

Válogatás az űrkutatás 2010-es és 2011-es eseményeiből

Összeállította: Dr. Frey Sándor

Összeállításunkban elsősorban az Űrvilág internetes hírportál (www.urvilag.hu) anyagaiból válogattunk. Az eredeti hírek, beszámolók, összefoglalók szerzői: Almár Iván, Balázs László, Dancsó Béla, Ehmann Bea, Frey Sándor, Kovács Zsuzsanna, Németh Péter, Pálfalvi József. A felhasznált képek túlnyomó része NASA, ESA és JAXA fotó.

2010. január

Haitit figyelik a műholdak. A karib-tengeri ország fővárosát és környékét sújtó nagy erejű földrengésben akár százezren is életüket veszthették. A természeti katasztrófa egy igen szegény országra mért csapást január 12-én. A gyengén megépített épületek miatt a máshol megszokottnál is nagyobbak a veszteségek. A mentés, a sérültek és a túlélők ápolása megoldhatatlan feladat elé állítja a helyi hatóságokat. Azok a segélyszervezetek, amelyeknek már sikerült eljutni Haiti területére, nagy hasznát vehetik a műholdas felvételeknek és adatoknak is. A földrengést követően azonnal aktiválták azt a nemzetközi egyezményt (*International Charter on Space and Major Disasters*), amelynek keretében a résztvevő űrügynökségek és műhold-üzemeltetők ingyen, a lehető leggyorsabban rendelkezésre bocsátják a térségről készített felvételeiket. Így naprakész információk szerezhetők a rombolás területtől függő mértékéről, a mentés állásáról. Néhány földmegfigyelő műhold, amely részt vesz a feladat végrehajtásában: ALOS (Japán), Spot-5 (Franciaország), WorldView, QuickBird (USA), RADARSAT-2 (Kanada), HJ-1-A/B (Kína), ERS-2, Envisat (Európai Űrügynökség).



*A WorldView-1
műhold felvételén
Port-au-Prince
székesegyházának
romjai, 2010. ja-
nuár 13-án.
(Kép: Digital
Globe)*

Nem éledt fel a Phoenix. Marskutatók megpróbálták megismételni a Spirit és Opportunity szondapárossal véghezvitt bravúrt a Phoenix-szel is, a marsi tél elteltével életre keltetni. Ám ezúttal úgy tűnik, marad az eredetileg tervezett élettartam. A legutóbbi leszállóegység néma maradt. A NASA „kettős játékot űz” a Marson. Az űrszondáinak hagyományosan kevés üzemidőt jósolnak a repülések kezdetén, aztán „örülnek”, hogy az eszköz messze túlszárnyalja a várakozásokat. Így volt ez a MER szondapáros esetén is, amikor a három hónapos üzemidőből több év lett. És úgy tűnik ezt várták a Phoenixtől is, amely azonban nem látszik visszaigazolni a ki nem mondott várakozást: a marsi tél elmúltával nem éledt fel, nem érkeznek jelek tőle. A Mars Odyssey szonda a január végén három napot szánt a Phoenix rádiójeleinek detektálására, összesen 30 keringése során, amikor a leszállóegység tartózkodási helye fölött repült át. Ám a kísérlet nem sikerült, az Odyssey semmilyen jelet nem fogott a Phoenix felől, amely az elmúlt időszakot a marsi tél zord hidegében, sötétben töltötte, így nem kapott elegendő energiát a napelemektől. A NASA a kudarcot úgy kommentálta, hogy egyébként is vajmi kevés esély volt a sikerre, hiszen az Phoenixet nem úgy tervezték, hogy az újraindítható legyen, de egy próbálkozást mindenképpen megért. A legutóbb 2008 novemberében rádiójeleket küldő szonda közel fél évet működött a vörös bolygó északi poláris vidékén és megtalálta a vizet a Marson. A leszállóhely sarki elhelyezkedése miatt a tél (és a fényhiány) sokkal tovább tartott a szonda számára, mint a korábban sikeresen „feltámasztott” MER szondák esetében. A kutatóknak egyetlen reménye maradt még. A későbbiekben, talán március-április táján a Nap magasabbra emelkedik a marsi égen, a több napfény pedig több energiát jelent. Esetleg a szonda mégis működésbe léphet a megnövekedő hőmérsékletben és a több energia hatására. A terület áprilisra folyamatos napsütésben fürdőzhet. Ekkor fognak az Odyssey szondával egy újabb, a mostanihoz hasonló rádiójel-keresést végrehajtani. *(A sikertelen próbálkozásokat végül 2010 májusában adta fel hivatalosan is a NASA.)*

2010. február

Amerikában leállítják a Constellation programot. A Fehér Háznak a NASA számára kidolgozott 2011-es költségvetési javaslata nem tartalmazza a Holdra való visszatérés programjának folytatását. A rendelkezésre álló forrásokat Barack Obama elnök ugyanakkor más célokra – például a Nemzetközi Űrállomásnak a korábban tervezett 2016-nál tovább tartó üzemeltetésére, az azt kiszolgáló magán-űrhajófejlesztésekre, új űrtechnológiák kidolgozására, klímakutatásra – csoportosíttatná át.



FOCUS az űrben – miskolci vállalkozás űrkísérlete. 2010. február 3-án a bajkonuri űrrepülőtérrel elindult a Progressz M-04M (más jelöléssel 36P) jelű automatikus teherűrhajó. Az űrhajó február 5-én összekapcsolódott a Nemzetközi Űrállomással. Az ezt követő órákban az űrállomás személyzete átrakodta a szállítmányt. A csomagok között ott volt a FOCUS (*Foam Casting and Utilization in Space*) kísérletet tartalmazó doboz is. A FOCUS csomagot egy miskolci kisvállalkozás, az *Admatis Kft.* küldte a fentieknek *(ld. még Évkönyvünk címlapképét)*. Ezzel megkezdődött egy fantasztikus kaland utolsó, legfontosabb része: magyar habosítási kísérlet mikrogravitációs körülmények között, a Nemzetközi Űrállomás európai Columbus moduljában.

Magát a kísérletet Jeffrey Williams amerikai űrhajós végezte el, február 7-én. A végrehajtást földi operátor irányította Münchenből, amit az Admatis munkatársai az Európai Űrtechnikai Központ (ESTEC, Noordwijk, Hollandia) Felhasználósegítő Központjából (USOC) követtek. Az űrhajós rögzítette a kísérleti eszközök tartályát, majd egy zárszerkezet elfordítá-

sával bekapcsolta a megvilágítást és a gázrendszert, így megindult a habképződés. Amikor a hab elért egy adott magasságot, az asztronauta elzárta a habrendszert, majd nyomon követte a habstruktúra változását. Az asztronauta a két órás munka után azt közölte, hogy a kísérlet sikerült. A mikrogravitációs körülmények között elvégzett habosítást filmre vették, amit itt a Földön az Admatis Kft. munkatársai a következőkben kiértékelnek. Az űrbeli folyamatok alapján a különleges tulajdonságokkal bíró fémhabok előállítását tovább optimalizálhatják, az elvégzett kísérlet alapján kedvezőbb tulajdonságú szerkezeti anyagok ipari előállítására nyílnak lehetőségek. Ezt a későbbiek folyamán akár az újabb fejlesztésű űreszközök gyártásában is felhasználhatják, és a tervezett új űrhajók ill. marsi lakóegységek egyik alapanyagát képezhetik. A konkrét kísérletben az innováció és a siker alapeleme a habgenerátor, a kísérlet alapvető célja pedig a homogén fémhab előállítására alkalmas technológia kifejlesztése volt.

Az előzmények messzire nyúlnak vissza. Az Admatis Kft. 2006-ban tette meg javaslatát az ESA-nak, s ekkor nyerte el a kísérlet végrehajtásának a lehetőségét az űrállomás fedélzetén. A siker kettős volt: egyrészt a kísérlet választ ad egy fizikailag tisztán értelmezhető – és az Admatis földi fémhab-technológiájában kulcskérdésnek számító – tudományos kérdésre, másrészt a cég maga tervezhette és kivitelezhette a kísérleti berendezést, azaz megváltotta a belépőjegyet az űripari kivitelezők szűk körű klubjába.

A FOCUS a második magyar anyagtudományi kísérlet a világűrben. Az elsőt Farkas Bertalan végezte, 1980-ban, épp 30 évvel ezelőtt. A mostani kísérlet minden részletében pontosan előkészített, sokszorosan kipróbált és adatgazdag mérés, precízen meghatározott kísérleti körülmények között, konkrét technológiai céllal. Ez a cél nem más, mint habcellás anyagok földi gyártása.

STS-130: felszállt az Endeavour. Február 8-án az űrsikló, fedélzetén hat amerikai űrhajóssal, rendben elindult a Nemzetközi Űrállomáshoz. Az Endeavour gyönyörű éjszakai start során emelkedett fel a floridai óceánpartról. A raktérben felszállított *Tranquility* modul és *Cupola* kilátókabin az utolsó, nem orosz gyártmányú, még felszerelésre kerülő nyomás alatt álló egységei az égi támaszpontnak.

A *Tranquility* (Node-3) modul lesz a végleges otthona annak az életfenntartó egységnek, amely a hat fős állandó személyzet kiszolgálását lehetővé teszi. Ehhez az egységhez csatlakozik majd a *Cupola* elnevezésű megfigyelő modul is. Ez utóbbi egy hét ablakos, boltozatos felépítésű obszervatórium, ahonnan a legénységnek panoráma jellegű kilátása lesz a világűrre, ill. a Föld irányába, és innen irányítják majd az Űrállomáson működő Canadarm-2 robotkart is.

Az Endeavour (STS-130) február 22-én tért vissza a Földre.

Amerikai napkutató műhold. Február 11-én Atlas-5 rakétával Floridából indult a NASA *Solar Dynamics Observatory* (SDO) műholdja. Feladata a Nap folyamatos megfigyelése, központi csillagunk változásainak, azok Földre gyakorolt hatásának a vizsgálata. A cél, hogy a Napon megfigyelhető változások elemzése nyomán közelebb jussanak az űridőjárás előrejelzésének képességéhez. Hogyan keletkezik, és milyen a finomszerkezete a Nap mágneses terének? A mágneses energia hogyan alakul át, miképpen jut – a napszél, a nagyenergiájú részecskék, a napsugárzás révén – a Föld közvetlen környezetébe? A küldetés egyik fontos újdonsága a nagy időbeli felbontás elérése. Az űreszköz 28,5°-os hajlásszögű geoszinkron pályára került, tervezett élettartama legalább öt év.

2010. március

GOES-P: új amerikai meteorológiai műhold. A GOES-P (*Geostationary Operational Environmental Satellite-P*) a floridai Cape Canaveralról indult, Delta-4 hordozórakétával, március 5-én A Föld felszínének egy adott egyenlítői pontja fölé, geostacionárius pályára,

kb. 36 ezer km-es magasságba kerülő műhold egyelőre tartalék lesz, de később folyamatos megfigyelés alatt tartja majd a légköri jelenségeket, méri az óceáni és felszíni hőmérsékletet. Adatait elsősorban az időjárás-előrejelzésekben, valamint a különleges és veszélyes meteorológiai jelenségek (például hurrikánok) követésében, a lakosságnak szóló figyelmeztetések kiadásához hasznosítják. Fő feladatán kívül távközlési átjátszóállomásnak és keresési és mentési szolgáltatásokra (vészjelzések adatátvitelére) is használják majd egyes fedélzeti berendezéseit. A Nap röntgensugárzását vizsgáló *Solar X-Ray Imager* (SXI) műszer pedig a naptevékenységet és annak földi hatásait (az űridőjárást) kutatja.

A helyhez kötött Spirit hasznosítása. A 2004. január óta a Marson tevékenykedő Spirit rover a Guszev-kráternél a homokos talajba ragadt, a kiszabadítására irányuló lépések nem vezettek eredményre. Az utóbbi nyolc hónapban nem sikerült a déli szélesség 14,6 és a keleti hosszúság 175,5 fokos helyéről elmozdítani, bár a rádiókapcsolat fennmaradt. A NASA szakemberei arra utasították a robotot, hogy olyan helyzetet vegyen fel, melyben napelemtábláit maximálisan éri a napsugarak. Erre azért van szükség, hogy a Spirit túlélje a most következő téli időszakot, amikor -45°C -os hőmérséklet várható. Feltételezve, hogy ismét sikerül túlélnie a telet, a JPL kutatói most azon dolgoznak, hogy a helyhez kötött robotnak fontos tudományos feladatot találjanak.

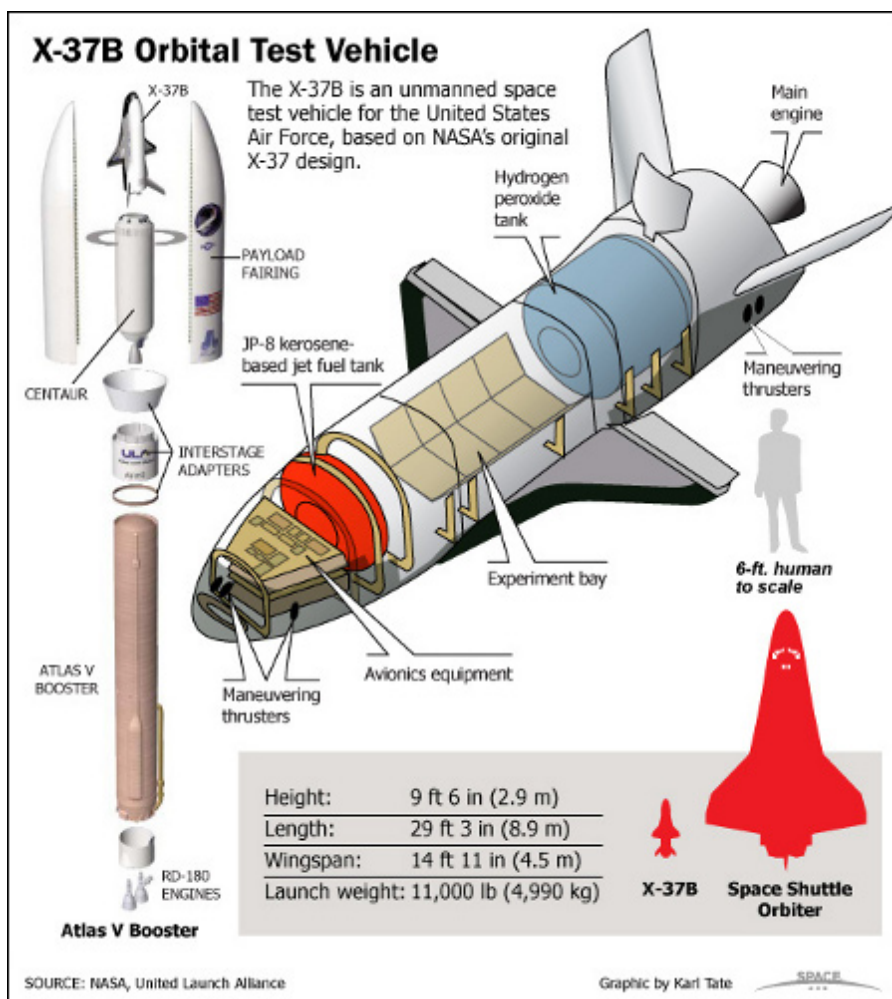


Követve a Spirit rádiójelzéseit pontosan meg lehet határozni a rover térbeli mozgását (3 dimenzióban). Ez a mozgás részben a Mars keringéséből, részben tengelyforgásából tevődik össze, amelyre ráakódik még a Nap és a Mars-holdak igen csekély perturbációs hatása. Ki lehet azonban számítani, hogy milyenek kell ennek a térbeli mozgásnak lennie, ha a Mars magja szilárd vasból áll, illetve amennyiben ez a mag folyékony. Az eltérés kicsi, de ha sikerül a Spirit helyzetét elég hosszan és elég pontosan meghatározni, akkor fontos információk szerezhetők a Mars belső szerkezetéről. Mintegy 6 hónapnyi követésre lesz szükség az eredményhez. A mozgásképtelen Spirit műszerei érdekes adatokat gyűjthetnek még a marsi légkör kölcsönhatásáról a talajjal, illetve a rovert körülvevő talaj változásairól.

