

Válogatás az űrkutatás 2015-ös eseményeiből

Összeállította: Frey Sándor

Összeállításunkban az Űrvilág internetes hírportál (www.urvilag.hu) anyagaiból válogattunk. Az eredeti cikkek szerzői: Apáthy István, Both Előd, Frey Sándor, Hirn Attila, Koronczay Dávid, Németh Péter, Szentpéteri László.

2015. január

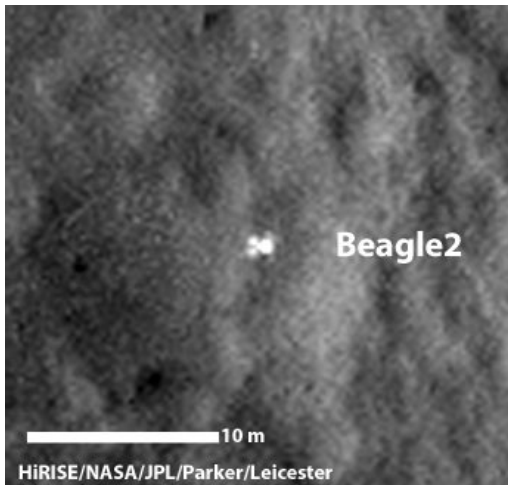
A Masat-1 visszatért a Föld légkörébe. A 2015. január 9-én 21 órakor készült előrejelzés szerint a Masat-1 visszatérése magyar idő szerint 2015. január 9-én 23:15 és 2015. január 10-én 0:45 között volt várható. Ebben az időszakban a visszatérés bekövetkezése egyformán valószínű volt. Az utolsó online adatcsomag 21:21:43-kor érkezett be Argentínából, ezután több csomagot már nem sikerült begyűjteni. Ez részben köszönhető annak is, hogy az utolsó óráit, azaz az előrejelzett visszatérési intervallumot is vagy óceán felett töltötte, vagy olyan terület felett, ahol nem voltak adatokat gyűjtő földi állomások. Legközelebb ilyen terület fölé szombat hajnali 2:27-kor került, mely áthaladás a BME földi állomásáról, Budapestről is észlelhető lett volna. Ott megkísérelték venni a műhold jeleit, de sajnos az észlelés elmaradt, így feltehetően a visszatérés és egyúttal a megsemmisülés az előrejelzett másfél órás időtartamban történhetett meg. A Masat-1 csapata köszönetet mondott a rádióamatőröknek a beküldött csomagokért. A Masat-1 az utolsó időszakában, amit a Föld körül keringve töltött, az adatgyűjtések mellett a Goodbye World! üzenettel köszönt el mindenkitől.

Úton a Dragon CRS-5. A 2015. évi első űrindítás egy amerikai magán-teherűrhajót repített a Nemzetközi Űrállomás (ISS) felé. A SpaceX vállalat Dragon teherszállító űrhajójának a mostani volt az ötödik szolgálatos útja az űrállomáshoz. A startra a floridai Cape Canaveralról január 10-én került sor. A Dragon CRS-5 a hermetizált raketerében mintegy 1,8 tonna ellátmánnyal érkezett az ISS-hez. Ezen belül nem kevesebb mint 256 különböző tudományos kísérlethez küldtek mintákat és műszereket. A rakományban olyan dolgok is helyet kaptak, amik már Scott Kelly és Mihail Kornijenko márciusban kezdődő, egy évig tartó maratoni űrrepüléséhez kellenek majd az ISS fedélzetén. A külső rakodótérben utazott a NASA CATS (Cloud-Aerosol Transport System) berendezése, amely majd a felhőzet és a légköri aeroszolok vizsgálatát végzi, miután átszerelik az ISS

külsejére. A mostani repülést eredetileg tavaly decemberre tervezték, de a hordozórakéta start előtti statikus tesztelése (az indítóálláson való rövid beindítása) során probléma lépett fel, a hajtóművek a remélnél valamivel rövidebb ideig működtek. A vizsgálatok okozták a késedelmet. A Dragon CRS-5 az első amerikai teherszállítmány az ISS-re, mióta tavaly októberben a NASA másik kereskedelmi partnere, az Orbital Sciences egy startbalesetben, az Antares rakéta felrobbanása miatt elveszítette a Cygnus teherűrhajóját és annak teljes rakományát. Így most az amerikai űrhivatal egy ideig a SpaceX-re, mint egyedüli szállítóra van utalva. Az ISS-en természetesen van bőven (4-6 hónapra elegendő) tartalék az ott dolgozó űrhajósok életfenntartására és az űrállomás működtetésére, de szükséges az utánpótlás, illetve új kísérleti eszközök és anyagok feljuttatása. A mostani rakomány tartalmát meg is kellett változtatni, hogy a Cygnus balesetében megsemmisült egyes kritikus elemeket pótolják. Miközben a megrendelő NASA és így a SpaceX számára a legfontosabb a Dragon sikeres útja volt, a cég kísérletet végzett a Falcon-9 rakéta elhasznált első fokozatának épségben való visszanyerésére az indítást követően. Az ambiciózus cél érdekében egy úszó platformot küldtek az Atlanti-óceánra, ahová a rakétafokozatnak vissza kellett érkeznie. Végül csak egy hajszálon múlt a teljes siker. Az egyik kihívást, az óceánon lebegő platform „eltalálását” sikeresen végrehajtotta a visszatérő első fokozat, de a kelletténél nagyobb sebességgel érkezett, becsapódott és összetört. A SpaceX azon dolgozik, hogy a rakétafokozatok újra felhasználhatóvá tételével a jövőben tovább faragjon az indítási költségeken.

Előkerült a Beagle-2. Emlékeznek még a Mars Express szonda brit „utasára”, a 2003 karácsonyán a bolygó felszínére küldött, de elveszett Beagle-2-re? Nos, több mint egy évtized múltán úgy tűnik, megvan az a hely, ahol a Marsra ért a Beagle-2. Az egység felfedezésére az amerikai Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) szonda nagyfelbontású Mars-felvételeinek átfésülése adott lehetőséget.

A Beagle-2-t 2003. december 19-én engedte önálló útjára a vörös bolygóhoz érkező, azóta is a Mars körüli pályán keringő és jól működő európai Mars Express űrszonda. A tervek szerint a Beagle-2-nek hat nappal később kellett volna landolnia a felszínen. De rádióadást soha nem lehetett hallani felőle, hiába „fülelt” a Mars Express és a szintén a Marsnál dolgozó amerikai Mars Odyssey űrszonda. Eddig azt sem tudták, hogy vajon a tervezett helyszín közelében, és egyáltalán épségben elérte-e a felszínt. Bár a képeken az alig 2 m-es Beagle-2 természetesen nem valami nagy részletességgel látszik, az megállapítható, hogy valójában sikeresen (pontosabban majdnem sikeresen) le tudott szállni. Ez azt jelenti, hogy a légköri belépés, az



ereszkedés, a fékezés folyamatai minden bizonnyal rendben működtek, ami fontos információ a programban részt vevő, sőt a készülő európai marsi leszállóegységeket fejlesztő szakemberek számára. Ami láthatólag nem sikerült, az a szonda négy napelemszárnyának kinyitása. Valószínűleg csak egy, esetleg kettő vagy három nyílt ki közülük. Ez egyben magyarázatot kínál arra is, hogy miért nem sikerült venni a Beagle-2 rádióadását,

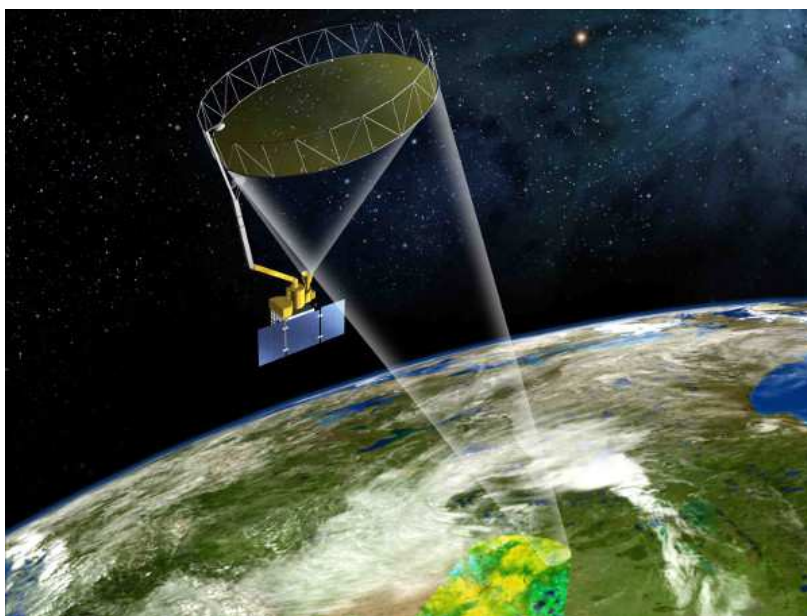
hiszen az antennáját elfedték a ki nem bontott napelemszárnyak. A Beagle-2 nagyjából (5 km-en belül) ott van, ahol a nagy becsapódásos eredetű medence, a marsi egyenlítőtől nem messze fekvő Isidis Planitia területén le kellett volna szállnia.

Szárnyaszegett madár. Több mint 13 évi szolgálat után véget ért a QuickBird műhold pályafutása. A QuickBird nagyfelbontású képeket készített a Földről, amelyeket „gazdája”, az amerikai Digital Globe cég értékesített. A műhold 2001. október 18-án indult a kaliforniai Vandenberg Légibázisról, egy Delta-2 rakétával. Hasznos élettartamát eredetileg 5 évre tervezték. Ebből végül több mint 13 lett. A QuickBird, miközben mindvégig működőképes maradt, az üzemanyaga kifogytával egyre alacsonyabb pályára került, mígnem 2015. január 27-én az Atlanti-óceán déli része felett, Brazília partjai közelében belépett a sűrű légkörbe és megsemmisült.

A QuickBird pánkromatikus (fekete-fehér) felvételeinek felszíni felbontása 60 cm-es volt. Színes felvételeket 2,4 m-es felbontással volt képes készíteni, 450 km-es pályamagasságából. Később, 300 km-es magasságból ennél is finomabb, kb. 1,6 m-es felbontást értek el vele. Az ilyen éles képeken az épületek már jól megfigyelhetők. A műhold képeivel például a jól ismert Google Earth vagy a Google Maps alkalmazásokban is találkozhatunk. A QuickBird alacsony poláris pályán több mint 70 ezerszer kerülte meg a Földet. Bár több felvételt már nem készít, a képei a Digital Globe archívumából természetesen továbbra is elérhetők maradnak.

Pályán a SMAP. Elindult Kaliforniából a NASA talajnedvesség-felmérő műholdja. A Soil Moisture Active Passive, röviden SMAP műhold egy Delta-2 rakétával emelkedett a magasba a Vandenberg

Légibázisról, január 31-én. (A jó öreg, a használatból már kevés híján kivont hordozórakétának ez volt egyhuzamban a 98-adik, összesítésben a 151-edik hibátlan startja.) A SMAP feladata, hogy minden eddiginél pontosabban és finomabb térbeli felbontással, globális skálán felmérje bolygónk szárazföldjein a talaj felső rétegének nedvességtartalmát, illetve figyelje annak időbeli változásait. Ehhez újszerű módon két, egy aktív és egy passzív mérési módszert használ: radart és mikrohullámú sugárzásmérőt. A műholddal alacsony (660-685 km közötti magasságú) poláris napszinkron pályáról gyűjtött adatok segítik majd az időjárás, valamint az árvizek, szárazságok pontosabb előrejelzését, a földcsuszamlások kockázatának megállapítását, a mezőgazdasági termés mennyiségének becslését. A SMAP két-három naponta tudja majd megismételni a teljes Föld felteképezését.



A SMAP műhold 6 m-es átmérőjű, aranyozott molibdén hálóból készült antennatányérját repülés közben „lasszószerűen” forgatják egy rúd segítségével. (Fantáziakép: NASA / JPL-Caltech)

A talaj felső rétegeiben a Föld vízkészletének mindössze elenyésző része található. A talajnedvesség mértéke mégis fontos paraméter a víz és a szén földi körforgása (a növényzet fejlődése és szén-dioxid-megkötő képessége), a felmelegedés és a lehűlés, egyes időjárási jelenségek keletkezése szempontjából. Meghatározza azt is, hogy egyes területek mennyire vannak kitéve az aszálynak vagy épp az ár- és belvizeknek. Mégis, a talajnedvesség mérése az egész bolygóra

kiterjedően, csak földi eszközökkel megoldhatatlan feladat. A 916 millió dollárba került új amerikai műhold a 2009-ben indított, de csak egy passzív radiométerrel felszerelt, és gyengébb felbontást nyújtó európai SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) programjának továbbvivője és kiterjesztője.

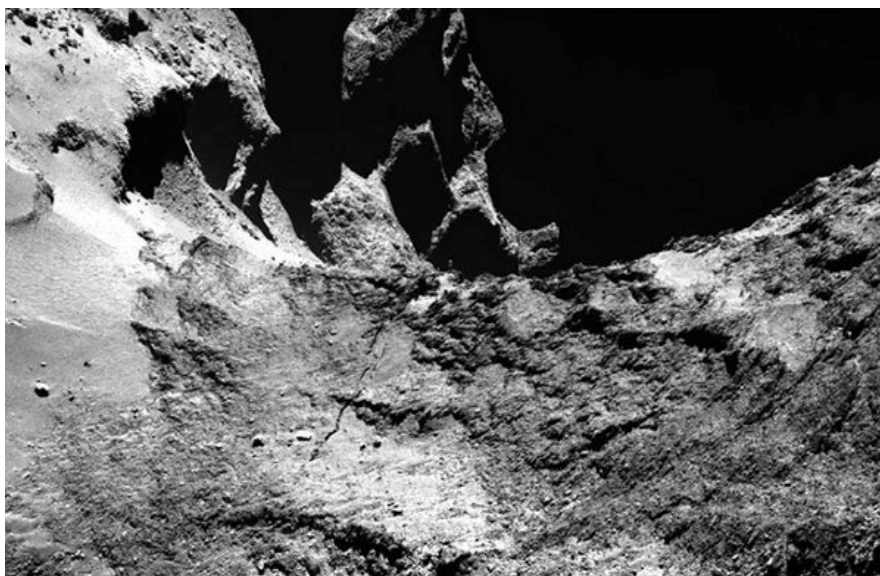
Sajnos a SMAP fő műszere mindössze két hónapnyi munka után felmondta a szolgálatot. Az űreszköz igazi újdonsága az A betű mögött meghúzódó aktív, L-sávú radarjeleket kibocsátó és a felszínről visszaszórt jeleket detektáló berendezés volt. Ennek segítségével érték el sokkal finomabb, a két berendezés adatainak kombinálásával 9-10 km-es felbontást. Ez a műszer ment tönkre július 7-én, miután csak két hónapon át tudott a rendszeres adatgyűjtésben részt venni. A műhold irányítói hosszú hetekig küzdöttek a megmentéséért, sikertelenül. A hiba az 500 W-ot meghaladó teljesítményű radarimpulzusok előállításához szükséges erősítőben keletkezett, s az elektronikus alkatrészből a fedélzeten nincs tartalék. Szerencsére a passzív sugárzásmérő továbbra is működik, így a SMAP nem marad haszontalan.

