, Pogue
Nap felvétel	28739	74942	73366
Föld felvétel	9846	16800	19400
SEVA*	0 óra 33 perc	o	o
EVA-1	4 óra 10 perc	6 óra 31 perc	6 óra 33 perc
EVA-2	1 óra 37 perc	4 óra 30 perc	6 óra 51 perc
EVA-3	o	2 óra 42 perc	3 óra 30 perc
EVA-4	o	o	5 óra 19 perc

* SEVA: *Stand-up EVA* (felállva végzett EVA az Apollo nyitott aijájában)



A Skylab űrállomás az Amazonas fölött (Kép: NASA)

A világűr meghódításának első 50 éve (rendhagyó könyvismertetés)

1957. október 4-én az egész nyugati világot sokkolták a szovjet Szputnyik-1 űrszonda bip-bip jelzései a világűrbeli. Véget ért Amerika elérhetetlenségének, sebezhetetlenségének mítosza, ugyanakkor az emberiség belépett az űrkorszakba. Mindennek éppen fél évszázada. Most egy könyv jelent meg a *Laurus Kiadó* jóvoltából, melynek címe: *A világűr meghódításának első 50 éve*.

A címlapon parádés felvétel a holdautóról. A szerzőpáros: **Gazdag László** és **Mészáros István**. Tragikus sors, de Mészáros István, a Magyar Asztronautikai Társaság volt főtárhelyettese – gyógyító orvos a budapesti Kékgolyó utcai onkológiai klinikán – sajnos nem érthette meg könyve megjelenését. 57 éves volt. A másik szerző, e sorok írója, most rá is emlékezik.

Az űrkutatás történetéről szóló könyvünk annyiban eltérő tematikájú a hasonló témakörű (várható) könyvektől, hogy nagy teret szenteltünk a „háttérnek”, a két szuperhatalom technológiai, stratégiai versenyfutásának. Ez pedig a nukleáris fegyverkezéssel kezdődik 1945-ben. Az atom- és hidrogénbombák célba juttatásának problémája élezi ki a versenyt a hordozóeszközök fejlesztése terén is. Arra is magyarázatot adunk, hogy miért alakult ki egyértelmű szovjet fölény az űrversenyben az első évtizedben. Valamint szó van arról is, hogy ez a verseny miért járt eltérő eredménnyel az USA és a Szovjetunió fejlődésére nézve. A szovjet gazdaságot paradox módon inkább fékezte az erőforrásoknak az űrkutatásban való ilyen mértékű lekötése, míg az amerikai gazdaság technológiai fejlődésére kifejezetten megtermékenyítően hatott.

Mészáros István társult velem, és ő szolgáltatotta a csodálatos, közel 300 darabból álló színes fotóanyagot a könyvhöz. De részt vett a szerkesztésben és bizonyos részek megírásában is, amelyeket áttekintő táblázatok tesznek olvasmányossá. Afféle kézikönyvként is használható ezért, ugyanis az űrkutatásban elért összes fontos eredmény dokumentálva lett benne. A sok színes fotó ellenére elfogadható áron sikerült megjelenteni: 2990 Ft-ért kapható.

A fő fejezetek címei:

- A két szuperhatalom versenyfutása
- A Wright-testvérektől a Holdig: 66 év!
- A Hold meghódítása
- Az űrkutatás hősi halottai
- Űrrepülőgépek
- Űrállomások
- A Naprendszer kutatása űreszközökkel
- Űrtávcsövek
- Felkészülés a csillagközi utakra
- És még...

(Gazdag László)

Ha jövő, akkor világűr – könyvismertető

Ha jövő, akkor világűr címmel **Almár Iván** – űrkutató csillagász, a fizika tudományának doktora, az Űrkutatási Tudományos Tanács elnöke – és **Galántai Zoltán** – jövőkutató, tanszékvezető-helyettes a BME-n, és a könyv megírásának idején az MTA Jövőkutatói Bizottságának titkára – tollából a május végére meghirdetett Könyvhétre jelent meg a *Typotex Könyvkiadó* újdonsága.

Ötven évvel az űrkorszak kezdete után egyre világosabbá válik, hogy az emberiség jövője elválaszthatatlan a világűrtől – ezért fontos feladat már ma is egyrészt a kozmikus környezetből származó veszélyek, másrészt az űrhajózás távlati lehetőségeinek áttekintése. Mi gátolja jelenleg leginkább az emberiség terjeszkedését a világűrben? Veszélyeztet-e az űrhajózást az űrszemét felszaporodása? Segíthet-e a további lépések megtételében egy űrlift vagy az űrturizmus kifejlődése? Igazi perspektívát jelent-e a NASA tervezett Hold- és Mars-programja? A Földet előbb-utóbb eltaláló kisbolygók és üstökösök elől menekülve el kell-e hagynunk bolygónkat? Vannak-e már reális tervek idegen égitestek lakhatóvá tételére vagy űrvárosok építésére? Találkozhatunk-e ezen az úton idegen élőlényekkel, és van-e felelősségünk a más égitesteken kialakult természetért? Reális-e a Naprendszer környezetvédelméről beszélni? Lesz-e valaha lehetőségünk arra, hogy elhagyva a Naprendszert eljussunk a távoli csillagokig? Vannak-e ott értelemmel bíró társaink, és ha léteznek, akkor miért nem adnak hírt magukról? Egyáltalán lehetséges és kívánatos-e, hogy üzeneteket vagy eszközöket küldjünk feléjük, vagy inkább arra koncentráljunk, hogy megvédjük bolygónkat minden esetleges külső fenyegetéstől? Mostani elképzeléseink szerint milyen következményekkel járhatna a kapcsolatfelvétel egy nálunk sokkal fejlettebb, idegen civilizációval?

Mindez elvezet közeli és távoli jövőnk és a kozmosz viszonyának egész sor alapvető kérdéséhez: úgy, ahogy ezt jelenleg egy űrkutató, illetve egy jövőkutató látja – vagyis néha egyformán, néha eltérően. Izgalmas olvasmány mindenki számára, akit foglalkoztat az emberiség és a technika jövője, de egyúttal átérzi a felmerülő morális problémák súlyát is. Ma még messze nincs válasz a felmerülő kérdések mindegyikére, ami azonban nem akadályozhatja meg, hogy megpróbáljuk objektíven és reálisan áttekinteni és megvitatni azokat a problémákat, amelyekkel az emberiségnek a nem túl távoli jövőben szembe kell néznie.

A Magyar Asztronautikai Társaság 2007. évi tevékenységét bemutató beszámoló

Összeállította: Bán András

Csillagtúra rádióműsor a radiocafé 98,6-on

A *radiocafé* 98,6 MHz-es frekvenciáján 2007. május 26-án kezdődött és heti rendszerességgel az év végéig jelentkezett *Csillagtúra* című műsorsorozatunk. Meghívott vendégei a hazai tudományos élet aktív képviselői, hírei és összefoglalói pedig kozmikus perspektívából mutatták be Földünket.

A műsor ajánlója így hangzott:

»A jelek szerint valamennyi fontosabb galaktikus civilizáció története három különálló és jól megkülönböztethető szakaszon megy keresztül: a túlélés, a kíváncsiság és a kifinomultság szakaszain, melyeket a „hogyan?“, a „miért?“ és a „hol?“ fázisainak is neveznek. Az első szakaszt például a következő kérdés jellemzi: „hogyan szerzünk ételt?“. A másodikikat ez: „miért eszünk?“. A harmadikat ez: „hol vacsorázunk ma?“. « (Douglas Adams)

Tegyé! velünk egy úrsétát! A Csillagtúra, a radiocafé 98,6 úrkutatási magazinja minden szombaton délelőtt 11-től 12-ig Pilisi Konráddal (műsorvezető) és Dr. Kelemen Jánossal (állandó szakértő), a Magyar Asztronautikai Társaság főtitkárával. A műsor támogatója a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal Kutatás-fejlesztési, Pályázati és Kutatás-hasznosítási Irodájának Apponyi Albert programja.

(Kelemen János)

Űrközelben, Civil Rádió – FM 98

A Magyar Asztronautikai Társaság a *Civil Rádióval* együttműködve űrkutatási témájú rádióműsört indított. A rádióműsor havonta fél órában jelentkezik a Civil Rádió tudományos sávjában. A műsor Budapest térségében az FM 98 MHz-es frekvencián hallgatható, az internet segítségével viszont az egész világról elérhető a www.civilradio.hu címen.

Űrközelben című műsorunkban űrkutatási témákkal szeretnénk foglalkozni. Az asztronautikai téma a társaságunk küldetéséből adódik, a műsorban azt szeretnénk bemutatni, hogy az űrkutatás, az űrtevékenység egy, a jelenben is élő „tudomány”, ráadásul önmagában nem képes létezni, csak különböző tudományok (fizika, földrajz, biológia, kémia, jog) összességéként. Sok emberben él az a tévhit, hogy az űrtevékenység csak a hidegháború fegyverkezési versenye volt, a hidegháború véget érésével ennek is leáldozott a kora – pedig ez nem így van, napjainkban is töretlenül fejlődik. Az űrtevékenységbe ráadásul Magyarország is bekapcsolódik – nem űrhajósokat adunk a világnak, hanem számos egyéb ponton kapcsolódunk – elsősorban az Európában zajló – űrkutatási munkálatokba.

Az első adás témája: Az űrturizmus magyar vonatkozásai
Beszélgetőpartner: Dr. Both Előd, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója

A második adás témája: A Mars-kutatás magyar szemmel
Beszélgetőpartnerek: Dr. Horváth András csillagász, Mars-kutató, és Sik András geográfus, az ELTE TTK doktorandusza

A harmadik adás témája: Magyar ifjúsági rendezvények
Beszélgetőpartnerek: Neizer Zita, a Magyar Űrtábor főszervezője, valamint Farkas Flóra diák

A műsorok a Civil Rádió honlapjáról az adást követő két hét során letölthetők voltak. A 2007. év folyamán az alábbi keddi napokon, 14:00 és 14:30 közt jelentkezett az Űrközelben: április 24., május 22., június 19., július 17., augusztus 14., szeptember 11., október 9., november 6. és december 4.

(Bacsárdi László)

Űrnap 2007

A Magyar Asztronautikai Társaság és a Magyar Űrkutatási Iroda 2007. október 27-én az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Természettudományi Karának (TTK) konferencia-termében tartotta szokásos éves rendezvényét, az Űrnapot. A *Almár Iván* tiszteletbeli elnökünk, majd a szünetet követően *Both Előd* alelnök és MŰI igazgató levezető elnöksége mellett lezajlott Űrnapon *Nemes-Nagy József* tudományos és egyetemközi kapcsolatokért felelős dékánhelyettes, mint házigazda köszöntője után *Kovács Kálmán*, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium államtitkára, tiszteleti tagunk, a Magyar Űrkutatási Tanács elnöke nyitotta meg a rendezvényt, amit ezután Almár Iván, mint az Űrkutatási Tudományos Tanács elnöke is köszöntött. Kovács Kálmán az űrkorszak kezdetéről beszélve kiemelte, hogy a kezdetben tapasztalható gyors fejlődés csak látszólag lassult le, hiszen helyét az űralkalmazások fejlődése vette át, melyben az űriparnak, így a hazai kis- és közép vállalkozásoknak is hatalmas szerep jut. Az előadásokat megelőzően Both Előd és *Horváth András*, a MANT elnöke átadta az idei űrkutatási díjakat, kitüntetések. A MŰI igazgatója a **Magyar Űrkutatásért** elismerő oklevelet adományozta a Kompass-2 orosz műhold SAS-2 műszerének megépítéséért *Bodnár Lászlónak* és *Szegedi Péternek* (BL Electronics Kft.), a Foton-M3 visszatérő műhold Biopan-6 európai műszercsomagja magyar fejlesztésű eszközeinek megépítéséért *Dudás Beátának*, *Szabó Juliannának*, *Detréné Németh Ingeborgnak* és *Csikós Józsefnek* (mindannyian a KFKI Atomenergia Kutatóintézet munkatársai). A MANT elnöke a Társaság éves elismerései közül **A Magyar Asztronautikai Társaságért** oklevelet adta át *Mike Andrásnak* és *Somosvári Bélának* az űrtábor rendezésében nyújtott segítségéért, valamint *Muhari Istvánnak* és *Gschwind Andrásnak* a Nemzetközi Űrállomáson tartózkodó Simonyi Károllyal teremtett rádiókapcsolat megszervezéséért és lebonyolításáért. A MANT **Fonó Albert-díját** *Grósz Andor* orvos-dandártábornok, az Állami Egészségügyi Központ katonai főigazgató-helyettese kapta, míg a **Nagy Ernő-díjat** *Horváth László*, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum igazgatója. Tiszteleti tagságot nyert *Hideg János* nyugalmazott tábornok. Kitüntetésekhez ezúton gratulálunk!

Az előadások sorát *Roboz András*, az Európai Bizottság Űrpolitikai Osztályának vezetője nyitotta meg. Az „Európa űrpolitikája, az Európai Űrprogram” címmel megtartott előadás az Űrnapok történetében először nyújtott betekintést az Európai Bizottság űrtevékenységgel kapcsolatos munkájába. Ezután Both Előd a magyar űrtevékenység elmúlt egy évét értékelte. A MŰI igazgatója szolt az ESA-csatlakozási tárgyalások megkezdéséről, ugyanakkor azt is elmondta, valószínűleg a PECS-államok közül Magyarország csak a második vagy harmadik csatlakozó ország lesz. A szünetet követően az űrkorszak elmúlt 50 évére emlékeztek az előadók. Almár Ivánnak „Az elmúlt 50 év tanulságai” című bevezető, gondolatébresztő előadását követően *Ferencz Csaba* (ELTE), *Winkler Péter* (FÖMI), *Putsay Mária* (OMSZ) és *Frey Sándor* (FÖMI KGO) az űralkalmazások egyes területeinek, így az űrtávközlés, a távérzékelés, a műholdas meteorológia és a műholdas navigáció fejlődését mutatta be.

Az Űrnapon kb. 150–200 érdeklődő vett részt. Az Űrnap után a Közlekedési Múzeumban Kovács Kálmán államtitkár megnyitotta a MANT szakmai közreműködésével létrejött „Az űrkorszak 50 éve” c. időszaki kiállítást is. A kiállítás a 2008-as Űrhajózás Napjáig, 2008. április 12-ig volt megtekinthető.

(*Horvai Ferenc*)

Az országos diákvetélkedő döntőjéről

A MANT a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) támogatásával az első mesterséges hold, a Szputnyik-1 felbocsátásának fél évszázados évfordulója alkalmából országos ifjúsági vetélkedőt szervezett „50 éves az űrkorszak” címmel az űrkutatás iránt érdeklődő diákok háromfős csapatai számára. A vetélkedő fővédnöke dr. Charles Simonyi volt. A vetélkedőre 107 csapat nevezett be. Közülük az első fordulóra 51, a másodikra 33 küldött be megoldásokat. Az országos vetélkedő szóbeli döntőjére az első két (internetes) forduló alapján a hat legjobb eredményt elért csapatot hívtuk meg. A döntőt 2007. október 20-án 10.00-16.00 között rendeztük meg Budapesten, a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban.

A zsűri döntése alapján a döntőbe jutott hat csapat:

<i>Ősradiáns</i>	Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest
<i>Splendor</i>	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged
<i>Vesta-Ceres</i>	Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest
<i>Margit DK</i>	Szent Margit Gimnázium, Budapest
<i>Betyársz from...</i>	Diósgyőri Gimnázium, Miskolc
<i>Thunderbolts</i>	Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest

A döntőben a csapatok két fordulóban összesen 11 feladatot oldottak meg. A feladatokban a tárgyi tudás mellett az ügyesség, a talpraesettség – és egy kicsit a szerencse is – szerepet kapott. A versenyzőknek többet között 30 másodperces filmrészleteket kellett kommentálni, valamint különböző égi mechanikai helyzetet vagy egy-egy űrszondát eljátszani. Sőt, a szén-dioxid patronok is elszabadultak, amikor a csapatok rakétákat indítottak.

A versenyzők teljesítményét neves szakemberekből álló zsűri értékelt. A zsűri elnöke *dr. Almár Iván* – a MANT örökös, tiszteletbeli elnöke –, tagjai pedig *dr. Farkas Bertalan*, űrhajós – a MANT tiszteleti tagja –, *dr. Horváth András* – a MANT elnöke –, *Simonyi Tamás*, mérnök, a titkára pedig *dr. Frey Sándor* – a MANT főtitkárhelyettese – volt. A játékot *dr. Both Előd* – a MANT alelnöke – vezette.

A döntő győztese:	Ősradiáns
a II. helyezett csapat:	Splendor
a III. helyezett csapat:	Vesta-Ceres

A vetélkedő három fordulója alapján a legjobb összesített eredményt elérő csapat tagjai 2008 nyarán egy belgiumi űrtáborban tölthetnek el egy hetet. A második és harmadik helyezett csapat jutalma egy németországi űrkutatási intézménybe szervezett látogatás. A II. helyezett csapat tagjai térítésmentesen vehetnek részt a 2008-as Magyar Ifjúsági Űrtáborban. Ezen kívül további értékes nyereményeket kaptak a döntőbe jutott csapatok tagjai.

Gratulálunk a vetélkedő minden egyes résztvevőjének, egyben megköszönjük mindazok munkáját, akik közreműködtek a megszervezésben és a lebonyolításban!

(A beszámolót Bacsárdi László állította össze)

A 2006/2007. évi ifjúsági esszépályázat eredményei

Ünnepélyes keretek között lezajlott az ifjúsági esszépályázatunk eredményhirdetése. Az eseményre 2007. április 21-én került sor a *TIT Uránia Csillagvizsgálóban*, ahova a csillagda kedves meghívására tettük rendezvényünk színhelyét. Vendéglátónk szíves szavai után elnökünk, Dr. Horváth András köszöntötte az egybegyűlt ifjú pályázókat és kísérőiket, majd a zsűri elnökei – Dr. Mészáros István, majd Dr. Kelemen János – ismertették az eredményeket, valamint a értékelték a beérkezett munkákat.

Ebben az évben is két diák utazhat Huntsville-be, a Nemzetközi Űrtábor szokásos, évenkénti meghívására. Őket elnökségünk tagja, Solymosi János kíséri. A két kiválasztott: Farkas Flóra (Szentendre) és Lájér Márton (Baja). A helyezetteknek és díjazottaknak ajándékokat is módunkban állt átadni, amelyek összegyűjtésében a következők voltak a segítségünkre: *Aeromagazin szerkesztősége, Élet és Tudomány szerkesztősége, ELTE TTK Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Csoportja, National Geographic Magyarország szerkesztősége, Természet Világa szerkesztősége, Magyar Csillagászati Egyesület, Vince Kiadó*, valamint a *Magyar Űrkutatási Iroda*. Ezúton is megköszönjük a szíves adományokat, amelyekből tekintélyes csomagot sikerült összeállítanunk a nyerteseknek, illetve iskoláiknak!

15-18 évesek kategóriája – helyezettek:

I.	Farkas Flóra Szentendre	<i>Műholdak és globális klímaváltozás</i> Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest
II.	Lájér Márton Baja	<i>2007-2057 Az űrkutatás második 50 éve</i> Szent László ÁMK
III.	Laszlovszki Tamás Pomáz	<i>A Hold jövője és a Mars meghódítása</i> Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest
IV-V.	Várhegyi Balázs Budapest	<i>Űrállomások – múlt, jelen és jövő</i> Széchenyi István Gyakorló Kereskedelmi Szki.
	Ivanics Ferenc Balatonkenese	<i>2057 – az olcsó űrutazás éve</i> Öveges József Szakképző Iskola, Gimnázium és Koll., Balatonfüzfő

Különdíjasok (névsor szerint):

Merő Szilárd Szendehegy-Katalinpuszta	<i>A jövő műholdkilövő állomása</i> Piarista Gimnázium, Szki. és Kollégium, Vác
Nagy Krisztián Orechová Potôň, Szlovákia	<i>Az Apollo-program</i> Madách Imre Magyar Tannyelvű Gimnázium, Somorja
Sáfrán Éva Budapest	<i>Egy űrhajós mindennapjai</i> Baár-Madas Református Gimnázium

11-14 évesek kategóriája – helyezettek:

- | | | |
|------|--------------------------------------|--|
| I. | Kunsági Erzsébet
Budapest | <i>Emberek az űrben: a legextrémebb sport</i>
Óbudai Gimnázium |
| II. | Polák Péter
Onga | <i>Az űrkitatás hatása az életünkre</i>
Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Miskolc |
| III. | Horváth Bence
Vértesszőlős | <i>Az űrhajózás története</i>
Móra Ferenc Általános Iskola |

Különdíjas:

Pesti Donát Székesfehérvár	<i>Az űrutazás rövid története, jövője és problémái</i> Szent Imre Általános Iskola
--------------------------------------	--

A zsűri elismerésben részesítette **Sik András** tanárt (*Alternatív Közgazdasági Gimnázium, Budapest*), a tanítványai felkészítésében végzett eredményes munkájáért.

A név szerint fel nem sorolt pályázók dolgozatát a zsűri szintén értékelte, ám azok között sorrendet nem állapított meg.

Huntsville-ben (Beszámoló a Nemzetközi Űrtáborról)

A bajai Szent László Gimnázium tanulójaként idén én is kimehettem a Nemzetközi Űrtáborba. Július 20-án hajnalban indultunk az Egyesült Államokba a ferihegyi repülőtér 2B termináljáról, nyertestársammal, *Farkas Flórával*, valamint kísérőnkkel, *Solymosi Jánossal*. Kisebbségi nehézségek után (Atlantában a helyi jegykezelés „sajátosságai” miatt azért sikerült lemaradnunk a csatlakozásról) végül is megérkeztünk az Alabama államban található Huntsville városába.