2010. április

STS-131: úton a Discovery. Az április 5-én startolt Discovery elsődleges rakománya a Leonardo többcélú logisztikai modul. A többször felhasználható tehermodul tartalék alkatrészeknek, új felszereléseknek és ellátmány-utánpótlásnak ad helyet. (A visszaúton az űrállomáson keletkezett hulladék anyagokkal volt megpakolva.) A küldetés keretében az űrállomáson külső szereléseket is végrehajtottak, összesen három alkalommal végeztek járművön kívüli tevékenységet (űrsétát). A legidősebb, még szolgálatban álló űrsikló április 20-án rendben hazahozta hét főből (köztük három nőből) álló személyzetét a harmincnyolcadik űrrepüléséről.

Az X-37B első titkos küldetése. Az Amerikai Légierő (U.S. Air Force, USAF) X-37B jelű, pilóta nélküli, többször felhasználható űrrepülőgépének első példánya (*Orbital Test Vehicle-1*, OTV-1) április 22-én emelkedett a magasba a floridai Cape Canaveral 41. startállásáról. Az indításra egy Atlas-5 hordozórakétát használtak. Magának a kutatási programnak a részleteiről nem sokat tudni, hiszen azt katonai titkolózás övezi. A védelmi technológiák kikísérletezésére szánt küldetés várhatóan néhány hónapig tart. A tervezett maximális időtartam 270 nap. A bemutatkozó út során demonstrálni kell a rendszer működőképességét, beleértve az önműködő visszatérést és landolást is. A gép leszállására kijelölt hely a kaliforniai Vandenberg Légitámaszpont (tartalék az Edwards Légitámaszpont). Ha esetleg mégis elvétené az irányt a Csendes-óceán fölé, működésbe lépne egy önmegsemmisítő mechanizmus.



Az Amerikai Légierő X-37B ember nélküli kísérleti űrrepülőgépe a NASA korábbi X-37-es terveinek átalakításával készült. Összehasonlításul, csupán a méretek érzékelésére a nagy ábrán ott van egy ember méretarányos rajza. Jobbra lent az X-37B és az amerikai űrrepülőgépek külső méretei is összevethetők. Balra az indításra használt Atlas-5 hordozórakéta egységei láthatók. Egyszerűen fogalmazva az X-37B a Shuttle kicsinyített és technológiai értelemben továbbfejlesztett változata. (Grafika: Karl Tate / Space.com)

Az X-37B segítségével a légierő saját maga végezhet űrbeli kísérleteket, amelyeket utána további vizsgálat céljából akár vissza is hozhat a Földre.

Az X-37B hosszú és kanyargós utat járt be, míg végül eljutott eddig a tesztrepülésig. A programot eredetileg a NASA indította, még 1999-ben. Valamelyik Space Shuttle rakterében szerették volna pályára állítani, de a Columbia balesete, majd a program leállítása miatt erre már nem kerülhet sor. Pénzhiány miatt a fejlesztés 2004-ben átkerült a védelmi kutatásokkal foglalkozó amerikai ügynökséghez (*Defense Advanced Research Project Agency*, DARPA). A légierő 2006-ban vette át a vezető szerepet.

A Föld körüli pályán, valamint a légkörbe való visszatérés és landolás során az X-37B feladata új technológiák, autonóm navigációs és vezérlési módszerek, hővédő megoldások, és sok más kipróbálása lesz. Pályára állva, a raktérajtó kinyitása után az elektromos energiát kibontható napelemtáblák szolgáltatják. A konkrét kísérleti terv azonban nem nyilvános. Annyit lehet tudni, hogy a rakterben például akár néhány kisebb (legfeljebb pár száz kg tömegű) műhold is feljuttatható.

A közel 9 m hosszú, 4,5 m szárnyfeszítávolságú, 5 tonnás űreszközt a Boeing építette, s már megrendelték náluk a második példányt is, amely várhatóan 2011-re elkészülhet és el is indulhat próbaútjára. A pontos részletek, és az OTV-1 esetleges további repüléseinek menetrendje természetesen nagyban függ a mostani küldetés tapasztalataitól.

2010. május

Újra AEKI-hegemonia a Nemzetközi Űrállomáson. Május 1-jén csatlakozott a Nemzetközi Űrállomáshoz a Progressz M-05M (37P) jelű teherűrhajó, fedélzetén újabb magyar dozimetriai eszközökkel. Ezek két nagy nemzetközi összefogással folyó vizsgálatsorozathoz tartoznak. Az egyik, melyet korábban BRADOS néven ismertünk 2001 óta, most új, *DosMap* (dózistérképezés) néven folytatódik. Ezzel a 2003-tól folyamatosan jelen lévő Pille doziméterek mellett rutinszerű használatba kerülnek a szilárdtest nyomdetektorokból és termolumineszcens detektorokból felépített miniatűr, de igen sokoldalú, *Track-Lumi* névre keresztelt újabb egységek is. A fejlesztés a KFKI Atomenergia Kutatóintézetében (AEKI) folyt sok éves űrdozimetriai tapasztalat alapján, az orosz Orvosbiológiai Kutatóintézet (IBMP) felkérésére. Ezzel gyakorlatilag az űrállomásba behatoló kozmikus sugárzás minden komponensét érzékelni lehet és – együtt a Pille detektorokkal – teljes képet adnak a kozmonauták dózisterheléséről.

Az AEKI detektorok folyamatos, félévenkénti cseréje a Szerviz Modul 6 pontján a napokban megkötött IBMP–AEKI együttműködési egyezmény szerint 2015-ig biztosított. Kísérleti jelleggel a detektorokat tartalmazó dobozokban szerepelnek még orosz, japán és cseh detektor-összeállítások is. A DosMap programba való belépésével az AEKI már – legalábbis még ez év májusában – négy különböző dozimetriai vizsgálatban vesz részt.

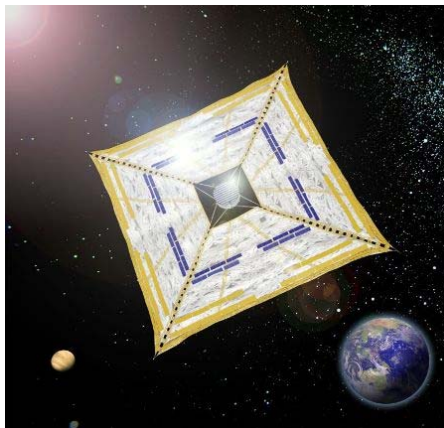
A 2009 óta zajló dózistérképezési program (DOSIS) az európai Columbus modulban májusban véget ér. Ezek a földi laboratóriumokban kiértékelendő detektorok a modul 11 pontján vannak elhelyezve, és a tervek szerint május 26-án indulnak vissza a Földre az Atlantis űrsiklóval. A 2004-ben kezdődött MATROSHKA program a japán Kibo modulban folytatódik a Progressz május elsejei kikötése után. Az Űrállomásra érkező második dozimetriai csomag a MATROSHKA projekt folytatását biztosítja, közel másfél éves késlekedéssel. A késés főleg az állomáson tevékenykedő űrhajósok leterheltségével, valamint szállítási nehézségekkel magyarázható. A fantomban elhelyezendő több száz doziméter betöltése és kiszérése két kozmonauta több órás lekötését jelenti, amit előre kell tervezni és a földi gyakorlóközpontban erre őket felkészíteni. Az 5 ország (Ausztria, Japán, Lengyelország, Magyarország, USA) 7 kutatócsoportjának detektorai egy kb. 3 kg tömegű csomagban utaznak az űrállomás és a Föld között.

STS-132: felszállt az Atlantis. Az űrsikló május 14-én sikeresen startolt a floridai Kennedy Űrközpont 39A indítóállásról. Az űrrepülőgép 32. űrutazására indult el hattagú legénységével együtt. Az út fő célja az orosz gyártmányú *Rassvet* űrállomásmodul feljuttatása, illetve felszerelése a Zarja modul Földet néző dokkolóegységére. Ezen kívül egy tartalék Ku-sávú antenna felszerelése, három akkumulátor kicserélése és egyéb munkálatok elvégzése is szerepel a küldetés repülési tervében. Az STS-132 útja az első és minden bizonnyal az utolsó alkalom, amikor amerikai űrrepülőgép orosz gyártmányú űrállomásmodult szállít fel a Nemzetközi Űrállomásra. Három űrséta sikeres elvégzése után az STS-132 személyzete május 26-án tért vissza a Földre.

Japán űrszonda indult a Vénuszhoz. A május 20-án startolt, fél év múlva odaérő *Akacuki* (Akatsuki, jelentése „hajnal”; korábbi nevén PLANET-C vagy *Venus Climate Orbiter*) szondát bolygószerződésünk meteorológiai mesterséges holdjának szánták. A japánok meghatározása szerint az Akatsuki a világ első olyan űrszondája lenne, amely kifejezetten légkör-megfigyelési céllal áll egy másik bolygó körüli pályára. Hat fedélzeti tudományos berendezésével végrehajtandó fő céljai: a kénsavfelhők viselkedésének és eredetének tisztázása, az atmoszféra nagysebességű szeleinek háromdimenziós felmérése, esetleges villámok detektálása a Vénuszon.

Sajnos az Akacuki fékező manővere 2010. december 7-én nem sikerült a Vénusz mellett, így a szonda nem tudott pályára állni a bolygó körül. A hibát az okozta, hogy az ehhez szükséges sebességváltozást az űreszköz fő hajtóműve nem tudta produkálni, idő előtt leállt. Az ok feltehetőleg valamilyen fizikai sérülés (törés), elromlott szelep a hajtómű fűvókájánál, vagy idegen anyag az üzemanyag útjában. 2011 végén úgy tűnik, hogy a Nap körüli pályán maradt Akacuki 2015 novemberében újra meg tudja majd közelíteni a Vénuszt, és talán sikerül is pályára állnia körülötte a kisebb teljesítményű segédhajtóművekkel – még ha nem is olyan közelire, mint eredetileg szerették volna. Az űrprogram legalább részbeni sikeréhez természetesen még sok mindenre van szükség, például arra, hogy a most „pihenő”, de addigra elvben lejáró szavatosságú fedélzeti műszerek még működőképesek maradjanak.

A H-2A rakétán társbérlelként egy napvitorlás és néhány kisebb műhold is útnak indult május 20-án. Az IKAROS napvitorlás neve beszédes, de egyúttal egy szellemes rövidítés is: *Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun*, vagyis a Nap sugárzása által gyorsított bolygóközi „papírsárkány”. Bár azonos irányba indultak, az IKAROS előtt egészen más út áll. Ez lesz az első éles bolygóközi tesztje a napsugárzás fénynyomását kihasználó meghajtásnak. Három évig tartó utazás során a cél a Nap átellenes oldala. A valóban papírsárkányra emlékeztető alakú űrszonda másik feladata újfajta, a „vitorla” felületére felvitt vékony nap-elemcellák kipróbálása. Ha a kísérlet sikerül, a jövőbeli űrszondáknál hibrid meghajtás is kialakítható lesz: a fénynyomás mellett a termelt elektromos energiát hasznosító ionhajtómű is segítheti a gyorsítást és manőverezést.



Új korszak kezdete a GPS-ben. Május 28-án elindult az amerikai műholdas navigációs rendszer legújabb, immár a 2F jelű sorozatba tartozó műholdja, amely a civil felhasználóknak új navigációs jelet is sugároz majd. Az GPS (*Global Positioning System*) új, a korábbiaknál többet „tudó” műhold-generációjának első tagját egy Delta-4 hordozórakéta állította pályára. (A nagyteljesítményű hordozóeszköz – a korábban használt Delta-2 rakétákkal

ellentétben, amelyek előbb elnyúlt ellipszispályára juttatták a műholdakat – azonnal a végső magasságú körpálya tudja emelni a GPS rendszer holdjait.)

A kb. 20 ezer km magasban keringő, a pontos helymeghatározást segítő rádiójeleket sugárzó GPS műholdak közül eddig összesen mintegy 60-at indítottak már az elmúlt három évtized során. Természetesen közülük már nem működnek a legrégebbiek. Épp az üreszközök korlátozott élettartama miatt van szükség a rendszer folyamatos frissítésére, új és új műholdak pályára állítására. Eközben igyekeznek a technológiai fejlődést is követni, újabb felhasználói igényeket kiszolgálni. Ma már a GPS nem csupán az, aminek eredetileg készült, vagyis egy katonai célú navigációs eszköz. Világszerte elterjedtek polgári alkalmazásai, s napjainkra a közlekedés, a gazdaság, vagy a mindennapi élet más területein a műholdas helymeghatározás megkerülhetetlen szolgáltatássá nőtte ki magát. Sőt nem csak a helymeghatározás! Kevesen tudják, hogy a műholdrendszer nyújtotta pontos időmeghatározáson és időszinkronizáción alapulnak a banki tranzakciókhoz – akár az automatákból történő készpénz-felvételhez, kártyás fizetésekhez – kapcsolódó időbélyegek. Nem túlzás tehát azt állítani, hogy a világ gazdaság, a globális bankrendszer működése jelenleg nagyban függ a GPS rendszertől.

Miben nyújt többet a 2F jelű műholdsorozat? A fedélzetén elhelyezett atomórák pontossága javul, a számítógépes rendszere könnyebben átprogramozható, megnő az üreszköz tervezett élettartama is. A nem katonai felhasználók – kiemelten a polgári légi közlekedés – számára különösen fontos, hogy szolgáltatászerűen megjelenik egy új navigációs jel (L5; a 1176,45 MHz frekvencián). Ennek a haszna azonban nem érezhető azonnal, hiszen a helymeghatározáshoz egyszerre több, a horizont fölött látszó műholdról kell a jeleket venni. Így tehát a 2F műhold-generáció további tagjainak folyamatos felbocsátásától várható majd a javulás.