Egy meglepően változatos üstökös. Január végén jelentek meg a Science magazin különkiadásában a Rosetta űrszonda eredményeit feldolgozó első tudományos publikációk. Ezekből egy a kutatók számára is meglepően változatos égitest képe bontakozik ki, amint az az OSIRIS kamera nagy felbontású fényképein is nyomon követhető.

Az üstökösök definíció szerint aktív égitestek: elnyújtott ellipszispályán keringenek a Nap körül, és amikor az egyes keringési periódusok során megközelítik a Napot, csóvát és kómát fejlesztenek. Ezek a felmelegedés hatására az üstökös felszínéről elszabaduló gázból és porból állnak. Anyaguk ugyanakkor nagyon ősi, valószínűleg az egész Naprendszerrel egyidős, így tanulmányozásuk a Naprendszer keletkezésének titkait is segíthet megérteni.

Azonban a Nap hatása önmagában nehezen magyarázza azt a sokféleséget, amit a Rosetta a Csurjumov–Geraszimenko-üstökösön talált. A felszínt üregek, szakadékok, repedések tarkítják, egyes helyeken csupasz, máshol por borítja. Egyes kutatók szerint ez a komplexitás arra utal, hogy a korai Naprendszerben az üstökös(ök) keletkezési helyei is többfélék, változatosak voltak. A változatosság különböző méretskálákon jelentkezik. A felszín jellege alapján a kutatók 19 nagyobb régióra osztották az eleve két nagyobb „gombócból” álló üstökös felületét. Az egyes régiók egyiptomi istenségek neveit kapták. A területek jellegzetességei és nevei: por borította (Ma'at, Ash és Babi), töredezett, üregekkel és körkörös struktúrákkal (Seth), nagyléptékű süllyedt terület (Hatmehit, Nut és Aten), si-

ma felszín (Hapi, Imhotep és Anubis), illetve konszolidálódott, stabil, közetszerű felszín (Maftet, Bastet, Serqet, Hathor, Anuket, Khepry, Aker, Atum és Apis).



A két „gombócot” összekötő nyakon egy 500 méter hosszú hosszanti irányú repedés található – egyelőre csak találgatni lehet, pontosan milyen erők hatása, vagy hogy befolyásolhatja-e az üstökös egyben maradását hosszabb távon. (Kép: ESA / Rosetta / MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA)

Sok milliárd évvel ezelőtt az üstökösök, aszteroidák és bolygók az ősi Napot körülvevő porfelhőből jöttek létre, ahogy a mikroszkopikus porszemcsék egymással találkozva elkezdtek összetapadni. Ám a modellek szerint a kis gömböc módjára növekvő anyagdarabok egy bizonyos méret felett nem tudnak tovább nőni: egymással találkozva az ütközés újra kisebb darabokra szakítja azokat, ezért más mechanizmus kell a további növekedéshez. Lehetséges, hogy a „dinoszaurusztörzások” pontosan ilyen anyagcsomók – bár tízszer-százszor nagyobbak annál, mint amit az elméletek jósolnak. Még nem tudjuk, hogy az elméleteket kell-e módosítani, vagy mégsem olyan alapvető alkotóelemek ezek. Már csak azért sem, mert bár több üregben is megfigyelhetők, azért korántsem mindegyikben.

A kamerán kívül természetesen sok más műszer helyett kapott a Rosettán, ezek mérései már most annyi új eredményt hoztak, hogy azok felsorolása külön cikket érdemel. Ám ne feledkezzünk meg a Philae leszállóegységről sem. Bár november óta nem hallani róla, hiszen akkumulátorai lemerültek, az akkor végzett felszíni mérések adatait még nem dolgozták fel. Az egyik nehézség, hogy még az ESA

szakemberei sem tudják, hogy az üstökös mely pontján szállt le pontosan. Hosszas elemzés után azonosítottak egy körülbelül 500 méter átmérőjű területet, ahol megpróbálták a Rosetta kamerái segítségével megkeresni, ám ez nem vezetett eredményre. Ha sikerülne meghatározni a Philae helyét, az segítene kontextusba helyezni a mérési adatokat. Másfelől a Rosettát irányító mérnököknek a kockázatot is mérlegelniük kell, hiszen a – jelenleg biztonságos távolságban keringő – űrszonda számára egyre kockázatosabb újra megközelíteni az üstököst, ahogyan az a Naphoz közeledve egyre aktívabbá válik. Ugyanakkor van még egy remény: a mérnökök továbbra is számítanak rá, hogy a leszállóegység magától is újra felébred pár hónapon belül, amint elegendő napfény éri a napelemtábláit.

2015. február

IXV: felszállt, visszatért! Sikerrel végződött az európai automata kísérleti siklójármű első, szuborbitális repülése. Az ESA február 11-én, magyar idő szerint 14:40-kor egy Vega rakétával (VV04) indította a francia guyanai Kourouból az IXV (Intermediate eXperimental Vehicle) nevű visszatérő űreszközét. A szárny nélküli repülőgép elvén működő, emberek nélkül, automata üzemmódban repülő, a visszatéréskor manőverezni is képes űrjármű jó 400 km-es magasságot ért el. Nem tett meg egyetlen Föld körüli keringést sem: a Csendes-óceán vizében landolt.



Az IXV repülésének fázisai, ahogy a rajzoló elképzelte. (Kép: ESA / J. Huart)

A légköri belépés alkalmával 7,5 km/s (27 ezer km/h) sebességet értek el vele. Ez megközelíti azt, amivel akkor térne vissza, ha Föld körüli pályáról érkezne. Így a technológiai kísérletben ellenőrizni tudták az IXV számára kifejlesztett hővédő borítás működését a gyakorlatban. A legmagasabb hőmérséklet mintegy 1700 °C volt. A légköri visszatéréskor vizsgázott a navigációs és vezérlőrendszer is. A manőverezést négy rakétafúvóka és két kormánylap szolgálta. Az IXV kísérlet elsődleges célja, hogy Európa közelebb kerüljön egy valódi visszatérő űreszköz megépítéséhez, kidolgozza és tesztelje az ehhez szükséges műszaki megoldásokat.

A repülés lefolyása a következő volt. Az IXV a felemelkedés után 18 perccel, kb. 330 km magasságban vált el a hordozórakétától. Ezután 412 km-es felszín feletti magasságig emelkedett, ahonnan megkezdte a meredek süllyedést. A légkörbe lépés során számos érzékelővel gyűjtötték az adatokat későbbi kiértékelésre. A repülést két afrikai földi állomáson (Malindi, Kenya és Libreville, Gabon), valamint egy az óceánon úszó hajón (Nos Aries) elhelyezett antennákkal követték. A több fázisban elvégzett ejtőernyős fékezést követően, a start után mindössze 102 perccel a szuborbitális repülés a Csendes-óceán vizében ért véget.

DSCOVER: végül repül. A Nap tevékenységét és az űridőjárást vizsgáló, hányatott sorsú amerikai szonda útnak indult. A Deep Space Climate Observatory (DSCOVER) nevű űreszköz startját február 12-én hajtották végre a floridai Cape Canaveralról. A DSCOVER startja újabb mérőföldkő a SpaceX és a Falcon-9 rakéta számára.

A magánvállalat saját fejlesztésű hordozóeszköze most először juttatott hasznos terhet a geostacionárius átmeneti pálya magasságán túlra. Az űreszköz ugyanis a Nap-Föld rendszer L1 jelű Lagrange-féle librációs pontjánál működik majd. Ezen a helyen, a Földet és a Napot összekötő egyenesben, a mintegy másfél millió km távolságra a Földtől, állandóan megfigyelés alatt tudja tartani központi csillagunkat, vizsgálni az onnan érkező napszelet, miközben a Földdel is folyamatosan tudja tartani a kapcsolatot. A start rövid késése igazából csak elhanyagolható apróság volt a DSCOVER eddigi hosszú és hányattatásokkal teli történetében.

A program kezdetei egészen 1998-ig nyúlnak vissza. Az akkori amerikai alelnök, Al Gore kezdeményezte egy olyan szonda megépítését, amely a Föld teljes megvilágított korongját fényképezte volna az L1 pontból, tudományos és oktatási célból, folyamatos üzemben. A tervek szerint a NASA 2000-re építette volna meg és bocsátotta volna fel a Trianát, amelyet az egykori alelnök után informálisan GoreSat néven is emlegettek. Az eredeti névadó egyébként Rodrigo de Triana, a spanyol matróz, aki Kolumbusz Kristóf La Pinta nevű hajójának személyzetéből először pillantotta meg az amerikai földet.

A Triana ötlete hamarosan egyes befolyásos kongresszusi képviselők ellenállásába ütközött. Egyrészt megkérdőjelezték a hasznát, másrészt nem tetszett nekik, hogy közvetlenül a Fehér Házból indult a kezdeményezés. George W. Bush elnöksége alatt a programot leállították, 2001 novemberében az elkészült űreszköz raktárba került. A Triana egyébként a tervek szerint a Columbia űrrepülőgép raketerében, annak STS-107-es jelzésű útján kellett volna eljusson a világűrbe – ez volt az 2003-ban, amikor a Columbia a visszatéréskor szerencsétlenül járt. A NASA végül az Amerikai Légierő és a NOAA óceán- és légkörkutató ügynökség együttműködésével 2009-ben porolta le a terveket, immár a naptevékenység megfigyelésére helyezve a hangsúlyt. A DSCOVR – ahogy még Trianaként is tervezték – az L1 Lagrange-pont környezetében működik majd. A napszél megfigyelésével alkalmas korai figyelmeztetést kiadni az űridőjárással kapcsolatban, ha egy kitörés a Föld felé irányul. Hasonló feladatot lát majd el, mint a veterán ACE (Advanced Composition Explorer) szonda, amely 1997 óta végzi munkáját, jócskán túlélve eredetileg 5 évesre tervezett hasznos élettartamát.

A DSCOVR az eredeti céljának egy-két elemét is megtartja. Elhelyeztek rajta egy kamerát, amelyet a Föld felé irányítanak, és lesz a fedélzetén egy radiométer a Föld által kibocsátott hősugárzás mérésére. A DSCOVR programjáért a NOAA felel.

ESA-tagság: szerződés aláírva! Budapesten írta alá az Európai Űrügynökség (ESA) és a magyar kormány képviselője a szervezethez való csatlakozásunkról szóló szerződést. Űrtechnológia – a legmagasabb mérce. Ez volt a címe a csatlakozási szerződésünk ünnepélyes aláírása alkalmából szervezett rendezvénynek a Művészetek Palotájában. A szerződés aláírására február 24-én, délelőtt 11 órától került sor.

A két aláíró, magyar részről Kara Ákos, a Nemzeti Fejlesztési Minisztériumban az infokommunikációért és fogyasztóvédelemért felelős államtitkár, valamint az ESA részéről Jean-Jacques Dordain főigazgató rövid beszédet mondott a meghívott hazai szakemberek, diplomaták és újságírók előtt.

Kara Ákos kifejezte a magyar kormány elkötelezettségét az űrtechnológia, az űripár fejlesztésében. Jean-Jacques Dordain örömmel üdvözölte Magyarországot az 50 éves európai űrszervezet nagy családjában. Elmondta, hogy mától – huszonkettedikként – a magyar nemzeti lobogó is díszíti az ESA intézményeit szerte Európában. Felelevenítette három személyes élményét, amelyek Budapesthez és Magyarországhoz kötik: részvételét az 1983-as budapesti Világűr-kongresszuson, az újonnan belépni szándékozó közép- és kelet-európai országok számára épp Budapesten „kitalált” előcsatlako-

zási egyezmény (PECS) kereteinek megalkotását, valamint az első magyar műhold, a Masat-1 három évvel ezelőtti indítását az ESA új Vega hordozórakétájának bemutatkozó repülése alkalmával. Magyarország már évtizedek óta szoros kapcsolatot ápol az európai űrszervezettel, a hazai mérnökök és kutatók számos sikeres közös programban vettek részt. Hazánk volt az első ország, amely 2003-ban – Dordain úr első főigazgatói periódusának elején – európai együttműködő partnere lett az ESA-nak, a PECS egyezmény megkötésével.



Jean-Jacques Dordain, az ESA főigazgatója (balra) és Kara Ákos államtitkár a csatlakozási szerződés aláírása után. (Kép: Sennowitz Gergely / NFM)

Ez az ESA „előszobájának” tekinthető, korlátozott részvételi lehetőséggel az űrügynökség programjaiban. Amíg mi ebben az előszobában várakoztunk, a velünk nagyjából azonos időben induló másik három ország, Csehország, Románia és Lengyelország már a szervezet teljes jogú tagjává vált. A tagságot előkészíteni hivatott PECS (Plan for European Cooperating States) program sikerét értékelve Jean-Jacques Dordain megemlítette, hogy a minap már a kilencedik állam (Szlovákia) csatlakozott hozzá. Külön személyes öröm számára, hogy hazánk a júniusban lejáró harmadik, utolsó főigazgatói ciklusa alatt végül belép az ESA tagjai közé. Az ESA-tagságunk a szerződés ratifikációját követően, még ennek az évnek a vége előtt válik

hivatalossá. (Az ESA Alapokmány előírásainak megfelelően Magyarország képviselői 2015. november 4-én a francia Külügyminisztériumban adták át az ESA-csatlakozásunkhoz szükséges törvények kihirdetéséről szóló hivatalos okiratot. Ezzel ez a nap lett hazánk ESA-csatlakozásának hivatalos dátuma.)

A fogadást követően, a délutáni programban szakmai előadások hangzottak el. Elsőként köszöntőt mondott Both Előd, az ENSZ Világűrbizottság Tudományos és Technikai Albizottságának elnöke, aki egészen a közelmúltig vezette a Magyar Űrkutatási Irodát, s így meghatározó szerepe volt hazánk és az ESA kapcsolatainak szorosabbá fűzésében. Bacsárdi László, a MANT főtitkára a hazai űrtevékenység fő irányvonalait és a MANT oktató-ismeretterjesztő munkáját ismertette. Apáthy István (MTA Energiatudományi Kutatóközpont) és Szegő Károly (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont) a Rosetta üstökös-kutató űrprogramról és benne a magyar részvételről tartott előadást. Horváth Gyula (BME) a nagy sikerű első magyar műhold, a Masat-1 eredményeiről és a folytatás lehetőségeiről számolt be. Solymosi János a Magyar Repülő- és Űripari Technológiai Platform (HATP) képviseletében az űrtávközlésről, a szervezet tagjainak eredményeiről szólt. Bárczy Pál a Magyar Űripari Klasztert (HUNSPACE) képviselte, az anyagtudományok terén végzett munkájukról tartott előadást. A szakmai programot Remetey-Fülöpp Gábor előadása zárta, aki a Magyar Térinformatikai Társaság (HUNAGI) nevében a távérzékelés, földmegfigyelés, mint űralkalmazás fontosságára és hazai jelentőségére hívta fel a figyelmet.