Magának az űrtábornak a *U.S. Space & Rocket Center* (Űr- és Rakétaközpont) ad helyet. Ez egy hatalmas, nyílt területen helyezkedik el. A tábor résztvevőit egy futurisztikus, fémről épült, henger alakú épületben szállásolták el, ami határozottan egy Mars-bázis benyomását kelti. Mikor kiléptünk ebből az épületből, azonnal figyelmünk középpontjába került az életnagyságú űrsikló-modell, ami egyébként az űrtábor egyik fő látványosságát képezi. Persze nem ez az egyetlen látnivaló a táborban; található itt egy űrmúzeum is, sok egyéb mellett olyan kiállítási darabokkal, mint az Apollo-16 űrkabinja vagy egy, a Holdról hozott eredeti kőzetminta. A Központ tekintélyes méretű udvarán kapott helyet a rakétapark; itt az űrrakéták mellett különböző katonai hordozórakéta-típusok és egyéb járművek is megtekinthetők.

A tábor a Nemzetek Fesztiválja nyitotta meg. A huszonhárom résztvevő ország képviselői népviseletben (vagy az országukra jellemző öltözékben) jelentek meg, és mindenkinek lehetősége nyílt, hogy röviden bemutassa hazáját. Az ünnepélyes megnyitó után tűzijátékot is rendeztek a résztvevők tiszteletére.

A második napon mindenki kapott egy kitűzöt, melyen a neve és országa szerepelt, hátoldaláról pedig kiderült, hogy ki melyik csoportba került. A négy csoportot stílusosan az amerikai űrkutatás úttörőiről nevezték el. Én a „von Tiesenhausen” csapatba kerültem (George von Tiesenhausen Wernher von Braun munkatársaként vett részt az USA Hold-programjában), melynek tagjai többek közt Hollandiából, Görögországból, Norvégiából, Szingapúrból és Új-Zélandról jöttek, de hét-nyolc amerikai tagja is volt a csapatunknak. A csapatok a tábor további részében többnyire önállóan oldották meg feladataikat, különböző csoportok tagjai csak viszonylag ritkán találkozhattak egymással.

A tábor szervezőinek a csapatok összekovácsolására is volt gondjuk. Ennek érdekében több alkalommal látogatást tettünk az ún. Area 51-ben, ami – Nevada állambeli névrokonával ellentétben – egy erdős terület, ahová még az egyszeri űrtáborosokat is beengedik, hogy részben logikai, részben fizikai csapatfeladatokat oldjanak meg minél rövidebb idő alatt.

A tábor programjának alapját a szimulációk képezték – négy egyórás és egy hatórás küldetés várt ránk, egy egészen jól kidolgozott szimulátorban. Maga a szimulátor három részre osztható: a csapat egyik harmada az Űrsiklón tartózkodott, másik része pedig a Nemzetközi Űrállomás egyik moduljában végezte feladatait (pl. „súlytalansági” kísérleteket végeztek). A többiek az Irányítóteremből követték nyomon az eseményeket, és az űrben időről-időre felmerülő technikai problémákban igyekeztek segítséget nyújtani. Az egyórás szimulációkon ugyanazt a küldetést kellett különböző pozíciókban teljesítenünk (ügyeltek rá, hogy mindhárom helyszínen kapjunk feladatot); ezek készítették elő a hatórás Kiterjesztett Időtartamú Küldetést, amire a program végén került sor, és az Űrtábor talán legnagyobb kihívását jelentette.

A programok között voltak elméleti órák is; egy kozmológiai témájú előadás erejéig például magával George von Tiesenhausennel is találkozhattunk. Sok ilyen előadás az űrsikló és az ISS rendszereivel foglalkozott (részben a szimulációk miatt), de a témák közt volt például a napfizika, sőt az orosz űrtörténelemről is ejtettek néhány szót.

A megmaradt időnkben saját, szilárd hajtóanyagú, többfokozatú modellrakétákat is építettünk, amelyeket végül ki is lehetett próbálni egy nyílt területen (persze igencsak változó

sikerrel...). Kipróbálhattuk azokat az eszközöket is, amikkel az asztronautákat képezték ki, mint a három tengely körül forgató berendezés vagy a gravitációs centrifuga.

A tábor az Advanced Space Academy sikeres elvégzését tanúsító oklevelek ünnepélyes átadása zárta le. A különböző feladatokban legjobban szereplő csapatok jutalompólókat is átvehettek (mi Area 51-osakat kaptunk). Végül a csapattársaimmal e-mail és MSN-címeket is cseréltünk, hogy a továbbiakban is tarthassuk a kapcsolatot.

Ezúton is szeretném megköszönni a MANT-nak, hogy részem lehetett ezekben az élményekben. Köszönetemet szeretném kifejezni támogatóimnak, Keresztes József igazgató úrnak, a Szent László ÁMK tanári karának, valamint Somoskövi Istvánnak, az Axiál kft-nek, a Bajáért Közalapítványnak, a Bajai Liszt Ferenc Kórusnak, továbbá mindazoknak, akik meg kívánják őrizni anonimitásukat. Támogatásuk nélkül az utazásom nem jöhetett volna létre.

(Lájer Márton)

A 2007. évi ifjúsági esszépályázat díjnyertes dolgozatai

Farkas Flóra: Műholdak és globális klímaváltozás

Megmentenek minket a műholdak?

Üdvözlöm Önöket!

Nagy örömmre szolgál, hogy a következőkben összefoglalhatom előadásorozatomat a klímaváltozás és a műholdak összefüggéseiről. Az Űrkorszak több, mint 50 éve elkezdődött. Az Univerzum kezdi feltárni titkait. Az emberiség számára azonban mégis a Földdel kapcsolatos ismeretek bővülése az, ami az Űrkorszak legfontosabb hozadéka.

E tekintetben a legtöbbet a műholdaknak köszönhetjük. Kezdetben nem volt ez így, hiszen az első mesterséges égitestek – s a ma körülöttünk keringő legtöbb műhold – katonai célokat szolgáltak és az atomháborútól való kölcsönös elrettentés szolgálatában álltak. Időközben azonban kiderült, hogy a Földet nem csak katonai, hanem tudományos szempontból is rendkívül gyümölcsöző kívülről megfigyelni.

Ez a felismerés időben egybeesett azzal a dermesztően új gondolattal, hogy a világ-gazdaság működésében megtestesülő emberi fejlődésnek kemény korlátai vannak, amelyeket büntetlenül nem hághatunk át. Ezt a gondolatot először a Római Klub tudósai fogalmazták meg, s voltaképpen az ő munkájuk nyomán kezdtek fejlődni azok a tudományágak, amelyek célja e határok vizsgálata, s a velük kapcsolatos jövőbeni stratégiák kidolgozása.

A globális gazdasági versengésre épülő emberi fejlődés útjában álló legnagyobb akadály – amint ez mára nyilvánvalóvá vált – a Föld ökológiai rendszerének rendkívüli érzékenysége. Nem véletlen, hogy a nagy nemzetközi szervezetek, köztük az ENSZ, egyre többet foglalkoznak az emberi tevékenység által kiváltott, azaz antropogén globális klímaváltozással.

A következő összefoglalóban e hatalmas témakör egy picinyke, de rendkívül lényeges szeletére kívánom megtisztelő figyelmüket irányítani.

Dr. Farkas Flóra
léggörkutató & műholdszakértő



Az első műhold (Szputnyik-1)

Áttekintés

1. Az első felismeréstől az IPCC negyedik jelentéséig
2. Műhold: az emberiség egyik legzseniálisabb találmánya?
3. Eredmények és jövőbeli következtetések
4. Egy igazán jó példa: a Vénusz pokolian forró világa
5. Összegzés



1. Az első felismeréstől az IPCC negyedik jelentéséig

Bizonyára kevesen gondolkodtak el azon, hogy a hatalmas Föld bolygó olyan sérülékeny, hogy mi is súlyos károkat okozhatunk benne. Erre először az 1968-ban megalakult Római Klub hívta fel a figyelmet. Több nagy jelentőségű is vihart kavartak, különösen az 1972-ben megjelent *A növekedés határai* című könyvvel.

Napjainkra a bolygó népessége annyira megnövekedett (jelenleg 6,5 milliárdan vagyunk, de 2050-re az ENSZ előrejelzései szerint 9 milliárdan leszünk), miközben az egy főre jutó fogyasztás is a sokszorosára nőtt, hogy az emberiség maga is természeti erővé vált, amely képes a Föld ökológiai egyensúlyának megzavarására.

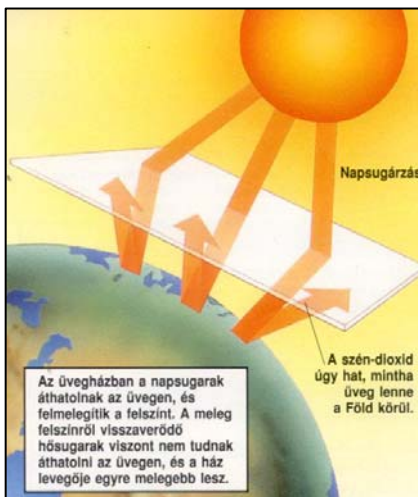
Az elkövetkező évtizedekben a népességrobbanás, az egy főre eső fogyasztás további ugrásszerű növekedése és a mindezzel együtt járó környezeti terhelés olyan mértékben megváltoztathatja a Föld atmoszférájának – az ökológiai rendszer legsérülékenyebb elemének – összetételét, amely a globális klímaváltozást visszafordíthatatlanná teszi.

Carl Sagan szerint: „*Ha van egy kosárlabdánk, amit lakkréteggel vonunk be, akkor ez a réteg körülbelül olyan vastag a labdához képest, mint a Föld légkörének vastagsága a Földhöz viszonyítva.*” Nem csoda, hogy e vékony légréteg rendkívül sérülékeny lehet.

Amint az köztudomású, az atmoszférát több gáz alkotja, amelyek közül a nitrogén 78%-ot, az oxigén pedig 21%-ot tesz ki. Az emberiség problémái a maradék 1%-ból fakadnak. E századnyi részt ugyanis egyebek között az üvegházhatású gázok alkotják. Ilyen gázoknak azokat az elemeket nevezzük, amelyek a napsugarakat átengedik, de a Földről visszasugárzó infravörös hullámokat visszaverik a Föld felé, azaz nem engedik visszajutni az űrbe az infravörös sugárzás által szállított hőenergiát.

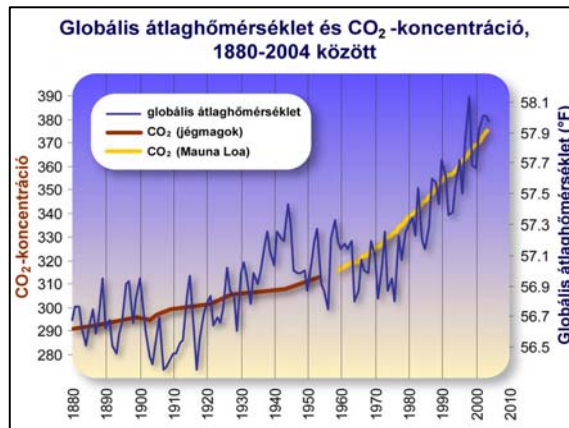
Légkörünkben a vízgőz (H₂O), a szén-dioxid (CO₂) és a metán (CH₄) a három legfontosabb üvegházhatású gáz, az ózont roncsoló közismert halogénezett szénhidrogének (CFC), valamint a nitrogén-oxidok (N_xO) mellett.

Napsütéskor a földfelszín részben elnyeli, részben hosszabb hullámhosszon (infravörös tartományban) visszaveri a Nap sugárzását. A sugárzás egy része így melegíti Földünket, míg másik része infravörös hullámok formájában távozik az űrbe. Jobban mondva távozna... Ugyanis az üvegházgázok részben visszaverik ezt a sugárzást, így segítve elő a Föld kellemes és lakható hőmérsékletének fenntartását.



Viszont! A XXI. századra a légkör kezd túltelítődni az üvegházgázokkal, ami felmelegedési folyamatot indított el. Ez a változás az emberiség egészének életét befolyásoló problémák sokaságát vonhatja maga után. Az átlaghőmérséklet emelkedése miatt ugyanis a légkör által egyensúlyban tartott globális energiaháztartás mérlege megváltozhat, így életfeltételeinkben az elmúlt tízezer évben nem tapasztalt negatív változások következhetnek be. Ezek előjele lehet az északi-sarki jégsapka, illetőleg a grönlandi jégmezők és gleccserek olvadása, amely összességében lassíthatja, s végül akár meg is szüntetheti az Európa atlanti partvidékét kellemesen enyhe éghajlatúvá tevő Golf-áramlatot. Ezen kívül számtalan egyéb kellemetlen fejlemény jelzi, hogy veszélybe került a földi klíma általunk megszokott stabilitása.

Napjainkra bizonyossá vált, hogy az antropogén hatások klímaváltozást előidéző szerepe megkérdőjelezhetetlen. Az ENSZ Kormányközi Klímaváltozási Bizottsága (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) által 2007. februárjában kiadott legújabb jelentés arra hívja fel a világ figyelmét, hogy az antropogén hatások – elsősorban a fosszilis tüzelőanyagok drámaian növekvő felhasználása, illetve a mezőgazdasággal és az építkezésekkel összefüggő földhasználati változások – következtében növekszik a széndioxid, a metán és a nitrogén-oxidok globális légköri koncentrációja, amely messze meghaladja az elmúlt 650 ezer év természetes növekedési ütemét.



A jelentés szerint 90%-os bizonyossággal kijelenthető, hogy az emberi tevékenység hatására 1750 (az ipari forradalom kezdete) óta folyamatosan melegszik a klíma, amelyet a készítőik összességében a globális sugárzási kényszer (sugárzásos fűtés) növekedésével jellemeznek. Eszerint a Föld minden egyes négyzetméterére 1,6 W-tal nagyobb hőenergia esik ma, mint az ipari forradalom előtt.

2. Műhold: az emberiség egyik legzseniálisabb találmánya?

Korai előrejelző hálózat Föld körüli pályán

A globális klímaváltozás tényleges folyamatának mérését a Föld körüli műholdak megfigyelőrendszere teszi mindinkább lehetővé. Feltehetően nem túlzás azt állítani, hogy valamennyiünk élete függ a műholdak egyre kiterjedtebb hálózatától, különös tekintettel a meteorológiai és a környezetkutató szerkezetekre.

A műhold legegyszerűbb meghatározása szerint Föld körüli pályán keringő, személyzet nélküli űreszköz. Pályára juttatása a rakéatechnológia felhasználásával lehetséges, ezért csak az Űrkorszakban valósulhatott meg. A bolygókhoz és holdakhoz hasonlóan a műholdak is ellipszis alakú pályán keringenek, amelynek egyik gyújtópontjában a Föld helyezkedik el.

Az első meteorológiai műhold 1960. április 1-jén állt pályára bolygónk körül TIROS-1 néven. Napjainkra már számos országnak vannak műholdrendszerei különböző pályákon a Föld körül.

A műholdpályák legfontosabb jellemzői

Elnyúltság (excentricitás, jele e):

a pálya körtől való eltérésének mértéke.

Hajlásszög (inklináció, jele i):

a műhold keringési síkjának az Egyenlítő síkjával bezárt szöge, amely behatárolja egy műhold térbeli helyzetét, így alkalmas a különböző típusú pályák jellemzésére.

Műholdpálya-típusok

Geostacionárius: különleges egyenlítői pálya, ahol $i=0^\circ$, s magassága úgy van kijelölve, hogy az ott haladó műhold keringési ideje megegyezik a Föld tengely körüli forgásidejével. Kepler harmadik törvénye szerint a tömeg körül keringő test keringési ideje kizárólag a pálya sugarától függ, ezért a geostacionárius pálya sugara pontosan kiszámolható: 42 163 km. Levonva a Föld átlagos sugarát, megadható a pálya felszín feletti magassága: 35 792 km. Vagyis az ezen a magasságon haladó műholdak helyzete a nem változik az égen.

Közelsarki (kvázipoláris): az i értéke 90° -hoz közeli, így a műhold minden keringése során elhalad a pólusok közelében.

Műhold-típusok

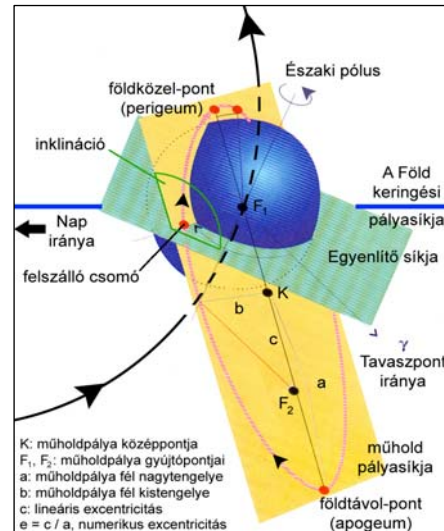
A különböző pályák eltérő feladatok végzésére teszik alkalmassá az ott működő műholdakat.

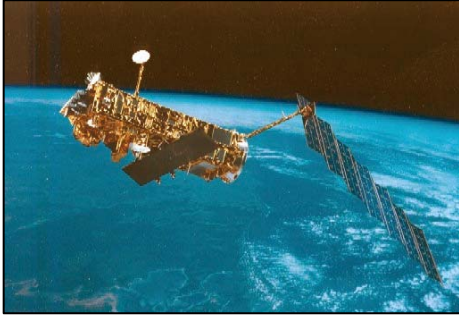
A geostacionárius pálya összefüggő terület folyamatos megfigyelését biztosítja, de a nagy magasság miatt sokszor nem elég az itt keringő eszközök felbontóképessége, illetve egy műhold csak a teljes bolygófelszín 42%-át képes áttekinteni. Az Űrkorszak elejétől a meteorológia az egyik legfontosabb alkalmazási területe (pl.: NOAA GOES, METEOSAT, GMS, INSAT, GOMS sorozatok).

Az amerikai NOAA központ GOES sorozata az egyik legkiterjedtebb műholdhálózat a globális megfigyelésben. Méréseivel a felszín és felhőzet albedóját illetve hőmérsékletét vizsgálja, valamint a légköri ózon és aeroszolok mennyiségi és térbeli eloszlását figyeli. Az NOAA műholdak egyik legfontosabb eszköze az AVHRR. Ez egy forgatótükörrel felszerelt leképező rendszer. A műhold haladása közben vékony sávonként végigpásztázza, és soronként letapogatja a földfelszín.

Egy másik fontos szervezet az európai EUMETSAT. Műholdjaik 1977-től haladnak pályáikon, a METEOSAT-sorozat tagjaiként. Eleinte mindössze három hullámhosszon készítették felvételeket, a látható és infravörös tartományon belül. A sorozat későbbi tagjain már fejlettebb berendezések működnek, 12 különböző hullámhossz-tartományban.

A közelsarki pálya pedig kis magassága miatt jelent kiváló lehetőséget nagyfelbontású felvételek gyűjtésére, amelyek az ilyen pályán haladó eszközök azonos helyi időben történő átvonulása miatt állandó megvilágítási feltételekkel készíthetők el. Így ezeken a pályákon elsősorban környezetkutató műholdak (pl.: Landsat, Spot, Terra, Aqua, Envisat, stb.) keringenek.





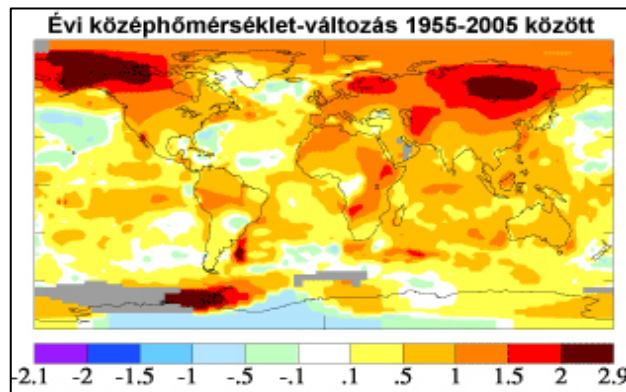
Az európai Envisat műholdat gyakran a Földet figyelő legösszetettebb szerkezetnek is szokták nevezni, mivel tíz műszere igen részletes információgyűjtést tesz lehetővé. Az óceánok eddigi legkiterjedtebb vizsgálatát, a jégsapkák alakváltozásait és az egyik legfontosabbat, hogy az űrből méri a szén-dioxid légköri mennyiségét. Így akár az egyik legvitatottabb kérdés megválaszolását is segítheti, miszerint mekkora része származik a légköri CO₂-nek emberi behatástól.

3. Eredmények és jövőbeli következtetések

A szén-dioxid a legfontosabb antropogén üvegházhatású gáz. A 2007. februárjában közzétett IPCC jelentés szerint a CO₂-koncentráció az ipari forradalom előtti 280 ppm-ről (parts/million, a száraz levegő 1 millió molekulájára eső üvegházhatású gázmolekula száma) 2005-re 379 ppm-re nőtt. Ez jelentősen meghaladja az elmúlt 650 ezer évre jellemző, 180–300 ppm közötti természetes ingadozási tartományt. A metán és a nitrogén-oxidok légköri aránya hasonló mértékben nő az emberi tevékenység nyomán.