2010. június

Elindult a Mars500 szimulációs programja. Miközben épp 30 éve, hogy a kazah sztyeppén földet ért az első magyar űrhajós, Farkas Bertalan, Moszkvában június 3-án elstartolt az első, európai közreműködéssel is végzett, hosszú távú Mars-utazást szimuláló 520 napos gyakorlóprogram. A hattagú legénységet két európai, három orosz és egy kínai férfi alkotja, akik beköltöztek be a moszkvai Orvosbiológiai Kutatóintézet (IBMP) területén működtetett Mars500 szimulációs komplexumba. Ez az első olyan, valóban hosszú távú szimulációs kísérlet, amely a tervezett Mars-utazást, vagy a holdi bázisok hosszú távú üzemeltetését készítheti elő. A tervek szerinti rekordhosszúságú, 520 napos izolált összeartság a programot összeállító és levezénylő szakemberek szerint történelmi jelentőségű program lehet, ami a jövőbeli utazások várható problémáinak előzetes vizsgálatával a minimálisra csökkentheti a majdani valódi űrhajósok utazása során felmerülő kockázatokat és kényelmetlenségeket.

A beköltözők alapvetően olyan program szerint fognak élni és dolgozni ebben a teljesen lezárt, 550 m³-es komplexumban, mint az űrhajósok a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén. Természetesen a súlytalanság szimulációja itt nem történik meg, de a program során szimulálják a Marsig tartó 250 napos utazást, a legénységből hárman a Mars felszínén végzendő 30 napos kutatásokat, majd a 240 napos hazarepülést. A teljes önellátás mellett feladataik közé tartozik majd a tudományos kísérletek elvégzése, a napi testgyakorlás, elektronikus kapcsolattartás a külső személyezettel, karbantartások végzése, rendszeres beszámolók készítése, fiziológiai, pszichológiai állapotuk és munkavégző képességük monitorozása, valamint rendszeres híradás a kísérlet folyamán az érdeklődő nagyközönség számára. Munkájuk során a szokásos egy héten öt munkanapos és két szabadnapos rendet követik majd, kivéve azokat az eseteket, amikor valamilyen speciális eseményt, vagy veszélyhelyzetet szimulálnak.

A Falcon-9 rakéta sikeres első repülése. Június 4-én Floridából indítva sikeresen mutatkozott be az amerikai *SpaceX* vállalat nagyméretű hordozórakétája. A cég munkájára jelentős figyelem irányul, miután az Obama-program értelmében a Nemzetközi Űrállomásra való amerikai repüléseket a közeljövőben magáncégek által fejlesztett hordozórakéttal és űrhajókkal kívánják megoldani. Az egyik ilyen kiszemelt vállalat a SpaceX, amelynek 2008 óta 1,6 milliárd dolláros szerződése van a NASA-val, maximum 12 teherfuvarra az űrállomáshoz. Ezek az utak a Falcon-9 rakétával felbocsátandó *Dragon* teherűrhajókkal történnek majd. A mostani első tesztrepülés során a Dragon egyszerűsített változata utazott a hordozórakétán. A SpaceX terveiben a Dragon embereket szállító űrhajóvá fejlesztése is szerepel, 2015-ig.

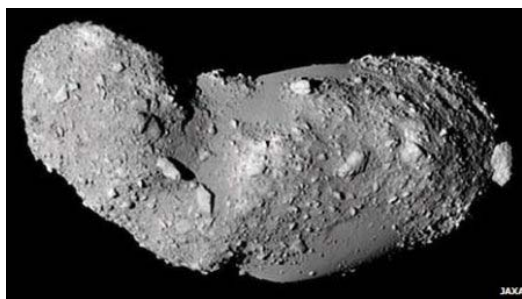


A Falcon-9 első rakétafokozatának kilenc, kerozin hajtóanyagú Merlin hajtóműve a keleti irányban történő felemelkedést követő 75 másodperccel gyorsította a rakétát a hangsebességre. Aerodinamikai szempontból ez a repülés legkritikusabb szakasza. A kilenc hajtóműből kettő a starttól számított 2 perc 35 másodperc elteltével állt le, a maradék hét pedig 19 másodperccel később. Az első fokozat leválása még 2 másodpercet vett igénybe. A Falcon-9 második fokozatát egyetlen Merlin hajtómű alkotja. Az előzetes várakozások szerint további mintegy 6 perc kellett az alacsony Föld körüli pálya eléréséhez.

Apróbb rendellenességektől eltekintve (például a második fokozat üzemelése során lassú orsózásba kezdett) a rakéta rendben pályára állította ez első, tesztbábu-jellegű Dragon űrhajót, amely a pályára kerülés után le sem vált a kiürült második rakétafokozatról.

Visszaérkezett a Hayabusa kapszulája. Visszatért a Földre a 2003-ban indult japán kisbolygókutató űrszonda, a Hayabusa mintahozó tartálya. Maga az űreszköz pár perces késéssel követte, s elégett a sűrű légkörben. A kapszula viszont június 13-án a terveknek megfelelően földet ért Ausztráliában. A szonda az első ember alkotta eszköz, amely visszatért a Földre egy kisbolygóról. A Hayabusa 2005-ben – miután körülötte pályára állva tanulmányozta az Itokawa kisbolygót –, elérte az égitest felszínét is. A visszatérő kapszulába talán talajminta is került, bár erről csak később, a kinyitása után tudtak megbizonyosodni. A Hayabusa útját számos, többször végzetesnek látszó technikai nehézség hátráltatta és késleltette, de a jelek szerint végül egyik sem tudott kifogni a japán szakembereken. A 200 millió dolláros űrprogram végén a szénszálas hővédő pajzs és az ejtőernyő is rendben elvégezte feladatát, bár összesen hét évig, a tervezettnél három évvel tovább utaztak a világűrben.

A vizsgálatokban részt vevő kutatók még a tartályok kinyitásakor sem voltak egészen biztosak abban, hogy amit bent találtak, az valóban kisbolygópórá. A gondos elemzés ezért is tartott hosszú hónapokig. A tudományos eredményeket 2011 augusztusában publikálták. A megvizsgált szemcsék száma meghaladta az 1500-at, s egyikük sem volt nagyobb 0,2 mm-nél. Mindez azonban elég volt néhány fontos és érdekes következtetés levonására.



Bebizonyosodott, hogy az Itokawa valaha egy lényegesen nagyobb égitest része lehetett. Erre utal, hogy olyan ásványi anyagok kerültek elő a porból, amelyeknek a keletkezé-

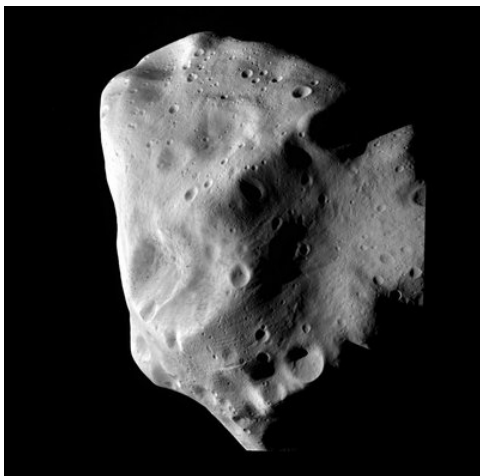
séhez legalább 800°C hőmérséklet szükséges. Ez radioaktív alumíniumizotópok bomlása nyomán létrejöhetett, de csak egy legalább 20 km-es átmérőjű égitesten. Ennél kisebb méret esetén a keletkező hő túl gyorsan kisugárzódott volna. S valóban, a Hayabusa szerkezetére vonatkozó korábbi eredmények azt mutatták, hogy a kisbolygó egy laza, kis átlagsűrűségű törmelékhalom, vagyis története során anyaga nyilván számos ütközésen ment át, mielőtt a darabok újra összeálltak.

A porminták az Itokawa jövőjére is utalnak. Egyes porszemcséken belül található nemesgázok (pl. neon) elemzésével arra jutottak, hogy a szemcsék legfeljebb 8 millió éve lehettek kitéve a világűrből érkező nagyenergiájú töltött részecskék bombázásának. Ebből következik, hogy az Itokawa vagy ennyi ideje állt csak össze, vagy inkább millió évenként több deciméternyi felszíni réteget veszíti el. Márpedig ha ez igaz, és a folyamat ugyanígy folytatódik, akkor az egész égitest eltűnik egymilliárd év múlva. A napszél csak mintegy 100 nanométeres vastagságú felszíni rétegben fejt ki hatását. Így ennek a vizsgálatnak a szempontjából végül is szerencse, hogy nem sikerült a mélyebb rétegeket felkavarni, hiszen akkor reménytelen lett volna utólag azonosítani, hogy mely porszemek származtak közvetlenül a felszínről.

A folyamatos mikrometeor-becsapódások nyomán „elkopó” kisbolygó(k) anyagának egy része a Földön végzi. A Hayabusa által gyűjtött por és a leggyakoribb típusú meteoritok (kondritok) anyagi összetétele igen hasonló. Ez megerősíti azt a feltételezést, hogy a kondritok az S-típusú kisbolygókról származnak. Ebbe a gyakori típusba tartozik az Itokawa is.

A tanulmányok sikere bizonyítja, hogy tudományos szempontból milyen nagy jelentősége van az anyagminták hazahozatalának. A vizsgálatokhoz használt fejlett laboratóriumi berendezéseket ugyanis nem lehetne a helyszínrre szállítani és automata üzemmódban működtetni. A közeljövőben a japán Hayabusa-2 (tervezett start: 2014) és az amerikai OSIRIS-REx (2016) szondák gyűjthetnek kisbolygóanyagot elemzésre.

2010. július



A Rosetta a Lutetia kisbolygó mellett. Az európai Rosetta űrszonda, útban a 2014-es üstökösrandevú felé, július 10-én 3162 km-es távolságban elrepült a Lutetia kisbolygó mellett. A 21-es sorszámu Lutetia a legnagyobb méretű kisbolygó, amit valaha űreszközzel közelről vizsgáltak. Az elmúlt napokban az űrszonda OSIRIS kamerájával már megfigyelés alatt tartották az égitestet, amely a közeledéssel folyamatosan egyre nagyobb lett a látómezőben. Az elrepülés távolsága – bár a természetes és a mesterséges égitest egymáshoz képest 54 ezer km/h sebességgel halad el a találkozáskor – alkalmat adott a kisbolygó por- és plazmakörnyezetének, esetleges mágneses terének, felszíni anyagi összetételének,

tömegének és sűrűségének vizsgálatára, a fényképezésre. A találkozó a Földtől 454 millió km távolságban jött létre. Mivel a kb. 100 km-es méretű Lutetia a Rosetta egyik fő tudományos célpontja – természetesen a végső cél, a Csurjumov–Geraszimenko-üstökös mellett –, ezért lényegében az összes fedélzeti tudományos berendezés üzemelt. A mostani esemény előkészületei már hónapok óta folytak. A Rosetta tudományos programjában mintegy két-tucatnyi európai és amerikai intézmény érdekelt, az űreszköz számos műszere jelentős magyar hozzájárulással készült.

2010. augusztus

Dollármilliárdok földmegfigyelésre. Az amerikai kormány 7,35 milliárd dollár értékben szerződött két, nagyfelbontású távérzékelő műholdakat üzemeltető magáncéggel. A következő évtizedre szóló megrendelés nyomán felgyorsulhat a legújabb földmegfigyelő magánműholdak fejlesztése és pályára állítása. A két kedvezményezett a *GeoEye* (3,8 milliárd dollár) és a *DigitalGlobe* (3,55 milliárd dollár). A szerződéseket egyéves szakaszokra bontották, amelyek kongresszusi jóváhagyást igényelnek majd. A pénz legnagyobb része műholdfelvételek vásárlására szolgál, de mindkét vállalat állami segítséget kap új, még nagyobb teljesítményű űreszközei építéséhez és a kiszolgáló földi infrastruktúra fejlesztéséhez is. A GeoEye és a DigitalGlobe alacsony poláris pályákon keringő, nagyfelbontású űrfelvételek készítésére alkalmas műholdakat üzemeltet. A képeket elsősorban amerikai kormányzati szervezeteknek, de piaci alapon világszerte bárki másnak is árúsítják. Ilyen felvételek jelennek meg például a Google térképszolgáltatásában is. A kereskedelmi forgalomba kerülő képek felbontását az érvényes rendelkezések értelmében 50 cm-esre korlátozzák.

2010. szeptember

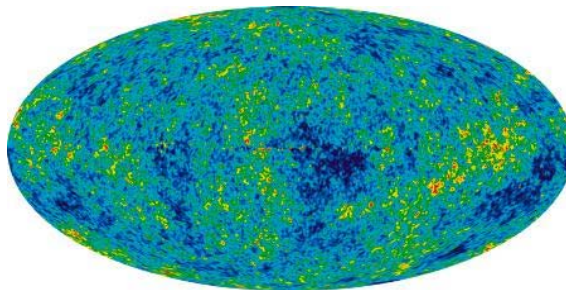
Japán navigációs műhold. A QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*, zenitközeli műholdak rendszere) első tagja szeptember 11-én sikeresen állt pályára Japánból, HII-A rakétával. A Micsibiki (Michibiki; jelentése vezetni, utat mutatni) nevű űreszköz a szigetország műholdas helymeghatározást alkalmazó felhasználóit segíti majd. A rendszer a jól ismert amerikai GPS-t egészíti majd ki. Hasonló rádiófrekvencián sugározva a navigációs jeleket, egyrészt a horizont fölött – méghozzá a speciálisan megválasztott pálya miatt nagy magasságban – látszó műholdak számát növeli. Ezzel kivédhető az a helyzet, amikor például magasan beépített városi területen a környező házak kitakarják a GPS műholdakat, így a vevőberendezések nem tudnak elegendő számú holdról navigációs jeleket fogni. Ahogy egyre elterjedtebbé válik a műholdas helymeghatározás – például mobiltelefonokban, autós navigációs berendezésekben –, úgy okoz mind több kényelmetlenséget, ha nem mindig használható a GPS. Másrészt egy kiterjedt földi követőállomás-hálózaton végzett mérések alapján javítja a GPS műholdakon alapuló helymeghatározás pontosságát, valamint gyorsan riasztja a felhasználókat, ha bármi hiba folytán megbízhatatlanná válna a navigáció. (Erre önmagában a GPS rendszer nincs felkészítve.) 2013-ra épül ki három űreszközzel a teljes QZSS. Akkor bármely időpontban legalább egy japán navigációs műhold tartózkodik majd a zenit környékén – természetesen Japán területéről nézve.



WMAP: kilenc év után vége. A világegyetem születését és sorsát, a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás egyenetlenségeit kutató amerikai űrszonda befejezte működését. A NASA nagysikerű WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) szondája 2001 júniusában startolt. Utolsó mérési adatait 2010. augusztus 20-án küldte a Földre. Röviddel ezután, szeptember 8-án hajtóműveinek bekapcsolásával eltávolították eddig elfoglalt pályájáról. Az amerikai űrhivatal most, a működtetés befejezése után is tovább finanszírozza a már eddig összegyűjtött mérési adatok értelmezésére irányuló tudományos kutatásokat, még két éven át. A WMAP volt az első olyan űreszköz, amelyet a Nap-Föld rendszer L2 jelű Lagrange-pontja

környezetébe küldtek. Itt, a Földtől kb. 1,5 millió km távolságban, a Napéval ellenkező irányban a szonda Nap körüli keringési ideje épp akkora, mint a Földé: 1 év.