2015. március

Két különleges távközlési hold. A SpaceX vállalat Falcon-9 rakétája a maguk nemében úttörő műholdakat állított pályára, mindjárt egyszerre kettőt. A start korszakváltás kezdetét jelezheti a kereskedelmi alapú, geostacionárius pályáról végzett távközlésben. A két legújabb, a Boeing Space Systems cég által épített űreszköz ugyanis kizárólag ionhajtóműveket alkalmaz, a fedélzeten nem helyeztek el hagyományos kémiai hajtóműveket. Ezzel egyúttal megszabadultak az üzemanyag-tartályoktól és a hajtóanyag tömegének jókora részétől is, olcsóbbá téve a pályára állítást és megnövelve az űreszközök várható élettartamát. A Boeing három évvel ezelőtt, 2012 elején jelentette be, hogy új, tisztán elektronikus meghajtás alkalmazó 702SP jelű műholdplatformjára négy megrendelés érkezett. Közülük a most pályára állított két műhold az első, amelyek a gyakorlatban is megmutathatják a módszer életképességét. Azóta más nagy űripari gyártók is előálltak a maguk tisztán ionhajtóműves

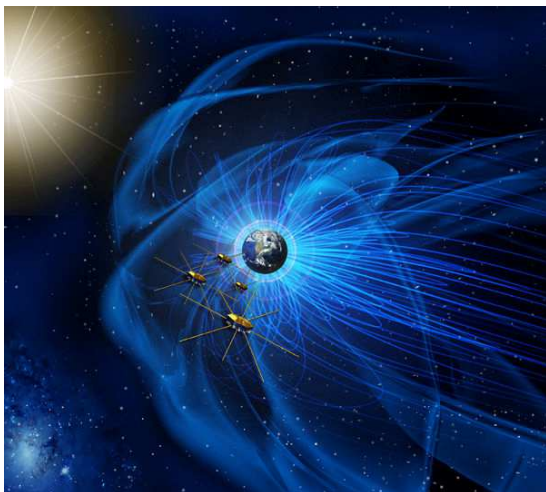
megoldásaival. A napelemek által termelt energia segítségével, elektromágneses térben gyorsított ionok (xenon) kilövellésén alapuló meghajtást nem csak a geostacionárius pálya tartásához szükséges kisebb, folyamatos korrekciók céljára, de magának a végső pályának az elérésére is alkalmazzák az ilyen felépítésű műholdak esetén.

A Falcon-9 hordozórakéta március 2-án startolt a floridai Cape Canaveralról, rajta az Eutelsat-115 West B és az ABS-3A nevű kommunikációs holdakkal. A két űreszköz közel 25° -os hajlásszögű, kb. 400 km és 40 ezer km között változó magasságú ún. szuperszinkron pályára állt. Innen érik el a 36 ezer km magas körpályát az Egyenlítő síkja közelében. A hagyományos meghajtásnál lényegesen kisebb tolóerőt nyújtó ionhajtóműves módszer miatt azonban ez az átmene-ti időszak sokkal hosszabb lesz, mint megszokhattuk, több mint fél évig is eltart. Amint a neve is jelzi, az Eutelsat-115 West B üzemeltetője a párizsi székhelyű Eutelsat vállalat. Video- és adatátvitelre, kormányzati megrendelők adatforgalmának lebonyolítására, mobil távközlésre használják majd, amerikai lefedettségi területtel. Pozíciója 115° nyugati hosszúságnál lesz – ami a nevére visszautalva szintén nem meglepő. Starttömege 2,2 tonna. Az előző „tesvére”, a Falcon-9 rakétával ugyancsak most pályára állított ABS-3A megrendelője az Asia Broadcast Satellite cég. A geostacionárius pályán 3° nyugati hosszúság fölé kerül. Távközlési szolgáltatásainak megrendelői elsősorban Amerikából, Afrikából, a Közép-Keletről kerülnek majd ki. Emellett televíziós műsorszórást is végez. Starttömege közel 2 tonna.

Érkezés a Cereshez. Pályára állt a Ceres törpebolygó körül a NASA Dawn űrszondája. A Ceres a Naprendszerben a Mars és a Jupiter pályája közötti térségben húzó fő kisbolygóöv legnagyobb égitestje. A 2007-ben indított amerikai Dawn űrszondának (a név jelentése: hajnal) ez a második célpontja. Mielőtt a Ceres felé indították, 14 hónapon át (2011-ben és 2012-ben) a Vesta kisbolygó körül keringett. A maga nemében egyedülálló, hogy most ugyanaz az űreszköz egy másik égitest körül is pályára áll. A Dawn 2015. március 6-án érkezett a Ceres mellé. Az első időkben viszonylag nagy távolságban 13,5 ezer km-re kering majd a törpebolygótól, majd a pályamagasságot fokozatosan csökkentik, egészen 400 km alá.

Az 1801-ben felfedezett, mintegy 950 km átmérőjű Ceres az elképzelések szerint egy olyan égitest, amely megrekedt a nagybolygóvá való fejlődés útján. A Naprendszerben a kis égitestek jobban megőrizték a keletkezésük idején uralkodó állapotokat, így részletes, közeli tanulmányozásukkal bolygórendszerünk kialakulásáról szerezhetünk fontos új információt. A jelentős mennyiségben (tömegének nagyjából negyedében) vizjeget tartalmazó Ceres felszíne krá-

terekkel egyenletesen szabdalt. A közeledő Dawn szonda egyre jobb felbontású képein izgalmat okozott egy világos színű folt, amelynek a mibenlétére a következő időszakban végzendő vizsgálatoktól várják a választ.



Úton a négy MMS műhold.

A NASA űridőjárás-kutató műhold-négyesikrei egy Atlas-5 rakétával álltak Föld körüli pályára Floridából, március 13-án. Az 1,1 milliárd dolláros MMS (Magnetospheric Multiscale mission) program keretében négy azonos felépítésű, egyenként 25 mérőműszerrel felszerelt űreszköz indult a földi magnetoszféra, az űridőjárás jelenségeinek kutatására. A közelében repülő műhol-

dak segítségével három dimenzióban, 30 ezredmásodperces időbeli felbontással tudják felmérni bolygónk mágneses terét és plazmakörnyezetét, különös tekintettel a mágneses erővonalak gyors átkötődésére (rekonnexiójára).

Az Atlas-5 rakéta Centaur végfokozata mintegy másfél órával a startot követően, 5-5 perccel egymás után „engedte el” a négy műholdat 29°-os hajlásszögű, elnyúlt pályákra. Kezdetben a távolságuk repülés közben kb. 100 km-es lesz, majd az irányítók precíz manőverekkel a négy műhold által kijelölt képzeletbeli tetraéder élhosszúságát fokozatosan 10 km-esre csökkentik. A hamarosan kialakítandó igen elnyúlt (földközeli 2600 km, földtávolban 70 ezer km magasságban húzódó) ellipszispályáikat úgy tervezték, hogy a műholdak a legtöbb időt töltsék a földi magnetoszférát és a napszél uralta bolygóközi teret elválasztó magnetopauzában és a napszél hatására kialakuló mágneses csóvában. Később, másfél év múlva a pálya földtávolsági pontját 150 ezer km fölé szeretnék megemelni.

Az egy év megkezdődött Mihail Kornijenko és Scott Kelly számára, akik a Szojuz TMA-16M fedélzetén elindultak és meg is érkeztek a Nemzetközi Űrállomásra. Az orosz űrhajó március 27-én startolt a kazahsztáni Bajkonurból. A közel egy éven (pontosan 342 napon) át tartó hosszú távú űrrepülésre induló orosz-amerikai páros mellett a Szojuz parancsnoki ülésében Gennagyij Padalka foglalt helyet. Bár a veterán orosz kozmonauta „csak” a szokásos fél évet tölti

majd az ISS-en, mikorra visszatér, ő tartja majd az összesített időtartamrekordot, 878 nappal. Padalka eddig négy repülésen összesen 710 napot töltött Föld körüli pályán.

A Szojuz TMA-16M mindössze négy keringés elteltével, a start után mintegy hat órával meg is érkezett az ISS-hez. Ott a 43. számú személyzet már fent levő három tagja, Terry Virts, Samantha Cristoforetti és Anton Skaplerov várta őket.

A 342 napon át tartó küldetés nem példátlan az emberes űrrepülés történetében, de a „modern időkben”, ebben az évezredben még nem volt rá példa. Korábban négy szovjet/orosz űrhajós is töltött egyszerre egy évet vagy többet a világűrben: Valerij Poljakov (437 nap, 1994–95), Szergej Avgyjejev (379 nap, 1998–99), valamint Vlagyimir Tyitov és Musza Manarov (365 nap, 1987–88). Mindegyikük a Mir űrállomás lakója volt.

A mostani kísérletek során korszerű kutatási módszerekkel, nemzetközi kutatócsoportok közreműködésével arra keresik majd a választ, hogyan reagál az emberi szervezet a hosszú ideig tartó súlytalanságra, szem előtt tartva a jövőben esetleg megvalósuló emberes Mars-utazást. Kihasnálva a különleges lehetőséget, hogy Scott Kelly ikertestvére, Mark is űrhajós, az elkövetkező év során egy sor kontrollkísérletet rajta is elvégeznek majd a Földön. Az űrhajózástól már visszavonult Mark Kelly bevonásával lehetővé válik, hogy még jobban megértsék a Föld körüli pályán keringő testvérén végzett mérések eredményének hátterét, a változások okát.

2015. április

A Progressz M-27M sikertelen startja. Az orosz teherűrhajó április 28-án startolt Bajkonurból. A Szojuz-2.1a hordozórakéta a Föld körüli pályára állította ugyan, de a Progressz meghibásodott, gyors forgásba kezdett és irányíthatatlanná vált. A földi irányítók kezdetben nem adták fel teljesen a próbálkozást. A Progressz M-27M-mel akkor tudták megpróbálni felvenni a rádiókapcsolatot, amikor az – napjában hatszor – rövid időre (negyed órára) elhaladt az orosz követőállomások fölött. A teherűrhajó az ISS-re szállított volna 2,7 t tömegben ellátmányt – élelmiszert, ruhákat, vizet, oxigént, üzemanyagot, illetve kísérleti berendezéseket, köztük magyar készítésűeket is: a TRITEL háromtengelyű sugárdozimetriai célú teleszkóp adatgyűjtésre és -megjelenítésre szolgáló központi egységét, valamint az SPD11 sorszámu passzív detektor csomagot. Utóbbi – a 12 hónapos küldetés kapcsán – közel egy évet töltött volna el az űrállomás fedélzetén.

A Progressz M-27M végül május 8-án belépett a Föld sűrű légkörébe és megsemmisült. Az esemény lakott területektől távol, a Csendes-óceán középso része fölött történt.

Búcsú a Merkúr-szondától. Többször hosszabbított programjából a lehető legtöbbet hozta ki a MESSENGER, amely üzemanyagkészlete kimerültével a Merkúrba csapódott. A NASA közel 450 millió dolláros MESSENGER (MERcury Surface, Space ENVironment, GEOchemistry, and Ranging) űrszondája négy (földi) éven át keringett a Naprendszer legbelső bolygója, a Merkúr körül. Sorsa a legutóbbi előrejelzéseknek megfelelően április 30-án pecsételődött meg. Ekkorra csökkent le annyira a pályájának magassága, hogy végül a bolygó felszínébe csapódott. Az esemény a Merkúrnak a Földről nézve átellenes oldalán történt, április 30-án, magyar idő szerint 21:26 körül. A becsapódás becsült sebessége mintegy 14 ezer km/h volt, az űreszköz egy 16 m átmérőjű krátert üthetett. Ezt a Földről nem, csak a 2024-ben odaérkező európai-japán BepiColombo űrszonda felvételein lesz esélyünk megpillantani.

A MESSENGER 2004 augusztusában egy Delta-2 rakétával indult a floridai Cape Canaveralról. Egy évvel később egy gravitációs hintamanőver céljából visszatért a Föld mellé, majd kétszer a Vénusz és háromszor a Merkúr mellett elrepülve szerzett újabb lendületet, hogy végül 2011 márciusára felvegye a Merkúr Nap körüli keringésének sebességét és pályára álljon a bolygó körül – elsőként az űrkutatás történetében.

A Nap közelsége miatt komoly hővédelemmel ellátott űrszonda működését eredetileg egy évre tervezték a Merkúr körül, ezt sikerült négyszeresen túlteljesítenie. Az utolsó évben, egyre alacsonyabban húzódó pályáról különösen érdekes, nagy felbontású méréseket volt képes végezni. Még létezése utolsó napján is küldött mérési adatokat a Földre. A statisztikák kedvelőinek: az űrszonda 4105-ször kerülte meg a Merkúrt, az ottani négy éves kutatási programja alatt 10 terabájtnyi adatot sugárzott le az irányítóknak. Ezek között mintegy 290 ezer kép volt. A kutatók még jó darabig el lesznek foglalkoztatva az adatok feldolgozásával, az eredmények értelmezésével.

A MESSENGER részletesen feltérképezte a Merkúr kráterekkel szabdalts felszínét. A mérések alapján a vártnál sokkal dinamikusabb bolygó képe rajzolódott ki a Merkúrról. A felszínen arra utaló jeleket találtak, hogy az égítést összehúzóda nem fejeződött be, a magja még hűl. A mágneses tér aszimmetrikus a bolygó középpontjához viszonyítva. A MESSENGER több független méréssel igazolta a korábban földi mérések alapján megfogalmazott sejtést az állandóan árnyékban levő poláris kráterbelsőkből található, 20-30 cm-es sötét, feltehetően szerves anyagokat tartalmazó réteggel fedett vízjég-

ról. A bolygó vékony és ritka légkörének anyagát üstökösszerű csóvává alakítja a napszél. Az űrszonda a 88 napos keringési periódusok alatt évszakos változásokat is megfigyelt a légkörben.

A Merkúrnak van a legnagyobb vastartalmú magja a bolygó méreteihez képest az egész Naprendszerben. A MESSENGER mérései kiderítették, hogy a felszínen nagy bőségben fordulnak elő könnyebb kémiai elemek, mint a nátrium, kén, kálium és klór. A vasból viszont meglehetősen kevés jutott a bolygó kérgébe. Az anyagi összetételre vonatkozó mérések magyarázatához felül kell majd vizsgálni a Naprendszer közetbolygóinak keletkezésére és korai fejlődésére vonatkozó elméleteket.