Klímarendszerünk melegeése egyértelmű, amint azt bizonyítja a levegő és az óceánok hőmérsékletének kétségszűdhatalatlan és folyamatos emelkedése, a hóval és jéggel fedett térségek kiterjedésének globálisan jellemző csökkenése (jégsapkák és gleccserek olvadása), továbbá az 1993 óta műholdas telemetrikus mérésekkel mért tengerszint-növekedés is. Az elmúlt tíz év a valaha mért legmelegebb évtized volt az emberiség történetében. Az 1850-es évekre jellemző 13,5°C-os földi átlaghőmérséklet a XXI. század első évtizedére 14,3°C-ra nőtt. Ez a látszólag kicsi (0,8°C) emelkedés az Egyenlítőtől a sarkkörök felé haladva nyolctízszeres kitérést is jelenthet; elsősorban ez a hőmérsékleti anomália indította el az északi-sarki jégtáblák és a grönlandi jégmezők olvadását.

A Föld felszínén és a tengerszinten mért hőmérsékleti adatokat megerősítik a legújabb műholdas mérések, amelyek a közép- és felső-troposzféra hőmérsékletének a felszíni változásokkal összhangban álló növekedését jelzik. A hőmérséklet-növekedés következtében melegedő levegő vízpára-tartalma is folyamatosan magasabbá válik, ezért a globális felmelegedést minden valószínűség szerint gyorsító pozitív visszacsatolások sora indulhat be.

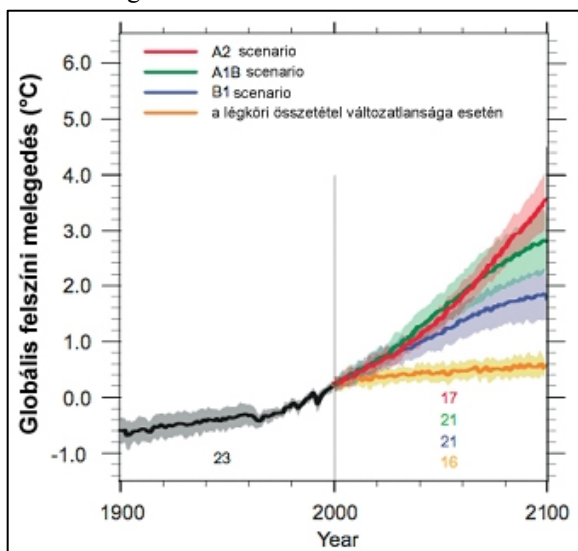


Ezt a folyamatot az óceáni víztömeg hőtehetetlensége tovább súlyosbítja, mivel az óceánok és tengerek nyelik el a földi energiarendszerbe jutó hőtöbblet kb. 80%-át. Miután a melegedő víz térfogata nő, az óceánok vízszintje a műholdas mérések tanúsága szerint lassan, de folyamatosan emelkedik (jelenleg az átlagos emelkedés 3,1 mm évente). A tengerszint emelkedéshez természetesen hozzájárul a szárazföldi jégtömegek és a gleccserek folyamatos olvadása is.

A hosszú távú klímaváltozást gyorsítják mindazok a folyamatok, amelyek nyomai a poláris hőmérsékletekben és jégmennyiségben, a globálisan megfigyelhető csapadék-anomáliákban, az óceánok sótartalmának változásában valamint a globális áramlási rendszerek mintázataiban figyelhetők meg. Ezek a változások egyebek között egyre gyakrabban szélsőséges időjárást is előidéznek. Az északi-sarki jég az 1978 óta végzett műholdas megfigyelés szerint évtizedenként átlagosan 2,7%-kal zsugorodik, miközben vastagsága drámaian csökken. A sarkvidéki tundrák talajának felszíni hőmérséklete 1980 óta több mint 3°C-kal nőtt, emiatt a permafroszt (állandóan fagyott talaj) területe 7%-kal csökkent 1900 óta. Ennek veszélye különösen nagy annak tükrében, hogy ez a talaj hatalmas metánkészleteket tartalmaz fagyott állapotban, amelyek olvadás esetén visszakerülhetnek a légkörbe és tovább erősíthetik az üvegházhatást. Ez a veszély egyébként az óceánok vizének melegevé válása kapcsán is fennáll, mivel a Föld másik hatalmas metán-tárolója az óceánfenéki klathrát-réteg, amelyből a melegezés miatt felszabadulhat a metángáz.

Az északi-sarki és grönlandi jég olvadása egyéb szempontból is súlyos veszélyekkel fenyeget, mivel lassíthatják a termohalin (vagyis a hőmérsékleti és sósűrűségi eltérések által hajtott) Golf-áramlatot. A folyamat ráadásul pozitív visszacsatolásos alapon öngyorsító, mivel a magas albedójú (fényvisszaverő képességű) jég és hó olvadása esetén a helyén megjelenő sötétebb víz- és szárazföldi felület sokkal nagyobb mértékben nyeli el a napsugárzást és így tovább melegíti a környezetet.

Az ökológiai egyensúly felborításával fenyegető pozitív visszacsatolások sora végtelenül sok további példával illusztrálható. Valamennyiünk közös felelőssége, hogy ezeket a folyamatokat megkíséreljük megfékezni és az egyensúly helyreállítása érdekében minden tőlünk telhetőt megtenni!



Az itt látható ábra az IPCC által közzétett különböző felmelegedési forgatókönyveket szemlélteti 2100-ig. A legkisebb mértékű hőmérséklet-emelkedés természetesen a légköri összetétel változatlansága esetén valószínűsíthető (sárga vonal), a kékkel, zölddel illetve pirossal jelölt trendek pedig eltérő scenáriókat mutatnak be.

A legvalószínűbb változás 4°C, bár vannak ennél sokkal szélsőségebb nézetek is, amelyek 2,4–6,4 °C-os emelkedéssel számolnak.

Akármelyik előrejelzés igazolódik be, az emberiségnek igen komoly problémákkal kell szembenéznie.

4. Egy igazán jó példa: a Vénusz pokolian forró világa

A földi ökológiai egyensúlyra leselkedő veszélyeket kevesen tudjuk elképzelni. Az űrkutatás azonban lehetővé teszi, hogy az elmúlt évtizedekben a Naprendszerre vonatkozó tudományos kutatások eredményei alapján felelősebben gondolkodhassunk Földünk jövőjéről. Különösen sokat segíthet a veszélyek felismerésében a Vénusz példája.

Belső bolygószomszédunk rémisztően jól szemlélteti az üvegházhatás hőcsapdáját. Légkörének 96,5%-a CO₂, aminek következtében átlagos felszíni hőmérséklete 470°C. A sűrű vénuszi légkör azt példázza, hogy mennyire megszaladhat a felmelegedés folyamata üvegházhatású gázok túlzott jelenlétében. A forráság különösen a Naphoz legközelebb keringő, légkör nélküli Merkúrhoz képest döbbenetes!



5. Összegzés



A Föld az emberiség otthona. Egy „halványkék pötty” (Carl Sagan: „Pale blue dot”), egy pixel az Univerzum portréján. Mindenáron meg kell őriznünk, hiszen a Földet nem szüleinktől örököltük, hanem gyermekeinktől megőrzésre kaptuk kölcsön.

E felelősségteljes tevékenységben fontos szövetségeseinkké váltak a műholdak, amelyek hálózata biztosítja azt, hogy külső szemmel is tanulmányozhassuk az életünk jövőbeli feltételeit meghatározó globális folyamatokat.

Ennek érdekében az eddiginél is nagyobb szerepet kell kapnia egy globális figyelmeztető és előrejelző műholdhálózat működtetésének.

Források

Almár Iván – Both Előd – Horváth András: Űrtan, SH Atlasz. Springer Hungarica Kiadó Kft., Budapest, 1996

Al Gore: An inconvenient truth (Kellemetlen igazság, 2006)

Fred Pearce: The last generation (Az utolsó generáció, 2006)

James Lovelock: The revenge of Gaia (Gaia bosszúja, 2006)

<http://hps.elte.hu/zagoni/felmeleg.htm>

http://hu.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1lis_felmeleged%C3%A9s

<http://meteor.geo.klte.hu/meteorologia/oktatas/metmuszer/muszertppt/17metmuholdak.pdf>

http://nimbus.elte.hu/kutatas/sat/sat_avhrr.html

<http://www.climatecrisis.net>

<http://www.eghajlatvaltozas.hu>

<http://www.foek.hu/zsibongo/90elotti/cikk/laszlo.htm>

<http://www.ipcc.com>

<http://www.mindentudas.hu/lang/20040806lang1.html?pIdx=1>

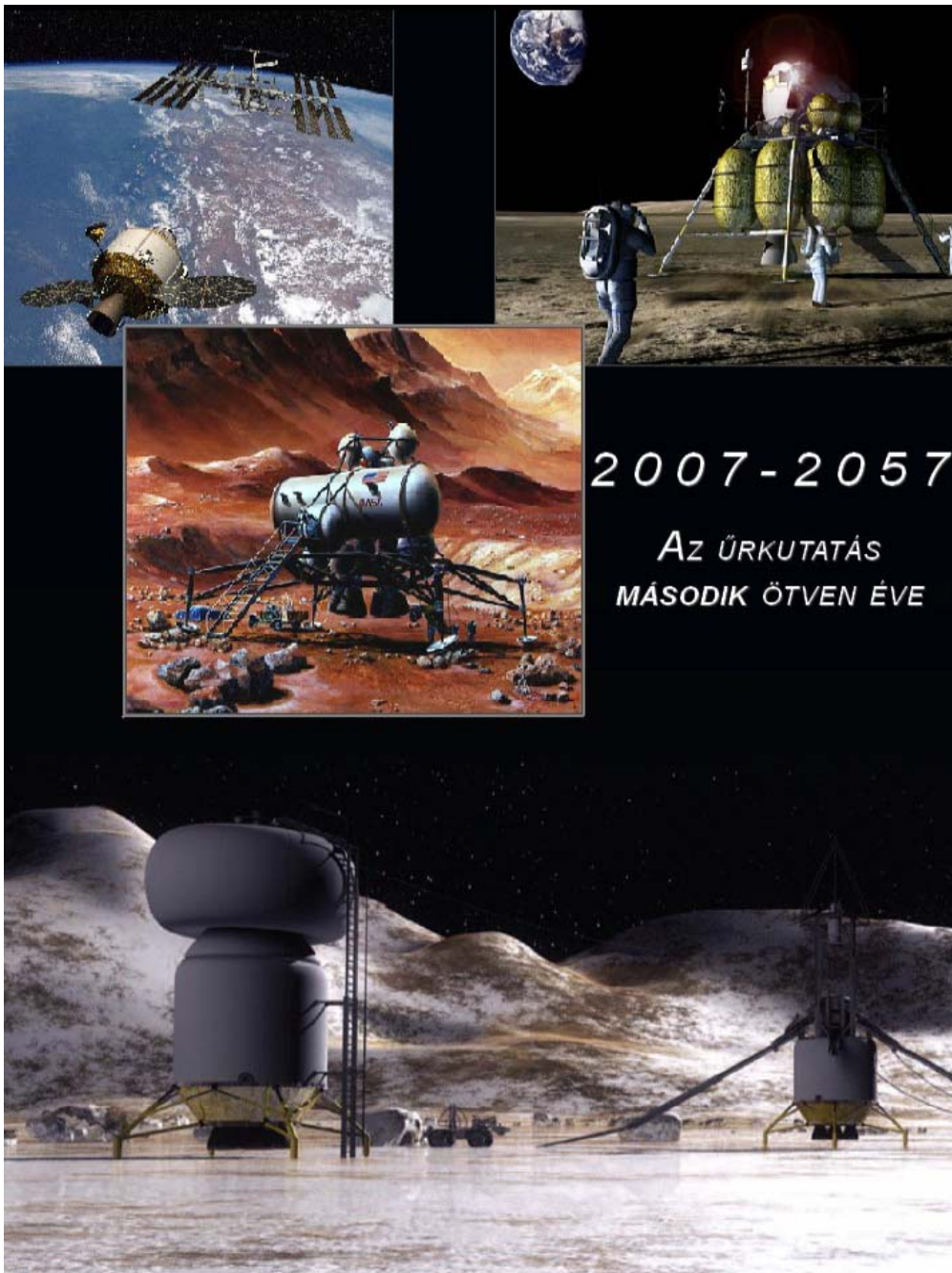
<http://www.origo.hu/tudomany>

<http://www.sat.hu/read.php?id=383>

<http://www.urvilag.hu>

<http://www.vahava.hu>

Lájer Márton: 2007–2057 Az űrkutatás második ötven éve



ELŐSZÓ

Amikor a Wright-fivérek 1903-ban végrehajtották történelmi jelentőségű repülésüket, valószínűleg maguk sem feltételezték, hogy a motorizált repülés akkora fejlődésen esik majd át az elkövetkező száz évben, amekkorán áthaladt.

A világ első műholdját, a **Szputnyik-1**-et 1957 október 4-én bocsátották fel az űrbe, az akkori Szovjetunió területéről; a műhold 83,6 kg tömegű volt, és tevékenysége egyszerű jelek sugárzásában merült ki, amelyeket észelve az irányítóközpont megbizonyosodhatott a kilövés és pályára állás sikeres voltáról. Nem telt el négy év, és az űrbe küldték az első asztronautát, Jurij Gagarint. Alig nyolc évvel Gagarin útja után, 1969-ben ember szállt a Holdra; négy év alatt hat kétszemélyes holdkomp szállt le és tért vissza biztonságban az égestről. Ekkor elkezdték építeni az első űrállomásokat, ahol számos információt gyűjthettek a hosszú távú űrbéli jelenlét emberi szervezetre gyakorolt hatásairól. De az emberes küldetések mellett számtalan személyzet nélküli műholdat és űrszondát is indítottak a Föld és más égitestek megfigyelésére valamint tudományos adatok gyűjtésére, melyek segítségével műholdas képeket készítettek a Földről és a Hold tulsó bolygónkról sohasem látható oldaláról, továbbá szondát küldtek a Naprendszer összes bolygójához¹. Közben folyamatosan fejlesztették a technológiákat és olyan űreszközöket hoztak létre, mint a többször kilöhető űrsikló, vagy a több űrhivatal kooperációjával készülő Nemzetközi Űrállomás.



Ötven év telt el az első ember-alkotta tárgy űrbe juttatása óta, ezalatt hatalmas eredményeket értünk el. Nem ülhetünk azonban a babérjainkon, hiszen az előttünk álló fél évszázad éppilyen izgalmasnak ígérkezik; a Hidegháború, amely az Egyesült Államokat emberek Holdra küldésére sarkallta, véget ért ugyan, a tudományos kíváncsiság azonban nem szűnt meg. Ráadásul, a 21. század kezdetén egy új versengés kezd kibontakozni az USA, Kína, az Európai Űrügynökség (*European Space Agency, ESA*), Oroszország, Japán és India között, amely több résztvevőt is átgondolt kutatási irányelvek és az ezekhez kapcsolódó küldetési tervezetek írásba foglalására és nyilvánosságra hozatalára ösztönzött.

Sok rivális fél szeretne embert küldeni a Holdra 2017 és 2030 között, majd esetleg állandó holdbázisokat is létrehoznának; emellett a Marsra is embert kívánnak juttatni 2030 után. Lehetősége van egy Földközeli aszteroida, illetve a későbbiekben a Mars holdjainak emberes felderítésére, továbbá szükségessé válhat(nak) emberes küldetés(ek) az úgynevezett Lagrange 2 (L2) pontba, amely azért különleges, mivel ebben a pontban az űreszközök viszonylag stabilan „lebeghetnek” az űrben, pontosabban a Föld körüli keringés nélkül mozoghatnak a Földdel együtt annak Nap körüli pályáján, méghozzá a Naphoz képest a Föld mögött. Ennek a helynek a tulajdonságai egy űrteleszkóp számára igen előnyösek, minthogy itt a látótér egy tetszőleges részét sokkal huzamosabb ideig képes figyelni, mint egy földi, vagy akár Föld körüli pályán keringő obszervatórium. Valószínű tehát, hogy a jövő fejlett űrtávcsövei ezen a helyen lesznek kihelyezve; hasonlóan nagy az esélye azonban, hogy ezeknek a teleszkópoknak az összeszereléséhez és/vagy karbantartásához emberes segítségre is szükség lesz.

Az ilyen jövőbeli űrteleszkópoknak elsődleges céljuk lesz naprendszeren kívüli (exo-)bolygókat, és azokon az élet nyomait keresni; az ilyen bolygók utáni kutatás a csillagászat egyik legfiatalabb, de egyben egyik legambiciózusabb ágát képezi: alig tizen-egynéhány éve létezik, de ezalatt az idő alatt több, mint 200 naprendszeren kívüli – jellemzően a Jupiter tömegéhez mérhető – bolygót találtak, gyakorlatilag kizárólag földi távcsövek segítségével. Az első űrteleszkópot, az európai **COROT**-ot 2006 dec. 27-én lötték fel az űrbe, amelyet 2008 októberében követ majd az amerikai **Kepler** küldetés, amely először lesz alkalmas Föld-méretű bolygók észlelésére a közelebbi csillagok körül. Ezeket számos, különféle elvek alapján működő teleszkóp követi majd egyre fejlettebb technológiával és műszerekkel, amelyek végül lehetővé teszik a Föld-méretű exobolygók lefényképezését, és ezáltal legfőbb felszíni ismertetőik megismerését is.

Ezen írás a következő évtizedek gépi és emberes expedícióival, a naprendszeren kívüli bolygók kutatásával és az esetlegesen kiépülő, tartós emberi jelenlétet biztosító űrbéli létesítmények lehetőségeivel foglalkozik bővebben.

¹ A Plútót 2006-ban a bolygók új meghatározása szerint ún. Plutonidává, jeges törpebolygóvá minősítették vissza

A JELENLEGI PROGRAMOK

Napjainkban sok űrutazás célja a Nemzetközi Űrállomás elemeinek összeszerelése, vagy az élelmiszer és más, a működéshez szükséges teher szállítása az állomásra. A Nemzetközi Űrállomás (**International Space Station, ISS**) az eddigi legnagyobb, több űrközpont együttműködésével épülő űrállomás. Építéséhez és ellátására leginkább az amerikai Űrsiklót és (csak teherszállításra) az orosz Progressz modulokat alkalmazzák. Az ISS várhatóan 2010-ben készül el; ezzel egy időben kivonják a használatból a kiöregedett Űrsikló-flottát. A negyed évszázada bemutatkozott öt űrrepülőgép közül csak három maradt működőképese, a Challenger és a Columbia űrrepülőgépek használata katasztrófába torkollott. A siklót váltó űreszköznek azonban sok kihívásnak kell megfelelnie, hogy képes legyen az Űrrepülőgép leállításával bekövetkező technológiai űr betöltésére.



Az új űreszközt a NASA **Constellation**-programjának keretében fejlesztik: Az **Orion** névre hallgató űrhajó sok tekintetben hasonlóságokat mutat az 1960-as évek Apollo-programjában szereplőkkel, de ugyanakkor a legújabb technológia alapján, az Űrrepülőgép egyes elemeinek/rendszereinek továbbfejlesztett változataival szándékozzák ellátni. A hajó több változatban is elkészül: Egyik verziója természetesen a személyszállító hajó lesz, amely 4-6 főt lesz képes nagyjából 14 napig ellátni; ezen kívül azonban egy Orion teherszállító hajót, valamint egy, a Nemzetközi Űrállomás pályán tartásához szükséges hajtóművel ellátott eszközt is üzembe akarnak helyezni. Az Orion-

űreszközöket egy új, **Ares-I** típusú rakéta tetején bocsátják majd fel; az **Ares-V** rakétákon² pedig nagy tömegű tárgyakat is felbocsáthatnak az űrbe, így az úgynevezett Earth Departure Stage(EDS) fokozatot is, amivel az űrben összekapcsolódva az Orion űrhajómodult és egy négyszemélyes holdkompot is Hold körüli pályára (és szükség esetén messzebb is) tudja juttatni. A rakéta első fokozata és az űrhajó kabinja (nagyjából tíz alkalommal) újra felhasználható lesz a későbbi küldetésekben. Az Ares-I rakéta, illetve az űrhajó első, ember nélküli tesztrepülésére 2009-ben kerülhet sor; az emberes Orion-modulok 2014-től állhatnak szolgálatba. Ugyanebben az évben kezdik majd a nagyobb kapacitású Ares-V rakéta tesztjeit.

Az emberes űrhajók mellett számos űrszondás küldetés is fejlesztés alatt áll, esetleg már úton van célja felé. Ilyen a 2005 januárjában, a **New Frontiers** űrszonda-sorozat első tagjaként fellőtt **New Horizons**, amelynek feladata Neptunuszon túli törpebolygók és főleg a Plútó-Charon páros tanulmányozása. A kettős-bolygó mellett a szonda várhatóan 2015-ben repül majd el, ezután pedig más Kuiper-objektumokat is meglátogat, mielőtt energiaforrása, egy rádióizotópos energiafejlesztő, kimerülne. Egy másik úton lévő, ambiciózus küldetés, az európai érdekeltségű **Rosetta** misszió egy keringő- és egy leszállóegységet fog egy üstökösre eljuttatni, előreláthatólag szintén a század második évtizedének közepén. Mindkét küldetés áttörő információkkal szolgál majd a célpontjukat képező testekről és azok típusáról. A közeli jövőben szintén sok jelentős űreszközt indítanak majd: Ilyen a New Frontiers sorozat második darabja, a **JUNO** szonda, amely a Jupitert és rendszerét figyeli majd, elsőként vizsgálva mélyebben a Jupiter szerkezetét. Az Európai Űrügynökség szintén tervez egy küldetést a Jupiterhez; ennek fedőneve **JME** (Jovian Minisat Explorer), és szintén a Jupiteri rendszer vizsgálata lesz a feladata.