A WMAP az ősrobbanás maradványsugárzását kutatta, amely a világegyetem 380 ezer éves korába enged visszapiillantani. A táguló és hűlő univerzum ekkor vált átlátszóvá az elektromágneses sugárzás számára. A csillagok és galaxisok csak jóval ezután kezdtek kialakulni. Az űrszonda az eddigieknél nagyobb (0,3°-os) szögfelbontással, szisztematikusan feltérképezte az égboltot öt különböző frekvencián (23, 33, 41, 61 és 94 GHz), hogy a háttérsugárzás apró egyenetlenségeit vizsgálja. A mintázatból következtetni lehet a világegyetemet leíró kozmológiai modell paramétereinek számértékére. A WMAP adatainak segítségével minden korábbinál pontosabban, 1%-os hibahatáron belül sikerült meghatározni például az univerzum korát (13,75 milliárd év). Kiderült, hogy az általunk megszokott anyag mindössze alig több mint 4%-át teszi ki a világegyetemnek, a maradékon egyelőre ismeretlen dolgok, a csak tömegvonzása alapján felismerhető ún. sötét anyag (23%) és a jelenleg megfigyelt gyorsuló tágulásért felelős ún. sötét energia (72%) osztozik.



Bizonyos értelemben az ESA 2009-ben indított, ugyancsak az L2 pont környékén dolgozó Planck-szondája folytatja a megkezdett munkát, a WMAP által átfogottnál tízszer szélesebb frekvenciatartományban. A Planck négy tervezett teljes égboltfelmérése közül egyet már el is végzett. A háttérsugárzás igen finom, mindössze legfeljebb százszázad résznyi egyenetlenségeit az amerikai COBE műholddal (1992) mérték meg először. Ez a felfedezés 2006-ban fizikai Nobel-díjat ért.

2010. október

Elindult a második kínai holdszonda. A *Csang'e-2* (Chang'e-2) október 1-jén startolt Hszi-csangból, Hosszú Menetelés-3C rakétával. Az új űrszondával a második fázisába lépett Kína holdprogramja. Az előző holdszonda, az ugyancsak a holdistennőről elnevezett *Csang'e-1* 2007 októberében indult és 2009-ben a felszínbe csapódva sikeresen befejezte kutatómunkáját a Hold körüli pályán. A következő lépés már a *Csang'e-3* landolása lesz a Holdon (2013-ban). A mostani szonda, amely öt nappal később ért el Földünk kísérőjéig, épp azt kapta egyik legfőbb feladatául, hogy a lehetséges leszállóhelyeket térképezze fel. Az időben még távolabbi negyedik szonda, a *Csang'e-4* már mintát is hozna vissza a Földre.

A 2. számú szonda eredetileg az első *Csang'e-1* tartalékának épült. Most nagyobb teljesítményű hordozórakétával közvetlen pályán, rövidebb idő alatt jutottak el vele a Holdig. Ott a végső magasság, 100 km elérése után végeztek megfigyeléseket, például nagyfelbontású képeket készítettek a felszínről.

Az űreszköz 2011-ben még messzebb „merészkedett”: elérte a Földtől másfél millió kilométerre levő L2 Lagrange-pont környezetét. Ez az olyan egyensúlyi helyek egyike, ahol a Nap–Föld rendszerben egy harmadik tömegpont a két égitesthez képest – a kölcsönös gravitációs vonzóerők hatására – meg tudja tartani pozícióját. Korábban csak az amerikai (NASA) és európai (ESA) űrügynökségek juttattak űreszközöket az L2 pont környezetébe. Most csatlakoztak a „klubhoz” a kínaiak is. A műveletet az tette lehetővé, hogy a *Csang'e-2* a Holdnál elvégzett kutatási feladatait követően is rendelkezett még elegendő mennyiségű hajtóanyaggal. Az űreszköz 2011. június elején távolodott el a Hold körüli pályáról, és augusztus végére ért az L2 pont közelébe. Ott a tervek szerint egy éven át működtetik még,

egyfajta tesztállomásként, gyakorolva a távolabbi világűrbe küldendő majdani kínai űrszondák irányítási módszereit. Két ilyen startra állítólag 2012 végéig sort kerítenek.

Egy vadonatúj Szojuz. Az új orosz űrhajó-generáció első képviselője, a Bajkonurból október 8-án indult Szojuz TMA-01M három főt szállított a Nemzetközi Űrállomásra. A régóta szolgáló orosz Szojuz űrhajóknak ez egy továbbfejlesztett, modernizált digitális számítógépes vezérléssel felszerelt változata, amelyet most próbáltak ki először. A rendszerek egy része már vizsgázott a világűrben, a korábban már repült modernizált Progressz teherűrhajókon. A Földre való visszatéréshez használandó berendezések azonban mutatkoztak be először „élesben”, amikor majd a három űrhajós visszatért az ISS-ről, 2011. március 16-án.

A Szojuz modernizálása új navigációs és vezérlőrendszert, fedélzeti adatfeldolgozó egységet, a repülési elektronika jobb hűtését foglalja magában. Kisebb lett a műszerek teljesítményigénye és az űrhajó össztömege is. Az újítások az űrhajósok számára is jelentősek, megváltozott a számítógépes képernyő és kezelőfelület. Nem csak a fedélzeti számítógépet, de a programot is felújították. Funkcióit azonban úgy alakították ki, hogy emlékeztessenek a régiekre, vagyis az űrhajósok számára biztosítsák a kényelmes átmenetet a régi rendszerről az újra.



Víz és más kincsek a Holdon. Elkészültek a Holdba csapódott amerikai LCROSS szonda adatainak részletes elemzésével. Ha valaha űrhajósok mennének az égitest déli sarkvidékére, ásót is érdemes lesz magukkal vinniük.

A NASA LCROSS (*Lunar Crater Observation and Sensing Satellite*) nevű űreszköze 2009. október 9-én csapódott be a Hold felszínébe. Csupán négy perccel előtte egy üres Centaur rakétafokozat is ugyanezt tette, a déli pólus közelében fekvő, állandó árnyékban levő Cabeus-kráter területén. Az ütközés nyomán felszálló porfelhő színképének elemzésével a kutatók elsősorban azt szerették volna megtudni, hogy mennyi vízmolekula lehet ott a talaj felső rétegébe fagyva.

Amit találtak, az biztatónak tűnik a Hold későbbi kutatói számára – legyenek azok akár emberek, akár automata űreszközök. A vízmolekulák esetében mintegy másfélszer akkora mennyiséget mutattak ki, mint amire előzetesen számítottak. Úgy tűnik, hogy nem csak az árnyékos, de az időnként napsütésnek kitett holdfelszín alatt is előfordul víz. Bár a víz létezésére vonatkozó előzetes eredményeket már tavaly is közöltek, a tudományos igényű adatfeldolgozás finomított a képen. A kicsapódó törmelékfelhőben a vízmolekulák átlagos koncentrációja $5,6\% \pm 2,9\%$ volt. Érdekesség, hogy a víz jelentős része kis, tiszta jégkristályok formájában fordul elő, ami elvileg, valamikor a messzi jövőben, megkönnyítheti helyszíni kitermelését és hasznosítását. (Összehasonlítául: egyes foltokban a holdi talaj víztartalma kétszer nagyobb, mint a Földön a Szaharában.)

Ezen kívül más meglepetésekkel is szolgáltak a mérések: a higany és az ezüst színképvonalait fedezték fel a holdi porfelhőben. Emellett nyomokban például fagyott széndioxidra, szén-monoxidra, molekuláris hidrogénre, ammóniára, metánra, kalciumra, magnéziumra is leltek. Az LCROSS mellett a Hold körül keringő amerikai űrszonda, a *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO) is végzett méréseket a törmelékfelhőről. (A két űreszköz együtt startolt a Földről, 2009 júniusában.)

Régi műhold új pályán. Az ESA nagyméretű (8 tonnás), 2002-ben indult földmegfigyelő mesterséges holdja, az Envisat „közelebb költözött” a Földhöz. Összetett feladatait tíz különböző fedélzeti műszer látja el. Ezek folyamatosan a Föld légköréről, szárazföldjeiről, tengereiről és jégtakarójáról gyűjtenek adatokat, többféle elektromágneses hullámhosszon. Az alacsonyabb pályát úgy tervezték, hogy ezután kevesebbet használjanak el manőverezésre a megmaradt hajtóanyagból, így akár 3 évvel meghosszabbodhat az űreszköz hasznos élettartama. Ennek az az ára, hogy a pályahajlás változásainak fokozatos korrigálását nem végzik tovább. Az eredeti terv 5 éves élettartam volt, a legutóbbi hosszabbítás 2010 végéig szólt. Mivel a berendezések műszaki állapota jó, az ESA tagállamai a 2013-ig történő folytatás finanszírozása mellett döntöttek.

A pályamagasság csökkentése kb. 800 km-ről 783 km-re október 22-én kezdődött. A fedélzeti műszereket október 27-én kezdték visszakapcsolni. November és december folyamán újraellenőrizték a kapott adatok minőségét, hogy utána a lehető leghamarabb zavartalanul folytatódjon a több éve tartó adatgyűjtés. Az Envisat méréseit világszerte tudományos kutatók ezrei használják.

De mi történik vele 2013 után? A majdan irányíthatatlanná váló Envisat problémájára egy januári incidens irányította a figyelmet. Ekkor a Föld körül keringő nagyobb objektumokat folyamatosan követő amerikai űrfelderítő rendszer riasztotta az ESA illetékeseit, hogy egy másfél tonnás, elhasznált kínai rakétafokozat az Envisathoz veszélyesen közel halad majd el. A darmstadti földi irányítók elővigyázatosságból pályamódosító manővert végeztek, amivel az ütközést elkerülték. (Az utólagos elemzés szerint a manőver nélkül az valóban be is következett volna.) Most még megtehetnék, hiszen az Envisat egy működő műhold, de nyugdíjazása után már nem lesz ilyesmire lehetőség.

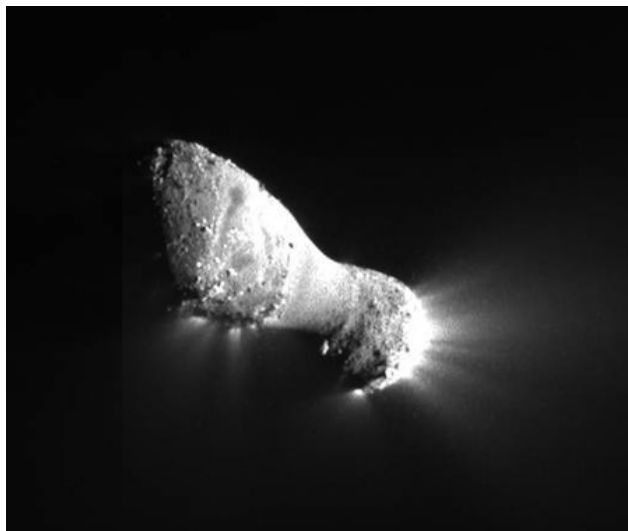
Ha valóban bekövetkezett volna az ütközés, akkor hatására tízszer több törmelék keletkezett volna, mint az emlékezetes 2009-es esemény során, amikor egy használaton kívüli orosz műhold és egy működő amerikai Iridium hold ütközött össze. Mindez pedig ismét a leginkább használt alacsony Föld körüli pályák környezetében történt volna. Az Envisat a számítások szerint még 150 évig tartózkodik majd a Föld körül, mire belép a légkörbe. Az űreszköz tömege önmagában is elegendő ahhoz, hogy a veszélylista élmezőnyébe kerüljön. A tömegén túl a műhold kiterjedése (26 m × 10 m × 5 m) és a számos tudományos berendezése által használt „kilógó” antennák is előnytelenek, hiszen akár egy kisebb űrszemétdarabbal való találkozás esetén is megkezdődhet a széttöredezése. Az elemzések szerint 150 év alatt jelentős, 15–30%-os esélye lehet annak, hogy az Envisat összeütközik valamivel.

Praktikus gyártási és pénzügyi okokból az Envisat a nála jóval kisebb (feleakkora) francia Spot-4 távérzékelő műholdon is alkalmazott hajtóanyagtartállyal épült. Így a pálya módosítása, a magasság jelentős csökkentése a hasznos élettartam végén nem lehetséges. (Ebben az esetben a műholdat már néhány hónappal a felbocsátása után a légkörbe kellett volna irányítani, azóta azonban már nincs ehhez elegendő hajtóanyag a fedélzeten.) Az Envisat tervezése idején még nem voltak érvényben olyan szigorú szabályok a használatból kivont műholdak „eltüntetésére”, mint manapság.

2010. november

Újabb sikeres üstökösrandevű. A NASA *Deep Impact* űrszondája az EPOXI program keretében 700 km-re repült el a Hartley-2 üstökös magja mellett. A szondának ez a második üstököse, az elsőbe, a Tempel-1-be 2005-ben egy becsapódó egységet is eljuttatott. A mostani megközelítés ennél kevésbé drámai volt, az űrszonda ezúttal a passzív szemlélő feladatát látta el. Az aktív, pályájának napközeli pontját nemrég elhagyó Hartley-2 üstökös legnagyobb megközelítése november 4-én történt.

A megközelítésről az első képek fél órával a randevú után kezdtek érkezni a földi irányítókhoz. Ez volt az ötödik alkalom, hogy űreszközökkel közeli vizsgáltak üstökös-magokat. Mind közül a Hartley-2 volt eddig a legkisebb méretű, s egyben a legaktívabb is. A felvételen a Hartley-2 üstökös kettős szerkezetű, kb. másfél-két km hosszú magja látszik közelről. Jól kivehetők az üstökös-mag felszínének aktív részéről kilövellő anyagsugarak. (Kép: NASA / JPL-Caltech / UMD)



2010. december

Az első Dragon. Kétszázegy percre tartott az első amerikai magánűrhajó útja a starttól a Csendes-óceánba érkezésig. A SpaceX vállalat Falcon-9 rakétája december 8-án indult a floridai Cape Canaveralról, és két Föld körüli keringés megtétele után ejtőernyős fékezéssel érkezett vissza. A Dragon űrhajó első teszt példánya a NASA COTS (*Commercial Orbital Transportation Services*) programja keretében repült. Az amerikai űrhivatal célja, hogy magánvállalatok által fejlesztett új amerikai űrhajókkal lássa el a közeljövőben a Nemzetközi Űrállomást. E vállalatok egyike a SpaceX, amely a Dragon űrhajóval és a Falcon-9 hordozórakétával vesz részt a programban.



A Dragon-1 a felszín felett kb. 300 km magasan kerülte meg a Földet, miközben manővereket végeztek vele, kipróbálták fedélzeti kommunikációs rendszerét. Az űrhajón természetesen ember nem repült. Az első emberes próbáig még számos személyzet nélküli úton kell teljesítenie a Dragonnak. Az űreszköz a Csendes-óceánban, a közép-amerikai partoktól kb. 800 km-re tért vissza. Az űrtörténelmi jelentőségű próbaút során mutatott teljesítménye tökéletes volt.

Feltámad a „zombiműhold”. A 2010 áprilisa óta irányítatlanul sodródó, de az útba ejtett környékbeli geostacionárius műholdakat leállíthatatlan adásával zavaró Galaxy-15 fölött december végére visszaszereztek az ellenőrzést a földi irányítók. Az Intelsat 2005 októberében felbocsátott, közel 1,9 tonna tömegű geostacionárius távközlési műholdjának újraélesztése a legjobb úton halad.