2015. május

Tesztelték a Dragon mentőrendszerét. Fontos lépésre került sor a SpaceX űrhajója emberek szállítására alkalmas változatának fejlesztésében. A Dragon kapszulát május 6-án a floridai Cape Canaveral 40-es startállásából indították, magyar idő szerint 15 órakor. Az egész kísérlet alig tartott 2 percig. A startkísérlet megszakítását szimulálták. Ha egy ilyen helyzetben űrhajósok tartózkodnak a fedélzeten, akkor a rendszernek gondoskodnia kell a kapszula leválasztásáról az indításkor bajba került hordozórakétáról, és az emberek biztonságos visszajuttatásáról.

A próba során a Dragon kapszula felemelkedéséről a beépített nyolc SuperDraco rakétahajtómű gondoskodott. Az eszköz mintegy másfél kilométeres magasságig jutott, majd a törzsről leválva, ejtőernyős fékezéssel ereszkedett az Atlanti-óceán vizébe, a starthely közelében. Ha a három ejtőernyő lassította Dragonban ezúttal tényleg utaztak volna űrhajósok, azok sértetlenül megúszták volna a szimulált rakétabaleset. Az első adatok szerint ugyanakkor nem minden pontosan a terveknek megfelelően alakult: nem érték el az előre meghatározott sebességet, és a vízbe érés is a parthoz némileg közelebb történt.

A SpaceX tervei szerint a Dragon emberes változata 2017-ben indulhat először a világűrbe, űrhajósokkal a fedélzetén. Ennek egyik fontos feltétele, hogy a megrendelő NASA számára demonstrálják a mentőrendszer működőképességét. A következő mérőföldkő a mentőrendszer kipróbálása lesz egy Falcon-9 rakétával, amikor a repülésből egy-két perc már eltelt.

Proton baleset. Ezúttal a Mexsat-1 mexikói távközlési hold veszett oda, az orosz Proton-M hordozórakétának nem sikerült elérnie vele a Föld körüli pályát. A Proton startját az ILS (International

Launch Services) amerikai–orosz vegyesvállalat szervezte. A hasznos teher a mexikói kormányzat megbízásából az amerikai Boeing Satellite Systems cégnél épült, 5,3 t tömegű Mexsat-1 (más néven, a mexikói forradalom századik évfordulója tiszteletére: Centenario) távközlési hold volt. Az űreszközt geostacionárius pályára szánták. A Csendes-óceán (113° nyugati hosszúság) fölött állomásozva hang- és adatátviteli szolgáltatásokat nyújtott volna földi, tengeri és légi mobil terminálok között, a mexikói hatóságok használatában.

A start időpontja május 16-án jött el. Bár az emelkedő rakéta hamar eltűnt a felhők fölött, az első néhány percben a telemetriai adatok semmi rendellenességre nem utaltak. Később, kb. 490 másodperccel a startot követően gond támadt. A Roszkoszmosz vizsgálatának május végén nyilvánosságra hozott megállapítása szerint a hiba a hordozórakéta harmadik fokozatában olyan műszaki megoldásra vezethető vissza, aminek ellenére évtizedeken át mégis (majdnem) jól működtek a műholdindítások. Mindenesetre utólag a mostanihoz hasonló hibának tulajdonítanak egy 1988-as és egy 2014-es Proton-balesetet is. A harmadik fokozat kormányzását végző egyik RD-0214 hajtómű nem működött megfelelően, méghozzá az intenzív vibráció miatt, amit a hajtómű turbószivattyújában forgó rotor kiegyensúlyozatlansága idézett elő. A forgólapát anyaga nem bírta a magas hőmérsékletet. A Protont gyártó Hrunyicsev céget utasították, hogy a jövőben újfajta anyagot használjanak és javítsanak a kiegyensúlyozás technikáján. A bizottság – az orosz rakétakudarcok után megszokott módon – fényt derített néhány nem kielégítő eljárásra a gyártás során végzett minőség-ellenőrzés folyamatában is.

X-37B: újra repül. Az Amerikai Légierő mini-űrrepülőgépe Atlas-5 rakétával indult Floridából – ahogy az előző három alkalommal is. A pilóta nélküli, automata visszatérésre alkalmas X-37B negyedik (OTV-4 jelzésű) útja május 20-án kezdődött. A katonai üzemeltetésű X-37B által végrehajtott programokról korábban igen kevés információt kapott a közvélemény. Most előzetesen már egy kicsit többet lehetett tudni arról, hogy mit is fog csinálni a legutóbb nem kevesebb, mint 22 hónapon át a Föld körül keringő űrjármű. Legalábbis két dologról beszéltek. Egyrészt az Amerikai Légierő számára egy újfajta ionhajtóművet próbálnak ki a világűrben, amit később a katonai távközlési műholdaknál szeretnének alkalmazni. Másrészt a polgári űrügynökség, a NASA egy kísérlete is felkerült az X-37B fedélzetére.

A Marshall Űrközpont szakemberei által vezetett programban különféle anyagmintákat tesznek ki a nyílt világűr viszonyosságainak, hogy a visszatérés után megvizsgálhassák tartósságukat. A METIS (Materials Exposure and Technology Innovation in Space) nevű kísérletben több mint százféle különböző mintát – polimereket,

kompozit anyagokat – helyeznek el az X-37B-nek a pályára állás után kinyitható rakodóterében, legalább 200 napon át. A mintadarabok mérete mindössze egy-egy 25 centes pénzérmével vetekszik. Hasonló vizsgálatokat korábban a Nemzetközi Űrállomáson is végeztek. A MISSE (Materials on International Space Station Experiment) programban 2001 és 2013 között például összesen 4000-nél is több mintadarabot vizsgáltak. A cél, hogy a jövő űreszközei számára minél tartósabb, a világűr viszonyai között jól alkalmazható, strapabíró anyagokat fejlesszenek ki.

Az X-37B-ből két megépült példány az elmúlt öt év alatt összesen 1368 napot töltött a világűrben, alapvetően titkos küldetéssel. A három eddigi repülés a kaliforniai Vandenberg Légitámaszpont kifutójára való pontos, automatikus landolással végződött. Érdekes összehasonlítás, hogy a NASA űrrepülőgépei – igaz, hogy embereket szállítva – a működésük három évtizede alatt, 135 alkalommal összesen „csak” 1334 repült napot gyűjtöttek össze a Föld körüli pályán.

A fő hasznos teher mellett az Atlas-5 rakéta tíz nanoműholdat (CubeSat) is pályára állított. Köztük volt az amerikai civil szervezet, a Planetary Society által épített LightSail, ami egy kísérleti napvitorlás.

2015. június

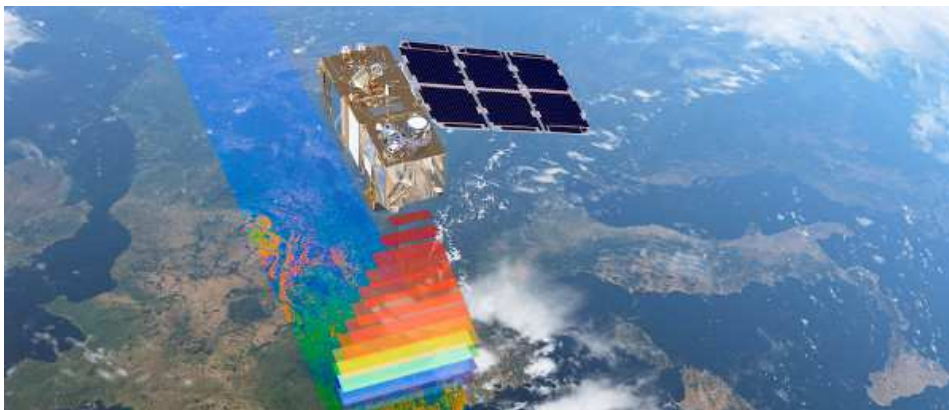
Felébredt a Philae! Június 13-án bejelentkezett a Rosetta szonda tavaly november óta néma leszállóegysége az üstökösmag felszínéről. A Philae „üzent” a földi irányítóknak, a 67P/Csurjumov–Geraszimenko-üstökök körül keringő Rosetta közvetítésével. Több mint 300 adatcsomagot vették az ESA darmstadti irányítóközpontjában. A jelek szerint a Philae képes volt átvészelni a 2014. november 15. óta tartó hibernációt, ami alatt a napelemeit nem érte elegendő besugárzás ahhoz, hogy a műszerek működéshez elegendő elektromos energiát termeljen. Ahogy az üstökök közelebb került a Naphoz, a rádiókapcsolatot 2015. március közepe óta próbálták felvenni a Philae-vel – egészen mostanáig sikertelenül. A jelek szerint a Philae most „jól van”, üzemi hőmérséklete $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, napelemeinek teljesítménye 24 W. Egyelőre 85 másodpercen át kommunikált az anyaszon-dával.

A hibernációt követő első, június 13-i rádiókapcsolatot követően június 14-én este ismét üzent a Philae. Ugyan ez alkalommal mindössze néhány másodpercig állt fenn a kapcsolat, a leszállóegység irányítói újabb fontos információkkal gazdagodtak. Ezek alapján a Philae belső hőmérséklete időnként már a 5°C -ot is elérte. Ezen a hőmérsékleten már lehetséges a fedélzeti akkumulátorok töltése,

ami hosszabb idejű méréseket illetve a nagyobb fogyasztású kísérletek üzemeltetését is lehetővé teszi! Mindez a korábbiakhoz képest kedvezőbb megvilágítási viszonyoknak köszönhető. Míg novemberben a napelemtáblák fordulatonként mindössze 1,3 órán át kaptak napfényt, ez az idő most már közel 1 órával hosszabb. Emellett a leszállóegység hibernálás előtti elforgatása/elfordítása is eredményesnek bizonyult, aminek köszönhetően az egyik nagyobb felületű napelemtábla akár maximális teljesítményen tud üzemelni. A korábbi félelmekkel szemben valamennyi napelemtábla éppen vészelte át a leszállás végső fázisát is.

Jelenleg még közel 8000 adatcsomag vár letöltésre. Ez egyben azt is jelenti, hogy a Philae jóval az anyaszondával történt első sikeres kapcsolatfelvétel előtt feléledt és adatokat gyűjtött, ennek időpontja viszont egyelőre még nem ismert. Annyit mindenesetre már lehet tudni, hogy az alapvető alrendszerek rendben működnek.

Pályán a Sentinel-2A. A legújabb európai földmegfigyelő műhold 13 színben „lát”, 290 km széles felszíni sávokat térképez majd fel poláris pályáról. Az Európai Unió és az ESA Copernicus programjának második műholdja június 23-án startolt a francia guyanai Kourou űrközpontból, egy szilárd hajtóanyagú Vega hordozórakétával. (A dél-amerikai indítóhelyen ekkor még június 22-ét mutatott a naptár.) A Vega számára a mostani volt a 2012-es bemutatkozás óta az ötödik start. Az orrkúp alá szerelt, 1140 kg-os űreszközt fővállalkozóként az Airbus Defense and Space cég építette. Fontos magyar vonatkozása, hogy a miskolci székhelyű Admatis Kft. beszállítóként számos szerkezeti részegység elkészítésére kapott megrendelést. Nem csak a Sentinel-2A, de az azonos felszereltségű Sentinel-2B is magyar alkatrészekkel repül majd. Ez utóbbit a tervek szerint 2016 őszén állítják majd pályára.



A Sentinel-2A a Föld körül. (Fantáziakép: ESA / ATG medialab)

Mit tudnak majd a 2-es számú Sentinelek? A tavaly óta már sikeresen működő Sentinel-1A-val ellentétben – s annak képességeit kiegészítve – nem radaros földmegfigyelést végeznek, hanem a látható fény tartományában lesznek érzékenyek. A Föld pólusai fölött húzódó, 786 km magas pályáról elsősorban a szárazföldek megfigyelése lesz a feladatuk, méghozzá 13 különböző optikai és közeli infravörös hullámhosszon (443–2190 nm hullámhosszak között). A poláris napszinkron pálya lehetővé teszi, hogy a földfelszín egy-egy területét a műhold minden visszatérése során a napnak ugyanabban az időszakában figyelje meg.

Az ESA legtöbb műholdjával ellentétben a Sentinelek nem tudományos célú űreszközök – igaz ez akkor is, ha az adataikat nyilván jelentős tudományos alkalmazásokhoz is használni fogják. A Copernicus programban épült műholdakat kifejezetten szolgálatsszerű működésre szánták. A lesugárzott adataik nyilvánosan és ingyenesen hozzáférhetők. Ezzel kívánják elősegíteni a műholdas távérzékelési adatok minél szélesebb körű hasznosítását, a társadalmi hasznosságot és a gazdasági fejlődést tartva szem előtt. A sokféle alkalmazási terület között említhető a környezetvédelem, a felszínborítás változásának követése, a mezőgazdaság, a településtervezés, a katasztrófa-elhárítás. A Sentinel-2A a szükséges beüzemelés után a tervek szerint 3-4 hónap múlva kezdi meg rendszeres adatszolgáltatását, de az első képeire remélhetőleg már egy héten belül számíthatunk. A Sentinel-2A kamerájának felszíni felbontása 10 méteres, ami első hallásra nem tűnik finomnak, de erre az alkalmazásokhoz nincs is szükség. Tekintetbe véve a leképezett széles, 290 km-es sávot és a detektált 13 színt is, a paraméterek tekintélyt parancsolók.

A Sentinel-2 sorozat bizonyos értelemben a francia Spot és az amerikai Landsat műholdak hagyományait folytatja. Vannak, akik egyenesen „európai Landsatként” említik. A Sentinel-2 holdak leképezési sávja mintegy 100 km-rel szélesebb lesz, mint a már több mint négy évtizedes műltra visszatekintő Landsat sorozat legújabb tagjáé, a Landsat-8-é, s a felszíni felbontása is finomabb. A Sentinel-2A visszatérési ideje legfeljebb 10 napos lesz, míg a Landsat-8 csak 16 naponta képes a felszín egy adott területéről megismételt felvételt készíteni. Az amerikai földmegfigyelő műholdon ugyanakkor termális (távoli) infravörös hullámhosszakon érzékeny berendezés is repül.

Ha 2016 szeptemberében elindul a Sentinel-2B is, akkor olyan pályára állítják, amelyről jól kiegészíti most indított „ikertestvére” megfigyeléseit, 5 naposra csökkentve a visszatérési időt. (Ez az egyenlítői térségben érvényes, magasabb szélességeken a leképezett sávok átfedése miatt még rövidebb is lehet.) A Sentinel-2B egyébként egy orosz Rokot hordozórakétával jut majd Föld körüli pályára.

Mindkét műhold névleges működési élettartama 7 év, bár a fedélzetükön tartalékolt hajtóanyag akár 12 évnyi működést is lehetővé tesz. A két Sentinel-2 műhold elkészítése 350 millió euróba került (ebben az összegben nincsenek benne a pályára állítás költségei).