Ezeket kívül számos más, nem kevésbé érdekes küldetést terveznek a közép- illetve hosszú távú jövőbe, mint a Jupiter jeges holdjait vizsgáló **Jupiter Icy Moons Orbiter** (JIMO), amelyet 2015-ben terveztek kilőni; igaz, a szondát a technikai nehézségek (az űreszköz egy nukleáris-elektromos meghajtást tesztelt volna) és a drága megvalósíthatóság miatt törölték tervek közül, a Jupiter holdjait, és kivált az Európát olyan fokú tudományos kíváncsiság övezi, amely hosszútávon valószínűsíti egy (vagy több) hasonló misszió megvalósítását. Emellett a hosszú távú jövőben egy tengeralattjáró-űrszondát (*hydrobot*) szeretnének az Europa jégpáncélja alá küldeni, amennyiben bebizonyosodik a folyékony óceán(ok) jelenléte a holdon. Felmerült egy (vagy több) légi (valószínűleg léggömbhöz kapcsolt) felderítő szonda küldésének lehetősége a Szaturnusz sűrű légkörrel borított, Titan nevű holdjára is.

2 Egy másik, megfontolás alatt lévő elgondolás szerint mindkét célra ugyanazt a rakétát, az **Ares-IV**-t alkalmaznák

A HOLD MEGHÓDÍTÁSA

1969 július 16-án, a világ figyelme két ember köré összpontosult: Niel Armstrong és Edwin Aldrin amerikai állampolgárok látogatást tettek égi kísérőnkön, a Holdon. Ezzel Amerika megnyerte a Szovjetunióval vívott hidegháborús űrversenyt, a Hold-utazók pedig beírták magukat a történelemkönyvekbe. Hat holdexpedíció keretében összesen 12 ember járt a Holdon. Az amerikai közvélemény érdeklődése azonban csökkent a holdraszállásokkal kapcsolatban, és a drága expedíciókat 1972-ben leállították.

Azóta nem járt ember a Holdon. A tudományos érdeklődés is alaposan lecsökkent, noha néhány űrszondát azért küldtek a Hold tanulmányozására. Az égitest akkor került ismét a figyelem középpontjába, amikor műholdas mérések alapján a vízjég jelenlétének nyomaira találtak a Hold pólusainál; ezeket az adatokat ugyan nem sikerült teljes biztonsággal megerősíteni, azonban a víz jelenlétének lehetősége további űrszondák küldésére sarkallja az űrkutatási hivatalokat. A víz ugyanis nagy kincs lehet a Holdon: ha egyszer tartós bázist hozunk létre a felszínen, kulcsfontosságú lehet a víz és oxigén-ellátás a létesítményekben, továbbá a víz hidrogénjének felhasználása üzemanyagként alaposan lecsökkentheti a hosszabb expedíciók költségeit.

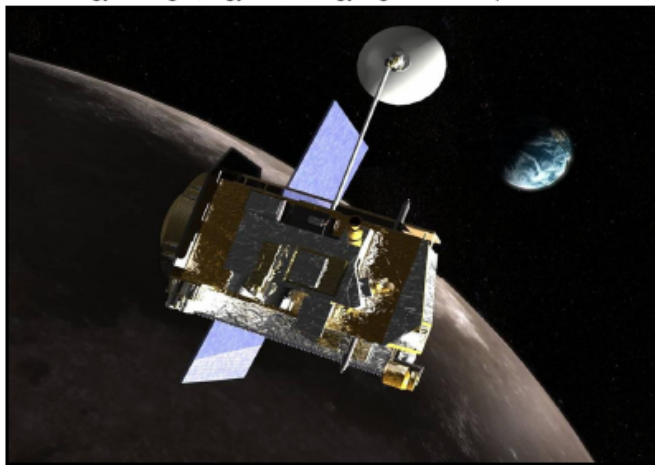
Emellett, a '90-es években csaknem teljes technológiai elsőséget élvező NASA most igen komoly vetélytársakkal néz szembe: Kína űrkutatása rendkívül gyorsan fejlődik, és a közelmúltban kijelentették, hogy 2017-ig embert küldenek a Holdra. Az ESA Aurora programja szerint az európaiak is embert küldenek a holdra 2030-ig; emellett az oroszok, a japánok és az indiaiak szintén emberes expedíciókat szeretnének szervezni, önállóan, vagy nemzetközi együttműködés révén. Az amerikaiak 2020-ban jelölték meg az emberes küldetésüket.

A felsorolt összes országok és az ESA stratégiája is megegyezik abban, hogy először gépi űrszondákkal derítik fel a Holdat, majd egyre bonyolultabb küldetéseket szerveznek, hogy teszteljék az emberes expedíciókhoz szükséges technológiákat. Így először keringő-, majd leszállóegységeket, később holdjáró rover-eket és mintavételező, Földre visszatérő szondákat is küldenek.

A legközelebbi Hold-misszió, a kínai **Chang'e 1** Kína első holdszondája lesz; 2007 áprilisában indul, az embert 2020-ig holdra küldeni szándékozó Chang'e program keretében. A szonda a Hold körül keringve végzi majd méréseit, miközben 3 dimenziós képeket készít a Holdfelszínről. Ezt a japán **Selene** küldetés követi 2007 nyarán, amely szintén fel lesz szerelve képalkotókkal, és a Hold eredetét, fejlődését és tektonikáját vizsgálja majd. Az indiaiak a 2008 februárjában felbocsátandó **Chandrayaan** űrszondával kezdik saját Holdkutatási programjukat, amely képes lesz részletes térképet készíteni a Hold nyersanyag- és ásványkincseiről, valamint feltérképezi az égitest topográfiáját is. Ezt az amerikai **Lunar Reconnaissance Orbiter** űrszonda fogja követni 2008 októberében, nagyon magas (0.5 m pontosságú) felvételeket készítve a Hold felszínéről, valamint a poláris sapkáknál valószínűsített víz és más nyersanyagok előfordulásait vizsgálva. Az itt felsorolt szondák egytől-egyig a Hold körül keringve végzik majd tevékenységeiket.

2010-től azonban holdi leszállóegységeket is küldenek majd; Az indiai **Chandrayaan-II** egy kerekas, távirányítású rover lesz, ami egy leszállóegységen és egy keringő műholdon keresztül kommunikálhat a Földdel. A holdjáró a holdport és a holdkőzeteket kémiai vizsgálatoknak veti majd alá. Mivel azonban a rover napenergiával működik majd, a hosszú holdi éjszaka miatt csak nehezen lehet élettartamát egy hónapnál hosszabb időre kiterjeszteni. Ezután **Luna-Glob** néven Oroszország küld leszállóegységet a Holdra. Ez a szonda egy keringő-, egy leszállóegységből és 12 penetrátorból áll, amelyek szeizmológiai adatokat gyűjtenek az égitestről. Ezeket még számos egyéb küldetés követni fogja, például a NASA a tervei szerint akár minden évben indítana egy űrszondát az emberes holdraszállásig.

A szondákat követően azután megkezdődhetnek az emberes küldetések is. A 20. századi emberes holdexpedíciókkal ellentétben azonban most nem az erődemonstráció az elsődleges cél; Az ember holdra küldése mellett ezúttal komoly tudományos és – a későbbi, hosszabb expedíciók szempontjából – stratégiai érvek is szólnak.



EMBEREK A HOLDON

Az első emberes holdmissziók néhány napig tartózkodnak majd az égístenen, közben felderítő munkát végeznek majd. Sok űrközpont tervei között azonban tartós holdi lakhatást biztosító létesítmények létrehozása is szerepel az első sikeres holdraszállások után; ezeknek a bázisoknak kiemelkedő kutatási jelentőségük lenne, továbbá itt egyszerűen ki lehetne helyezni nagy méretű teleszkópokat, amelyeket nem érnének zavaró légköri hatások. Emellett ki lehetne használni a Hold árnyékoló szerepét például holdi rádiótávcsövek építéskor. A (valamivel) távolabbi jövőben, egy jól elhelyezett holdi létesítmény, amely a Holdi vízelőhelyek közelében áll, a távolabbi célokhoz (Mars, esetleg külső holdak, aszteroidák) irányuló emberes expedíciók számára is rendkívül hasznos lehet: A Holdon ugyanis a szökési sebesség jóval kisebb, mint a Földön, tehát egy holdi üzemanyag-utántöltéssel jóval gazdaságosabban indíthatunk felderítéseket távolabbi célokhoz, mint a közvetlen repüléssel.

Holdbázisok már valószínűleg 2025 és 2035 között létrejönnek, de a holdi jég létezése esetén bizonyosan megalakulnak 2050-ig. Ilyen bázisok létrehozását az Egyesült Államok, Japán, Kína és az Aurora-program keretében az ESA is fontolgatja.



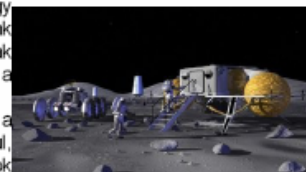
Egy, a Holdfelszínen álló, emberek hosszú távú lakhatását biztosító építménynek, az űrállomásokhoz hasonlóan, garantálnia kell az emberi élethez elengedhetetlen

kritériumoknak megfelelő belső teret földi, vagy azzal egyenértékű levegővel, megfelelő légnyomással és az életfenntartó rendszerek működéséhez szükséges energiával. Emellett azonban a Holdon egy új veszéllyel, a részecske-sugárzással szemben is védekezni kell; a Föld közelében keringő űrállomásoknak ezzel nincs gondjuk, mivel a Föld mágneses tere eltéríti a káros kozmikus és Naptól érkező sugárzás nagy részét. Egy holdi bázisnak viszont magának kell megoldania a problémát, vagy felszín alatti építkezéssel, vagy az építmények vastag holdpor-réteggel való befedésével, esetleg valamilyen fejlett eljárással. Amennyiben ezt nem teszik meg, az asztronautákat hosszú távon olyan káros sugárdózisnak teszik ki, amelyek később akár rákot is okozhatnak. Ha az energiát napelemtáblákból nyerik, akkor a kéthetes Holdi sötétség is komoly problémát jelenthet; ezt a problémát azonban egyszerűbben meg lehet oldani a bázis megfelelő elhelyezésével³, vagy más energiaforrások (pl. radioizotópos, esetleg nukleáris fissions [hasadási] reaktorok) használatával.

³ Léteznek a Holdon olyan helyek, amelyeket gyakorlatilag mindig ér napsugárzás

A holdi létesítmények tervezésekor már a bázis helyszínét is komolyan át kell gondolni. Fontos, hogy a helyszíni terepviszonyok lehetővé tegyék egy bázis építését; szintén fontos, hogy az építmény ellátásához szükséges minél több nyersanyag megtalálható legyen a bázis közvetlen környezetében, továbbá amennyiben a bázisnak valamilyen egyéb, speciális feladata is van (pl. teleszkópok vezérlése, karbantartása), akkor az is megszabja az optimális építési helyeket. Emellett a megfelelő helyszín kiválasztása a bázis kiépítésétől is függ, például egy napenergiát alkalmazó holdi állomást célszerű a sarkvidékek környékén találni, állandóan megvilágított helyekre telepíteni.

Az első Holdon épített létesítmények valószínűleg a sarkvidéki területeken helyezkednek majd el, minthogy (mai tudásunk szerint) csak azokon a területeken található vízjég a Holdon. Ráadásul, a holdi sarkok közelében találhatóak azok a pontok is, ahol a napenergia viszonylag folyamatosan termelhető. A víz egyetlen ismert előfordulási helyeként, ide építenék a vízjéget kitermelő bányákat és az azt folyékony, rakéta-üzemanyag H₂-vé és O₂-vé alakító feldolgozó üzemeket, valamint le- és felszállóplatformokat, a hajtóanyag-töltőállomásokat és a szükséges infrastruktúrát.

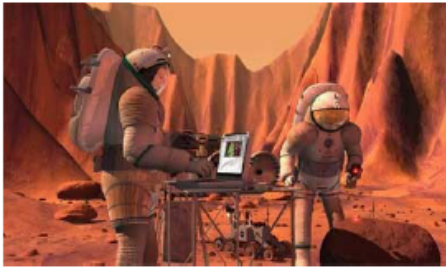


Egy másik lehetséges helyszín a Hold túlsó oldalán helyezkedne el, ahol a Föld zavaró hatásaitól mentesen nagyméretű rádiótávcsöveket üzemeltethetnének. A túlsó oldalon *imenitet*, egy titánban gazdag ásványt is találtak, így a távoli jövőben elképzelhető bányászati tevékenység ezeken a területeken is. A Hold ezen részével az a probléma, hogy a közvetlen kommunikációs kapcsolat a Földdel nem megoldható, így valamiféle átjátszóállomást (pl. egy műholdat) kell alkalmazni.

A Holdat érő napszél, amellett, hogy káros hatású az emberi egészségre, akár komoly hasznunkra is válhat. A Naptól érkező részecskék egy jelentős hányadát ugyanis hélium-3 izotóp atomjai alkotják, amelyek a nukleáris *fúzió* egyik fontos alapanyagát képezik. A ³He kitermelésére a legalkalmasabb helynek – az utánpótlás forrásából adódóan – a Hold túlsó oldalának egyenlítői területei ígérkeznek; az erősebb sugárzás miatt valószínű azonban, hogy itt (a lehetőségektől függően) csak teljesen gépesített létesítmények üzemelnek majd.

A még távolabbi jövőben, a holdbázisok számának esetleges növekedésével logikus lehet majd egyfajta közlekedési rendszer kialakítása, például felszíni vagy akár felszín alatti mágnesvasutak telepítése.

A MARS OSTROMA



A Hold meghódítása után az emberes expedíciók elsődleges célpontja a Mars lesz. Konkrét, részletes terveket ugyan még egyetlen űrügynökség sem közölt, közép- és hosszú távú terveik között azonban elsődleges helyen áll a Vörös Bolygó. A z űrközpontok az emberes Mars-utazásokat legkorábban 2030-tól szándékoznak végrehajtani, miután a holdexpedíciók során elegendő tapasztalatot gyűjtöttek egy ilyen nagy távolságra történő utazás biztonságos kivitelezéséhez.

A Mars a Naprendszerben (a Föld után) az ember számára legbarátságosabb égitest, noha a sugárzás és az alacsony légnyomás miatt itt is – a Holdon kipróbált – túlnyomósan űrűrhákra és sugárzás-védett

lakóegységekre szorulunk. A bolygó nagyobb tömegű a Holdnál, gravitációs vonzása annak csaknem kétszerese, ez lehetővé tette a Marsnak egy vékony légkör tartós fenntartását, azonban itt a légnyomás a földinek alig néhány százaléka. A napsugárzás szempontjából a probléma a Holdhoz hasonlóan a mágneses mező hiánya a Marson, amely a Földön eltéríti a káros szoláris részecskék áradatát.

A káros sugárzás ezúttal is komoly problémát jelent; a holdi felderítésekkel szemben, amik csupán 1-2 hétig tartanak, itt (egy energiagazdaságos utazás esetén) mind az utazás, mind a kedvező visszatérési ablakra váró marsi tartózkodás hónapokig tart, amelyek a Mars-utazás teljes hosszát akár több éves időtartamra is nyújthatják. Ezen idő minden részében erős részecskesugárzásnak lennének kitéve az személyzet tagjai. Az ilyen részecskék kiküszöbölésére valamilyen sugárzás-ámyékolási eljárást kéne alkalmazni az űrhajón, hogy az utasok az űrbeli tartózkodás hónapjai alatt is védve legyenek a napszéttől és a nagyenergiájú kozmikus sugaraktól vagy legalább azok egy részétől.

Egy emberes Mars-expedíció felszíne felfogható egyfajta átmeneti marsbázisként is: Amennyiben az utazás energiatakarékos módját választják, úgy a kedvező indítási és visszaindulási időpontok szűk időintervallumokba (startablakokba) tömörülnek, így egy marsi küldetésnek az érkezés után ki kellene várnia a hónapokkal később esedékes visszaindulási ablakot. A hosszabb jelenlét a Marson azonban nem feltétlenül jelent hátrányt: így ugyanis a legénység sokkal hosszabb ideig, kiterjedtebb vizsgálatokat, felderítéseket tehet a bolygón.

Az emberes Mars-küldetéseket – a holdiakhoz hasonlóan – itt is számos gépi szonda előzi majd meg. Ezek feltérképezik majd a marsi nyersanyag- és ásványkincs-lelőhelyeket, illetve a felszín alatti vízkészleteket is részletes vizsgálat tárgyává teszik. A szondák adatai alapján fogják az emberes küldetések leszállóhelyeit kiválasztani, a holdbázisok elhelyezéséhez hasonló odafigyeléssel.

Egy másik probléma a Mars és a Föld közötti kommunikáció nehézsége. Először is, semmilyen információt nem tudunk a fény sebességénél gyorsabban küldeni, tehát adódik egy 8-40 perces késleltetés, amely alatt egy feladott üzenetre választ kaphatunk. Ez kizárja a valós idejű kommunikációt. De emellett a kapcsolat fenntartásához több közvetítő műholdra is szükség lehet: egy Mars körüli átjátszóállomásra, ha a Föld a hajóról nézve a horizont alatt van, illetve az L4-L5 Lagrange pontokban keringő relékre, amennyiben a Földet a Nap árnyékolja.

A Marson bolygóméretű porviharok is dúlnak; ha az űrhajó és/vagy a legénység egy ilyen viharba kerül, az a porvihar ideje alatt (akár több hónapig) blokkolhatja a kommunikációt, a legénység űrhajón kívüli tevékenységét, vagy akár a visszatéréskor a bolygóról való felszállást, miközben a a hajó épségét és a személyzet életét is veszélybe sodorja. Ez azonban elkerülhető lehet fejlett időjárás-megfigyelő műholdak, valamint megbízható, egységnyi idő alatt nagy adathalmazt küldeni képes (szélessávú) és szükség esetén a figyelmeztetést gyorsan továbbító kommunikációs rendszerek segítségével.



Elképzeltető a Mars egyik holdjának, a Phobos-nak az emberes felderítése is; Egyes kutatók szerint a szabálytalan alakú hold belső szerkezete egy másik testtel való ütközése során összetöredezett, és így elképzeltető, hogy a hold felszíne alatt kiterjedt barlangrendszerek húzódnak. Amennyiben a feltételezés igaznak bizonyul, úgy a Phobos barlangjai az emberes felderítés tárgyát is képezhetik, a barlangok sugárzás-védettségre tekintettel pedig akár komoly érdeklődés tárgyának is bizonyulhatnak a későbbi űrbázisok tervezésénél.

TÁVOLI CSILLAGOK BOLYGÓI

A kérdés, hogy keringenek-e bolygók más csillagok körül, azóta foglalkoztatta a tudósokat és filozófusokat, amióta felmerült, hogy nem a Föld a világmindenség középpontja. Egy olasz csillagászt, Giordano Bruno-t a középkori katolikus inkvizíció máglyahalálra ítélte, mert olyan tanokat hirdetett, miszerint végtelen sok csillagnak számtalan, földszerű bolygója van, amelyek felszínén szintén jelen van az élet és az értelem.

A naprendszeren kívüli bolygókat észlelni azonban olyan kihívást jelentett, hogy az első ilyen (exo-)bolygót csupán 1995-ben fedezték fel svájci csillagászok, az 51 Peg csillag körül. Felfedezésük valószínűsítését indította el, aminek következtében ma, alig 12 évvel az első bolygó észlelése után több, mint 200 naprendszeren kívüli bolygót fedeztünk fel több különböző módszerrel. A szerzett tudásanyag forradalmasította szemléletünket a csillagrendszerek kialakulásáról, mivel – részben a használt technológia sajátosságainak köszönhetően – rendkívül nagy számban találtak csillagjukhoz nagyon közel keringő, Jupiter-tömegű óriásbolygókat. Az ilyen „Forró Jupitereknek” a korábbi csillagfejlődési modellek szerint nem lenne szabad létezniük, mert a napszélnek a rendszer külső részeibe kellett volna szállítania a könnyű hidrogént és héliumot. (Érdekes, hogy a legújabb kutatások szerint az ilyen forró Jupiterek atmoszférájában általunk is kimutatható mennyiségben vannak jelen földi környezetben szilárd elemek, mint a szilícium)

Az extraszoláris bolygók utáni kutatás valószínűleg hasonló fejlődés elé néz, mint amelyen áthaladt: 2007-től ugyanis az exobolygó-kutatás frontja áthelyeződik az űrbe, ahol a légköri zavarok torzítása nélkül, sokkal nagyobb pontossággal működhetnek a teleszkópok. Míg a földről leginkább csak a Jupiter méreteivel hasonlóságokat mutató bolygókat tudják kimutatni, addig ezek az űrtávcsövek képesek lehetnek jóval kisebb, szilárd bolygók észlelésére is.



© CNES - October 2006/Ala. D. Desnoes

Az első exobolygó-kutató űrtávcső, az ESA által felbocsátott COROT már gyűjti adatait; A 2,5 év hosszúságúra tervezett küldetés 60000 csillagot figyel egyszerre fényességmérő műszerével, amellyel a csillagok fényességeinek parányi csökkenését keresi, ahogy a figyelt csillag bolygója elhalad csillaga és a szonda között. Sajnos ilyen módszerrel csak olyan bolygókat észlelhetünk, amelyek pályasíkja (többé-kevésbé) metszi a távcső látószögét, és így a csillagrendszerek csupán néhány százalékába nyerünk bepillantást. Azonban így is sok adatot nyerünk, főleg, hogy a COROT az első eszköz, amivel kisebb méretű, szilikátos bolygókat is észlelni lehet.