Minden bizonnyal egy elektrosztatikus feltöltődést követő kisülés okozta a fedélzeti számítógép hibáját. Nem csak a kijelölt pálya tartására szolgáló manővereket nem tudták végrehajtani, de a műhold adatsugárzását sem voltak képesek leállítani. (Vagyis a Galaxy-15 automatikusan vehette és felerősítve újrásugározhatta a más hasonló, közeli irányban levő távközlési műholdakra a Föld felől továbbítani szándékozott jeleket.) Az űreszköz sodródni kezdett az Egyenlítő fölött 36 ezer km magasságban húzódó geostacionárius pálya övezetében, sorban útjába ejtve mind az Intelsat, mind más konkurens üzemeltetők

műholdjainak környezetét. Bár a fizikai összeütközésektől nem kellett tartani, a többi hold adásának zavarása ellen különféle óvintézkedéseket voltak kénytelenek tenni.

A hosszan tartó „dráma” végét az jelentette, hogy a Galaxy-15 napelemei fokozatosan elfordultak a Nap irányától, a fedélzeti akkumulátor ezért végre lemerült. Az irányítók csak ezt várták, mert ilyen esetre az űreszköz úgy van programozva, hogy biztonsági üzemmódba helyezze magát. Ez után a kényszerű újraindítás után ismét sikerült parancsokat küldeni a műholdra, amelyeket az végre is hajtott. Így vége szakadt a Galaxy-15 ámokfutásának, ezen túl nem zavarhatja más műsorszóró műholdak adásait.

2011. január

Románia az ESA 19. tagállama. Térségünkben Csehország után egy másik állam is megelőzött bennünket az Európai Űrügynökséghez (ESA) való csatlakozásban. A Román Köztársaság január 20-án egy újabb jelentős, az utolsó előtti lépést tette a teljes jogú ESA-tagsága felé. A csatlakozási dokumentumokat a bukaresti külügyminisztériumban látta el kézjeggyel Jean-Jacques Dordain, az ESA főigazgatója és Marius-Ioan Piso, a Román Űrügynökség (ROSA) elnök-vezérigazgatója. A még hátralevő utolsó lépés a parlamenti ratifikációs eljárás lefolytatása volt Bukarestben, ami az év végéig megtörtént.

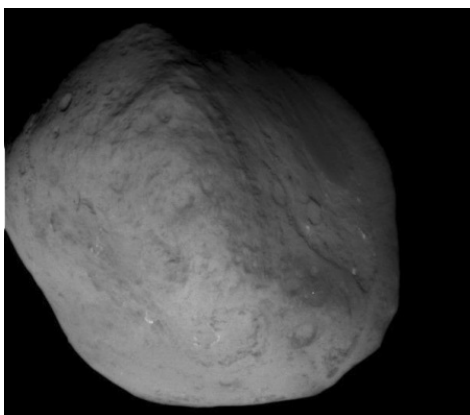
Románia űrtevékenysége közel 40 éves múltra tekint vissza. Eddig 30-nál több tudományos és technológiai űrkísérletben vettek részt. Az 1970-es és 80-as években az ország is aktív résztvevője volt az Interkozmosz programnak. 1992-ben Románia a volt szocialista államok közül az elsők között írt alá együttműködési megállapodást az Európai Űrügynökséggel a világűr békés célú kutatásáról. 2006-ban váltak az ESA társult tagjává. Románia az ESA űreszközei közül többek között a Cluster, a Herschel, a Planck, a SOHO és a Gaia programjában vállalt részt. Eredményeket értek el a földmegfigyelésben és a súlytalanságban végzett kísérletek terén is.

Úton a második japán teherűrhajó. A Nemzetközi Űrállomásra (ISS) szánt ellátmánnyal január 22-én startolt a Kounotori-2. A száraznak tűnő HTV (*H-2 Transfer Vehicle*) jelölés helyett az űrhajósorozat elnevezésére a második repülés előtt nyilvános pályázatot írtak ki, amin a Kounotori (magyar helyesírás szerinti fonetikus átírással Kónotori, jelentése fehér golya) javaslat nyert. Az ISS felé tartó, ott január 28-án dokkoló űreszköz hivatalos neve tehát Kounotori-2 lett, amelyben a kettes szám arra utal, hogy a japán teherűrhajók sorozatában ez a második. (A HTV-1 még 2009 szeptemberében repült.)

A HTV teherűrhajók maximum 6 tonna tömegű ellátmányt (élelmiszer, vizet, felszerelést, kísérleti eszközöket) tudnak alacsony Föld körüli pályára, az ISS magasságába (a felszín fölött kb. 400 km-re) szállítani. Feladatuk elvégzése után leválnak az űrállomásról és a beléjük pakolt hulladékkal együtt elégnak a Föld sűrű légkörében. A HTV-k kapcsolódásához az ISS robotkarjának segítségét veszik igénybe. Az űrállomás közelébe manőverező HTV-t megragadják, és így helyezik el a kijelölt dokkolónyílásnál. A HTV különlegessége más (orosz, európai) teherűrhajókkal összehasonlítva, hogy rakterének egy részét (*Pressurized Logistics Carrier*, PLC) úgy alakították ki, hogy nyomás alatt legyen. Így 2011, a Shuttle-korszak befejezése után csak a japán teherűrhajókkal lesznek képesek ilyen jellegű teherszállításokat végrehajtani az ISS-re.

2011. február

Második pillantás a Tempel-1-re. A NASA *Stardust-NEXT* szondája február 15-én kb. 200 km távolságban repült el az üstökös magja mellett, amit 2005-ben a *Deep Impact* nem csak megfigyelt, de meg is „lőtt”.



Mivel az azóta már egy újabb Nap körüli keringési periódusán túl levő, a Nap közelébe visszaérkezett 9P/Tempel-1 nevű üstökös magjának forgása nem pontosan ismert, a megközelítés előtt bizonytalan volt, hogy Deep Impact becsapódó egysége által több mint öt évvel ezelőtt ütött kráter egyáltalán látható lesz-e most. Mindenesetre most fordult elő először az űrkutatás történetében, hogy egy periodikus üstököst két egymást követő napközelsége környékén űrszondával közelebbről megfigyeljenek. A kutatók remélték, hogy újabb részleteket tudnak feltérképezni a kb. 6 km átmérőjű üstökösmagon, és változó-

sokat is felfedezhetnek majd – akár a 2005. júliusi mesterséges krátert, akár természetes folyamatok nyomait.

A Stardust még 1999 februárjában indult. Elsődleges feladata volt, hogy a 81P/Wild-2 üstökös közelében (a kómájában, a magtól mintegy 500 km-re) elrepülve anyagmintát gyűjtson. Ez sikerült is (2004-ben), s a kapszula végül visszajutott a Földre (2006-ban). A mostani második, Stardust-NExT (*New Exploration of Tempel 1*) küldetés után már igazán nincs tovább: a manőverező hajtóművek üzemanyaga hamarosan teljesen kifogy.

A NASA szakemberei a képeken megtalálták a 2005-ben a Deep Impact által az üstökösmagon ütött sebet. Az első eredmények azt mutatták, hogy a mesterséges eredetű, sekély kráter átmérője kb. 150 m. Sikerült azonosítani a kidobódó, majd az üstökösmagra visszahulló anyag nyomait is. További változás a felszínen, hogy az elmúlt 5-6 év során az erózió becsült mértéke 20–30 méter. A Tempel-1 magjának anyaga a becsapódás helyén meglehetősen laza volt.

Elindult a második európai teherűrhajó. Az ATV-2 (Johannes Kepler) nagy adag ellátmányt és üzemanyagot vitt a Nemzetközi Űrállomáshoz. A startra Ariane-5 rakétával Francia Guyanából, a Kourou űrközpontból került sor, február 16-án. Az ember nélküli, emeletes busznyí méretű űrjármű rakománya 2,7 t műszer, alkatrész, élelem és egyéb ellátmány. Emellett 100 kg oxigén, valamint az ISS Zvezda moduljába szánt 850 kg rakéta-hajtóanyag is található a fedélzeten. Maga az ATV-2 bő 6,5 t saját üzemanyaggal is rendelkezett, amit egyrészt az űrállomás megközelítése során, de főleg később, a csatlakozás után, az ISS pályájának megemelésére használtak fel. A 2008-ban az űrállomáshoz eljuttatott első ATV (Jules Verne) teherűrhajóval ellentétben – amely akkor az ISS-hez tartó útján több demonstrációs manővert is végrehajtott – a Johannes Kepler a „legrövidebb úton” jutott el céljához. Nyolc napon át keringett a Föld körül, miközben fokozatosan egyre közelebb került az ISS-hez.

A teherűrhajó június végéig állomásozott az ISS-nél. Utána az atmoszférába irányították. A meg nem semmisült darabjai egy lakatlan vidéken, a Csendes-óceán fölött zuhantak le.

Nincs többé WISE. A NASA február 17-én megszakította infravörös égtérképező műholdjának programját, miután a további hosszabbításra már nem jutott pénz. A négyféle infravörös hullámsávban működő WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*) több mint egy évet töltött az égbolt feltérképezésével. Élettartamát eleve korlátozta, hogy az érzékeny megfigyelések érdekében detektorait igen alacsony hőmérsékletre kellett hűteni. A hűtőközeg mennyisége azonban korlátozott volt, s 2010 szeptemberében ki is fogyott. Utána még egy ideig folytatni tudták a munkát a rövidebb (3,4 és 4,6 μm -es) hullámhosszakon, amíg a NASA erre a célra megítélt pénze el nem fogyott.

A WISE most hibernált állapotba került. Az űrtávcső műszaki állapota jó, elvileg alkalmas lehet arra, hogy a későbbiekben valamikor újra „felélesszék” és további méréseket végezzenek vele, legalábbis a két, hűtés nélkül is használható sávban. Az űreszköz 2009. december 14-én startolt, eredetileg 10 hónapos küldetésre. A Naprendszer halvány kisbolygói és üstökösei mellett a 320 millió dolláros műhold a Tejútrendszer barna törpecsillagait, a csillagközi port és gázt, valamint az infravörösben sugárzó távoli galaxisokat is megfigyelt. Végül másfélszer sikerült végigpásztázni a teljes égboltot, közel 2 millió egyedi felvételt készítve. A találatok között 19 eddig ismeretlen üstökös, 33 500-nál is több új kisbolygó (köztük 120 a Földhöz közeli pályán keringő) szerepelt.

STS-133: a Discovery utolsó űrutazása. Az STS-133 tavaly november eleje óta húzódó startjára február 24-én került sor. A legidősebb, még szolgálatban álló űrsikló 39., utolsó alkalommal indult az alacsony Föld körüli pályára. Fedélzetén hattagú legénység tartózkodott. A küldetés fő célja a *Leonardo* állandó logisztikai modul feljuttatása volt a Nemzetközi Űrállomáshoz. Az űrutazás során az ISS-nél két űrsétát is végrehajtottak. Külön kiemelésre érdemes rakomány volt a Robonaut-2 emberszerű robot, amilyen most először kerül az űrállomásra. A Discovery március 9-én szállt le floridai Kennedy Űrközpont kifutópályáján.

A GLONASSZ műholdak új generációja. Február 26-án Pleszeckből, Szozuz rakétával állították pályára az orosz navigációs műholdrendszer új, K jelű sorozatának első képviselőjét. Most először fordult elő, hogy nem a kazahsztáni Bajkonurból indult egy GLONASSZ műhold, s nem is Proton rakétával, hanem Szozuzzal. Természetesen nem csak a pályára állítás körülményei jelentik az újdonságot a GLONASSZ-K sorozattal kapcsolatban. A legújabb műhold-generáció tagjainak az eddigieknél kisebb lesz a tömege (1450 kg helyett 750 kg). Újfajta jeleket is sugároznak majd, várható élettartamuk pedig 10 évre nő. A jelentős tömegcsökkentést az tette lehetővé, hogy ez az első olyan GLONASSZ műhold, amelynek minden alkatrésze vákuumban is képes üzemelni, vagyis nem szükséges egyes részeit nyomás alatt tartani. Az eddigi 2 helyett 5 navigációs jelet sugároz majd a felhasználóinak.

A jelek szerkezetében végrehajtott változás jelentős lépés a világ globális helymeghatározó rendszereit együttesen használni kívánó alkalmazók (illetve a vevőberendezések gyártói) számára. A GLONASSZ ugyanis eddig úgy működött, hogy a különböző műholdjai kicsit eltérő frekvenciákon sugározták ugyanazokat a moduláló kódokat. Az amerikai GPS, és a készülő európai Galileo is, más módon segít azonosítani, hogy melyik műholdjáról származik a jel: a vivőfrekvencia megegyezik, a kódolás eltérő. Most, a K műholdsorozattól kezdve a GLONASSZ eddigi két sávjában megjelenik a többi navigációs műholdrendszeréhez hasonló kódosztásos elven előállított jel is (1176,45 MHz és 1575,42 MHz frekvenciáknál), miközben természetesen a régi fajta is megmarad, a folytonosság érdekében. Emellett a régi típusú, frekvenciaosztásos sugárzást egy új, L3 jelű sávra (1197,648–1212,255 MHz) is kiterjesztik.

Az előző, M sorozat darabjait 7 évre tervezték. 2010 decemberében ezek közül járt szerencsétlenül egyszerre három is, amikor a Proton rakéta végfokozatának hibájából nem tudtak a pályára álláshoz elegendő nagyságú sebességre szert tenni, s a Csendes-óceánban végezték. Így egy kicsit késik a még a szovjet időkben elkezdett, az utóbbi években új erőre kapott orosz navigációs műholdrendszer teljes, globálisan elérhető, egyszerre 24 működő űreszközt feltételező kiépítése, de 2011 végére ez is megtörténik. A jövőben az új, kisebb tömegű GLONASSZ-K holdakat akár kettesével Pleszeckből (Szozuz-2-1a rakétákkal, Fregat végfokozattal), akár hatosával Bajkonurból (Proton-K rakétákkal, Briz-M végfokozattal) is pályára állíthatják.

2011. március

A Glory műhold is elveszett. Kaliforniából március 4-én elindult a NASA új klímakutató mesterséges holdja, de úgy járt, mint 2009-ben ugyanilyen Taurus-XL rakétával egy másik, az OCO (*Orbiting Carbon Observatory*): a rakéta orrkúpja nem vált le, a műhold nem tudta elérni a pályára álláshoz szükséges sebességet. Az 528 kg tömegű Glory műholdat 705 km magas poláris pályára szánták, ahonnan a légkörben lebegő apró részecskéket (aeroszokat) vizsgálta, a Nap sugárzási energiájának és a földi klímának az összefüggését tanulmányozta volna. A kutatók meghiúsuló reményei szerint a mérések nyomán többet tudhattunk volna meg a klímát alakító természetes és ember által előidézett hatásokról. A Glory-t az *A-Train* nevű műholdkötélhez szerették volna felbocsátani, amelynek tagjai azonos alakú pályán, rövid időközökkel követik egymást, ugyanazon felszíni területek fölött elhaladva. (Az A-Train tagjai például az Aqua, a CALIPSO és a CloudSat.)

MESSSENGER: Merkúr, végállomás.