Folytassa, Rosetta! Az ESA döntött: a pénzen ne múljon! Ha bírja, az idei év vége helyett még 2016 szeptemberéig dolgozhat a 67P üstökösnél a Rosetta. A végén talán még le is száll rá... Az ESA Rosetta üstököskutató űrszondája 2004-ben indult hosszú útjára, majd 2014 augusztusában állt pályára az üstökösmag körül. Azóta ott végzi a méréseit, tavaly novemberben pedig lebocsátotta a felszínre a Philae leszállóegységet. (Mind a keringő, mind a leszálló szondán számos magyar részvétellel készült berendezés üzemel.)

A 67P jelű, a felfedezők (Csurjumov és Geraszimenko) nevét viselő üstökös most augusztus 13-án éri el pályája napközeli pontját, ahol a tevékenysége a legaktívabb. Az égitest – most már együtt az első ember alkotta űreszközzel, amely pályára állt egy üstökös körül – elnyúlt ellipszispályáján 6 és fél évente kerül meg egyszer a Napot. A Rosetta eredeti célja a napközelséget megelőző és közvetlenül követő időszak megfigyelése volt: hogyan változik az üstökösmag és környezete, mennyi por és gáz hagyja el a kis égitestet a besugárzás hatására. A program az eredeti tervek szerint 2015. december végén fejeződött volna be.

Az ESA tudományos programbizottsága úgy döntött, hogy további 9 hónapot kap a Rosetta, illetve a vele dolgozó kutatók és mérnökök. A finanszírozás meghosszabbításában nyilván szerepet játszottak az eddigi sikerek, illetve az is, hogy a novemberben csupán 57 órán át működött leszállóegység, a Philae nemrég „feléledt” és újból bejelentkezett a földi irányítóknál.

A 2016 szeptemberét követő újabb hosszabbításnak viszont már nem lesz értelme. Egyrészt addigra nagyjából elfogy a manőverezéshez használható hajtóanyag, a Naptól távolodva pedig egyre kevesebb energiát tudnak termelni a szonda napelemei, ami már nem lesz elegendő a műszerek üzemeltetéséhez. Másrészt jövő októberben az üstökös újra a Nap irányához közel látszik majd a Földről, ami megnehezíti vele a kommunikációt. A kutatók egyedülálló lehetőséget kapnak, hogy végigkövessék az üstökösaktivitás hanyatló szakaszát is, ugyancsak nagyjából egy éven át. Ennyi ideje vizsgálja a Rosetta a napközelség felé vezető, a feléledő aktivitással jellemezhető szakaszt is. Emellett alkalom nyílik arra, hogy a szonda egyre közelebből és közelebből vizsgálja célpontját. Könnyen előfordulhat, hogy az üstökösmaghoz közelebb repülve a nagyobb felbontású felvételeken sikerül majd egyértelműen azonosítani a Philae tényleges leszállóhelyét, amiről ezidáig nem lehet egészen biztosat tudni,

legfeljebb ígéretes „jelöltet” sikerült találni a 20 km távolságból készült képeken. A meghosszabbított programba beleférhetnek olyan eddig kockázatosabbnak ítélt manőverek, amik nyomán új típusú mérési adatokat is gyűjthetnek. Ilyen például az üstökös-mag éjszakai (árnyékos) oldala feletti repülés, ahol a plazma-, gáz- és porkörnyezetet vizsgálhatják.

S hogyan alakulhat majd a Rosetta vége? A legkézenfekvőbb és egyben legizgalmasabb – bár még véglegesen el nem döntött – végki-menetel, hogy a szonda valahogy leereszkedik az üstökös-mag felszí-nére. A lehetőségeket nagyban meghatározza majd az űreszköz ak-kori állapota is. Ez nem lenne sima leszállás abban az értelemben, hogy utána a fedélzeti műszerek vagy a kommunikációs antenna működőképes állapotban maradnának. Azonban közvetlenül a fel-szín elérése előtt, az üstökös-mag felé fokozatosan spirálózó, mintegy három hónapon át tartó süllyedés ideje alatt is végezhetnek majd értékes méréseket.

Megsemmisült a Dragon CRS-7. Az indítás során szerencsétle-nül járt a SpaceX legújabb, a Nemzetközi Űrállomás felé indított te-herűrhajója. Az amerikai magán-teherűrhajó a SpaceX vállalat Fal-con-9 hordozórakétájával emelkedett a magasba a floridai Cape Canaveralról, június 28-án. Az északkeleti irányban repülő Falcon-9 mintegy 10 perccel a start után engedte volna útjára a teherűrhajót, amely fokozatosan, két nap múlva közelítette volna meg célpontját. Amint a repülés kódja (CRS-7) is jelzi, ez már a Dragonok hetedik szolgálat-szerű teherszállító útja az űrállomáshoz, a NASA megrende-lésére. Az előző hat sikeresen zajlott, ez a mostani azonban nem... Az első hírek szerint emelkedés közben, 2 perc 20 másodperccel a startot követően a hordozórakéta és hasznos terhe felrobbant. Ez épp azelőtt történt, hogy az első rakétafokozat működése befejező-dött és a kiürült fokozat levált volna.

A Dragon CRS-7 rakományának össztömege mintegy 1,9 tonna volt. Ennek legnagyobb része az űrhajósok számára szükséges ellát-mány, használati tárgyak és élelmiszer. Ezen felül tartalék alkatré-szek és az ISS üzemben tartásához szükséges tárgyak, valamint tu-dományos kísérleti berendezések és eszközök utaztak. A mostani lett volna az első teherszállítmány az űrállomáshoz, mióta áprilisban az egyik orosz Progressz teherűrhajó szerencsétlenül járt, s így egy ellátmány kimaradt. Emiatt a tervezetthez képest több élelmiszer és ruházati cikk került most a Dragon rakományába. Ennek ellenére igaz, hogy az ISS-en levő készletekkel akár októberig ki tudnák hú-zni az ott lakók, még akkor is, ha addig egyetlen teherűrhajó sem ér-kezne. Bár biztonsági tartalékokkal mindig számolnak, az ISS ellá-tása a korábbi időszakban szinte zökkenőmentes volt. 1998 és 2014

között a számos teherűrhajó közül csak egy járt szerencsétlenül. Az utóbbi egy év alatt viszont két baleset is becsúszott, tavaly egy amerikai Cygnus teherűrhajó, idén pedig egy Progressz veszett el. Ez a mostani a harmadik, ami most már meglehetősen aggasztóvá kezd válni.

A Dragon mostani repülése nyomán nem csak a raktárkészleteket töltötték volna fel, de a teherűrhajó külső, nem hermetizált terében eljutott volna az ISS-re egy új dokkolóberendezés (International Docking Adapter, IDA-1). Ezzel már arra az időszakra készülnek, amikor a SpaceX és a Boeing által a NASA megbízásából fejlesztett emberszállító magánűrhajóknak kell kapcsolódniuk a bázishoz. Szereltek a rakományban apró, CubeSat szabvány szerint épült műholdak, amelyeket később a japán Kibo modulból állítottak volna önálló pályára.

2015. július



Új főigazgató irányítja az ESA-t.

Július 1-jén lépett hivatalba Johann-Dietrich Wörner, az ESA új főigazgatója. Elődjével ellentétben korábban nem volt az ESA munkatársa, a Német Űrügynökségtől érkezett. Johann-Dietrich „Jan” Wörner 1954-ben Kasselben (Hessen, Németország) született. Tanulmányait a Berlieni Műszaki Egyetemen és a Darmstadti Műszaki Főiskolán végezte, ahol

1985-ben építőmérnöki diplomát szerzett. Egyetemi tanulmányai közben egy évet Japánban töltött, ahol az atomerőművek földrengésbiztos tervezésére vonatkozó kutatásokba kapcsolódott be. Az egyetem elvégzése után 1990-ig egy tervezőirodában dolgozott. 1990-ben visszatért az alma materbe, a Darmstadti Műszaki Főiskolán az építőmérnöki tanszék professzora lett. Később az újonnan létrehozott Építőmérnöki Kar dékánjává, majd 1995-ben az egyetem rektorává választották, amely funkciót 2007-ig töltötte be. Kiemelkedő tudományos munkáját számos kitüntetéssel és díjjal ismerték el, emellett a Berlin-Brandenburgi Tudományos Akadémia tagjai sorába is meghívták.

Szerte a világon több egyetem is a díszdoktorává választotta, így a Buffalói New York Állami Egyetem, a Bukaresti Műszaki Egyetem, az Ulan Batori Műszaki Egyetem, a Szentpétervári Gazdasági és

Pénzügyi Egyetem, valamint az École Centrale de Lyon (Franciaország). Több külföldi egyetem felügyelő bizottságában, tanácsadó testületében illetve kuratóriumában is tevékenykedett, több német cég felügyelő bizottságának is tagja volt. Mindezek mellett a német kormány energiapolitikai szakértői munkacsoportjában is dolgozott.

2007 márciusától 2015 júniusáig a Végrehajtó Tanács elnökeként a Német Repülő és Űrügynökség (DLR, Deutsche Luft- und Raumfahrtagentur) munkáját irányította. Ebben a minőségében az ESA Tanácsában a német delegáció vezetőjeként ő képviselte hazáját, valamint 2012–2014 között ő volt az ESA Tanács elnöke. Az ESA Tanács 2014. december 18-án döntött úgy, hogy 2015. július 1-jei hatállyal négy évre Johann-Dietrich Wörnert nevezik ki az ESA főigazgatójává.

Űrtörténelmi látogatás a Plútónál. A NASA New Horizons űrszondája 2006. január 19-én indult útnak, és 2015. július 14-én, magyar idő szerint 13:49:57-kor közelítette meg a leginkább a törpebolygót, a felszínéhez képest mintegy 12,5 ezer km távolságra. A tömörített mérési adatok Földre küldése az év vége felé fejeződött be. A nyers adatok lesugárzása még hosszú ideig eltart. Közben a New Horizons már úton van következő célpontja, a 2014 MU₆₉ Kuiper-égitest felé. A szonda mérései számtalan meglepetést hoztak. Alan Stern, a projekt vezető kutatója kiválasztotta a számára tíz legmeglepőbbet.



A Plútó holdjai méretarányosan: az 1212 km átmérőjű Charon és a négy „kicsi”. A New Horizons már az 1 km körüli átmérőjű holdakat is észrevette volna – ha lennének. De nincsenek... (Kép: NASA / JHU APL / SwRI)

Nincs több hold. A Plútónak öt holdját ismerjük, a Charont 1979-ben földi felvételeken fedezték fel, a többi négyet 2005-ben, illetve 2011–12-ben a Hubble-űrtávcsővel. A New Horizons közeli felvételein 20–30-szor jobb érzékenységgel vizsgálta a Plútó környezetét, ahol további holdak lehetnének, de nem talált továbbiakat.

A Plútó nagyobb az Erisnél. Korábban a Plútó átmérőjét 2033–2400 km közöttinek becsülték, de egyesek csak 2280 km-nek mérték. A New Horizons mérése szerint a Plútó átmérője 2374 ± 6 km. Ezzel szemben az Eris a legújabb mérések szerint 2326 ± 12 km átmérőjű. Egyértelmű tehát, hogy mégiscsak a Plútó a Kupier-övben a legnagyobb égitest, Stern megfogalmazása szerint „a Kupier-öv királya”. (A sors fintora, hogy éppen az Eris felfedezése és a Plútóénál nagyobbak vélt átmérője adta meg az egyik kegyelemdőfést a Plútónak, ez volt az egyik indok ún. „törpebolygóvá” minősítése mellett.)

A hegyek magasak (3–4 km). Nem az a meglepő, hogy a Plútón hegyek vannak, hanem a 3–4 kilométer közötti magasságuk. Összehasonlításképpen Stern a Plútóhoz hasonló nagyságú Tritont említi, ahol a Voyager szonda nem talált ezekhez foghatóan magas hegyeket.

Dűnék, dűnemezők (a ritka légkör ellenére). Nagy meglepetést okoztak a Plútó több területén is világosan felismerhető dűnék, dűnemezők. Elsősorban azért meglepő a létezésük, mert a Plútó ritka légkörében nem fújhat elég erős szél ahhoz, hogy az a felszíni anyagszemcséket dűnékbe rendezze. Stern arra gyanakszik, hogy esetleg a geológiai múlt egy vagy több időszakában a Plútó légköre a mainál lényegesen sűrűbb lehetett.

Kék ég (a számítások ellenére). Az ellenfényben készült felvételen a Plútó légköre határozottan kékes árnyalatúnak látszik. Bár néhány évvel ezelőtt Sternék kiszámították, hogy a földinél mintegy százezerszer ritkább légkörben nem működhet a földi ég kékségét okozó Rayleigh-szórás, úgy látszik a Plútó erről „nem tud”.

A Plútó komplexitása, felszíni változatosság. Itt sem a komplexitás ténye volt a meglepő, hanem a mértéke. A földi és Hubble-űrtávcsővel végzett megfigyelésekből várható volt, hogy a New Horizons összetett rendszert talál (ismert volt, hogy a felszín egyes részeit fagyott nitrogén, metán és szén-monoxid borítja, a légköri nyomás nőtt az 1980-as évek óta, látták az albedófoltokat éppúgy, mint a holdak összetett rendszerét), a rendszer komplexitása azonban minden várakozást felülmúlt. A kutatók „felturbózott Tritont” vártak, helyett „felturbózott Marsot” találtak.

Friss geológiai aktivitás nyomai (4 milliárd éves és 100 millió éves felszín). A mintegy 1000 km kiterjedésű világos síkságon egyáltalán nincsenek kimutatható becsapódási kráterek, ami arra utal, hogy a felszínnek ez a része legfeljebb 100 millió éves, vagy talán még fiatal-

labbb. Ezzel szemben a felszín sötétebb, kráterekkel sűrűn borított területeit nagyon ősinek, 4 milliárd évesnek becsülik. Nemcsak meglepő, hanem rejtélyes, milyen belső mechanizmus teheti máig (vagy legalább a közelmúltig) geológiailag aktív égitestté a Plútót. Ugyanakkor Stern a Tritonon működőkhöz hasonló gejzírekre számított, ilyeneket viszont nem találtak, ami (talán az egyetlen) negatív meglepetés.