A COROT utódja az amerikai Kepler-teleszkóp lesz, amely működési elvét tekintve hasonló elődjéhez, azonban a vizsgálható csillagok száma a Keplernél nagyobb (nagyjából 100000 csillag), emellett a távcső érzékenyebb műszerekkel rendelkezik, amelyek segítségével a távcső elsőként lesz alkalmas Föld-méretű bolygók észlelésére néhány nap-típusú csillag ún. életövezetében (Ez az az övezet a csillag körül, amelyben keringve egy bolygó felszínén a víz folyékony formában lehet jelen). A Kepler legkevesebb 4 évig üzemel majd.

Ezek után fejlettebb űrteleszkópokat is az űrbe bocsátanak, mint a **SIM PlanetQuest** bolygókutató interferométer, amely szintén érdekes információkkal szolgálhat a környező csillagok bolygóiról, különös tekintettel a Föld-méretű és az ennél valamivel nagyobb planétákra a csillagtól 0,4-6 csillagászati egységre⁴. A tervek között szerepel egy gravitációs lencse-effektust kihasználó távcső (**Galactic Exoplanet Survey Telescope**, GEST), amely megfelelő sztelláris elhelyezkedés esetén képes Föld-méretű bolygókat észlelni akár tőlünk több ezer fényévre is; Ezen kívül az ESA és a NASA is tervez egy-egy több teleszkóp kötelékrepülésével megvalósuló interferométert (az európaiak küldetésének neve **Darwin**, az amerikaiaké **Terrestrial Planet Finder** /TPF). Mindkét teleszkóp-rendszer kilövését 2010-es évek közepén-végén tervezik, igaz, a TPF felbocsátását meghatározatlan időre elhalasztották.

⁴ 1 csillagászati egység az átlagos Nap-Föld távolsággal egyenlő

ÚJ FÖLDEK

Ahogy az űrtávcsövek egyre fejlettebbé válnak és egyre több adat áll majd rendelkezésünkre más naprendszerekről, egyre több olyan bolygóval találkozunk majd, amelyeket érdemesnek látunk további, mélyebb vizsgálatra. A Terrestrial Planet Finder képes lesz a földtípusú exobolygók légkörének vizsgálatára és az élet legfontosabb nyomjelzőinek kimutatására (O_3 , CH_4). Amennyiben találunk olyan bolygó(ka)t, ahol a kutatások az élet lehetőségét jelzik, azzal indítékot szerezünk olyan méretű teleszkópok építésére, amelyekkel lefényképezhetünk ezeket a bolygókat (legalább néhányszor tíz pixel felbontásban), és új, részletesebb adatokat nyerhetünk róluk. Végül, új technológiáink és nagy teljesítményű teleszkópjaink segítségével kiterjeszhetnénk a bővebb adatgyűjtést az összes környező bolygóra.



2 0 5 7

Ötven év múlva, az űrkutatás százéves múlttal büszkélkedhet majd.

2057-ben minden valószínűség szerint ember a Holdon és talán más égitesteken is. A holdi űrbázisok nem csak kutatási tevékenységet folytatnak majd; ebben az időben kezdhetik majd el az űr komolyabb ipari hasznosítását a technológia fejlődésével és az űrutazás költségeinek csökkenésével. Megalakulnak az első kisebbmértékű termelésre képes bányászati létesítmények a Holdon, majd a súlytalanság állapotát kihasználva nyersanyagok molekuláris szerkezetét átalakító, ezáltal a fémek minőségét maximalizáló, illetve fémhabokat gyártó feldolgozó űrállomások is létrejöhetnek.

Ötven év alatt a Naprendszer sok bolygójára, holdjára és aszteroidájára látogatást tehetünk,



igaz, a legtöbb utazást az utolsó 10-15 évben tehetjük majd. Űrszondáinkkal a Naprendszer összes titkát kiferkészhettük eddig az időpontig, miközben talán emberes kutató- és megfigyelőállomásokat helyeznek majd ki olyan egzotikus helyekre, mint a Jupiter legnagyobb, magnetoszférával burkolt, bolygószerű holdja, a Ganymedes vagy a Szaturnusz sűrű légkörral takart kísérője, a Titan.

Ugyanez idő alatt megismerhetjük 250 fényéves csillagszomszédságunk összes csillagának

bolygórendszerét, miközben ötven fényéves távolságig lefényképezünk minden exobolygót. Ha létezik élet a Naphoz számított 250 fényéven belül, az elkövetkező ötven évben biztosan meg fogjuk találni.

Azonban sem 2057, sem más időpont nem szabhat végső határt az űrkutatásnak; úgy, mint a múltban és napjainkban, a jövőben is mindig lesznek nagyívű küldetés-tervek, melyek megvalósulásukig nem hagyják majd nyugodni a kutatókat és tervezőket.

Forrásjegyzék

Sipos Richárd – Sipos Norbert	A Csillagászat atlasza
www.sg.hu	
Wikipedia – www.wikipedia.org	
NASA Vision for Space Exploration	
www.nasa.gov	
www.esa.int	
www.exoplanet.eu	
www.space.com	

Tartalomjegyzék

Előszó	3
Szemelvények az űrkutatás 2007-es eseményeiből (Kelemen János).....	4
Charles Simonyi Pille-kísérletei a Nemzetközi Űrállomáson (Apáthy István).....	52
Amatőrrádiós kapcsolatok Charles Simonyival űrutazása során (Horváth Márk)	57
Személyes jellegű visszatekintés az IAA űrterminológiai aktivitására (Almár Iván).....	60
Dr. Mészáros István (1950–2007).....	65
Apollo Hold-expedíciók 1969–1972 (Mészáros István).....	66
Skylab (Mészáros István).....	71
A világűr meghódításának első 50 éve (rendhagyó könyvismertetés).....	76
Ha jövő, akkor világűr – könyvismertető.....	77
A Magyar Asztronautikai Társaság 2007. évi tevékenységét bemutató beszámoló (Bán András)	78
Csillagtúra rádióműsor a radiocafé 98,6-on	78
Űrközelben, Civil Rádió – FM 98.....	79
Űrnap 2007.....	80
Az országos diákvetélkedő döntőjéről	81
A 2006/2007. évi ifjúsági esszépályázat eredményei.....	82
Huntsville-ben (Beszámoló a Nemzetközi Űrtáborról).....	84
A 2007. évi ifjúsági esszépályázat díjnyertes dolgozatai.....	86
Farkas Flóra: Műholdak és globális klímaváltozás	86
Lájer Márton: 2007–2057 Az űrkutatás második ötven éve	93
Függelék.....	103
Az Űrkorszak c. könyv név- és tárgymutatója	104
Az Űrkorszak c. könyv tematikus mutatója	115

Függelék

Horváth András és Szabó Attila könyve, az *Úrkorszak* 2008 júliusában jelent meg az Ekren Kiadó (Budapest II., Pusztaszeri út 27.) gondozásában. A kötet (ISBN 978-963-87565-4-1) terjedelme 255 oldal, bolti ára 5490 Ft. (A kiadóban 20% kedvezménnyel, 4392 Ft-ért kapható.)

Az *Úrkorszak* című könyv végén nem jelent meg nyomtatott formában semmilyen név- és tárgymutató, illetve tematikus mutató. A szerzők a mutatókat elkészítették, s a hiányt legalább így pótlendő, ezúton az ÚRTAN Évkönyv olvasóinak rendelkezésére bocsátják.

Felhívjuk az érdeklődők figyelmét, hogy az itt függelékként közölt mutatók elektronikus formában (pdf dokumentumként) külön is letölthetők a MANT internetes honlapjáról (www.mant.hu). Ezután kinyomtathatók, és célszerűen az *Úrkorszak* című könyvbe helyezhetők.

Az Űrkorszak c. könyv név- és tárgymutatója

Dőlttel a hosszabb részeket, vastaggal az ŰRNAPTÁR oldalait jelöltük, (→ lásd).

- A-2 rakéta 26
A-4 rakéta (→V-2) 26–27, 39
Aerobee rakéta 29
Agena fokozat 47, **195–196**
AGILE csillagászati hold 73
Akijama, Tojohiro űrhajós **225**
Aldrin, Edwin űrhajós
57, **199, 200**
Alfa űrállomás 152–153, 156
Almaz katonai űrállomás
(Szaljut-3, -5) 125, 129, **206, 226**
Almaz-1 radarhold **226**
Alouette-1 ionoszféra-kutató hold 61, **190**
Anders, William űrhajós 55
Anderson, Michael űrhajós 132, **245**
Andre-Deshays (Haigneré), Claudie űrhajós **234**
Anik C-1 távközlési hold **216**
ANS csillagászati hold 61, **206**
Ansari, Anousheh űrhajós **250**
APASZ dokkolóegység 177–178, **224, 228, 231**
Apollo program 28, 31, 49, 51, 54–55, 79, 125, 146–147, 171, 177, **193, 196, 197, 204, 250**
Apollo-1 űrhajó, tűz 51, **197**
Apollo-6 űrhajó **197**
Apollo-7 űrhajó **198**
Apollo-8 űrhajó 55, **198**
Apollo-9 űrhajó **199**
Apollo-10 űrhajó 56, **199**
Apollo-11 űrhajó 56–58, **200**
Apollo-12 űrhajó 58, **200**
Apollo-13 űrhajó 59, 177, **201**
Apollo-14, -15 űrhajó **203**
Apollo-16 űrhajó **204**
Apollo-17 űrhajó 59–60, **204**
Apollo-18 űrhajó **207**
Apollo-20 űrhajó 59
Ares-1, -5 hordozórakéta **250**
Ares-Orion, Aurora progr. 181
Ariane hordozórakéta 65, **230**
Ariane-1 hordozórakéta **211**
Ariane-4 hordozórakéta **221**
Ariane-5 hordozórakéta 65–66, 156, 164, **237, 241, 254**
Ariel-1 ionoszféra-kutató hold 61, **189**
Armstrong, Neil űrhajós 57, **191, 200**
Aryabhata röntgenhold 64, 72, 70
Asterix (A-1) kísérleti műhold 64, **194**
ASTP, Apollo-Szozuz-űrrepülés 146, 177, **207**
Asztron csillagászati hold **215**
Asztronautikai Bizotts. TIT 83
Atlantis űrrepülőgép 130–130, 133, 135, 144, 151, 155, 158, 160–161, **218, 223, 226, 231–233, 235, 237, 242–244, 250–252, 254**
Aubakirov, Toktar űrhajós **226**
Aureole-1 ionoszféra-kutató műhold **202–203**
Azur kozmikussugárzást kutató műhold 61, **200**
Bajkonur űrrepülőtér 40, 55, 104, 138, **184, 188, 199, 204, 222, 234–235, 243–244, 251**
Balaton munkavégzőképesség- mérő műszer 80, 87, **212**
Baturin, Jurij űrhajós **238**
Bay Zoltán 83
Beagle-2 marsi leszálló 71–72, **245**
Bean, Alan űrhajós **205**
Bella, Ivan űrhajós **239**
Beregovoj, Georgij űrhajós 53, **198**
Berezovoj, Anatolij űrhajós **214**
Bikovszkij, Valerij űrhajós **187**
Biosat-1 biológiai hold **196**
Biosat-3 biológiai hold **200**

- BLISZI magyar adatgyűjtő
űrberendezés 88, **219**
- BME 80, 85, 91, **246**
- BOR-4 űrrepülőgép-makett
137, **215**, → Kozmosz–1445
- Borman, Frank űrhajós 55, **194**
- Borrelly-üstökös **243**
- Brown, Dave űrhajós 132, **245**
- Burán űrrepülőgép
138, 148, 178, **222**
- BUSZI magyar fedélzeti
számítógép 81
- Callisto Jupiter-hold 16, 115,
Canadarm–2 robotkar ISS-en
162, **242–243**
- Cape Canaveral űrrepülőtér
27, 62, 131, 133, **184, 188,**
197, 221, 233, 252–253
- Carpenter, Scott űrhajós **186**
- Carr, Gerald űrhajós **205**
- Cassini Szaturnusz-műhold
90, 112, 115–116, **247**
- CDM Philae-számítógép **246**
- Ceres törpebolygó **253**
- Cernan, Eugene űrhajós 47, **204**
- CETA szállítókosci ISS-en
159–160, **244**
- Chaffee, Roger űrhajós 51, **197**
- Challenger űrrepülőgép STS
51-L, robbanás 131–132,
135–136, 148, **212, 215–217,**
219, 227, 252
- Chandrayan–1 holdműhold 73
- Change–1 holdműhold 70, **253**
- Chawla, Kalpana űrhajósnő
130, **245**
- Chrétien, Jean-Loup űrhaj. **222**
- Ciblijev, Vaszilij űrhajós **235**
- Ciolkovszkij, Konsztantyin
23, 28
- Clark, Laurel űrhajós 132, **245**
- Clementine holdműhold **230**
- Cluster magnetoszféra-kutató
műhold 90, **240–241**
- Collins, Eileen űrhajósnő **239**
- Collins, Michael űrhajós **200**
- Columbia (STS–107)
szétélése 132, 136, 155, **245**
- Columbia űrrepülőgép 131–132,
134, 136, 142–144, 148, 155,
163, **213–214, 216, 237, 239,**
245, 248
- Columbus kutatómodul ISS-en
163–164, **254**
- Compton, GRO csill. hold **226**
- Congreve, William 19–20
- Congreve-röppentyű 19
- Conrad, Charles űrhajós **205**
- Cooper, Gordon űrhajós **186**
- COPUOS űrszervezet **188**
- COROT csillagászati hold 93
- Courier–1B távközlési hold **187**
- CZ–2 hordozórakéta 69, **245**
- CZ–3A hordozórakéta 70, **253**
- Cselomej, Vlagyimir 49–50
- Csillagközi szonda 118
- Csillagvizsg. Intézet, MTA 84
- Csurjumov–Geraszimenko-
üstökös 91, **246**
- Dactyl hold Ida körül 114
- Dawn kisbolygó-kutató **253**
- De Winne, Frank űrhajós **244**
- Deep Impact üstökösszonda **248**
- Deep Space–1 kísérleti robot-
űrszonda 29, **243**
- Deep Space–2 penetrátor **239**
- Delta Clipper rakéta **229, 234**
- Delta hordozórakéta **250**
- Delta–2 hordozórakéta **253**
- Destiny kutatómodul ISS-en
157, 159, **242, 244, 251, 253**
- Dextre robotkar az ISS-en **254**
- Diagnosztika magyar, komplex
orvosi mérőrendszer 80, 87
- Diamant–A hordozórakéta **64**
- Discoverer–1 katonai **186**
- Discoverer–14 katonai hold **187**
- Discovery űrrepülőgép 131, 134–135,
139–140, 142, 155, 172, **217, 221, 224–**
225, 230–231, 235, 238–239, 241–242,
248–250, 253–254
- Dobrovolszkij, Georgij űrhajós
127–128, **203**
- Dokkolómodul (DM) Miren
135, **232**
- Dong Fang Hong–1 műhold
65, 69, **201**, →Kína–1
- Duke, Charles űrhajós **204**
- Duque, Pedro űrhajós **238**

Echo-1 távközlési hold **187**
 Edusat oktat., távközl. hold 73
 Edwards légibázis 134, **221**
 ELDO űrszerv. 71, **192, 198, 207**
 Elektro-1 meteorológiai
 műhold 230
 Elektron-1, -2 geofizikai
 műholdak **192**
 ELTE Űrkutató Csoport 89
 Enceladus Szaturnusz hold
 116, **247**
 Endeavour űrrepülőgép
 131, 135–136, 139, 155, 180,
227–229, 233–234, 238,
240–242, 244, 252, 254
 Entreprise űrrepülőgép **209**
 Enyergija cég 54, **240, 249**
 Enyergija hordozórakéta
 37–138, **220, 222**
 Enyergija Múzeum 54, **195**
 Eros kisbolygó
 114, **233, 240, 242**
 ERS-2 távérzékelési hold 167
 ESA, Európai Űrügynökség 29,
 63, 65–66, 71–72, 87, 90, 94–
 –96, 139, 148–149, 151, 153,
 156, 164, 167, 175–176, **192,**
207, 209, 211, 216, 219, 223,
225, 230, 232, 238, 241, 249
 ESRO űrszervezet
 61, 71, **192, 207**
 ESRO-2B, IRIS műhold **198**
 Europa Jupiter-hold
 16, 114–115,
 Europa-rakéta, Europa-1
 71, **192, 198**
 Evans, Ronald űrhajós **204**
 EXOSAT csillagászati hold **216**
 Explorer-1 geofizikai hold
 40, 42–43, 169, **185**
 Explorer-42, Uhuru hold **202**

Faris, Muhammed űrhajós 220
 Farkas Bertalan űrhajós 75, 79–
 –80, 86, 129, **209, 212**
 FGB modul ISS-re
 152–153, 156
 Foale, Colin űrhajós **236**
 Fobosz-1 Mars-szonda 89, **222**
 Fobosz-2 Mars-műhold
 89, **223**
 Fobosz-Grunt Mars-szonda
 105, 111
 Fonó Albert 81
 Foton-M2 kozmikussugárzási
 műhold 93–94
 Freedom űráll. 150–152, 178
 Fuglesang, Christer űrhajós **250**

Gagarin, Jurij űrhajós
 44, 46, 52–53, 77, 80, 146, **187,**
188
 Galilei, Galileo 15–16, 114–115
 Galileo Jupiter-műhold
 16, 114, 135, **223, 226, 229,**
232
 Galileo navigációs rendszer 96
 Ganymedes Jupiter-hold
 16, 114–115,
 Garriott, Owen űrhajós **205**
 Gaspra kisbolygó 113, **226**
 Gemini 46–47
 Gemini-3 **193**
 Gemini-4 **193, 194**
 Gemini-6, -7 47, **194**
 Gemini-8 **195–196**
 Gemini-9, -10, -11, -12 47, **196**
 Genesis üstökösszonda **247**
 Genesis-1 próbaűrállomás 145
 Geographos kisbolygó **230**
 GEOS magnetoszféra-kutató
 műhold **209**
 Giacobini-Zinner-üstökös
 111, **218**
 Gibson, Edward űrhajós **205**
 Gidzenko, Jurij űrhaj. 156, **241**
 Giotto üstökösszonda
 111–112, **219**
 GIRD szervezet 28
 Glenn, John űrhajós **186, 238**
 Glusko, Valentyin 28
 Goddard, Robert 24–25, 167
 GPS navigációs hold
 35, **208, 210, 230**
 GPS-hálózat, -rendszer, -adatok,
 -vevő 159–160, 164, 175–176
 Grigg-Skjellerup-üstökös 111
 Grissom, Virgil űrhajós
 51, **186, 197**
 GSLV hordozórakéta 72–73
 Gurragsa, Zsugdermidijn

- űrhajós **209**
- H**–2A hordozórakéta **252**
Hagoromo holdműhold 68, **224**
Haigneré (Andre-Deshays),
Claudie űrhajósnő **234**
Haise, Fred űrhajós **201**
HALCA, Haruka hold 67, **235**
Halley-üstökös
68, 80, 88, 111–112, **218–219**
Harmony kikötő az ISS-en **254**
HARP magyar részecske-
analizátor 81, 89
Hayabusa kisbolygó-kutató
űrszonda 29–30, **248**
Helios napszonda 61–63
Helios–1 napszonda 62, **207**
Helios–2 napszonda 62
Hermasewski, Miroslaw
Űrhajós **209**
Hermes űrrepülőgép 66, 156
Hinode holdműhold **250**
Hipparcos csillagászati hold **223**
Hiten űrszonda 68, **224**
Hold 13, 15, 17, 23, 25–26, 38–
–39, 43, 49–60, 64, 68–70, 74,
78, 82, 97, 110, 114, 125, 136,
146, 180–181, **186, 188, 192,**
195–204, 224, 230, 238, 247,
250, 252–253
holdexpedíció 136 **203**
Hrunyicsev gyár 152
Hubble-űrteleszkóp, HST
134–135, 138–144, 172, 175,
224, 229, 235, 239, 244
Husband, Rick űrhajós 130, **245**
Huygens Titán-leszálló
90, 115–117, **247–248**
Hyperion Szaturnusz-hold 116
- I**apetus Szaturnusz-hold 117
ICE üstökösszonda **218**
Ida kisbolygó 113–114, **229**
INTASAT távközlési műhold
61, **206**
Intelsat–6 távközlési hold **227**
Interferon kísérlet 80, 170
Interkozmosz Tanács, MTA
79, 85
Interkozmosz–1 műhold **200**
Interkozmosz–6 visszatérő
műhold **204**
Interkozmosz–24 geofizikai
Műhold, IK-24 89–90
Io Jupiter-hold 16, 114–115
IRAS csillagászati hold **215**
IRS erőforrás-kutató műhold 73
IRS–1A erőforrás-kut. hold **221**
Irwin, James űrhajós **203**
ISAS szervezet **232, 245**
ISEE–3 csillagászati műhold 63
ISO csillagászati műhold **232**
ISRO szervezet **204**
ISS → Nemzetközi Űrállomás
IUE csillagászati műhold **210**
IUS-rakéta, -fokozat **223, 224**
Ivancsenkov, Alekszandr
űrhajós **210**
Ivanov, Georgi űrhajós **209**
Jähn, Sigmund űrhajós **209**
Jang Li-vei űrhajós 70, **245**
Jarvis, Gregory űrhaj. 131, **219**
JAXA szervezet **245**
Jet Propulsion Laboratory, JPL
25
Johnson Space Center 149
Jupiter 15–16, 63, *112–115*,
118, 122, 135, 141, **205, 209,**
211, 213, 219, 223, 225, 232
Jupiter–C hordozórakéta
42, **185**
Jurcsihin, Fedor űrhajós **251**
- K**adenyuk, Leonyid űrhaj. **237**
Kaguya, SELENE–1 holdműhold
68–69, **252**
Kapusztyin Jar rakétabázis
29, 39, 137
Kármán Tódor
24–25, 77–78, 81
KASZ szervezet 81, 84
Kennedy űrközpont 131,
133–134, → Cape Canaveral
Kepler, Johannes 15
Kerwin, Joseph űrhajós **205**
KFKI 80, 86
KFKI Atomenergia Kutató
Intézete 87, 91, 91, 93, **246**
KFKI Részecske és Magfizikai
Kutatóintézet 91, **241, 243,**
246, 247, 249
Kibo (JEM) ISS-kutatómodul