Mintegy 7,9 milliárd kilométernyi megtett út után, március 18-án pályára állt a Merkúr körül a NASA MESSENGER (*MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry, and Ranging*) szondája, amely bő hat és fél évvel ezelőtt, 2004 augusztusában indult hosszú útjára. Bonyolult, a Föld (1-szer), a Vénusz (2-szer) és a Merkúr (3-szor) mellett is elvezető, hintamanőverekkel nehezített repülése mostani szakaszára sikerült elérnie, hogy elegendően kicsi legyen a sebessége a bolygóéhoz képest. Így a fedélzeti hajtóművek közel negyed órán át tartó működtetésével le tudott lassítani annyira, hogy most már a Merkúr körüli pályán maradhasson.



Bár a MESSENGER „vándorlása” során már háromszor elrepült a legbelső bolygó mellett, és rengeteg értékes megfigyelést végzett, az igazi tudományos program csak most kezdődik. Ezek lesznek az űrtörténelemben az első olyan mérések, amelyeket a Merkúr körüli pályáról hajt végre egy űreszköz. A hét különböző fedélzeti műszer az elkövetkező egy év során a felszínt térképezi, a bolygó összetételét és vékony légkörét vizsgálja majd. (A sikeres programot később, novemberben még egy évvel meghosszabbították.) Többek között arra keresik a választ, hogy létezik-e vízjég az állandóan árnyékos sarkvidéki kráterbelsőben. Miért nagyobb a Merkúr átlagsűrűsége, mint a Naprendszer többi kőzetbolygójáé? Milyen események történtek a bolygó geológiai fejlődése során? Milyen lehet a Merkúr magja, mágneses tere? Végül soron magának a Naprendszernek a keletkezéséről is többet tudhatunk majd, ha véget ér a MESSENGER küldetése.

2011. április

Vége egy sikeres start Indiából. Április 20-án a kisebb PSLV (*Polar Satellite Launch Vehicle*) rakéta indult, és nem a tavaly kétszer is szerencsétlenül járt GSLV. Ez volt az alacsony poláris pályára szánt műholdak feljuttatására használt rakéta 17. sikeres indítása egymás után. Az irányító központban dolgozó szakemberek mégis a szokásosnál is nagyobb ovációval fogadták a jó hírt. Tavaly az indiai űrkutatás igen rossz évet zárt, hiszen a geosta-

cionárius műholdak indítására alkalmas GSLV rakéta – különböző okokból – két alkalommal is sikertelen volt.

A PSLV rakéta „hátán” most három üreszköz jutott 820 km magas, poláris napszinkron pályára. A fő teher a Resourcesat-2, amely egy 2003 óta működő társának lecserélésére szolgál. A távérzékelő műholdat többek közt a természeti katasztrófák következményeinek elhárításához, a mezőgazdasági termelés, a felszínborítottság, a talajminőség, a vízkészletek monitorozásához, a városi és vidéki infrastruktúra fejlesztéséhez hasznosítják majd. A felvételek nemzetbiztonsági célú alkalmazása is lehetséges. A három, a látható és az infravörös fény tartományában érzékeny kamera a legjobb esetben 5,8 m-es felszíni felbontású képek készítésére alkalmas. Ezek a már „nyugdijérett” Resourcesat-1 berendezésének továbbfejlesztett változatai. A másik két kisebb (90–100 kg tömegű) műhold közül a YouthSat egy közös indiai-orosz egyetemi projekt keretében készült, a felsőlégkört és a Napból érkező részecskesugárzást vizsgálja. Az X-SAT pedig az első szingapúri műhold, amely több sávban érzékeny kamerát visz magával, amivel az űrtávérzékelés és a képfeldolgozási eljárások terén végeznek kutatásokat.

2011. május

STS-134: Endeavour, utoljára. Legutolsó alkalommal emelkedett fel a floridai Kennedy Űrközpont 39A indítóállásáról az Endeavour űrrepülőgép. A Space Shuttle program utolsó előtti küldetése a kétmilliárd dolláros Alfa Mágneses Spektrométert (egy részecskefizikai kutatóeszközt), valamint egy tartalék alkatrészeket hordozó külső tárolóplatformot szállított a Nemzetközi Űrállomásra. A flotta legfiatalabb, a Challenger pótlására épült tagja, az Endeavour űrsikló 1992. május 7-én indult először, most pedig huszonötödik alkalommal. Az STS-134 hatfős legénysége június 1-jén tért vissza a Földre.

Eközben visszatért az ISS-ről az orosz Sojuz TMA-20 űrhajó is. Méghozzá nem is akárhogyan: előtte eddig még soha nem alkalmazott nézőpontból készített fényképeket a Nemzetközi Űrállomás és egy amerikai űrrepülőgép – jelen esetben az Endeavour – összekapcsolt állapotáról. A május 23-án Paolo Nespoli olasz űrhajós által készített felvételek űrtörténelmi jelentőségűek, hiszen az űrrepülőgép-flottát hamarosan kivonják a forgalomból.



Spirit: hivatalosan is vége. A NASA szakemberei május 25-én próbálkoztak utoljára olyan rádióüzeneteket küldeni a Mars felszínén levő Spirit felé, amire választ vártak az automata üreszköztől. Ezentúl a még mindig jól működő Opportunity rover programjára összpontosítanak. A már korábban „csapdába esett” marsjáró utoljára 2010. március végén kommunikált az irányítókkal. Az elmúlt 10 hónap során, a marsi tél elmúltával abban reménykedtek, hogy a napsütés hatására a napelemek még termelnek annyi elektromos energiát, ami elegendő lehet a műszerek újraindulásához. A téli hideg miatt, fűtés híján azonban több mint valószínű, hogy az üreszköz fedélzeti berendezései, elektronikus alkatrészei tönkrementek. Korábban, a Spirit Marson működéssel töltött hat éve alatt sosem kellett kibírnia ilyen alacsony hőmérsékletet (a becslések szerint -55°C -ot, vagy akár még hidegebbet). A Spirit 2004. január 3-án landolt a vörös bolygón, eredetileg 3 hónapra tervezett működésre.

2011. június

Aquarius. A nemzetközi összefogással készült argentin SAC-D (*Satélite de Aplicaciones Científicas*) földmegfigyelő műhold június 10-én indult Delta-2 rakétával, a kaliforniai Vandenberg Légitámaszpontból. Fő tudományos műszere, az Aquarius a NASA első olyan eszköze lesz, amellyel a világűrből a földi óceánok felszíni vizeiben oldott a só koncentrációját tudják meghatározni. (Hasonló méréseket végez az ESA SMOS műholdja is.) Ez egy kulcsfontosságú változó, amely az óceáni áramlatoknak, a víz körforgásának, a klímaváltozásnak a megértéséhez, modellezéséhez fontos. Az amerikai építésű Aquarius mellett még hét fedélzeti műszer kapott helyet a műholdon, hogy egyebek mellett a levegő minőségét, a földfelszín tanulmányozzák velük, vagy a természeti katasztrófák és járványok megelőzéséhez használják fel méréseiket.

A mikrohullámú sugármérés elvén működő, a 657 km magasan keringő műholdon elhelyezett Aquarius hetente feltérképezi majd a teljes világóceánt. Tervezett működési élettartama legalább 3 év. Havi átlagolású sókoncentráció-térképeinek felbontása 150 km lesz. A rendszeresen ismétlődő időszakokban elkészített globális térképek segítségével a sótartalomnak mind a térbeli, mind az időbeli változását követni tudják a kutatók.

A második műhold Iránból. Irán június 15-én elindította második saját készítésű műholdját, amely iráni rakétával állt Föld körüli pályára. A Safir-2 rakétával startolt üreszköz neve Rasad-1 (magyarul: megfigyelés). A 260 km magas pályán keringő üreszköz célja állítólag békés, a földfelszín megfigyelése. Mivel a majdani ürfelvételek felbontása az értesülések szerint kb. 150 m-es lesz, a műhold programjában komoly katonai célú távérzékelési alkalmazások nem nagyon szerepelhetnek. Ugyanakkor a működőképes hordozórakéta elvben fegyverek célba juttatására is képes lehet, ami nyugaton aggodalomra ad okot.

Az első saját indítású és készítésű iráni műhold, az Omid két évvel ezelőtt, 2009 februárjában állt pályára. A második, a Rasad-1 mindössze 15,3 kg tömegű. Az iráni űrprogrammal kapcsolatban nem túl sok és megbízható hír érkezik. Idén márciusban állítólag egy olyan kapszulával kísérleteztek, amely akár egy majom űrbe juttatására is alkalmas. Annak a rakétának a tetején valószínűleg nem volt élőlény, de korábban, 2010 februárjában egyebek mellett egy patkány és két teknős már végzett „űrugrást” egy Kavoshgar-3 rakéta segítségével. Az iráni tervekben 2020-ig nem kevesebb, mint egy ember Föld körüli pályára juttatása szerepel, 2025-ig pedig egy űrhajós küldése a Holdra. Addig azonban még sok fejlődési lépcsőfok volna hátra...

2011. július

Nyugdíjazták az ERS-2-t. Az ESA 1995-ben indított nagy sikerű földmegfigyelő műholdja befejezte működését. Most alacsonyabb pályára állították, hogy ne legyen útban és hamarabb megsemmisüljön a légkörben. Az ERS-2 (*European Remote Sensing satellite-2*) eredetileg 800 km magas pályáját egy július 6-án kezdődött, több hétig tartó manőversorozattal 550 km-esre csökkentették. Erre azért van szükség, hogy ne váljon belőle veszélyes űrszemét a már amúgy is zsúfolt régióban, ahonnan az elmúlt 16 évben a megfigyeléseit végezte. A mostani manőverekkel el szeretnék kerülni, hogy a négy évvel előtte indult ikertestvére, a 2000-ben váratlanul tönkrement ERS-1 sorsára jusson, és irányíthatatlanná váljon. 85 ezer Föld körüli keringéssel a háta mögött az ERS-2 már valóban kiöregedett, jócskán túlélve eredetileg tervezett élettartamát. Az új pályamagasságról kb. 25 év alatt jut le a sűrűbb légkörbe, ahol megsemmisül majd.

Az ERS-1 és -2 a maga idejében a legfejlettebb földmegfigyelő műholdak közé tartozott, és az Európai Űrügynökséget vezető pozícióba helyezte ezen a kutatási területen. A gyűjtött adatok jelentősen hozzájárultak a légkörről, a szárazföldről, az óceánokról és a sarkvidéki jégtakaróról szerzett ismereteinkhez. Ugyanakkor a műholdakon kipróbált új technológiai megoldásokat azóta más űreszközökön is sikerrel alkalmazzák. A műholdpáros felszereltsége lényegében azonos volt, az ERS-2-n repült még egy plusz berendezés a légköri ózonkoncentráció mérésére. A két műhold így együttesen 20 éves folyamatos adatsort produkált.

STS-135: úton az Atlantis az utolsó űrrepülőgépes küldetésre. 2011. július 8-án a floridai óceánpart utoljára volt tanúja az emberiség első többször felhasználható űrhajója felemelkedésének. Az STS-135 küldetés fő feladata a Nemzetközi Űrállomás ellátása utánpótlással, a Raffaello többcélú szállítómodul (*Multi-Purpose Logistics Module*, MPLM) beszállításában. A négy gyakorlott űrhajósból álló személyzet a legkisebb 1983, azt STS-6 repülése óta. Az ok, hogy egy esetleges meghibásodás esetén már nem tudnának mentesítő űrrepülőgépet küldeni az űrállomáson rekedt utasokért, így orosz Szozuz űrhajókkal kellene szép lassanként visszatérniük a Földre.

Sikerrel teljesített feladata végeztével az Atlantis július 21-én tért vissza a Földre.

A forgalomból kivont űrrepülőgépeket az Egyesült Államok különböző városaiban, múzeumokban helyezik el.





RadioAstron. Három évtizeden át tartó előkészületek után sikeresen elindult az orosz rádiócsillagászati műhold, amelynek 10 m-es rádiótávcsöve hatalmas földi rádióteleszkópokkal együtt nagy felbontású interferometrikus méréseket végez majd. A RadioAstron (más nevén Szpektr-R) július 18-án startolt Bajkonurból, Zenyit-3F hordozórakétával.

A műholdpálya földtávolsági pontja közel 340 ezer km. Az elnyúlt ellipszis nagytengelyének iránya a Hold tömegvonzásának hatására a program 5 évre tervezésének hatására a program 5 évre terve-

zett élettartama alatt lényegesen elfordul majd. Húsz éve ez a legnagyobb űrteleszkóp, amely orosz vezetéssel épült.

A start után nem sokkal a műhold napelemtáblái rendben kinyíltak. A 10 m átmérőjű, 27 szegmensből álló antenna kibontására később került sor. Ez a kényes, 2 órán át tartó művelet alapvető fontosságú volt a program majdani sikere szempontjából. A műhold földi rádiótávcsövekkel egy hálózatot alkotva, nagy felbontással vizsgálja majd a kompakt rádió sugárzó égitesteket, elsősorban távoli, aktív galaxismagokat, illetve a saját galaxisunkban található pulzárokat (gyorsan forgó, periodikus rádiójeleket adó neutroncsillagokat). Ez az űr-VLBI technika. A legnagyobb megfigyelési frekvencián (22 GHz) akár 7 milliomod ívmásodperc is lehet az interferométer-rendszer szögfelbontása.

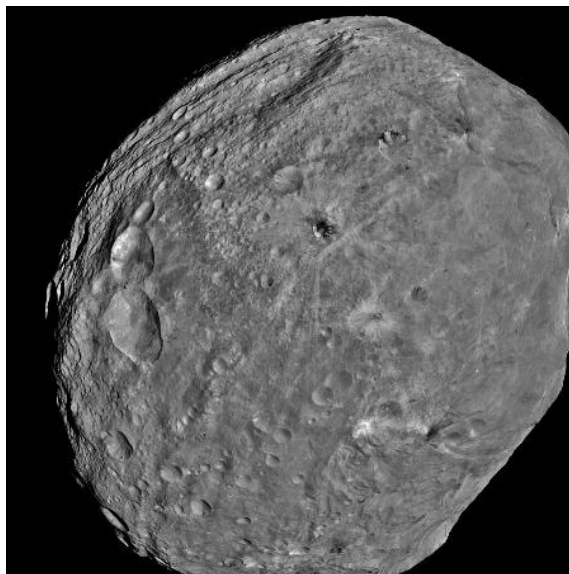
A még az 1980-as évek elején indult projektben korábban magyarországi kutatók is részt vettek (Földmérési és Távérzékelési Intézet, Kozmikus Geodéziai Observatórium). A fedélzeti berendezések tesztjei sikeresek voltak, az első interferométeres méréseket 2011 végéig már el is végezték. A tudományos célú megfigyelések sorozata 2012 elején indul.

Közelről is bemutatkozik a Vesta. A NASA nyilvánosságra hozta a Dawn űrszonda első részletes felvételeit, amelyeket a Vesta kisbolygó körüli pályáról készítettek. A négy évvel ezelőtt indult, ionhajtóművel mozgó amerikai szonda július közepén állt pályára a fő kisbolygóövben található második legnagyobb égitest, a Vesta körül. Egy évig kering majd az 1807-ben felfedezett kisbolygó körül, majd újra útnak indul, hogy két és fél évig tartó repülés után meglátogassa a még nagyobb méretű Ceres törpebolygót is. A projekt hivatalosan 2015 júliusáig tart majd.