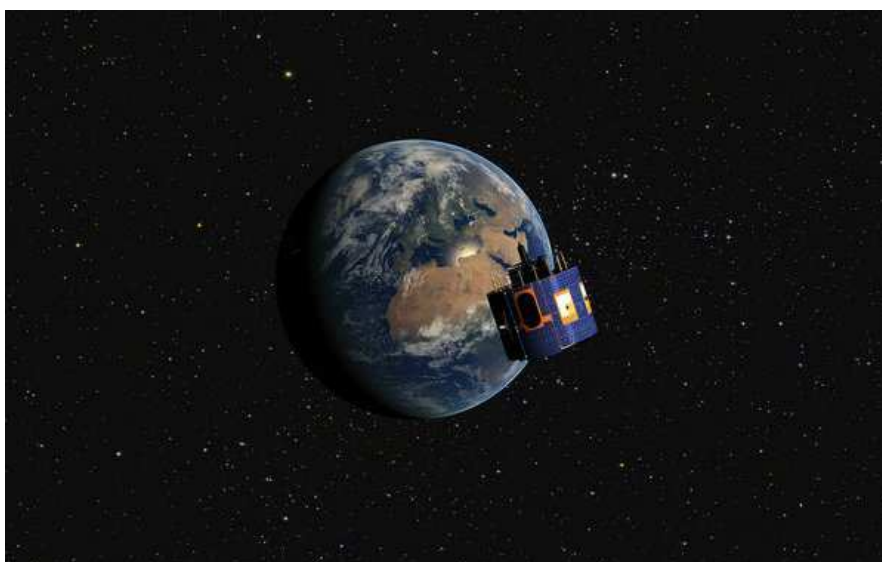
A laikusok fantáziáját is megragadó „Szív”. A New Horizons felvételein már 100 millió km távolságból is feltűnő volt a nagy kiterjedésű, világos, szív alakú terület. Szerencsére ez éppen a Plútónak azon az oldalán helyezkedik el, amely mellett a szonda július 14-én elrepült. Nem véletlenül ez szerepelt az órákkal a legnagyobb megközelítés után nyilvánosságra hozott első felvételen (és évkönyvünk címlapján is - a szerk.). Stern szerint ebben az esetben nem a jelenség geológiája az érdekes, hanem az az érzelmi többlet, amit a szív alak a bolygókutatás iránt közömbös laikusok számára jelentett.

A Charon az egyik legváltozatosabb szilárd felszínű égitest a Naprendszerben. A csupán 1200 km átmérő hold felszíne meglepően viharos geológiai múltról tanúskodik, hosszú repedésrendszer, hegyvonulatok, árkok szabdalják a felszínét. A Charon északi pólusánál a 275 km átmérőjű, sötétebb területet jól kirajzolódó vetődés vagy hegylánc határolja, körülötte 450 km átmérőjű, világosabb terület helyezkedik el. (Az itt a felszínt borító sötétebb anyag talán a Charon belsejéből származik, de más feltevések szerint a Plútó légkörében képződő tholin egy része megszökik a Plútó vonzásából, és a Charon felszínére ülepszik le.) Világos, illetve sötét, kidobott anyaggal körülvett kráterek egyaránt látszanak, a sötétebb terület mellett egy 150 km-es, sekélyebb kráter nyomai vehetők ki.

Áramló, folyó gleccserek. A Plútó jéggel borított részein egyértelműen látszanak a jég folyásának a nyomai. A világos síkság peremvidékén jól láthatóak az áramlási nyomok, ahogyan a jég körülfolylja az útjába kerülő, szilárdabb felszíni alakzatokat.

Meteorológiai és távközlési hold Ariane-5-tel. Egyszerre állt pályára a legújabb európai Meteosat és egy brazil televíziós műsor-szóró műhold. A startra a francia guyanai Kourou űrközpontból került sor egy Ariane-5 nehézzrakétával, július 15-én. A rakéta orrkúpja alatt utazó két hasznos teher geostacionárius átmeneti pályára került, ahonnan később saját erőből „kapaszkodtak fel” a 36 ezer km magas, az egyenlítői sík közelében húzódó körpályára. A geostacionárius pályán a keringési idő megegyezik a Föld egy napos tengely körüli forgási periódusával. Ez előnyös mind a távközlési műholdak számára – ezek a Földről megfigyelve állandóan ugyanabban az irányban látszanak, így a vevőantennákat elég egyszer a he-

lyes irányba állítani –, mind az olyan időjárási holdak számára, amelyek folyamatosan szemmel tartják bolygónk felénk eső féltekéjét. A rakétától először a Star One-C4 televíziós műsorszóró műhold önállósult. Az 5565 kg-os űreszközt az amerikai Space Systems/Loral cég építette, az Embratel Star One vállalat számára. A fedélzeten elhelyezett 48 Ku-sávú transzponderrel dél-, közép- és észak-amerikai ügyfeleket szolgálnak ki. A már a 2016-os Rio de Janeiro-i olimpia közvetítéseire készülő Embratel műholdflottája hét tagot számlál. Az MSG-4 (Meteosat Second Generation-4) mintegy 40 perccel a start után került önálló pályára. Ez volt kerekén a nyolcvanadik Ariane-5 indítás, egyhuzamban a 66. hibátlan alkalom. 2015-ben harmadszor indult Ariane-5 Kourouból.



Az MSG-4 a Föld körül. Elsődleges műszere egy optikai és infravörös hullámhosszakon érzékeny kamera. A második generációs Meteosat holdak alapesetben 15 percenkénti frissítéssel szolgálnak új adatokkal, de szükség esetén 5 perces időközökkel is tudnak képeket küldeni.

(Fantáziakép: Eumetsat)

Az MSG-4 a negyedik és egyben utolsó a Meteosat műholdak második generációs sorozatából. Az európai geostacionárius időjárási műholdakat az Eumetsat nemzetközi szervezet üzemelteti (ennek Magyarország is teljes jogú tagja). A valamivel több mint 2 tonnás űreszközt a Thales Alenia Space építette. Az Eumetsat még 1993-ban indította az MSG programot, az első példány 2002-ben állt pályára. A most felbocsátott műhold már 2007-ben megépült, 2010-ben szerették volna indítani, de eddig a többi műhold vártnál jobb működése okán raktárban várta a „bevetést”. Az igazira azonban

még tovább is várhat, ugyanis a tervek szerint csak két és fél év múlva léphet tényleges szolgálatba, mire az elődjei közül valamelyik kidől. Amint hamarosan sikerül beüzemelni, az MSG-4-et átnevezik Meteosat-11-re.

Az MSG-4 (avagy Meteosat-11) a remények szerint a 2020-as évek elejéig szolgálhatja mérési adataival az időjárás-előrejelzési munkát, mire a harmadik generációs Meteosat geostacionárius holdak (Meteosat Third Generation, MTG) közül legalább kettő már pályán lesz. Ezek közül egyelőre háromnak a startjára már megszületett a megállapodás, ugyancsak Ariane-5 rakétákra, 2019 és 2023 között. Érdekeség, hogy az Eumetsat eddig nem alkalmazta a módszert, hogy már előre, pályán levő tartaléknak felbocsássonak egy műholdat. (A szervezet amerikai partnere, a NOAA rendszeresen él ezzel a megoldással.) Az előnye, hogy biztonságot ad: egy régi űreszköz váratlan meghibásodása esetén közel van a pótlás. Ugyanakkor a világűrben kevésbé jól viselik a múltó időt a berendezések, mint egy földi raktárban.

ISS: az oroszok is folytatják. Oroszország hivatalosan is értesítette partnereit, hogy legalább 2024-ig folytatni kívánja az együttműködést a Nemzetközi Űrállomás működtetésében. A döntés pontot tett azoknak a kétkedő megnyilvánulásoknak a végére, amelyek az utóbbi időben Oroszország és a nyugati államok viszonyának megromlása miatt az ISS-sel kapcsolatban is gyakorta elhangzottak. Mindamellet, a mostani döntés nem keltett különösebb meglepetést, mert az oroszok nem hivatalosan ugyan, de korábban is jelezték, hogy az ISS 2024-ig tartó közös fenntartásában gondolkodnak. A NASA és a Kanadai Űrügynökség már korábban megtette a hasonló kötelezettségvállalást. Később, decemberben a japán fél is úgy döntött, kiterjeszti a programban való közreműködését 2024-ig. Ezek után már csak az ESA és kötelezettségvállalása hiányzik az együttműködés jelenlegi formában történő folytatásához. Az ESA egyébként még a 2020-ig szóló kötelezettségvállalással is adós, megfigyelők szerint azonban az erről szóló döntés csak a 2016 végén esedékes, következő miniszteri szintű Tanácsülésen születhet meg. Arról továbbra sincs szó, mikor kellene kivonni a forgalomból az ISS-t. Előzetes becslések szerint legalább 2028-ig, vagy esetleg még tovább üzemben lehetne tartani, anélkül, hogy a karbantartásra fordítandó összegek drasztikusan emelkednének.

2015. augusztus

Amerikai űrhajósok Szojuzzal – 2018-ban is. A NASA a szűkös költségvetést okolja, amiért újra meg kell hosszabbítania az oroszokkal kötött megállapodást, hogy amerikai űrhajósok utazhassanak az ISS-re. Augusztus elején az amerikai űrhivatal hivatalosan is értesítette a Kongresszust, hogy 490 millió dollár értékben kiterjesztik a Roszkoszmoszsal fennálló szerződésüket. Mint közismert, a Nemzetközi Űrállomásra (ISS) való eljutást – emberek szállítására alkalmas saját űrhajó híján – az Egyesült Államok az űrhajósai számára csak úgy tudja megoldani, ha orosz Szojuz űrhajókon vásárol helyeket. (Az ISS üzemeltetésében követett munkamegosztás szerint az amerikaiak intézik az európai, japán és kanadai űrhajósok utazásait is.) A szolgáltatásba beleértendő az űrhajósok fel- és leszállítása, valamint a kiképzés biztosítása. A legutóbbi szerződés érvényessége 2017 végéig végrehajtott startokra terjedt ki. Tavaly még úgy gondolták, az lesz az utolsó ebből a fajta megállapodásból.

Most úgy tűnik, hogy bár a kereskedelmi alapon fejlesztett amerikai emberes űrhajók 2017-ben már próbautakat teljesíthetnek, de az ISS biztonságos, rutinszerű elérésére még nem biztos, hogy alkalmasak lesznek. A NASA költségvetésének az a szelete, amely a magánűrhajó-fejlesztések támogatását szolgálja, nem nőtt abban az ütemben, ahogyan azt az ügynökségnél remélték. Mivel kellő idővel előre kell tervezni, nem volt más reális választás, mint újra meghosszabbítani a szerződést az oroszokkal.

A 2018-as szerződés 6 helyre szól (az utolsó visszatérő 2019 elején érhet földet). Az árak mintegy 7%-kal emelkedtek az előző, 2017-es összegekhez képest: egy-egy ülésre leosztva az ISS elérése 81,7 millió dollárba kerül majd az amerikai adófizetőknek 2018-ban. Charles Bolden, a NASA vezetője a Kongresszushoz intézett levelében kifejtette, hogy ha a NASA 2010 óta megkapta volna a kért költségvetési támogatást a kereskedelmi alapon zajló űrhajófejlesztésekre, akkor erre a szerződés hosszabbításra nem lett volna szükség. Legutóbb a kért 1,243 milliárd helyett várhatóan csak 900 millió jut erre a tevékenységre a NASA amúgy enyhén növekvő teljes költségvetéséből. Emiatt a Boeing és a SpaceX cégek fejlesztései a remélténél lassabban fognak haladni.

A Szuzaku vége. Egy évtized után befejezte működését a japán röntgencsillagászati műhold. A Szuzaku (angolos átírással: Suzaku) 2005. július 10-én indult Japánból, egy M-V hordozórakétával, még Astro-E2 néven. A megjelölésben a kettes szám azt jelentette, hogy a műhold a 2000-ben a start során szerencsétlenül járt eredeti példány pótlására készült.

A Szuzaku feladata az univerzum legnagyobb energia-felszabadulással járó jelenségei közül a szupernóva-robbanások, valamint a galaxisok közepén található szupernagy tömegű fekete lyukak közvetlen környezete és a galaxishalmazok megfigyelése volt az elektromágneses spektrum röntgentartományában.



A Japán Űrügynökség (JAXA) bejelentette, hogy lekapcsolták az űrtávcsövet, amely az utóbbi időben már nem tudott folyamatosan kommunikálni a földi irányítókkal. A lekapcsolás annyit jelentett, hogy a fedélzeti akkumulátorokat leválasztották az áramkörökről, ezzel is csökkentve az esélyét, hogy később valamilyen robbanás szétvesse a műholdat, űrszemétfelhővé változtatva a törmelégeit. Az immár végérvényesen elhallgattatott Szuzaku természetesen továbbra is kering a Föld körül, de már irányítatlanul. Pályamagassága kb. 550 km, ahonnan a számítások szerint 2020 előtt nem éri el a légkör sűrű rétegeit, hogy végleg megsemmisülhessen. A JAXA és az amerikai NASA együttműködésében készült tudományos műszerekkel felszerelt űreszközt eredetileg két évig tartó működésre tervezték, amit jócskán túlteljesített. A NASA vezetésével épült röntgenspektrométer sajnos a start után alig egy hónappal felmondta a szolgálatot, váratlanul elillant a hűtést biztosító folyékony hélium. A négy fedélzeti röntgenteleszkóp azonban egészen mostanáig üzemképes maradt.

A röntgensillagászati megfigyelésekhez az észlelőberendezéseket a légkörön túlra kell juttatni, mivel a földi légkör elnyeli a világűrből érkező röntgensugárzást. A Szuzaku volt Japán ötödik röntgensillagászati célú műholdja. A következőre sem kell sokat várni, hiszen az Astro-H már 2016 elején pályára állhat.

2015. szeptember

Két új kínai rakéta. Szeptemberben indult első útjára Kinából a Hosszú Menetelés-6 és -11 jelzésű rakétatípus is. Szeptember 20-án Tajjüanban (Taiyuan) bemutatkozott a Hosszú Menetelés-6 (CZ-6) hordozórakéta. Egyszerre húsz kisebb műholdat állított alacsony Föld körüli pályára. A kínai egyetemek és intézmények által gyártott

mikro- és nanoműholdak elsősorban technológiai kísérleti és rádióamatőr célokat szolgálnak. A Shanghai Academy of Spaceflight Technology (SAST) által kifejlesztett hordozóeszköz szakít azzal a már nem túl haladónak számító hagyománnyal, hogy a kínai rakéták üzemanyaga erősen mérgező összetevőkből áll. Az új generációs, a korábbiaknál környezetbarátabb rakéta egy sor modern technológiai megoldással, és folyékony oxigént és kerozint használó hajtóművekkel épült. A teljes egészében hazai kínai fejlesztés révén költségkímélő, megbízható és rugalmasan bevethető hordozóeszközhöz juthatnak a kínaiak. A CZ-6 kapacitása nem nagy, legfeljebb 1 tonna hasznos tömegnek alacsony (700 km-es) poláris napszinkron pályára való juttatásához elegendő. (Ezzel például az európai Vega vagy az orosz Angara-1 rakétával tartozik egy kategóriába.)

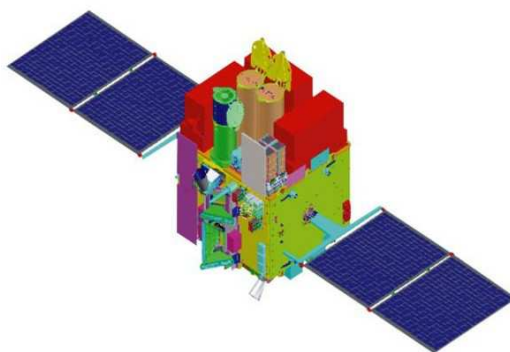
Egy másik új hordozórakéta, a Hosszú Menetelés-11 (CZ-11) néhány nappal később, szeptember 25-én debütált Csiucsüanból (Jiuquan). Fő hasznos terhe három Tienvang-1 (Tianwang-1) műhold volt. A kisméretű űreszközökkel a kötélekrepüléssel és a műholdak közötti kommunikációval kapcsolatos kísérleteket végeznek majd Föld körüli, kb. 500 km magas poláris napszinkron pályán. A Tienvang-1A és -1B két egységes (2U), a Tienvang-1C pedig három egységből álló (3U) CubeSat.