- 68, 162–163, **254**
- Kína–1 kísérleti műhold **201**
- Kína–15 távközlési hold **217**
- Kizim, Leonyid űrhajós **219**
- Komarov, Vlagyimir űrhajós
52, **192, 197**
- Kompasz–2 geofizikai hold 90
- Kondakova, Jelena űrhaj.nő **231**
- Kopernikusz, Nicolaus 14
- Koroljov, Szergej
28–29, 39, 41–42, 45–46,
49–50, 55, 70, **184**
- Kozpasz–Sarsat kozmikus
mentőrendszer 48, 168–169
- Kotov, Oleg űrhajós **251**
- Kovaljonok, Vlagyimir űrhajós
210
- Kozmikus Geodéziai Obszerva-tórium
(KGO) **208, 235**
- Kozmosz holdak 167
- Kozmosz–1 ionoszféra-kutató
műhold **189**
- Kozmosz–4 kat. hold **190–187**
- Kozmosz–23 meteorológiai
műhold 169, **191**
- Kozmosz–110 bioszputnyik,
űrhajó **195**
- Kozmosz–186, –188 automatikus
űrhajók **197**
- Kozmosz–929 kat. űrhajó **209**
- Kozmosz–1099 erőforrás-kutató
műhold **211**
- Kozmosz–1129 biológiai
műhold **211**
- Kozmosz–1267 modul, katonai
űrhajó **213**
- Kozmosz–1443 modul, katonai
űrhajó **215**
- Kozmosz–1445 űrrepülőgép-
modell **215**, → BOR–4
- Közlekedési Múzeum 75–80
- Krikaljov, Szergej űrhajós
56, **222, 230, 241**
- Krisztall modul Miren
153, **224, 228, 231, 234**
- Kubaszov, Valerij űrhajós
86, **212**
- Kupola ISS-re 158
- Kvant–1 modul Miren
220, 226–227, 229, 235
- Kvant–2 modul Miren
153, **223–224**
- LAM magyar elektronikus
analizátor 86
- Landsat–1, ERTS erőforrás-
kutató műhold **204**
- Lavocskin Múzeum
195, 198, 201–202
- Lavocskin-cég, Űrközpont
60, **202, 240**
- LDEF kereskedelmi hold **217**
- Lebegyev, Valentyin űrhajós
214
- Leonardó tehermodul ISS-en
242, 244
- Leonov, Alekszej űrhajós
45, **193**
- Linenger, Jerry űrhajós 87, **235**
- Ljahov, Vlagyimir űrhajós **211**
- Loncsakov, Jurij űrhajós **244**
- Lopez-Alegria, Michael űrhajós
251
- Lousma, Jack űrhajós **205**
- Lovell, James űrhajós
55, **194, 201**
- Lozino-Lozinszkij, Gleb 81
- Lucid, Shannon űrhajósnő
178, **233**
- Lukianosz 13
- Luna–1, –2, –3 holdszonda
43, **186**
- Luna–9 holdleszálló 50, 78, **195**
- Luna–10 holdműhold **195**
- Luna–13 holdleszálló **196**
- Luna–15 holdleszálló
56–58, **200**
- Luna–16 holdleszálló 58, **201**
- Luna–20, –24 holdleszálló **201**
- Lunar Orbiter–1, –2, –3, –4, –5
holdműhold 51, **196**
- Lunar Prospector holdműhold
238
- Lunar Rover holdautó **203**
- Lunohod holdautó 60
- Lunohod–1, –2, –3 holdautó **202**
- Magellan Vénusz-műhold
98, **223–225**
- Magion műhold 64
- Magyar Asztronautikai
Társaság, MANT 78, 81, 84

Magyar Űrkutatási Iroda,
MŰI 83, 94, 95
Magyar Űrkutatási Tanács 95
Manarov, Musza űrhajós **222**
Mariner-2 űrszonda **190**
Mariner-4 Mars-szonda 99, **194**
Mariner-9 Mars-műhold
100, **203**
Mariner-10 Vénusz, Merkúr
űrszonda 12, 97, **205–206**
Marisat-1 hajózási távközlési
műhold **208**
Mars 11–12, 17, 23, 25, 28, 48,
64, 70–72, 88, 97, 99–111, 118,
122, 136, 147, 174, 180–181,
190, 194, 203, 207–209, 222–
–223, 229, 234, 236–237, 239,
243, 245–246, 249, 250, 252,
254
Mars Express Mars-műhold
72, 104, 110–111, **245**
Mars Global Surveyor Mars-műhold
100–101, 105–107, **237**
Mars Observer szonda **229, 237**
Mars Odyssey Mars-műhold
102–103, 107, **243**
Mars Pathfinder leszálló, MPF,
Sagan-állomás
100, 105, **236–237**
Mars Polar Lander Mars-
leszálló **239**
Mars Reconnaissance Orbiter
Mars-műhold, MRO 109, **250**
Mars-bázis 181
Mars-expedíció
9, 28, 64, 70, 136, 181, **249**
Marshall Space Flight center 26
Marsz-1 űrszonda **190**
Marsz-3 leszálló és műhold
100, **203**
Marsz-6 leszálló 100
Marsz-8, Marsz-96
90, 104, **234**
Martin Lajos 22
Mattingly, Thomas űrhajós **204**
McAuliffe, Christa űrhajósnő
131, **252**
McCool, William űrhajós
130, **245**
McNair, Ronald űrhaj. 129, **219**
Mellvill, Mike űrpilóta **247**
Merbold, Ulf űrhajós 148
Mercury MA-6 **189**
Mercury MR-2, -3, -5 űrhajók
188
Mercury űrhajó, űrkabin
44–45, 146, **186**
Merkúr 48, 97, 118, 122, **205–**
–207, 247, 250, 254
Merkur űrkabin **209, 213, 215**
MESSENGER szonda **247, 254**
Meteosat-P2 meteorológiai **221**
MIDAS-2 IR-felderítő hold **187**
MIDAS-3 korai-riasztó **188**
Mikroszvit számítógép 81, 88
Mir űrállomás 23, 37, 87–88,
130–131, 135, 148, 151–153,
159, 165, 177–178, **219–229,**
231–240, 242
Mir-2 űrállomás 151, 177, **220**
Miranda Uránusz-hold 117
MirCorp szervezet **240**
Mir-NASA, Mir-STS program
130, 178, **231–232, 238**
Mir-tűz **235**
Mitchell, Edgar űrhajós **203**
Mohmand, Abdul űrhajós **221**
Mohri, Mamoru űrhajós **227**
Molnyija-1 távközlési hold **193**
Morgan, Barbara űrhajósnő **252**
Motorola mobil műhold **236**
N-1 hordozórakéta
28, 55–56, 147, **199**
N-1-L-3 rakéta és űrhajó **199**
NASA 17, 26, 49, 59, 61, 63,
91–92, 112, 130, 135, 139, 146,
148–152, 154, 156, 158–159,
171–174, 178, **185, 204, 224,**
226, 232, 239–240, 245, 250, 252
NASDA űrszervezet **245**
NATO-1 katonai műhold
201
NEAR kisbolygó-műhold
114, **233, 240, 242**
Nemzetközi Asztronautikai Akadémia,
IAA 81
Nemzetközi Asztronautikai Szövetség,
IAF 78, 84
Nemzetközi Űrállomás (ISS)
95, 126, 130–131, 134, 136,
145–165, 177–179, **226, 238,**

- 240–245, 248–254**
 Nemzetközi Világűrjogi Int. 82
 Neptunusz
 117–118, **209, 213, 219, 223**
 New Horizons Plútó-szonda
 112, **249**
 Newton XMM csillagászati
 műhold **239**
 Newton, Isaac 15, 18, **239**
 Nimbus meteorológiai hold **192**
 NORAD űrkövető hálózat **229**
- Nyeljubov, Grigorij űrhajós 187**
 Nyikolajev, Andrijan űrhajós
187, 190
- Oberth, Herman 25–26, 78**
 Odyssey starthely→Sea Launch
 Ofek katonai hold 65, 74, **221**
 OGO–1 geofizikai műhold **192**
 Okean–1 radaros műhold **221**
 Onizuka, Ellison űrhajós
 131, **219**
 Opportunity marsautó, MER
 109, **246**
 Orbus–21S gyorsítórakéta **227**
 Orion űrhajó 136, 181, **250**
 Oscar–1, OSCAR–1
 rádióamatőr műhold **181**
 OSCAR–13 rádióamatőr
 műhold **221**
 OSO–1, –8 csillag. műhold **189**
 Osumi ionoszféra-kutató
 műhold 65–66, **201**
- P1 rácselem ISS-en 244**
 P3, P4, P5 rác ISS-en **250**
 P6 rácselem ISS-en
241–242, 251, 253
 Pacajev, Viktor űrhajós
 127–128, **203**
 Palapa B–1 távközlési hold **216**
 Palapa B–2 távközlési hold **217**
 Palapa–1 távközl. műhold **208**
 PanAmSat 1 távközlési műhold
221
 Parazynski, Scott űrhajós **237**
 PECS egyezmény 95
 Peenemünde rakétabázis 26
 Pegasus meteorit-kut. hold **193**
 Pegasus szárnyas rakéta
- 224–225**
 Perminov, Anatolij **246**
 Pham Thuan űrhajós **209**
 Philae üstökös-leszállóegység
 91, **246**
 Phobos Mars-hold
 88, 104–105, 111, **223**
 Phoenix Mars-leszálló
 102, **252, 254**
 Phoenix levegő-levegő rakéta
 34
 Pille magyar dózismérő-rendszer
 80, 87, 135, 172, **216–217,**
232, 235, 242, 245, 251
 Pioneer holdszonda 43
 Pioneer Venus űrszondák 63, 98
 Pioneer Venus–1 vénuszi
 radarszonda **210**
 Pioneer–10, Pioneer–11
 űrszondák 112, 117–119, **205,**
211
 Pioneer–6, –7, –8, –9 űrszondák
194
 Pirsz dokkoló és űrsétaszilip az
 ISS-en **243**
 Planetárium, TIT 75–76
 Plazmag magyar részecske-
 analizátor 80, 88, **219**
 Plútó törpebolygó 118, **249**
 PMA dokkoló ISS-en 157, **241**
 Pobeda rakéta 29
 Pogue, William űrhajós **205**
 Poljakov, Valerij űrhajós **231**
 Poljot, Poljot–1 katonai műhold
 49, **191**
 Poljusz katonai műhold
 137–138, **220**
 Popov, Leonyid űrhajós
 79, 86, **212**
 Popovics, Pavel űrhajós **187**
 Priroda modul Miren
 153, **231, 233–234**
 PRODEX 95
 Prognosz–1 űridőjárás-kutató
 műhold **204**
 Prognosz–7 űridőjárás-kutató
 Műhold 63, 86
 Progressz M–34 teherűrhajó
 ütközése a Mirrel **236**
 Progressz teherűrhajó
 129, 156, **209–210, 223, 227,**

- 240, 242, 243**
Progressz-1 teherűrhajó
210
Progressz-M teherűrhajó
219, 223
Progressz-M-1 teherűrhajó
219, **223**
Progressz-M-5 teherűrhajó **225**
Progressz-M-8 teherűrhajó **226**
Progressz-M-15 teherűrhajó
228
Progressz-M-19 teherűrhajó
229
Progressz-M-34 teherűrhajó
236
Progressz-M-57 teherűrhajó
156
Prospero X-3 kísérleti műhold
63, 71, **203**
Proton hordozórakéta
49-50, 97, 104, 153, **234**
Proton-4 kozmikussugárzási
műhold **198**
Prunariu, Dumitru űrhajós **209**
PSLV hordozórakéta 73
- Quest (JAM) űrsétaszilip az
ISS-en 158, 243**
- R-1 rakéta 38**
R-7 hordozórakéta
29, 40, 97, **184**
Rakétafotel **217**
Rakétahátizsák 47, **196**
Ramon, Ilian űrhajós 132, **245**
Ranger holdszonda 50, 77
Ranger-7,-8,-9 holdszonda **192**
Rapan oszlop Miren **229**
Reiter, Thomas űrhajós
87, **232-233**
Remek, Vladimir űrhajós **209**
Resnik, Judith űrhajósnő
131, **219**
Ride, Sally űrhajósnő
135, **216-217**
Rjumin, Valerij űrhajós
79, 86, **211-212**
robotkar (Canadarm) STS-en
139, 157, 158, 161, **217, 234**
Rohini-1B kísérleti műhold
65, 72, **212**
- ROMAP magyar analiz. 91, **246**
Roosa, Stuart űrhajós **203**
Rosetta üstökösszonda 91, **246**
Roszkoszmosz, FKA, Orosz Űr-
ügynökség 95, 104, 153, **245**
ROVKI 87
Rstar holdműhold 68
Rumba, Salca, Samba, Tango
magnetoszféra-kutató hold **241**
- S0, S1 rács ISS-en 159, **244**
S3-S4 rácselem ISS-en **251**
S5 rácselem ISS-en **252**
Sagan, Carl 105, 118, 121, **236**
Sagan-állomás **236**
Sakigake üstökösszonda
68, **218**
San Marco starthely **202**
San Marco-1 légkör-kutató
műhold 61, **192**
SAS magyar űranalizat. 89-90
Saturn hordozórakéta 76, 146
Saturn-1 hordozórakéta
56, **188, 193, 250**
Saturn-5 hordozórakéta
26, 28, 56, 125, 147, **197**
Scaled Composites cég **247**
Schirra, Walter űrhajós **186**
Schmitt, Harrison űrhajós **204**
Scobee, Francis űrhajós
131, **219**
Score híradástechnikai hold **185**
Scott, David űrhajós **186, 203**
Sea Launch, Tengeri indítóplatform,
Odyssey starthely
178-179, **239**
Sencsou-1 űrhajó 69, **239**
Sencsou-5 űrhajó 69, 70, **245**
SESAME DIM magyar
űrműszer, pordetektor 91, **246**
SFU műszaki műhold **233**
Shavit hordozórakéta **221**
Shepard, Alan űrhajós 44, **186,**
188, 203
Shepherd, William űrhaj. 156, **241**
Simonyi Károly (Charles)
űrhajós 83, 87, **251**
Skylab (Skylab-1) űrállomás
125-126, 146-147, 152, **205**
Skylab-2, -3, -4 űrrepülés
Apollo űrhajóval **205**

Skynet-1 katonai műhold **200**
 Slayton, Donald űrhajós **186**
 SMART-1 holdműhold
 30, **247**
 Smith, Michael űrhaj. 131, **219**
 SMS-1 meteorológiai hold **206**
 SOHO napszonda 90, **232, 250**
 Sojourner marsautó
 105, **236–237**
 Solar Maximum Mission
 (SMM) műhold **217**
 Space Adventure szervezet 58
 Spacehab űrlabor **228, 230, 250**
 Spacelab kutatólabor 132, 134,
 148, 164, **216, 231–232**
 Spacelab-D-1 űrlabor **218**
 Spacelab-J űrlabor **227**
 SpaceShipOne (SS1), SS2 **247**
 Spartan-207 űrplatform **234**
 Spirit marsautó 108–109, **246**
 Spitzer-űrtávcső **245**
 SS-6 rakéta (→ R-7) 29
 STARDUST üstökösszonda
244, 246
 Stereo-A, -B napszonda
 91–92, **250**
 STS, Space Shuttle
 131, 134, **204, 231, 238**
 STS-37 űrrepülés 160
 STS-61 (HST) űrrepülés **229**
 STS-65 űrrepülés 163
 STS-71 űrrepülés **231**
 STS-117 űrrepülés **251**
 STS-118 űrrepülés **252**
 STS-120 űrrepülés **253**
 Suisei üstökösszonda 68, **219**
 Sullivan, Kathryn űrhajósnő
217
 Surveyor holdleszálló 51
 Surveyor-1 holdleszálló **196**
 Surveyor-3 holdleszálló
197, 200
 Swift **247**
 Swift-Tuttle üstökös **229**
 Swigert, John űrhajós **201**
 Syncom-2, -3 távközlési
 műhold **191**

 Szaljut-1 űrállomás
 125–127, **203**
 Szaljut-3,-4,-5 űrállomás **206**

 Szaljut-6 űrállomás
 79, 86, 129, **209–212**
 Szaljut-7 űrállomás
 72, 87, 129, **214–217, 219**
 Szaturnusz 90, 112, 115–118,
209, 211–213, 219, 247–248
 Szavickaja, Szvetlana űrhajósnő
217
 Szerebrov, Alekszandr űrhajós
221
 Szofora oszlop Miren
226–227, 229
 Szojuz hordozórakéta 42
 Szojuz űrhajó, program 46, 50,
 52–54, 58, 69–70, 72, 80, 125,
 127–130, 146, 151, 162, 163,
 177, **186, 197–198, 203, 206,**
209–210, 215, 220, 235, 242
 Szojuz-1 űrhajó 51–53, 177, **197**
 Szojuz-2, -3 űrhajó **198**
 Szojuz-4, -5 űrhajó **199**
 Szojuz-6, -7, -8 űrhajó **200**
 Szojuz-9 űrhajó **201**
 Szojuz-10 űrhajó 126, **203**
 Szojuz-11 űrhajó 127, **203**
 Szojuz-11 űrhajó tragikus
 leszállása 127, **203**
 Szojuz-19 űrhajó **207**
 Szojuz-26 űrhajó **210**
 Szojuz-29 űrhajó **210**
 Szojuz-33 űrhajó **211**
 Szojuz-35 űrhajó 79, 86, **212**
 Szojuz-36 űrhajó **212**
 Szojuz-Fregat hordozórakéta
240–241
 Szojuz-T űrhajó **209**
 Szojuz-T-2 űrhajó **212**
 Szojuz-T-13 űrhajó **218**
 Szojuz-TM űrhajó
219–220, 223, 244
 Szojuz-TM-13 űrhajó **226**
 Szojuz-TM-17 űrhajó **228**
 Szojuz-TM-22 űrhajó **233**
 Szojuz-TM-24 űrhajó **234**
 Szojuz-TM-32 űrhajó **243**
 Szojuz-TMA űrhajó **244**
 Szojuz-TMA-9 űrhajó **251**
 Szojuz-TMA-10 űrhajó **251**
 Szojuz-TMA-11 űrhajó **254**
 Szojuz-Zond űrhajó 45
 Szolovjov, Anatolij űrhajós

- 156, **236**
 Szolovjov, Vlagyimir űrhaj. **219**
 Szpektr modul Miren
 153, **231, 233, 235–236**
 Szpektr–Röntgen–Gamma
 csillagászati műhold 90
 Szputnyik hordozórakéta 40
 Szputnyik űrhajó **187**
 Szputnyik–1 kísérleti műhold
 40–42, 169, **184**
 Szputnyik–2 műhold 39, **184**
 Szputnyik–3 hold 40, 41, **185**
 Sztrela robotkar Miren **226**
 Szvobodnij rakétalőtér **235**
- Tamayo Mendez űrhajós 209**
 Tánya magyar meteorit-csapda
 80, **204**
 TDRS adatközlítő műhold
 159, **221**
 Telstar–1 távközlési műhold
190
 Tempel–1 üstökös **246**
 Thagard, Norman űrhajós **231**
 Thor, Titan hordozórakéta 76
 TIROS–1 meteorológiai műhold
 169, **187**
 Titán Szaturnusz-hold *115–117*,
247–248
 Titan–3 hordozórakéta **227**
 Tito, Dennis **243**
 TKSZ, szállító-ellátó űrhajó
 49, 130, **209, 213, 215**
 Transhab lakómodul ISS-re
 145, 157
 Transit–1B katonai navigációs
 műhold **187**
 Traverz radar Miren **234**
 Triton Neptunusz-hold 117
 Turksat–1 távközlési hold **230**
 Tünde magyar részecske-
 analizátor 88, **219**
 Tycho, Brahe 15
- Tyereskova, Valentyina**
 űrhajósnő 45–46, **189, 191**
 Tyitov, German űrhajós
 45, **187–188**
 Tyitov, Vlagyimir űrhajós
222, 237
 Tyuratam 40, **184**, → Bajkonur
- Tyurin, Mihail űrhajós **251**
- Ulysses napszonda
 63, 90, 135, **225**
 Unity (Node–1) kikötőegység
 ISS-en 154–158, **238**,
240–241, 243, 253
 Uránusz
 117–118, 143, **209, 219**
- Űrkutatási Kormánybizottság
 85
 Űrkutatási Tudom. Tanács 95
 „űrmotoros” **229**
 űrugrás 44, **188, 247**
 űrturista **243, 251**
 „űrvonat” 49–50
- V–2 (Vergeltungswaffe-2,
 „Megtorlófegyver-2”, A-4)
 rakéta 26–27, 29, 39, 145
 Valier, Max 33
 Vanguard műhold 42, **184**
 Vanguard hordozórakéta
 42, 76, **184**
 VDU-hajtómű Miren **227**
 VEGA magyar tv-elektron. **219**
 VEGA Vénusz-leszálló **218–219**
 VEGA–1, –2 üstökös-szondák
 80, 88, 111–112, **218–219**
 Vela–1, –2 gamma sugárzási
 műhold **191**
 Venus Express Vénusz műhold
 99, **249**
 Vénusz 12–13, 17, 48, 63, 97–
 –98, 117–118, 135, **188, 190**,
195, 204–205, 207, 210, 214,
216, 218–219, 223–225, 249
 Venyera–1 Vénusz-szonda **188**
 Venyera–3 Vénusz-leszálló **195**
 Venyera–8 Vénusz-leszálló
 97–96, **204**
 Venyera–9, –10 Vénusz-leszálló
207
 Venyera–11, –12 Vénusz-
 leszálló 63
 Venyera–13, –14 Vénusz-
 leszálló **214**
 Venyera–15, –16 radaros
 Vénusz-űrszonda **216**
 Verne, ATV–1 teherűrhajó