Az első közeli fényképeken egy erősen tagolt felszín bontakozik ki. Óriási párhuzamos árokból álló rendszer választja el a kráterekkel sűrűn szabdalt északi féltekét a délitől. Ez utóbbin a felszín simább, a terepet egy hatalmas becsapódás nyomai uralják. A kutatókat már ezek az első felvételek is izgatottá tették, hiszen rengeteg, eddig hozzáférhetetlen információt nyújtanak a Naprendszer keletkezésének ősi korszakából visszamaradt égitestről. A Vesta felszínéről úgy sejtik, hogy bazaltos kőzetek alkotják, amelyek a 4,5 milliárd évvel ezelőtt, forró körülmények között keletkeztek. A kisbolygó azonban – viszonylag kicsi, kb. 580 km × 460 km-es mérete miatt – rövid idő alatt kihűlt. Így mintegy „befagyott” állapotban őrzi azokat a körülményeket, amelyek bolygórendszerünk első ötmillió évében lehettek jellemzők.

Kezdetben a Dawn mintegy 2700 km magasan kering a kisbolygó fölött. Egy pályaperiódus 3 (földi) napig tart. Mivel az égitest gyorsan forog – 5 óra 20 perc alatt fordul meg a tengelye körül –, a szonda a pályája észak-déli szakaszán végig tudja pásztázni a teljes megvilágított felszínt. A másik, délről észak felé tartó repüléssel eltelő „félidőben”, az árnyékos oldalon haladva sugározza le a fedélzeten elraktározott képeket és mérési adatokat a földi irányítónak.

Három hét után megkezdik a pályamagasság csökkentését, egészen kb. 680 km-ig. Ezt az ionhajtóművel egy hónap alatt érik el. Ez a pályamagasság alkalmas lesz a Vesta részletes topográfiai felmérésére. Hatvan félnapos periódusú pálya után ismét jobban, immár 180 km-re közelítik meg az égitestet. A még nagyobb felbontású képalkotás mellett a gamma- és neutrondetektorok a felszint bombázó kozmikus sugárzás hatását figyelik, a mérésekből a talaj felső rétegének összetételére következtetnek. Felmérik a Vesta gravitációs terét is. A legalacsonyabb pályán eltöltött időszak után ismét emelkedik a szonda. Ekkor, a program elején zajló globális feltérképezés után 8 hónappal, más megvilágítási viszonyok mellett folytatják a felszín fényképezését olyan területekkel, amelyek most nem jól láthatók. Végül az űrszonda 2012 júniusában elhagyja a Vesta környezetét, elindul a Ceres felé vezető hosszú útjára.



2011. augusztus



Úton a Juno a Jupiter felé. A Naprendszer legnagyobb bolygójának eredetét, fejlődését kutató amerikai űrszonda augusztus 5-én indult Floridából, Atlas-5 rakétával. Majdnem öt év múlva, 2016 júliusában áll majd pályára a Jupiter körül. Útja közben, a start után két évvel visszatér a Földhöz egy gravitációs lendítő manőverért. A NASA New Frontiers programja keretében készült 1,1 milliárd dolláros űrszonda utána poláris pályára áll az óriásbolygó körül, ahol bő egy éven át kering, 33 perióduson át. Többek közt a légkör összetételét, a

magnetoszféra és a gravitációs tér tulajdonságait méri, a bolygó belső felépítésével kapcsolatban gyűjt adatokat. Az űreszköz különlegessége, hogy napelemekkel termel energiát, amire ilyen nagy naptávolságban (779 millió km-re) eddig még nem volt példa. A Juno tömege 3625 kg.

A Jupiter tömege nagyjából kétszer akkora, mint a Naprendszer összes többi bolygójáé együttvéve. A Nap kialakulása után feltehetően ez volt az első nagy égitest, amely a csillag környezetében elkezdett formálódni. Már csak ezért is különösen érdekes célpont, hiszen vizsgálatával általában a bolygórendszer(ek) születésével kapcsolatban is lényeges új információhoz juthatunk. A Juno lesz a kilencedik űreszköz, amely eljut a Jupiterhez, de csak a második, amelyik pályára is áll körülötte. Az eddig ott jártak listája (a nevek mögött zárójelben a start és az odaérkezés éve): Pioneer-10 (1972/1973), Pioneer-11 (1973/1974), Voyager-1 (1977/1979), Voyager-2 (1977/1979), Galileo (1989/1995 – pályára állt), Ulysses (1990/1992), Cassini (1997/2000) és New Horizons (2006/2007).

Dolga végeztével a Juno a Jupiter légkörében elégséges pályafutását. Így még véletlenül sem kerülhet a bolygó valamelyik holdjára, amelyeken a távolabbi jövőben akár életnyomokat is kereshetnek majd az akkori űreszközeink.

Endeavour-kráter: megérkezett az Opportunity. A NASA elnyűhetetlen marsjárója elérte célpontjának, a 22 km átmérőjű kráternek a peremét. A 2004 januárjában a Marsra érkezett Opportunity számára már három évvel ezelőtt kijelölték a következő nagy célpontot, miután befejezte a Victoria-kráter környezetének tanulmányozását. Ott két évet töltött. A Victoria mintegy 25-ször kisebb volt, mint az Endeavour, amely a legnagyobb marsi kráter, amelyet valaha űreszköz meglátogatott. A bolygó körül keringő űrszondák mérései alapján az ott kutatható kőzetek régebbi korokból származnak, mint amiket az Opportunity eddig vizsgálhatott. A kutatók azt remélik, hogy a Mars még ősből „vizes” múltjába is bepillanthatnak a robotgeológus segítségével.

A megérkezés után sietségre nem lehet számítani. Az Opportunity akár évekig vizsgálódhat a mostani állomáshelye környékén, ameddig csak bírja. Valójában már az, hogy a 90 naposra tervezett élettartamú berendezés még több mint hét év után is működőképes, egy műszaki csoda. Nem meglepő, hogy az Opportunity azért mostanra már nincs tökéletes állapotban. Hat kereke közül az egyik már akadozik, a tudományos műszerek közül a Mini-TES spektrométer elromlott, és a robotkar csuklója sem tökéletesek. Az Opportunity útja során a múlt hónapban jutott túl egy jelképes mérföldkövön: kerek 20 mérföldet (kb. 32 km-t) haladt összesen a Mars felszínén. (Eredetileg legfeljebb 1 km megtételére szánták.)

Progressz-baleset. Az augusztus 24-én Bajkonurból indított Progressz M-12M (más jelöléssel 44P) teherűrhajó a Szojuz-U hordozórakéta harmadik fokozatának hibája miatt nem tudott pályára állni. Szibéria déli részén, lakatlan területen csapódott a földbe. A Progressz egyéb utánpótlás (víz, oxigén, élelmiszerek, kísérleti eszközök) mellett kb. 800 kg mérgező üzemanyagot (heptilt) is vitt az ISS-re, ami azonban már a levegőben megsemmisült. A Nemzetközi Űrállomás ellátása emiatt közvetlenül nem került veszélybe, de a balesetet követő, a Szojuz hordozórakéták típusaira kiterjedő vizsgálódás miatt felborult az utánpótlás és a személyzetcsere menetrendje. Az is felmerült, hogy mivel az év végéig az ISS hat főből álló személyzetének már vissza kell térnie a Földre, ezért az űrlaboratórium egy ideig személyzet nélkül, automata üzemmódban kell keringjen. Erre a vészforgatókönyvre szerencsére nem volt szükség. A következő, Szojuz TMA-22 jelzésű űrhajó startjára végül szeptember helyett novemberben sor kerülhetett. További három űrhajós pedig a Szojuz TMA-03M fedélzetén decemberben érkezett az ISS-re.

2011. szeptember

Elindult a Holdhoz a GRAIL űrszondapáros.

Űrszondák sora fényképezte már a felszínét, 12 ember járt rajta, közetmintákat hoztak vissza onnan, mégis van még mit kutatni a Holddal kapcsolatban. A GRAIL (*Gravity Recovery and Interior Laboratory*) szeptember 10-én az égitest gravitációs terének feltérképezésére indult. A mérésektől azt várják, hogy többet tudhatunk meg égi kísérőnk belső tömegeloszlásáról, felépítéséről. Mi zajlott le a Hold belsejében kialakulása után? Van-e az égitestnek magja? Ha igen, hogyan keletkezett és fejlődött? Miért különbözik annyira a Hold innenső és túlsó oldalának felszíne?



Ez volt a nagysikerű Delta-2 típus utolsó startja Floridából, 22 évnyi szolgálat után. A repülés megkezdése után kb. 80 perccel, 8 percnyi időkülönbséggel váltak el a szondák a rakéta második fokozatától, hogy megkezdjék külön-külön útjukat a Hold felé. Ez az út meglehetősen komplikált volt: 4,2 millió km útba, három és fél hónapba telt, mire a GRAIL-A és a GRAIL-B lefékezett és pályára állt a Hold körül. Ez sikeresen meg is történt 2011. december 31-én illetve 2012. január 1-jén.) A két szonda először a Nap-Föld rendszer L1 Lagrange-pontja környezetébe jutott el, onnan jön aztán vissza. A bonyolult manőverek oka, hogy a közvetlenül a Hold felé indított szondák jelentős mennyiségű hajtóanyagot kell magukkal vigyenek, hogy a Holdhoz képest nagy relatív sebességüket kellően le tudják csökkenteni. A GRAIL szondák viszont kicsik (starttömegük kb. 300 kg), kevés üzemanyaggal rendelkeznek, ezért úgy tervezték pályájukat, hogy mire a Hold közelébe érnek, ne sokkal különbözzön a sebességük az égitestétől. Cél volt a takarékosság is: ha több hajtóanyagot vittek volna magukkal, emiatt vagy nagyobb teljesítményű, vagy két külön rakétát kellett volna indítani.

A Hold déli pólusa felől érkező űreszközök fedélzeti hajtóműveik 38 perces működésével álltak először 11,5 órás periódusú elnyúlt ellipszispályára. Ezt alakítják utána – nagyjából egy hónap elteltével – olyan poláris körpályákká, amelyeken a két „űrszondatestvér” szorosan követi egymást. E precíz kötelékreplés megvalósítása lesz a földi irányítók legkényesebb feladata. Az azonos felépítésű szondákból álló páros tagjai rádiójelek segítségével mérik egymás pontos távolságát, ami 100 és 225 km között változik majd. A 82 napig tartó tudományos mérési szakasz 55 km magas pályáról 2012 márciusában kezdődik. Az adatokból a Hold körüli gravitációs mező térbeli változásaira lehet következtetni. Ennek alapján az égitest belső felépítésére vonatkozó modelleket pontosíthatják. A módszer ugyanaz, mint amit a Föld esetében a 2002-ben indított GRACE műholdakkal is alkalmaznak. A GRAIL szondák programja a jövő júniusi holdfogyatkozásig tart, ami a várakozások szerint az energia-ellátás nélkül maradó, és csak kis akkumulátorokkal felszerelt űreszközök végét jelenti majd. A program megjósolható vége, 2012. június 4. után röviddel (napokon belül) annyira lecsökken a pályamagasságuk, hogy az égitest felszínébe csapódnak.

A becslések szerint a Hold innenső oldalának jelenleg ismert gravitációs térképéét százszor, a jószírvet ismeretlen túlsó oldaléét ezerszer meghaladó részletességű adatokhoz jutunk a GRAIL mérései nyomán. Ezután a Hold lesz az az égitest, amelyről a legjobb térbeli felbontású, űreszközökkel gyűjtött globális gravitációs adatok állnak majd rendelkezésre, beleértve a Földet is. (A Föld légköre megakadályozza, hogy ilyen alacsonyan keringjenek körülötte a műholdak.) A GRAIL az első űrprogram, amelynek keretében kötelékreplést hajtanak végre egy másik égitest körül. A kutatók remélik, hogy a módszert hosszabb távon akár máshol is alkalmazhatják. Egy lehetséges célpont a Jupiter Europa holdja, ahol a felszín alatt feltételezett óceán áramlásait lehetne kimutatni ezzel a technikával.



Pályán a kínai űrállomásmodul. A szeptember 29-én indított Tienkung-1 (Tiangong-1, jelentése: mennyei palota) modult még 2011-ben egy automata űrhajó látogatta meg, jövőre pedig két emberes űrhajó repülhet hozzá. A Góbi-sivatagban levő Csiucsüan űrközpontból emelkedett fel az a Hosszú Menetelés-2F hordozórakéta, amely Kína első űrállomásmodulját állította alacsony (a felszín felett 350 km-re húzó-dó) Föld körüli pályára. A Tienkung-1 csak az első lépés a kínaiak űrállomásprogramjában. A most felbocsátott modul célja,

hogy segítségével begyakorolják az űrállomás-építést, az űrhajók dokkolásának technikáját.

A Tienkung-1 élettartamát mintegy 2 évre tervezik. Az ázsiai ország 2020-ig egy nagy, 60 tonnás űrállomást szeretne létrehozni. A Tienkung-1 startja három évvel követte a legutóbbi kínai űrhajósok repülését, amely során végrehajtották az első kínai űrsétát is. A kb. 8,5 tonna tömegű, napelemekkel ellátott űreszköz hossza 10,4 m, testének szélessége 2,7 m és 4 m között változik. Egy hozzá csatlakozó Sencsou űrhajóval együtt a „miniatűr űrállomás” kb. 18 m hosszú lesz.

A későbbi modulok nagyobbak lesznek, rajtuk több dokkolóhellyel. Miután a Hosszú Menetelés rakéta továbbfejlesztett, nagyobb terhek pályára állítására képes változata is elkészül, elkezdik felépíteni az 1970-es évek amerikai Skylab űrállomásához hasonló méretű kínai űrbázist.

Először a Sencsou-8 űrhajó indult a modul után, október 31-én. Fedélzetén német együttműködésben orvosbiológiai kísérleteket is végeztek, amelyeket a november 17-i visszatérés után kezdtek kiértékelni. A Sencsou-8 startja után két nappal automatikus üzemmódban, a Föld éjszakai oldala fölött csatlakozott a két űreszközhöz. A dokkolási kísérletet később még egyszer, nappali fényviszonyok mellett is sikeresen megismételték.

2011. október

Magyar berendezés egy luxemburgi műholdon. Október 12-én egy indiai PSLV hordozórakéta sikeresen pályára állította a francia-indiai Megha-Tropiques időjárás- és klímakutató műholdat. A rakétán „társbérletben” utazott három másik kis űreszköz egyike a 28,7 kg tömegű VesselSat-1 volt, amelyet Luxemburgban épített a LuxSpace cég. Feladata a tengeri hajóforgalom követése, a fedélzetén elhelyezett AIS (*Automatic Identification System*) rádiós vevőberendezések segítségével.