A Nancsingban (Nanjing) épült Tienvang holdak az egymás közötti kapcsolattartáshoz a portugál Tekever cég technológiát (GAMALINK) alkalmazzák. Ezt az ESA 2018-ban induló Proba-3 programjához is használják majd (ebben egy koordináltan repülő műholdpáros egyik tagja a Nap koronáját figyelő majd, míg a másik kitakarja a fényes napkorongot). A kínaiak dán és svéd közreműködő partnereket is bevontak a Tienvang műholdak fejlesztésbe. A CubeSatok területe viszonylag új a kínaiak számára. A fedélzeten a kommunikációs kísérletek mellett műholdas navigációs (GPS és Beidou) vevőberendezéseket, videokamerákat, hideggázos hajtóműfűvókákat, a tengeri hajók forgalmát figyelő AIS (Automatic Identification System) és a repülőgépek rádiós azonosító jeleit vevő ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast) vevőberendezéseket is elhelyeztek. A rakétával egy negyedik miniatűr kísérleti műhold (neve Pucsien-1, pinjin átírással Pujian-1) is pályára került.

Az új Hosszú Menetelés-11 rakéta szilárd hajtóanyaggal működik. A viszonylag kis kapacitású hordozóeszköz célja, hogy „gyors reagálású” startlehetőséget biztosítson. A hajtóanyag lehetővé teszi, hogy a kész rakétát hosszabb időn át tárolják, és szükség esetén gyorsan, egyszerűen előkészítsék indításra. Magáról a rakétáról nagyon kevés információt hoztak eddig nyilvánosságra. A becslések szerint mintegy 1 tonna tömeget lehet képes napszinkron pályára juttatni. A rakéta fejlesztése igen gyors volt, 2013-ban kezdődött.

A Hosszú Menetelés rakétacsalád két másik újonnan készülő tagja (az 5-ös és 7-es számúak) 2016-17-ben mutatkozhat be. Az előbbi (CZ-5) akár 25 tonnát is eljuttathat alacsony pályára (vagy 14 tonnát geostacionárius átmeneti pályára), s ugyancsak környezetkímélő hajtóanyagot alkalmaz. A CZ-7 tervezett kapacitása ennél kisebb: 5,5 tonna tömeg alacsony Föld körüli pályára.

Pályán India első űrtávcsöve. Az ultraibolya és röntgentartományban érzékeny Astrosat mellett hat kisebb műhold indult PSLV rakétával. A startot szeptember 28-án hajtották végre a Sriharikota szigetén fekvő Satish Dhawan Űrközpontból. A mostani volt az 1993-ban rendszerbe állított indiai PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) hordozórakéta 31.



repülése, a tizedik az XL konfigurációban. Az Astrosat India első kifejezetten űrcsillagászati céllal épített mesterséges holdja. A programot 2004-ben kezdték tervezni. A 27 millió amerikai dollárnak megfelelő költséggel 5 éves működési időtartamra készült, 1513 kg tömegű űreszköz 650 km magas, az egyenlítői síkhoz közeli (6°-os hajlásszögű) pályán kering a Föld körül. Fedélzetén egy ultraibolya távcső és a röntgentartományban érzékeny berendezések repülnek, amelyekkel például a csillagok születését és halálát, a neutroncsillagok, fekete lyukak környezetét, röntgensugárzó kettőscsillag-rendszereket vizsgálnak majd. Az Astrosat űrobszervatórium lesz, vagyis nem a teljes égbolt feltérképezését végzi, hanem csillagászok pályázatai alapján kiválasztott célpontokat figyelnek meg vele. A műszerek indiai intézetekben, illetve a brit Leicesteri Egyetemen készültek.

2015. október

Négy Csilin. Egy nagy projekt kezdete. A Kinából indított földmegfigyelő műholdak a megépítésüket kezdeményező tartományról kapták a nevüket. Az Észak-Koreával és egy rövid szakaszon Oroszországgal is határos kínai tartomány, Csilin (Jilin) nevét mostantól mesterséges hold is viseli – és ez még csak egy óriási terv első lépése. A Csilin-1 (Jilin-1) sorozat négy (A, B, C és D jelzésű) tagját egy Hosszú Menetelés-2D rakéta állította pályára. A start helyszíne

Csiucsüan (Jiuquan), időpontja október 7. volt. A Csilin műholdak egyike (egyes források egyszerűen Csilin-1-ként hivatkoznak rá) nagyfelbontású űrfelvételeket készít a Föld felszínéről. Közülük másik kettő (alternatív elnevezéssel Lingcsiao-A és -B, avagy pinjin átírással Lingqiao-A és -B) videofelvételeket szolgáltat, a negyedik (LQSat) pedig a jövőben alkalmazandó műszaki megoldásokat próbál ki a Föld körüli pályán, működés közben. A műholdas rendszer kereskedelmi megrendelők igényeit elégíti majd ki, többek közt mezőgazdasági termésbecslésre, katasztrófa-megelőzésre, természeti erőforrások kutatására alkalmazzák a távérzékeléssel gyűjtött adatokat. Valójában ez az első olyan kínai műholdas projekt, amely tartományi fejlesztésű földmegfigyelő űreszközt alkalmaz, kereskedelmi célú hasznosításra.

Csilin tartomány Kína egyik jelentős ipari vidéke, ahol az űripar fejlesztésére stratégiai célként, a gazdasági növekedés motorjaként tekintenek. Az elképzelések szerint a 2020-as évekig 60, 2030-ig több mint 130 műholdat szeretnének építeni és felbocsátani. A mostani négy hold startja volt a kezdeti lépés, amit 2016 és 2019 között továbbiak követnek. Addigra 16 pályán levő műholddal olyan globális távérzékelő lefedettséget szeretnének elérni, ami biztosítja, hogy bárhol a Föld nappali féltekéjéről 3-4 óránként friss felvételeket készíthessenek. Később a 60 műholdas konstelláció 30 perces űrfelvétel-frissítésre biztosítana lehetőséget, a végső kiépítésben 138 műholddal pedig lényegében „élőben”, legfeljebb 10 perces visszatérési idővel tarthatnák szemmel az egész Földet.

A Csilin-1 (vagy Csilin-1A) tömege 420 kg. Pánkromatikus (fekete-fehér) üzemmódban 72 cm-es, színesben 4 m-es felszíni felbontású űrfelvételeket tud majd készíteni 656 km magasan húzódó, kvázi-poláris napszinkron pályáról. A Lingcsiao-A és -B holdak egyenként 95 kg-osak, szélességük és hosszúságuk alig haladja meg az 1 métert. A velük készített földfelszíni videók 1,13 m felbontásúak, $2,4 \times 4,3$ km-es sávokat fednek le. Pályájuk hasonló, mint a nagyobbik társuké. Az 1 éves működési élettartamra szánt kísérleti LQSat mikroműhold ($40 \times 40 \times 60$ cm, 54 kg) egy 2 m-es felbontásra képes kamerát visz magával.

2015. november

15 éve lakott az ISS. Ennyi ideje van megszakítás nélkül jelen az ember a világűrben. 2000. október 31-én indult a világűrbe a Nemzetközi Űrállomás első legénysége, 2000. november 2-a óta folyamatosan lakott az ISS. Az első legénység (Jurij Gidzenko, Szergej Krikaljov és William Shepherd) 2000. október 31-én a Szojuz TM-31

űrhajóval indult Bajkonurból, majd két nappal később, november 2-án 9:21 UTC-kor kapcsolódtak a Zvezda modulhoz. Űrhajójuk volt az első Szojuz, amelyik az ISS-hez kapcsolódott. Ezzel kezdetét vette az 1. állandó személyzet (Expedition 1) 136 napos, 2001. március 18-ig tartó küldetése. (Krikaljov később, a 11. személyzet parancsnokaként újabb fél évet töltött az ISS-en, így korábbi űrrepüléseivel együtt 803 napot töltött a világűrben.) Az ISS azóta is lakott, ezzel már rég túlszárnyalta a Mir folyamatosan lakott időtartamát (9 év 357 nap).

Korábban is jártak már azonban űrhajósok az ISS-nél. Öt űrrepülőgépes küldetés 34 űrhajósa vett részt az ISS építésében (az amerikaiakon kívül öt orosz, valamint egy-egy japán és kanadai). 1998-ban az Endeavour vitte fel az első amerikai modult (Unity), 1999-ben a Discovery már összekapcsolódott az űrállomással. A küldetések fő célja az ISS építése és lakhatóvá tétele volt.

Az első hat állandó személyzet 3–3 főből állt, akik 128–196 nap közötti időtartamokat töltöttek a fedélzeten. Az egyes küldetések között mintegy kéthetes átfedés volt, ilyenkor hatan tartózkodtak az ISS-en. A Columbia katasztrófáját követően 2003–2006 közt a következő hat állandó személyzet csak két-két űrhajósból állt, akik általában fél évig (179–195 nap) dolgoztak az ISS-en. 2006-tól néhány lépésben alakították ki az azóta szokásos rendszert. Eszerint egy alapküldetés (Expedition) negyed évig tart, az űrhajósok viszont fél évet töltenek a fedélzeten, tehát mindenki két egymás utáni, negyedéves tartós küldetés részese. Az évek alatt bejáratódott rend mostanában billent meg egy kissé, amikor két, jelenleg is az ISS-en dolgozó űrhajós egy éves küldetésre indult.

Jelenleg (a Szojuz TMA-16 szeptember 12-i leszállása és a Szojuz TMA-19 decemberre tervezett indulása közötti időben) elmondható, hogy – az űrturistákat is beleértve – már 17 ország állampolgárai fordultak meg az ISS-en. A kettős állampolgárokkal és egyesek származási helyét figyelembe véve a lista perzsa, Costa Rica-i, brit, magyar és ausztrál űrhajóssal bővül. Összesen 220 űrhajós járt az ISS-en, méghozzá 373 alkalommal (79-en kétszer, 28-an háromszor és hatan négyszer). Közülük 99-en voltak valamelyik állandó személyzet tagjai. Az űrhajósok többsége amerikai, illetve orosz, őket a japánok, a kanadaiak és az olaszok követik a sorban. Az állandó személyzetek tagjai viszont csak kilenc ország polgárai közül kerültek ki, a felsorolt nemzeteken kívül francia, német, belga és holland űrhajósok töltöttek hosszabb időt az ISS-en.

Emeljük ki név szerint azt a három amerikai és három orosz űrhajóst, akik négy-négy alkalommal is meglátogathatták hosszabb-rövidebb időre az ISS-t: Mark E. Kelly (a jelenleg az ISS-en egyéves küldetését teljesítő Scott Kelly ikertestvére), Richard A. Mastracchio

és Frederick W. Struckow, illetve Jurij Malencsenko, Gennagyij Padalka és Fjodor Jurcsihin. Az ESA 15 űrhajóst küldhetett az ISS-re, akik összesen 21 repülést hajtottak végre az űrállomáson (négyen kétszer, az olasz Roberto Vittori pedig háromszor járt az ISS-en).

Az európai űrhajósok közül nyolcan voltak az állandó személyzet tagjai, az ISS-nek pedig eddig egyetlen európai parancsnoka volt, a belga Frank De Winne 2009-ben, a 21. személyzetben. Decemberben a Szojuz TMA-19 fedélzetén újabb ESA űrhajós indul az ISS-re, a brit Timothy Peake.

Ugrott és épségben visszatért. Sikeresen próbálták ki a Blue Origin rakétáját és szuborbitális űrkabinját, amelyek 100,5 km magasságig jutottak. November 24-én az Amazon-tulajdonos Jeff Bezos alapította Blue Origin cég bejelentette, hogy a szuborbitális repülésre kifejlesztett New Shepard járművük második tesztrepülése sikerrel járt. (A név Alan Shepardre, az első amerikai űrhajósra utal.) Nyugat-Texasból az előző napon indulva a folyékony hidrogénnel és folyékony oxigénnel működő BE-3 (Blue Engine-3) rakéta elérte a világűr „peremét”, valamivel 100 km-es felszín feletti magasságig emelkedve. Maximális sebessége a hangsebesség 3,72-szorosa volt (Mach 3,72).



Ezután az utasokat természetesen még nem szállító kapszula levált és ejtőernyő segítségével landolt, miközben a jármű többi részének rakétás fékezéssel sikerült épségben, függőleges helyzetben, irányítottan leszállnia az előre kijelölt helyre. Áprilisban, az első teszt

alkalmával 93 km-es magasság fölé jutottak, de akkor egy hidraulikus hiba megakadályozta a sima landolást.

A mostani próbarepülés fényesen igazolta a rendszer működőképességét. A New Shepard minden modulja újra felhasználható. Egyelőre nem közölték, pontosan mikor repülnének újra, a következő tesztre, de ez akár néhány héten belül bekövetkezhet, ha a mostani kísérlet utáni vizsgálatok mindent rendben találnak. A mostani tesztről sem lehetett előre tudni, csak 18 órával a felszállás előtt. A Blue Origin láthatóan óvatos a kommunikációval.

Az emberekkel való felszállásig még számos kísérleti repülésre lehet számítani, hogy bebizonyosodjon: a rendszer megbízhatóan működik, s akár különleges körülmények között is jól vizsgázik. A tervek szerint akár már 2016 közepén elkezdődhetnek a kereskedelmi megbízásból történő repülések, de egyelőre emberek nélkül, kísérleti berendezésekkel a fedélzetén. Az emberes űrturista-repülések megkezdéséig óvatosan néhány évet mondanak, de minden a tesztek sikerén múlik. A fő szempont a biztonság. A cég a New Shepard mellett egy „igazi”, vagyis a Föld körüli pályára állásra is képes hordozóeszköz kifejlesztésén is elkezdett dolgozni. Annak a rakétának az első fokozata egy óceánon úszó platformon fog leszállni, hogy újra felhasználható legyen. Hasonló kísérleteket végez a SpaceX a Falcon-9 rakétájának első fokozatával – mindeddig csak részsikereket elérve.

2015. december

Úton a LISA Pathfinder. A gravitációs hullámok űrbeli detektálására kifejlesztett műszaki megoldásokat kipróbáló európai űreszköz egy Vega rakétával indult. A LISA Pathfinder az ESA 2034-ben – tehát majdnem két évtized múlva – indítandó eLISA (Evolved Laser Interferometer Space Antenna) küldetését készíti elő. Az eLISA számára kritikus technológiák működésének űrbeli demonstrációját szolgáló mostani űreszköz december 3-án emelkedett a magasba a francia guyanai Kourou űrközpontból, a Vega hordozórakéta VV06 jelzésű startjával.