66–67, 155, 164, **254**
 Verne, Jules 17
 Vertyikál–1 rakéta 86
 Vesta kisbolygó **253**
 Viehböck, Franz űrhajós **226**
 Viking–1, –2 marshold és leszálló
 100–103, 107, 173–174, **207–208**
 Vinogradov, Pavel űrhajós **236**
 Volkov, Alekszander űrhajós
222, 226
 Volkov, Vlagyiszlav űrhajós
 127–128, **203**
 von Braun, Wernher 25–28, 39,
 42, 145–145, **185**
 Voss, Jim űrhajós 172
 Voszhod–1 űrhajó **192**
 Voszhod–2 űrhajó 45, **193**
 Voszhod–3 űrhajó (Kozmosz–
 –110 bioszputnyik) 46, **195**
 Voszhod-program 45–46
 Vosztok hordozórakéta 77, **221**
 Vosztok űrhajó
 28, 44–45, 77, 80, **187–188**
 Vosztok–2 űrhajó **188**
 Vosztok–3, –4 űrhajó **190**
 Vosztok–5 űrhajó **191**
 Vosztok–6 űrhajó 45, **191**
 Voyager–1 űrszonda
 16, 29, 31, 112, 118, 120–123,
209, 211–212
 Voyager–2 űrszonda
 16, 29, 112, 117–118,
 120–123, **209, 213, 219, 223**
 VRAD holdműhold 68

 WAC Corporal rakéta 25, 28

 Weitz, Paul űrhajós **205**
 Wells, Herbert George 17–18
 Westar–6 távközlési hold **217**
 White Sands rakétabázis 27, 39
 White, Edward űrhajós
 51, **193–194, 197**
 Wild–2 üstökös **246**
 Wilkinson Microwave Anisotropy
 Probe (WMAP) csill. hold **243**
 Wirtanen-üstökös 91
 Woomera starthely
 71, **192, 198, 203**
 Worden, Alfred űrhajós **203**
 WSF technológiai műhold **230**

 Young, John űrhajós **204**

 X-díj **247**, (Ansari X-díj)

 Z1 egység az ISS-en
 154, **241**
 Zaljotyin, Szergej űrhajós **244**
 Zarja irányítómodul az ISS-en
 152–155, 157, **238, 240, 251**
 Zenit–3SL hordozórakéta
 179, **239**
 Zenyit–2 katonai hold **189–190**
 Znamja napvitorlás modell **228**
 Zond holdűrhajó 50, 53–55
 Zond–4 holdűrhajó 53–54
 Zond–5 holdűrhajó 54, **198**
 Zond–7 holdűrhajó **198**
 Zvezda lakómodul az ISS-en
 87, 154, 156, 164, **240, 243,**
245, 254

Az Űrkorszak c. könyv tematikus mutatója

Bolygók, kis- és törpebolygók; **C**sillagászati holdak, űrtávcsövek; **H**íres szakértők, írók; **H**oldak; **H**oldexpedíciók, holdűrhajók; **H**oldszondák, holdautók; **H**ordozórakéták, rakéták, rakétafokozatok; **J**upiter-szondák; **M**agyar űrműszerek; **M**ars-szondák; **M**ars-expedíciók; **M**erkúr-szondák; **M**űholdak Föld körüli pályán; **N**ap-szondák, napkutató műholdak; **S**zaturnusz-szondák; **Ű**rbalesetek; **Ű**rállomások, modulok, részegységek; **Ű**rhajók; **Ű**rhajósok; **Ű**rrepülőgépek, űrlaborok, egységek; **Ű**rrepülőterek, kozmodromok; **Ű**rszervezetek., űrcégek, múzeumok; **Ű**rszondák; **Ű**stökösök; **Ű**stökösszondák; **V**énusz-szondák.

Dőlttel a hosszabb részeket, vastaggal az ŰRNAPTÁR oldalait jelöltük, (→ lásd).

Bolygók, kis- és törpebolygók

Ceres törpebolygó **253**
Eros kisbolygó 114, **233, 240, 242**
Gasma kisbolygó 113, **226**
Geographos kisbolygó **230**
Hayabusa kisbolygó 29–30, **248**
Ida kisbolygó 113–114, **229**
Jupiter 15–16, 63, *112–115*, 118, 122, 135, 141, **205, 209, 211, 213, 219, 223, 225, 232**,
Mars 11–12, 17, 23, 25, 28, 48, 64, 70–72, 88, 97, *99–111*, 118, 122, 136, 147, 174, 180–181, **190, 194, 203, 207–209, 222–223, 229, 234, 236–237, 239, 243, 245–246, 249, 250, 252, 254**
Merkúr 48, 97, 118, 122, **205–207, 247, 250, 254**
Neptunusz *117–118*, **209, 213, 219, 223**
Plútó törpebolygó 118, **249**
Szaturnusz 90, 112, *115–118*, **209, 211–213, 219, 247–248**
Uránusz 117–118, 143, **209, 219**
Vesta kisbolygó **253**
Vénusz 12–13, 17, 48, 63, *97–98*, 117–118, 135, **188, 190, 195, 204–205, 207, 210, 214, 216, 218–219, 223–225, 249**

Csillagászati holdak, űrtávcsövek

AGILE 73
Asztron **215**
Compton, GRO **226**
COROT 93

ANS 61, **206**
Asztron **215**
EXOSAT **216**
Explorer–42, Uhuru **202**
ESRO–2B, IRIS **198**
Hubble-űrteleszkóp, HST 134– 135, 138–144, 172, 175, **224, 229, 235, 239, 244**
HALCA, Haruka 67, **235**
Hinode **250**
Hipparcos **223**
IRAS **215**
ISO **232**
IUE **210**
ISEE–3 63
Newton XMM **239**
Spitzer-űrtávcső **245**
Swift **247**
Szpektr–Röntgen–Gamma 90
Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) **243**

Híres emberek (szakértők, írók stb.)

Bay Zoltán 83
von Braun, Wernher 25–28, 39, 42, 145–145, **185**
Ciolkovszkij, Konsztantyin 23, 28
Congreve, William 19–20
Cselomej, Vlagyimir 49–50
Fonó Albert 81
Galilei, Galileo 15–16, 114–115
Glusko, Valentyin 28
Goddard, Robert 24–25, 167
Kármán Tódor. 24–25, 77–78, 81

Kepler, Johannes. 15
Kopernikusz, Nicolaus. 14
Koroljov, Szergej 28–29, 39, 41–42, 45–
46, 49–50, 55, 70, **184**
Lukianosz 13
Lozino-Lozinszkij, Gleb 81
Martin Lajos 22
Newton, Isaac. 15, 18, **239**
Oberth, Herman 25–26, 78
Perminov, Anatolij **246**
Sagan, Carl 105, 118, 121, **236**
Tycho, Brahe 15
Valier, Max. 33
Verne, Jules 17
Wells, Herbert George 17–18

Holdak

Callisto 16, 115,
Enceladus 116, **247**
Dactyl 114
Europa 16, 114–115,
Ganymedes 16, 114–115,
Hold 13, 15, 17, 23, 25–26, 38–39, 43,
49–60, 64, 68–70, 74, 78, 82, 97, 110,
114, 125, 136, 146, 180–181, **186,**
188, 192, 195–204, 224, 230, 238,
247, 250, 252–253
Hyperion 116
Iapetus 117
Io 16, 114–115
Miranda 117
Phobos 88, 104–105, 111, **223**
Titán 115–117, **247–248**
Triton 117

Holdexpedíciók, holdűrhajók

Apollo program 28, 31, 49, 51, 54–55,
79, 125, 146–147, 171, 177, **193, 196,**
197, 204, 250
Apollo–1 űrhajó 51, **197**
Apollo–6 űrhajó **197**
Apollo–7 űrhajó **198**
Apollo–8 űrhajó 55, **198**
Apollo–9 űrhajó **199**
Apollo–10 űrhajó 56, **199**
Apollo–11 űrhajó 56–58, **200**
Apollo–12 űrhajó 58, **200**
Apollo–13 űrhajó 59, 177, **201**
Apollo–14, –15 űrhajó **203**
Apollo–16 űrhajó **204**
Apollo–17 űrhajó 59–60, **204**

Apollo–18 űrhajó **207**
Apollo–20 űrhajó 59
holdexpedíció 136 **203**
Zond–4 űrhajó 53–54
Zond–5 űrhajó 54, **198**
Zond–7 űrhajó **198**
Zond űrhajó 50, 53–55

Holdszondák, holdautók

Chandrayan–1 holdműhold 73
Change–1 holdműhold 70, **253**
Clementine holdműhold **230**
Hagoromo holdműhold 68, **224**
Hiten űrszonda 68, **224**
Kaguya, SELENE–1 holdműhold 68–
69, **252**
Luna–1, –2, –3 43, **186**
Luna–9 50, 78, **195**
Luna–10 holdműhold **195**
Luna–13 holdleszálló **196**
Luna–15 holdleszálló 56–58, **200**
Luna–16 holdleszálló 58, **201**
Luna–20, –24 holdleszálló **201**
Lunar Orbiter–1, –2, –3, –4, –5
holdműhold 51, **196**
Lunar Prospector holdműhold **238**
Lunohod holdautó 60
Lunohod–1, –2, –3 holdautó **202**
Lunar Rover holdautó **203**
Pioneer holdszonda 43
Ranger holdszonda 50, 77
Ranger–7, –8, –9 **192**
Rstar holdműhold 68
SMART–1_műhold 30, **247**
Surveyor holdleszálló 51
Surveyor–1 holdleszálló **196**
Surveyor–3 leszálló **197, 200**
VRAD holdműhold 68

Hordozórakéták,

rakéták, rakétafokozatok

A–4 rakéta → V–2
Aerobee rakéta 29
Agena fokozat 47, **195–196**
Ares–1, –5 hordozórakéta **250**
Ariane hordozórakéta 65, **230**
Ariane–1 hordozórakéta **211**
Ariane–4 hordozórakéta **221**
Ariane–5 hordozórakéta 65–66, 156,
164, **237, 241, 254**
Congreve-röppentyű 19

CZ-2 hordozórakéta 69, **245**
 CZ-3A hordozórakéta 70, **253**
 Delta hordozórakéta **250**
 Delta-2 hordozórakéta **253**
 Delta Clipper rakéta **229, 234**
 Diamant-A hordozórakéta **64**
 Europa-rakéta, Europa-1 71, **192, 198**
 Enyergija hordozórakéta 137–138, **220, 222**
 GSLV hordozórakéta 72–73
 H-2A hordozórakéta **252**
 IUS-rakéta, -fokozat **223, 224**
 Jupiter-C hordozórakéta 42, **185**
 N-1 hordozórakéta 28, 55–56, 147, **199**
 N-1-L-3 rakéta és űrhajó **199**
 Orbus-21S gyorsítórakéta **227**
 Pegasus szárnyas rakéta **224–225**
 Pobeda rakéta 29
 Phoenix levegő-levegő rakéta 34
 Proton hordozórakéta 49–50, 97, 104, 153, **234**
 PSLV hordozórakéta 73
 R-1 rakéta 38
 R-7 hordozórakéta 29, 40, 97, **184**
 Rakétafotel **217**
 Rakétahátizsák 47, **196**
 SS-6 rakéta (→ R-7) 29
 Saturn hordozórakéta 76, 146
 Saturn-1 hordozórakéta 56, **188, 193, 250**
 Saturn-5 hordozórakéta 26, 28, 56, 125, 147, **197**
 Shavit hordozórakéta **221**
 Szojuz hordozórakéta 42
 Szojuz-Fregat hordozórakéta **240–241**
 Sziputyik hordozórakéta 40
 Titan-3 hordozórakéta **227**
 Thor, Titan hordozórakéta 76
 V-2 (Vergeltungswaffe-2, A-4) rakéta 26–27, 29, 39, 145
 Vertyikál-1 rakéta 86
 Vanguard hordozórakéta 42, 76, **184**
 Vosztok hordozórakéta 77, **221**
 WAC Corporal rakéta 25, 28
 Zenit-3SL hordozórak. 179, **239**

Jupiter-szondák

Galileo Jupiter-műhold 16, 114, 135, **223, 226, 229, 232**

Magyar űrműszerek

Balaton munkavégzőképesség mérő 80, 87, **212**
 BUSZI számítógép 81
 BLISZI adatgyűjtő 88, **219**
 CDM Philae-számítógép **246**
 Diagnoszty komplex orvosi mérőrendszer 80, 87
 HARP részecske-analizátor 81, 89
 Interferon 80, 170
 LAM elektronikus analizátor 86
 Mikroszvit számítógép 81, 88
 Pille dózismérő-rendszer 80, 87, 135, 172, **216–217, 232, 235, 242, 245, 251**
 Plazmag részecske-analizátor 80, 88, **219**
 ROMAP analizátor 91, **246**
 SAS analizátor 89–90
 SESAME DIM por-detektor 91, **246**
 Tánya meteorit-csapda 80, **204**
 Tünde részecske-analizátor 88, **219**
 VEGA tv-elektronika **219**

Mars-szondák

Beagle-2 leszálló 71–72, **245**
 Deep Space-2 penetrátor **239**
 Fobosz-1 89, **222**
 Fobosz-2 műhold 89, **223**
 Fobosz-Grunt 105, 111
 Mariner-4 99, **194**
 Mariner-9 műhold 100, **203**
 Mars Express műhold 72, 104, 110–111, **245**
 Mars Global Surveyor (MGS) műhold 100–101, 105–107, **237**
 Mars Observer **229, 237**
 Mars Odyssey műhold 102–103, 107, **243**
 Mars Pathfinder leszálló, MPF, Sagan-állomás 100, 105, **236–237**
 Mars Polar Lander leszálló **239**
 Mars Reconnaissance Orbiter műhold, MRO 109, **250**
 Marsz-1 űrszonda **190**
 Marsz-3 leszálló és műhold 100, **203**
 Marsz-6 leszálló 100
 Marsz-8, Marsz-96 90, 104, **234**
 Opportunity marsautó, MER 109, **246**
 Phoenix leszálló 102, **252, 254**
 Sagan-állomás **236**
 Sojourner marsautó 105, **236–237**

Spirit marsautó 108–109, **246**
Viking–1, –2 marsholdak és leszállók
100–103, 107, 173–174, **207–208**

Mars-expedíciók

Ares–Orion, Aurora progr. 181
Mars-bázis 181
Mars-expedíció 9, 28, 64, 70, 136,
181, **249**

Merkúr-szondák

Mariner–10 97, **205–206**
MESSENGER műhold **247, 254**

Műholdak Föld körüli pályán

Almaz–1 radarhold **226**
Alouette–1 ionoszféra-kutató 61, **190**
Anik C–1 távközlési **216**
Ariel–1 ionoszféra-kutató 61, **189**
Aryabhata röntgenhold 64, 72, 70
Asterix (A–1) kísérleti 64, **194**
Aureole–1 ionoszféra-kutató **202–203**
Azur kozmikussugárzási 61, **200**
Biosat–1 biológiai **196**
Biosat–3 biológiai **200**
Cluster magnetoszféra-kutató 90, **240–241**
Courier–1B távközlési **187**
Discoverer–1 katonai **186**
Discoverer–14 katonai **187**
Dong Fang Hong–1 65, 69, **201**
Echo–1 távközlési gömb **187**
Edusat oktatási, távközlési 73
Elektro–1 meteorológiai **230**
Elektron–1, –2 geofizikai **192**
ERS–2 távérzékelési 167
Explorer–1 geofizikai 40, 42–43, 169,
185
Foton–M2 kozmikussugárzási 93–94
Galileo navigációs 96
GEOS magnetoszféra-kutató **209**
GPS navigációs 35, **208, 210, 230**
GPS-hálózat, -rendszer, -adatok, -vevő
159–160, 164, 175–176
INTASAT távközlési 61, **206**
Intelsat–6 távközlési **227**
Interkozmosz–6 visszatérő **204**
Interkozmosz–24 geofizikai IK-24
89–90
IRS 73
IRS–1A távközlési műhold **221**

Kína–1 kísérleti műhold **201**
Kína–15 távközlési **217**
Kompass–2 geofizikai 90
Koszpasz–Sarsat mentő 48, 168–169
Kozmosz holdak 167
Kozmosz–1 ionoszféra-kutató **189**
Kozmosz–4 katonai **190–187**
Kozmosz–23 meteorológiai 169, **191**
Kozmosz–1099 erőforrás-kutató **211**
Kozmosz–1129 biológiai **211**
Landsat–1, ERTS erőforrás-kutató **204**
LDEF kereskedelmi **217**
Magion 64
Marisat–1 távközlési **208**
Meteosat–P2 meteorológiai **221**
MIDAS–2 IR-felderítő **187**
MIDAS–3 korai riasztó **188**
Molnyija–1 távközlési **193**
Motorola mobil **236**
NATO–1 katonai **201**
Nimbus meteorológiai **192**
Ofek, Offek katonai 65, 74, **221**
OGO–1 geofizikai **192**
Okean–1 radaros **221**
Oscar–1, OSCAR–1 rádióama-tör **181**
OSCAR–13 rádióamatőr **221**
Osumi ionoszféra-kutató 65–66, **201**
Palapa B–1 távközlési **216**
Palapa B–2 távközlési **217**
Palapa–1 távközlési **208**
PanAmSat 1 távközlési **221**
Pegasus meteorit-kutató **193**
Poljot, Poljot–1 katonai 49, **191**
Poljusz katonai- 137–138, **220**
Prognosz–1 üridőjárás-kut. **204**
Prognosz–7 üridőjárás-kutató 63, 86
Prospero X–3 kísérleti 63, 71, **203**
Proton–4 kozmikussugárzási **198**
Rohini–1B kísérleti 65, 72, **212**
Rumba, Salca, Samba, Tango
magnetoszféra-kutató **241**
San Marco–1 légkör-kutató 61, **192**
Score híradástechnikai **185**
SFU műszaki **233**
Skynet–1 katonai **200**
SMS–1 meteorológiai **206**
Spartan–207 platform **234**
Syncom–2, –3 távközlési **191**
Szputnyik–1 kísérleti 40–42, 169, **184**
Szputnyik–2 39, **184**
Szputnyik–3 40, 41, **185**

TDRS adatközlő 159, **221**
Telstar-1 távközlési **190**
TIROS-1 meteorológiai 169, **187**
Transit-1B katonai navigációs **187**
Turksat-1 távközlési **230**
Vanguard 42, **184**
Vela-1, -2 gammaugrázási **191**
Westar-6 távközlési **217**
WSF technológiai **230**
Zenyit-2 katonai **189–190**

Nap-szondák,

napkutató műholdak

Helios űrszonda 61–63
Helios-1 űrszonda 62, **207**
Helios-2 űrszonda 62
Interkozmosz-1 műhold **200**
OSO-1, -8 műhold **189**
SOHO 90, **232, 250**
Solar Maximum Mission (SMM)
műhold **217**
Stereo-A, -B űrszonda 91–92, **250**
Ulysses űrszonda 63, 90, 135, **225**

Szaturnusz-szondák

Cassini műhold 90, 112, 115–116,
247
Huygens Titán-leszálló 90, 115–117,
247–248

Űrbalesetek

Apollo-1 űrhajó-tűz 51, **197**
Apollo-13 űrhajó 59, 177, **201**
Challenger STS 51-L robbanás 131–
132, 135–136, 148, **212, 252**
Columbia STS-107 szétválása 132,
136, 155, **245**
Mir-tűz **235**
Szojuz-11 űrhajó tragikus leszállása
127, **203**
Progress M-34 ütközés a Mirrel
236

Űrállomások,

modulok, részegységek

Alfa űrállomás 152–153, 156
Almaz katonai (Szaljut-3, -5) 125,
129, **206, 226**
APASZ dokkoló 177–178, **224, 228,**
231
ASTP, Apollo-Szojuz-űrrepülés 146,