Az éppen a műhold látómezejében tartózkodó tengerjáró hajók által automatikusan leadott jeleket két 1,7 m hosszú, a start után a Föld körüli pályán kinyitott dipólantennával veszik. Az AIS egy globális hajókövető rendszer, aminek újabban megkezdődött a világűrre való kiterjesztése is. Műholdak fedélzetére, sőt a Nemzetközi Űrállomásra is kerültek és kerülnek olyan vevők, amelyek segítségével az egész Földet le tudják majd fedni megfigyelőhálózattal. Előírás, hogy minden, a nemzetközi vizeken hajózó, egy adott méretet meghaladó szállítójármű, illetve az összes személyszállító hajó olyan rádiós jeladót üzemeltessen, amely folyamatosan sugározza a hajó azonosítóját és navigációs adatait (pontos helyzetét, sebességét, útvonalát). Az AIS segítségével a kikötői hatóságok követni tudják a forgalmat, a hajók elkerülhetik az összeütközést, baleset esetén pedig könnyebb a mentés. Az ultrarövid hullámú (URH) sávban működő jeladók vízszintes hatótávolsága kb. 70 km, ami közvetlenül a part menti zónában, illetve a közeli hajók esetében egymás közt teszi használhatóvá a rendszert. A nyílt óceán hajóforgalma tehát a földi telepítésű vevőkkel nem követhető. Független irányban, felfelé azonban a jelek nagyobb távolságból, akár néhány száz kilométerrel a felszín felett is foghatók. Ezen alapul az alacsony pályás űreszközökre helyezett vevők ötlete.

A most indított luxemburgi gyártású műhold megrendelője, adatainak felhasználója, az amerikai ORBCOMM vállalat volt az első, amely 2008-ban saját műholdas méréseket alkalmazó, AIS alapú kereskedelmi információs szolgáltatást kezdett nyújtani megrendelőinek, hajóflották üzemeltetőinek illetve kormányzati szervezeteknek. A cég rövid távú terveiben további műholdak pályára állítása, a területi lefedettség növelése is szerepel. AIS vevők kerülnek az ORBCOMM most épülő 18 második generációs (OG2) műholdjának fedélzetére. A csak AIS vételre készült VesselSat-1 az Egenlítő síkjához közeli pályán, a hamarosan, talán még az idén induló társa, a VesselSat-2 pedig poláris pályán keringve egészíti majd ki az OG2 műhold-konstelláció lefedettségét.

A VesselSat-1-re az adatsatorna legfontosabb láncszemét, a fedélzeti digitális modulátort azonban egy magyar űripari cég szállította. A budapesti székhelyű a *BHE Bonn*

Hungary Elektronikai Kft. a flotta fedélzeti szolgálati rendszeréhez készülő kulcsfontosságú berendezésekre kapott megrendelést. Ez az első ilyen nagyszabású megbízás, amelyet egy magyar űripari vállalkozás elnyert. Az újpesti ipari parkban található El-Tech Centerben működő csúcstechnológiai cégnél rekord idő, mindössze 5 hónap alatt fejlesztettek ki és gyártottak le négy repülő példányt a VesselSat-1 és -2 számára.

Pályán az első két Galileo műhold. Hosszú évek késedelme után végre megkezdődött Európa saját, polgári irányítású navigációs műholdrendszerének kiépítése. A Galileo rendszer első két műholdja egy kipróbálási fázis (*In-Orbit Validation*, IOV) részeként indult október 21-én egy Szojuz hordozórakétával, a francia guyanai Kourou űrközpontból. Ez volt egyúttal az orosz hordozórakéta-típus bemutatkozó repülése az Egyenlítőhöz közeli dél-amerikai bázisról, ahonnan az európai űreszközöket szokás indítani.

Az űreszközök tömege egyenként 700 kg. Méretük a napelemszárnyak kibontása után $2,74 \text{ m} \times 14,5 \text{ m} \times 1,59 \text{ m}$. A precíz navigációt és időszinkronizációt lehetővé tevő jelek sugárzásának alapfeltételét, a nagy pontosságú időmérést két-két fedélzeti hidrogén mézer ill. rubídium atomóra garantálja. A műholdak az L-sávban sugározzák jeleiket. Emellett egy C-sávú antenna szolgál a Földről felküldött adatok vételére, két S-sávú antenna pedig az irányítókkal való kapcsolattartás, a telemetriai adások lesugárzása céljából került a fedélzetre. A műholdakon rendelkezésre álló elektromos teljesítmény napfényben 1420 W, a Föld árnyékában (akkumulátorokról) 1355 W. Egy-egy Galileo IOV hold remélt élettartama legalább 12 év. Ezek már részei lesznek a végleges műhold-konstellációnak is, nem úgy, mint a korábban tesztcélből indított, egyes részfeladatokat kipróbáló GIOVE-A (2005) és GIOVE-B (2008) műholdak.

A Galileo IOV fázisban még két, a mostaniakhoz hasonló műhold indítására kerül sor, ugyaninnen és ugyanígy, várhatóan a jövő évben. A négy IOV hold szerepe, hogy az újfajta navigációs űreszközök fedélzeti berendezéseit, a jelsugárzást, a földi követésre és irányításra kiépített hálózatot és központokat tesztelje. Ezután folytatódhat a végül 30 egyszerre keringő (27 működő és 3 tartalék) holdból álló rendszer kiépítése. Ezek közepes (kb. 23 ezer km-es) felszín feletti magasságú, 56° -os hajlásszögű körpályákon keringenek majd, három különböző pályasíkba rendezve. A majdani teljes konstelláció a Föld legnagyobb részén, minden időben elegendő műholdat biztosít majd a horizont felett ahhoz, hogy a rádiójeleket venni és feldolgozni képes berendezések ezek alapján meghatározzák a vevő pontos helyét és sebességét. A Galileo hasonlóan működik majd, mint a jól ismert és elterjedt amerikai GPS rendszer, illetve orosz megfelelője, a GLONASSZ. Ezek azonban katonai fennhatóság alatt üzemelnek, míg a Galileo irányítását polgári szervek tartják kézben.

A Galileo műholdjait egy-egy európai gyerekről nevezik majd el, azokról, akik az Európai Unió tagállamaiban rendezett rajzversenyekre a legszebb alkotásokat küldik be. Az első két IOV hold egy bolgár kislány (Natalia) és egy belga kisfiú (Thijs) nevét viseli.

Az októberben felbocsátott két Galileo IOV műhold berendezései az első hónapokban lefolytatott tesztek alapján tökéletesen működnek.

2011. november

Nem jut el a Marshoz a Fobosz-Grunt. November 8-án Bajkonurból rendben elindult az orosz Fobosz-Grunt űrszonda, azzal a céllal, hogy egy egysége végül a Mars nagyobbik holdjáról, a Phobosról származó talajmintával térjen vissza 2014-ben. (A szonda neve oroszul Phobos-talajt jelent.) Vele utazott a mindössze 110 kg-os Jinghuo-1 (Yinghuo-1), az első kínai készítésű űreszköz, amely messze eltávolodott volna a Föld-Hold rendszerből. A Marshoz érve függetlenedett volna az orosz szondától, s egy éven át a bolygó körüli pályán keringett volna. Két kamerát, valamint főleg az elektromágneses környezetet vizsgáló berendezéseket vitt magával.

A Fobosz-Grunt útja a Marsig 11 hónapon át tartott volna. Az alacsony Föld körüli pályáról azonban nem tudott eltávolodni, az erre szolgáló két hajtóműindítás egyike sem sikerült. A hiba valószínűleg szoftveres eredetű volt, de végül hosszas próbálkozások után sem sikerült a földi szakembereknek kapcsolatba lépni az üreszközzel és átvenni az irányítást fölötte. Az 2012 januárjában a sűrű légkörbe lépve végül megsemmisült.

A Fobosz-Grunt a maga 13,5 tonnás tömegével a legnagyobb bolygóközi űrszonda volt, amelyet a volt Szovjetunió területén valaha is építettek. A tömeg ugyanakkor jelentős mennyiségű (kb. 7,5 t) hajtóanyagot is tartalmazott, ami a sikertelen manőverek miatt megmaradt. A szonda összesen 20 tudományos műszert vitt magával. Gázkromatográfiás vizsgálatokkal például szerves anyagok nyomát keresték volna a Phoboson. Különböző hullámsávokban működő spektrométerei a talaj anyagi összetételét derítették volna fel. Az égitest belső szerkezetét hosszúhullámú radarral és szeizmométerrel tervezték kutatni. A két fedélzeti kamera egyike a navigációt és a leszállást segítette volna, a panorámakamerával részletes felvételeket akartak készíteni a Phobosról. Hat további műszer nem a holdat, hanem a Marsot és magának a szondának a környezetét vizsgálta volna. A Fobosz-Grunt elvesztése nagy csapás az orosz űrkutatás számára, egyesek szerint megpecsételi az ország Naprendszer-kutató ürtevékenységének jövőjét is.

Mars500: sikeres küldetés. Az 520 napos izolációs program nemzetközi legénysége 2011. november 4-én végre „landolt a Földön”. Csaknem másfél éves bezártság után kinyithatták a kísérleti komplexum ajtaját. A rekordhosszúságú szimulált Mars-misszió után a hat résztvevő széles mosollyal, boldogan lépett ki az „űrhajóból” a Moszkva melletti Orvosbiológiai Kutatóintézetben (IBMP), ahol a program vezetői, a résztvevő kutatók, tudósok és a sajtó képviselői már nagy izgalommal várták őket. A „marsonauták” 2010 júniusa óta most először láthattak újra természetes napfényt. A program során a kísérleti alanyok gyakorlatilag folyamatos megfigyelés alatt álltak. Monitorozták az agytevékenységüket, vizsgálták a szervezetükben végbemenő változásokat, egy sor mintát is begyűjtöttek a későbbi elemzésekhez. Ezen kívül teljesen önállóan tartották fenn magukat a lakóegységekben. Egyelőre úgy tűnik, hogy a tudósok elégedettek a program során keletkezett egyedülálló kísérleti anyaggal. A begyűjtött új információk részletes feldolgozása a következő hónapok feladata lesz.

Az MTA Pszichológiai Kutatóintézet munkatársai is „jártak a Marson”, és az expedíciót megelőzve sikeresen vissza is tértek Budapestre. Miközben a Mars500 legénysége már nagyban készülődött a november 4-i visszatérése, a magyar kutatók magunk is körülnézték az immár elhagyott „bolygó” felszínén. A sétára abból az alkalomból került sor, hogy egy pár napos munkamegbeszélés erejéig meglátogatták az IBMP-ben dolgozó kollégáikat, akikkel közösen elemezték a Mars500 legénysége és a földi irányítás közötti kommunikációt. A kutatás a szövegek számítógépes tartalomelemzésére irányul. Az orosz szakemberek több évtizedes tapasztalatát ötvözték a magyar intézet Narratív Pszichológiai Munkacsoportja által kifejlesztett számítógépes elemzési módszerekkel.

Elindult a Mars Science Laboratory. A 2,5 milliárd dolláros amerikai Mars-program keretében a *Curiosity*, minden idők legtöbbet „tudó” marsjárója indult a vörös bolygó felé. Ha minden jól megy, nyolc és fél hónap múlva száll le a Gale-kráter belsejében. A startja a floridai Cape Canaveralról került sor november 26-án, egy Atlas-5 hordozórakétával. A *Curiosity* (jelentése: kíváncsiság) a legösszetettebb műszerezettségű rover (mozgó automata űrjármű), amelyet valaha más égitestre küldött az emberiség. Fő tudományos célja egy mondatban: szerves anyagok, az esetleges egykori „lakhatóság” nyomainak keresése a Mars felszínén. A tervek szerint a *Curiosity* 2012 augusztusában ér el külső bolygósomszédunkhoz.

A program legkockázatosabb szakasza a sima leszállás lesz a bolygó felszínén. Most fog bemutatkozni egy olyan új módszer, amelyben egy rakétameghajtású „légi daru” engedi le a kábeleken rögzített, hatkereű marsjárművet a felszínre. A rover közel 1 tonnás tömege



túl nagy a légpárnás leszálláshoz (azt a módszert alkalmazták korábban a NASA Pathfinder, Spirit és Opportunity marsjárműveinél). A dolog kockázata abban áll, hogy földi körülmények közt lehetetlen volt tesztelni a teljes folyamat minden egyes fázisát. Így a fejlesztő mérnökök az egyes részegységek tesztjeire és rengeteg számítógépes szimuláció eredményeire hagyatkozhattak csak.

A kijelölt leszállóhely a 154 km átmérőjű Gale-kráter, amelynek közepén egy 5 km-es hegy magasodik. Oldalában feltárulnak a Mars történetének

különböző korszakaiból származó rétegek, amelyekben a mikrobiális élet feltételeinek meglétét vagy nyomát lehet kutatni. A hegyoldalon lassan felkapaszkodva, a mozgó laboratórium lényegében lapról lapra – rétegről rétegre – olvashatja majd ki a Mars környezeti viszonyainak történetét. Az elektromos energiát és a fűtést radioizotópos termoelektromos generátor biztosítja a Curiosity számára, így – marsjáró-elődeivel ellentétben – nem lesz kénytelen napelemtáblákra hagyatkozni. Ez sokkal nagyobb élettartamot, jobb üzembiztonságot, éjszakai és téli működési lehetőséget is jelent számára. Az elsődleges program egy marsi éven (majdnem két földi éven) át tart majd, de ha a műszerek állapota megengedi, természetesen meghosszabbítható.

A Curiosity mérete egy kisebb autóéval összemérhető. Tömege 900 kg. Felszereltségéhez tartozik összesen 17 kamera, egy jó 2 méter hosszú robotkar, és tíz különféle fejlett tudományos mérőberendezés. A műszercsomag tömege kb. 57 kg. (Összehasonlításképpen érdemes megemlíteni, hogy a NASA nagy sikerű Spirit és Opportunity marsjáróinak miniatürizált tudományos műszerei ennek alig hatodrészt tették ki.) A program legnagyobb ígérete, hogy esetleg megállapíthatja: a Mars történetének valamely időszakában megfelelőek lehetnek a környezeti körülmények az élet fenntartására. Ez azt jelenti, hogy az általunk ismert élethez szükséges három alapvető feltétel – víz, energia, széntartalmú szerves anyagok – egyszerre rendelkezésre álltak. A Mars eddigi űrszondás távérzékelési és helyszíni kutatásai alapján az első két feltétel valamikori megléte mára már bizonyítottnak tekinthető. A Mars egykor (nagyjából 3,5–4 milliárd éve) valóban egy melegebb, és a felszínen folyékony halmazállapotú vízzel rendelkező bolygó volt.

A Mars Science Laboratory űrszonda már 2009-ben útra kellett volna keljen, de nem készült el időben, és építési költségei is megugrottak. A két éves késlekedés plusz félmilliárd dollárt emésztett fel.

2011. december

Kína éve. Ebben az évben utoljára december 22-én állították pályára egy kínai távérzékelési műholdat. Ezzel megjavították az ország előző, 2010. évi startrekordját is. Ha csak a darabszámot tekintjük, Kína 2011-ben több (összesen 19, ebből egy sikertelen) űrindítást végzett, mint az Amerikai Egyesült Államok (18-ból 17 sikeres). Oroszország 2011-ben Gagarin űrrepülésének 50. évfordulóját ünnepelte. Bár az indításaik száma megközelítette a másik két nagy űrnemzetét együttvéve, sajnos öt kudarcot is hozott. Oroszország területéről ebben az évben 28 alkalommal hajtottak végre sikeres űrindítást. Ezekon felül két orosz Szojuz rakéta startolt az európai üzemeltetésű űrbázisról, a francia guyanai Kourouból. Európai Ariane-5 rakétákat 2011-ben öt alkalommal használtak. Indiából és Japánból három-három, Iránból pedig egy űrindítást jegyeztek fel.