177, **207**

Canadarm-2 robotkar az ISS-en 162,
242–243
CETA szállítóköci ISS-en 159–160,
244
Columbus kutatómodul ISS-en 163–
164, **254**
Destiny kutatómodul ISS-en 157,
159, **242, 244, 251, 253**
Dokkolómodul (DM) Miren 135,
232
Dextre robotkar az ISS-en **254**
FGB modul ISS-re 152–153, 156
Freedom űráll. 150–152, 178
Genesis-1 próbaűrállomás 145
Harmony kikötő az ISS-en **254**
ISS → Nemzetközi Űrállomás
Kibo (JEM) kutatómodul ISS-en 68,
162–163, **254**
Krisztall modul Miren 153, **224,**
228, 231, 234
Kupola ISS-re 158
Kvant-1 modul Miren **220, 226–**
227, 229, 235
Kvant-2 modul Miren 153, **223–224**
Leonardo tehermodul ISS-en **242,**
244
Mir űrállomás 23, 37, 87–88, 130–
131, 135, 148, 151–153, 159, 165,
177–178, **219–229, 231–240, 242**
Mir-2 űrállomás 151, 177, **220**
Mir-NASA, Mir-STC prog-ram
130, 178, **231–232, 238**
Nemzetközi Űrállomás (ISS) 95,
126, 130–131, 134, 136, *145–165,*
177–179, **226, 238, 240–245, 248–**
254
P1 rácselem ISS-en **244**
P3, P4, P5 rács ISS-en **250**
P6 rácselem ISS-en **241–242, 251,**
253
Pirs dokkoló és űrsétaszilip az ISS-
en **243**
PMA dokkoló ISS-en 157, **241**
Priroda modul Miren 153, **231, 233–**
234
Quest (JAM) űrsétaszilip az ISS-en
158, **243**
robotkar (Canadarm) az STS-en 139,
157, 158, 161, **217, 234**

Rapan oszlop Miren **229**
 S0, S1 rács ISS-en 159, **244**
 S3–S4 rácselem ISS-en **251**
 S5 rácselem ISS-en **252**
 Skylab (Skylab–1) űrállomás 125–
 126, 146–147, 152, **205**
 Szaljut–1 űráll. 125–127, **203**
 Szaljut–3,–4,–5 űrállomás **206**
 Szaljut–6 űrállomás 79, 86, 129,
209–212
 Szaljut–7 űrállomás 72, 87, 129,
214–217, 219
 Szofora oszlop Miren **226–227, 229**
 Szpektr modul Miren 153, **231, 233,**
235–236
 Sztrela robotkar Miren **226**
 Transhab lakómodul ISS-re 145, 157
 Traverz radar Miren **234**
 Unity (Node–1) kikötőegység ISS-en
 154–158, **238, 240–241, 243, 253**
 „űrmotoros” **229**
 VDU-hajtómű Miren **227**
 Z1 egység ISS-en 154, **241**
 Zarja irányítómodul ISS-en 152–
 155, 157, **238, 240, 251**
 Znamja napvitorlás modell **228**
 Zvezda lakómodul ISS-en 87, 154,
 156, 164, **240, 243, 245, 254**

Űrhajók

Apollo látsd Holdexpedíciók
 Gemini 46–47
 Gemini–3 **193**
 Gemini–4 **193, 194**
 Gemini–6, –7 47, **194**
 Gemini–8 **195–196**
 Gemini–9,–10, –11, –12 47, **196**
 Kozmosz–110 űrhajó, bioszputnyik
195
 Kozmosz–186, –188 **197**
 Kozmosz–929 katonai űrhajó **209**
 Kozmosz–1267 modul, katonai űrhajó
213
 Kozmosz–1443 modul, katonai űrhajó
215
 Mercury űrhajó, űrkabin 44–45, 146,
186
 Mercury MR–2, –3, –5 űrhajók **188**
 Mercury MA–6 **189**
 Merkur űrkabin **209, 213, 215**
 Orion űrhajó 136, 181, **250**

Progressz teherűrhajó 129, 156, **209–**
210, 223, 227, 240, 242, 243
 Progressz–1 teherűrhajó **210**
 Progressz–M teherűrhajó **219, 223**
 Progressz–M–1 teherűrhajó 219, **223**
 Progressz–M–5 teherűrhajó **225**
 Progressz–M–8 teherűrhajó **226**
 Progressz–M–15 teherűrhajó **228**
 Progressz–M–19 teherűrhajó **229**
 Progressz–M–34 teherűrhajó **236**
 Progressz–M–57 teherűrhajó 156
 Sencsou–1 űrhajó 69, **239**
 Sencsou–5 űrhajó 69, 70, **245**
 Skylab–2, –3, –4 űrrepülés Apollo
 űrhajóval **205**
 SpaceShipOne (SS1), SS2 űrugró **247**
 Szojuz űrhajó, program 46, 50, 52–54,
 58, 69–70, 72, 80, 125, 127–130, 146,
 151, 162, 163, 177, **186, 197–198,**
203, 206, 209–210, 215, 220, 235, 242
 Szojuz–1 űrhajó 51–53, 177, **197**
 Szojuz–2, –3 űrhajó **198**
 Szojuz–4, –5 űrhajó **199**
 Szojuz–6, –7, –8 űrhajó **200**
 Szojuz–9 **201**
 Szojuz–10 űrhajó 126, **203**
 Szojuz–11 űrhajó 127, **203**
 Szojuz–19 űrhajó **207**
 Szojuz–26 űrhajó **210**
 Szojuz–29 űrhajó **210**
 Szojuz–33 űrhajó **211**
 Szojuz–35 űrhajó 79, 86, **212**
 Szojuz–36 űrhajó **212**
 Szojuz–T űrhajó **209**
 Szojuz–T–2 űrhajó **212**
 Szojuz–T–13 űrhajó **218**
 Szojuz–TM űrhajó **219–220, 223, 244**
 Szojuz–TM–13 űrhajó **226**
 Szojuz–TM–17 űrhajó **228**
 Szojuz–TM–22 űrhajó **233**
 Szojuz–TM–24 űrhajó **234**
 Szojuz–TM–32 űrhajó **243**
 Szojuz–TMA űrhajó **244**
 Szojuz–TMA–9 űrhajó **251**
 Szojuz–TMA–10 űrhajó **251**
 Szojuz–TMA–11 űrhajó **254**
 Szojuz–Zond űrhajó 45
 Szputnyik űrhajó **187**
 TKSZ, szállító-ellátó űrhajó 49, 130,
209, 213, 215
 Voszhod–1 űrhajó **192**

Voszhod-2 űrhajó 45, **193**
Voszhod-3 (Kozmosz-110) 46, **195**
Voszhod-program 45-46
Vosztok űrhajó 28, 44-45, 77, 80,
187-188
Vosztok-2 űrhajó **188**
Vosztok-3, -4 űrhajó **190**
Vosztok-5 űrhajó **191**
Vosztok-6 űrhajó 45, **191**
Verne, ATV-1 teherűrhajó 66-67,
155, 164, **254**

űrhajósok

Akijama, Tojohiro űrhajós **225**
Aldrin, Edwin űrhajós 57, **199, 200**
Anders, William űrhajós 55
Anderson, Michael űrhajós 132, **245**
Andre-Deshays (Haigneré), Claudie
űrhajósnő **234**
Ansari, Anousheh űrhajósnő **250**
Armstrong, Neil űrhajós 57, **191, 200**
Aubakirov, Toktar űrhajós **226**
Baturin, Jurij űrhajós **238**
Bean, Alan űrhajós **205**
Bella, Ivan űrhajós **239**
Beregovoj, Georgij űrhajós 53, **198**
Berezovoj, Anatolij űrhajós **214**
Bikovszkij, Valerij űrhajós **187**
Borman, Frank űrhajós 55, **194**
Brown, Dave űrhajós 132, **245**
Carpenter, Scott űrhajós **186**
Carr, Gerald űrhajós **205**
Cernan, Eugene űrhajós 47, **204**
Chaffee, Roger űrhajós 51, **197**
Chawla, Kalpana űrhajósnő 130, **245**
Chrétien, Jean-Loup űrhajós **222**
Ciblijev, Vaszilij űrhajós **235**
Clark, Laurel űrhajós 132, **245**
Collins, Eileen űrhajósnő **239**
Collins, Michael űrhajós **200**
Conrad, Charles űrhajós **205**
Cooper, Gordon űrhajós **186**
De Winne, Frank űrhajós **244**
Dobrovolszkij, Georgij űrhajós 127-
128, **203**
Duke, Charles űrhajós **204**
Duque, Pedro űrhajós **238**
Evans, Ronald űrhajós **204**
Faris, Muhammed űrhajós **220**
Farkas Bertalan űrhajós 75, 79-80, 86,
129, **209, 209, 212**

Foale, Colin űrhajós **236**
Fuglesang, Christer űrhajós **250**
Gagarin, Jurij űrhajós 44, 46, 52-53,
77, 80, 146, **187, 188**
Garriott, Owen űrhajós **205**
Gibson, Edward űrhajós **205**
Gidzenko, Jurij űrhajós 156, **241**
Glenn, John űrhajós **186, 238**
Grissom, Virgil űrhajós 51, **186, 197**
Guragcsa, Zsugderdemidijn űrhajós
209
Haigneré (Andre-Deshays), Claudie
űrhajósnő **234**
Haise, Fred űrhajós **201**
Hermasewski, Miroslaw
űrhajós **209**
Husband, Rick űrhajós 130, **245**
Irwin, James űrhajós **203**
Ivancsenkov, Alekszandr űrhajós **210**
Ivanov, Georgi űrhajós **209**
Jähn, Sigmund űrhajós **209**
Jang Li-vei űrhajós 70, **245**
Jarvis, Gregory űrhajós 131, **219**
Jurcsihin, Fedor űrhajós **251**
Kadenyuk, Leonyid űrhajós **237**
Kerwin, Joseph űrhajós **205**
Kizim, Leonyid űrhajós **219**
Komarov, Vlagyimir űrhajós 52, **192,**
197
Kondakova, Jelena űrhajósnő **231**
Kotov, Oleg űrhajós **251**
Kovaljonok, Vlagyimir űrhajós **210**
Krikaljov, Szergej űrhajós 156, **222,**
230, 241
Kubaszov, Valerij űrhajós 86, **212**
Lebegyev, Valentyin űrhajós **214**
Leonov, Alekszej űrhajós 45, **193**
Linenger, Jerry űrhajós 87, **235**
Ljahov, Vlagyimir űrhajós **211**
Loncsakov, Jurij űrhajós **244**
Lopez-Alegria, Michael űrhajós **251**
Lousma, Jack űrhajós **205**
Lovell, James űrhajós 55, **194, 201**
Lucid, Shannon űrhajósnő 178, **233**
Manarov, Musza űrhajós **222**
Mattingly, Thomas űrhajós **204**
McAuliffe, Christa űrhajósnő 131, **252**
McCool, William űrhajós 130, **245**
McNair, Ronald űrhajós 129, **219**
Mellvill, Mike űrpilóta **247**
Mitchell, Edgar űrhajós **203**

- Merbold, Ulf űrhajós 148
 Mohmand, Abdul űrhajós **221**
 Mohri, Mamoru űrhajós **227**
 Morgan, Barbara űrhajósnő **252**
 Nyeljubov, Grigorij űrhajós **187**
 Nyikolajev, Andrijan űrhajós **187, 190**
 Onizuka, Ellison űrhajós 131, **219**
 Pacajev, Viktor űrhajós 127–128, **203**
 Pham Thuan űrhajós **209**
 Parazynski, Scott űrhajós **237**
 Pogue, William űrhajós **205**
 Poljakov, Valerij űrhajós **231**
 Popov, Leonyid űrhajós 79, 86, **212**
 Popovics, Pavel űrhajós **187**
 Prunariu, Dumitru űrhajós **209**
 Ramon, Ilian űrhajós 132, **245**
 Reiter, Thomas űrhajós 87, **232–233**
 Remek, Vladimir űrhajós **209**
 Resnik, Judith űrhajósnő 131, **219**
 Ride, Sally űrhajósnő 135, **216–217**
 Rjumin, Valerij űrhajós 79, 86, **211–212**
 Roosa, Stuart űrhajós **203**
 Schirra, Walter űrhajós **186**
 Schmitt, Harrison űrhajós **204**
 Scobee, Francis űrhaj. 131, **219**
 Scott, David űrhajós **186, 203**
 Shepard, Alan űrhajós 44, **186, 188, 203**
 Shepherd, William űrhajós 156, **241**
 Simonyi Károly, Ch. űrhajós 83, 87, **251**
 Slayton, Donald űrhajós **186**
 Smith, Michael űrhajós 131, **219**
 Sullivan, Kathryn űrhajósnő **217**
 Swigert, John űrhajós **201**
 Szavickaja, Szeptelana űrhajósnő **217**
 Szerebrov, Alekszandr űrhajós **221**
 Szolovjov, Anatolij űrhajós 156, **236**
 Szolovjov, Vlagyimir űrhaj. **219**
 Tamayo Mendez űrhajós **209**
 Tito, Dennis **243**
 Thagard, Norman űrhajós **231**
 Tyereskova, Valentyina űrhajósnő 45–46, **189, 191**
 Tyitov, German űrhajós 45, **187–188**
 Tyitov, Vlagyimir űrhajós **222, 237**
 Tyurin, Mihail űrhajós **251**
 Viehböck, Franz űrhajós **226**
 Vinogradov, Pavel űrhajós **236**
 Volkov, Alekszander űrhajós **222, 226**
 Volkov, Vlagyiszlav űrhajós 127–128, **203**
 Voss, Jim űrhajós 172
 Weitz, Paul űrhajós **205**
 White, Edward űrhajós 51, **193–194, 197**
 Worden, Alfred űrhajós **203**
 Young, John űrhajós **204**
 Zaljotyin, Szergej űrhajós **244**
- Űrrepülőgépek,
űrlaborok, egységek
 Atlantis űrrepülőgép 130–130, 133, 135, 144, 151, 155, 158, 160–161, **218, 223, 226, 231–233, 235, 237, 242–244, 250–252, 254**
 BOR-4 makett 137, **215**, → Kozmosz–1445
 Burán űrrepülőgép 138, 148, 178, **222**
 Canadarm–2 robotkar 162, **242–243**
 Challenger űrrepülőgép 131–132, 135–136, 148, **215–217, 219, 227, 252**
 Columbia űrrepülőgép 131–132, 134, 136, 142–144, 148, 155, 163, **213–214, 216, 237, 239, 245, 248**
 Discovery űrrepülőgép 131, 134–135, 139–140, 142, 155, 172, **217, 221, 224–225, 230–231, 235, 238–239, 241–242, 248–250, 253–254**
 Endeavour űrrepülőgép 131, 135–136, 139, 155, 180, **227–229, 233–234, 238, 240–242, 244, 252, 254**
 Enterprise űrrepülőgép **209**
 Hermes űrrepülőgép 66, 156
 Kozmosz–1445 űrrepülőgép-modell **215**, → BOR–4
 Spacehab labor **228, 230, 250**
 Spacelab kutatólabor 132, 134, 148, 164, **216, 231–232**
 Spacelab-D–1 labor **218**
 Spacelab-J labor **227**
 STS, Space Shuttle 131, 134, **204, 231, 238**
 STS–37 űrrepülés 160
 STS–61 (HST) űrrepülés **229**
 STS–65 űrrepülés 163
 STS–71 űrrepülés **231**
 STS–117 űrrepülés **251**
 STS–118 űrrepülés **252**
 STS–120 űrrepülés **253**

Űrrepülőterek, kozmodromok

Bajkonur űrrepülőtér 40, 55, 104, 138, **184, 188, 199, 204, 222, 234–235, 243–244, 251**
Cape Canaveral űrrepülőtér 27, 62, 131, 133, **184, 188, 197, 221, 233, 252–253**
Edwards légbázis 134, **221**
Kapusztyin Jar rakétabázis 29, 39, 137
Kennedy űrközpont 131, 133–134, → Cape Canaveral
Odyssey starthely→Sea Launch
San Marco starthely **202**
Peenemünde rakétabázis 26
Sea Launch, Tengeri indító-platform,
Odyssey starthely 178–179, **239**
Svobodnij rakétalőtér **235**
Tyuratam 40, **184**, → Bajkonur
White Sands rakétabázis 27, 39
Woomera starthely 71, **192, 198, 203**

Űrszervezetek.

űrcégek, múzeumok

Asztronautikai Bizotts. TIT 83
BME 80, 85, 91, **246**
COPUOS **188**
Csillagvizsgáló Intézet, MTA 84
ELDO 71, **192, 198, 207**
ELTE Űrkutató Csoport 89
Enyergija cég 54, **240, 249**
Enyergija Múzeum 54, **195**
ESA, Európai Űrügynökség 29, 63, 65–66, 71–72, 87, 90, 94–96, 139, 148–149, 151, 153, 156, 164, 167, 175–176, **192, 207, 209, 211, 216, 219, 223, 225, 230, 232, 238, 241, 249**
ESRO 61, 71, **192, 207**
GIRD szervezet 28
Hrunyicsev gyár 152
Interkozmosz Tanács, MTA 79, 85
ISAS szervezet **232, 245**
ISRO szervezet **204**
JAXA szervezet **245**
Jet Propulsion Laboratory, JPL 25
Johnson Space Center 149
KASZ szervezet 81, 84
KFKI 80, 86
KFKI Atomenergia Kutató Intézete 87, 91, 91, 93, **246**
KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézet 91, **241, 243, 246, 247,**

249

Kozmikus Geodéziai Obszervatórium (KGO) **208, 235**
Közlekedési Múzeum 75–80
Lavocskin-cég, Űrközpont 60, **202, 240**
Lavocskin Múzeum **195, 198, 201–202**
Magyar Űrkutatói Iroda,
MŰI 83, 94, 95
Magyar Űrkutatói Tanács 95
Magyar Asztronautikai Társaság,
MANT 78, 81, 84
Marshall Space Flight center 26
MirCorp **240**
NASA 17, 26, 49, 59, 61, 63, 91–92, 112, 130, 135, 139, 146, 148–152, 154, 156, 158–159, 171–174, 178, **185, 204, 224, 226, 232, 239–240, 245, 250, 252**
NASDA **245**
Nemzetközi Asztronautikai Akadémia,
IAA 81
Nemzetközi Asztronautikai Szövetség,
IAF 78, 84
Nemzetközi Világűrjogi Int. 82
NORAD űrkövető hálózat **229**
PECS 95
Planetárium, TIT 75–76
PRODEX 95
Roszkoszmosz, FKA, Orosz
Űrügynökség 95, 104, 153, **245**
ROVKI 87
Scaled Composites cég **247**
Space Adventure 58
Űrkutatói Kormánybizotts. 85
Űrkutatói Tudom. Tanács 95

Űrszondák

csillagközi szonda 118
Dawn kisbolygó-kutató **253**
Deep Space-1 kísérleti robot-űrszonda 29, **243**
Hayabusa kisbolygó-kutató 29–30, **248**
NEAR kisbolygó-műhold 114, **233, 240, 242**
New Horizons Plútó-szonda 112, **249**
Pioneer-10, Pioneer-11 112, 117–119, **205, 211**
Pioneer-6, -7, -8, -9 **194**
Voyager-1 űrszonda 16, 29, 31, 112,

118, 120–123, **209, 211–212**
Voyager–2 űrszonda 16, 29, 112, 117–
118, 120–123, **209, 213, 219, 223**

Üstökösök

Borrelly-üstökös **243**
Csurjumov–Geraszimenko-üstökös 91,
246
Giacobini–Zinner-üstökös 111, **218**
Grigg–Skjellerup-üstökös 111
Halley-üstökös 68, 80, 88, 111–112,
218–219
Swift–Tuttle-üstökös **229**
Tempel–1-üstökös **246**
Wild–2-üstökös **246**
Wirtanen-üstökös 91

Üstökösszondák

Deep Impact üstökösszonda **248**
Genesis üstökösszonda **247**
Giotto üstökösszonda 111–112, **219**
ICE üstökösszonda **218**
Philae leszállóegység 91, **246**
Rosetta üstökösszonda 91, **246**

Sakigake üstökösszonda 68, **218**
STARDUST üstökösszonda **244, 246**
Suisei üstökösszonda 68, **219**
VEGA–1, –2 üstökösszondák 80, 88,
111–112, **218–219**

Vénusz-szondák

Magellan Vénusz műhold 98, **223–225**
Mariner–2 űrszonda **190**
Mariner–10 űrszonda 12, 97, **205**
Pioneer Venus űrszondák 63, 98
Pioneer Venus–1 vénuszi
radarszonda **210**
VEGA vénuszi leszálló **218–219**
Venus Express Vénusz műhold 99,
249
Venyera–1 Vénusz-szonda **188**
Venyera–3 leszálló **195**
Venyera–8 leszálló 97–96, **204**
Venyera–9, –10 leszálló **207**
Venyera–11, –12 leszálló 63
Venyera–13, –14 leszálló **214**
Venyera–15, –16 radaros űrszonda
216



A MANT a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) támogatásával az első mesterséges hold felbocsátásának fél évszázados évfordulója alkalmából országos ifjúsági vetélkedőt szervezett „50 éves az űrkorszak” címmel az űrkutatás iránt érdeklődő diákok háromfős csapatai számára. A vetélkedőre 107 csapat nevezett be. A szóbeli döntőre (2007. október 20., Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest) az első két forduló alapján a hat legjobb eredményt elért csapatot hívtuk meg. (Fotó: Horvai Ferenc)



**Az „50 éves az űrkorszak” vetélkedő első három helyezett csapata (Ósradláns, Splendor és Vesta-Ceres) munka közben.
(Fotó: Horvai Ferenc)**