A LISA Pathfinder a Nap–Föld rendszer belső, L1 jelű Lagrange-féle librációs pontja felé tart, mintegy másfél hónap múlva ér oda. Először alacsony Föld körüli pályára állt, ahonnan fokozatosan távolodik majd. Ha célhoz ér, a Napot és a Földet összekötő egyenesben, a Földtől a Nap irányába mérve kb. 1,5 millió km távolságban ugyanúgy 1 év alatt kerüli majd meg a Napot, mint bolygónk. Így állandóan a Nap és a Föld között marad.

Az eLISA egy rendkívül ambiciózus űrprogram, célja az Einstein-féle általános relativitáselmélet által megjósolt gravitációs hullámok

detektálása. Ezeket egyelőre közvetlenül nem, csak közvetve sikerült kimutatni. Mire az eLISA repülni fog, addigra minden bizonnyal a földi gravitációs hullám-detektorok megfigyelései is eredménnyel járnak majd, de az űrbeli rendszer más típusú (alacsonyabb frekvenciájú) gravitációs hullámokra lesz érzékeny. A gravitációs hullám valójában a téridő görbületének hullámszerűen, a fény sebességével továbbterjedő megváltozása, amit gyorsuló tömegek keltenek. A leg-erősebb csillagászati jellegű források például az egymáshoz nagyon közel keringő, összeolvadás előtt álló csillagok vagy a galaxis-magokban található szupernagy tömegű kettős fekete lyukak.

A gravitációs hullámok kimutatásának egyik lehetséges módja két test egymáshoz képesti gyorsulásának nagyon pontos mérése. Az áthaladó „téridő-fodrozódás” következtében igen kis mértékben, de megváltozik a testek távolsága. Az eLISA egy kb. 1 millió km karhosszúságú, nagyon precíz lézerinterferométer lesz, amely 0,1 és 1 Hz közötti frekvenciájú, a földi detektorokkal nem elérhető tartományú gravitációs hullámokra „vadászik”, kiegészítve a hagyományos, az elektromágneses sugárzás detektálásán alapuló csillagászati méréseket.

A detektáláshoz az interferométer karjainak végén tökéletes tehetlenségi pályán mozgó űrszondákra van szükség: a rájuk ható bármiféle fékezőerőt kompenzálni kell. A cél a karok hosszváltozásának kimutatása, aminek az amplitúdója 10-20 nagyságrenddel is kisebb lehet, mint maga a hossz. A szondák belsejében szabadon repülő próbatestek jelképezik a karok végpontjait. Ezek távolságváltozásait kell mérni nagyon pontosan, hosszú időn át. Az eLISA-t úgy tervezik, hogy érzékeny legyen a karhosszúság 10^{-21} arányú megváltozására, vagyis az 1 millió km-es bázisvonal pikométeres (10^{-12} m-es) nagyságrendű periodikus megnyúlását vagy megrövidülését is ki tudja majd mutatni! A most felbocsátott, 400 millió euróba kerülő LISA Pathfinder feladata tehát most még nem a gravitációs hullámok detektálása. „Mindössze” kipróbálja a precíz lézeres távolságmérési módszert, valamint belsejében két kocka alakú, 46 mm-es arany-platina próbatest repül majd úgy, hogy a körülöttük levő űreszköz falával nem érintkeznek. Távolságuk mindössze 38 cm. Tesztelik azokat a mikrohajtóműveket is, amelyek feladata a szondára ható, a mérést zavaró gyorsító erők – például a Nap sugárnyomása – folyamatos kompenzálása.

A közelben járt a Hayabusa-2. A japán kisbolygókutató űrszonda a Földtől mintegy 3000 km-re elrepülve lendületet vett úti célja felé. A hintamanőver alkalmával a pont egy évvel ezelőtt indított Hayabusa-2 a legnagyobb megközelítéskor 3090 km-es magasságban repült el a Csendes-óceán fölött, Hawaii közelében. A pontos

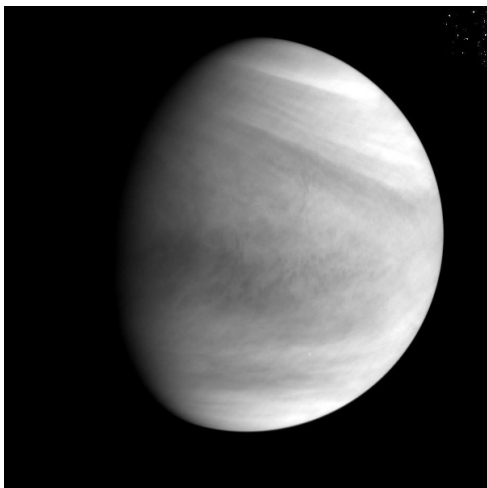
időpont december 3-án, közép-európai idő szerint 11:08-kor volt. Az űrszonda fedélzetén minden rendben működik. A Hayabusa-2 hat évesre tervezett programja 2020-ban fejeződik be, amikor – ha előtte minden a tervek szerint alakul – a visszatérő kapszula anyagmintát hoz a 900 m átmérőjű Ryugu (1999 JU₃) kisbolygóról, ahová 2018-ban érkezik meg.

Újra Cygnus. Egy Atlas-5 rakéta segítségével indult újra az amerikai teherszállítás a Nemzetközi Űrállomásra. Az Egyesült Államokban két teherűrhajó-típust használnak az ISS ellátására, de az utóbbi időben mindkettő működése kényszerűen szünetelt, egy-egy startbaleset után. Most az Orbital ATK cég Cygnus űrhajója újra szolgálatba állhatott, miután 2014 októberében egy sikertelen start során az előző példánya megsemmisült. (A SpaceX Dragon teherűrhajója 2015 júniusában járt szerencsétlenül.) Igaz, ezúttal nem az Orbital ATK saját Antares hordozórakétáját használták, annak még több idő kell, míg ismét üzembe állhat. A NASA-t és a teherűrhajót üzemeltető magánvállalatot a United Launch Alliance (ULA) „segítette ki” egy Atlas-5 hordozórakétával. A Cygnus Orb-4 jelzésű repülése a floridai Cape Canaveralról indult, december 6-án – a kedvezőtlen időjárás miatt három napi várakozás után.

Az Orbital ATK és az ULA megállapodása szerint jövő év márciusában még egy Cygnus teherűrhajó indul a megbízható Atlas-5 rakétával. (A hordozóeszköz 2002 óta korábban 59 alkalommal repült, sosem vallott kudarcot.) A szerződés pénzügyi részletei nem nyilvánosak, de elemzők szerint egy Atlas-5 start 100 millió dollárnál többbe kerül. A megoldás ugyanakkor lehetővé teszi az Orbital ATK számára, hogy teljesítse a NASA-val kötött teherszállítási megállapodását, miközben újratervezi saját Antares rakétáját.

A Cygnus számára az ISS elérése két és fél napba telt. A szállítmányt már váró személyzet a megszokott robotkaros befogás után csatlakoztatta a teherűrhajót a Unity modulhoz, december 9-én. A rakomány teljes tömege a csomagolóanyagokkal együtt valamivel több, mint 3,5 tonna. Benne helyet kaptak az űrhajósoknak szánt használati tárgyak és ellátmány, az ISS tartalék alkatrészei, tudományos kísérleti eszközök és minták. A teherűrhajó a tervek szerint 2016. január 25-éig marad az űrállomásnál. Addig megpakolják feleslegessé vált dolgokkal, mintegy 1,4 tonna tömegben, s a végén a megszokott módon az egész megsemmisül a Föld sűrű légkörébe lépve.

A Vénusznál a japán szonda. Amit 5 évvel ezelőtt elszalasztott, azt most végrehajtotta az Akacuki: pályára állt a Vénusz körül. A Japán Űrügynökség (JAXA) szakemberei szerint a kritikus, magyar



A felvételt az Akacuki ibolyántúli kamerájával készítették, a Vénusztól 73 ezer km távolságban, december 7-én, magyar idő szerint 6:19-kor. (Kép: JAXA)

idő szerint december 7-én 00:51-kor indított pályamódosító manőver sikerrel járt. Még néhány napba telt, amíg mérésekkel is meg tudták erősíteni, hogy az űrszonda valóban elérte a tervezett Vénusz körüli pályát. Az Akacuki (Akatsuki, Venus Climate Orbiter, korábbi nevén Planet-C) 2010 májusában indult és még abban az évben, decemberben megkísérelt pályára állni belső bolygósomszédunk körül.

A szonda fő hajtóműve azonban a tervezettnél rövidebb ideig működött. Így az űreszköz elvettette a Vénuszt, tovább keringett a Nap körül. Mostanra ismét a bolygó közelébe jutott. Ezúttal a kisebb tolóerejű, eredetileg a pá-

lya apróbb korrekcióira és a szonda térbeli irányának beállítására szánt manőverező hajtóműveket használták a fékezéshez. A manőver mintegy 20 és fél percen át tartott, és rendben lezajlott.

A japán szakemberek így valamit meg tudnak menteni az eredeti kutatási programból. Az Akacuki lesz az egyetlen űrszonda, amely jelenleg a Vénusznál tartózkodik. A fékezőerő most csak egy elnyúlt, a felszín fölött nagy magasságban (475 ezer km-ig) húzódó pályára állást tett lehetővé. A pálya Vénusztól távoli pontját márciusban igyekeznek majd kb. 330 ezer km-re csökkenteni. Az eredeti, 2010-es elképzelés szerint az Akacuki alacsony, 30 órás periódusú pályáról vizsgálta volna a bolygó sűrű légkörét öt különböző hullámsávban érzékeny kamerájával. Most ehelyett 15 napos, később, a márciusi manőver után talán 9 napos pályát sikerül elérni. A remények szerint az űreszköz még két (földi) éven át üzemképes maradhat. Az élettartama nagyban függ attól, mennyi hajtóanyag maradt a fedélzeten, amit nehezen lehet megbecsülni.

Az utolsó Zenyit? Úgy fest, az orosz Elektro-L2 meteorológiai műhold volt az utolsó, amelyet Zenyit hordozórakétával állítottak pályára. Az orosz-ukrán készítésű Zenyit sorsát a két ország konfliktusa látszik megpecsételni. Ha csak valami komoly változás nem történik, a mostani bajkonuri start volt az utolsó, amelyhez ezt a rakétatípust használták. Fejlesztése az 1970-es évek Szovjetuniójában

kezdődött, azzal a céllal, hogy modernizálják az 50-es és 60-as évekre visszanyúló múlttal rendelkező hordozóeszközöket. Most, ironikus módon, a felváltandó régi típusok mégis túlélni látszanak a Zenyitet. A december 11-én pályára állított Elektro-L2 egy geostacionárius pályára szánt orosz meteorológiai műhold. A sorozat első tagja ugyancsak egy Zenyit rakétával startolt majdnem öt évvel ezelőtt, 2011 januárjában. Az 1,8 tonnás starttömegű Elektro-L2 a Lavocskin vállalatnál épült, 10 éves tervezett időtartamra. A geostacionárius pályán a $77,8^\circ$ keleti hosszúság fölötti pozícióba kerül, ahonnan zavartalanul figyelheti a Föld felé eső féltekéjét. Az Elektro-L holdak jelentik Oroszország első operatív geostacionárius időjárás-műholdrendszerét. A látható fény tartományában és infravörösben alapesetben felérés frissítéssel – szükség esetén sűrűbben – készítenek képeket. A műholdak adatait a polgári meteorológiai szolgálat és a hadsereg is alkalmazza. Fedélzetükön az űridőjárást tanulmányozó érzékelők, és a műholdas keresési és mentési rendszert kiszolgáló kommunikációs berendezés is helyet kapott.

A Juzsnoje iroda által tervezett Zenyit rakétát az ukrainai Dnyepropetrovszkban működő Juzsmas gyár készíti. A hordozóeszköz korábban, 1985-ös bemutatkozása óta 82 alkalommal repült. Ezek közül 36 esetben a Sea Launch cég úszó platformjáról, a Csendes-óceán Egyenlítőhöz közeli vizeiről indították. A Sea Launch jelenleg a végét járja: az elmúlt években csődvédelembe menekült, megbízhatósága megkérdőjeleződött, nincs élő megrendelése műholdindításra. A cég épp az eszközei értékesítésével próbálkozik. A „szárazföldön” orosz-ukrán viszony elmérgesedése miatt a mostani startot is hónapokkal el kellett halasztani: az ukrán szakemberek kiküldését nem hagyták jóvá a hatóságok.

Egy másik, repülésre kész Zenyit hordozórakéta készen leszállítva várakozik Bajkonurban. Hasznos terhe a 2017-re elkészülő orosz röntgen- és gamma-csillagászati űrobszervatórium, a Szpektr-RG műhold – lenne. Ugyanakkor a rakéta szavatossági ideje idén lejárt. Úgy hírlik, hogy az oroszok inkább egy Proton rakétával küldenék pályára a Szpektr-RG-t.

A Zenyit rakéta első fokozatát egy kerozinnal és folyékony oxigénnel működő RD-171 hajtómű adja, amelyet az orosz Enyergomas cég szállít. Ez az világ egyik legnagyobb tolóerejű folyékony hajtóanyagú rakétahajtóműve. Eredetije az orosz Buran űrrepülőgép indításához használt Enyergija rakéta segédhajtóművei céljára kifejlesztett RD-170. (Az Enyergomas később kisebb változatokat is készített és exportált; az Egyesült Államokban az RD-180 az Atlas-5, az RD-181 pedig az Antares hordozórakétákat erősíti. Ugyancsak hasonló alapon fejlesztett hajtóműveket kapnak az új generációs orosz Angara rakéták.)

Hat új Galileo hold 2015-ben. Kourouból december 17-én két újabb műhold indításával bővítették tovább az európai műholdas helymeghatározó rendszert. A Galileo műholdrendszer végleges – az első négy, még a rendszer kezdeti kipróbálására felbocsátott űreszközt is magában foglaló – konstellációjának 11. és 12. számú műholdja került ezzel pályára, egy Szojuz hordozórakétával. A két, egyenként 717 kg tömegű űreszköz közepes (kb. 23 és félezer km-es) magasságú, 55°-os hajlásszögű körpályára áll. Az orosz gyártmányú Szojuz rakétának ez volt a tizenharmadik (VS13 jelzésű) indítása a francia guyanai Kourou űrközpontból.

A Galileo az Európai Bizottság és az Európai Űrügynökség (ESA) közös műholdas navigációs programja. Polgári irányításával egyedülálló a hasonló célú műholdas rendszerek – a legismertebb amerikai GPS, valamint az orosz GLONASSZ és a kínai Beidou – mellett. Teljes kiépítettségében a Galileo 30 műholddal rendelkezik majd, a Föld körüli közepes magasságú pályákon úgy „elosztva”, hogy a bolygó lényegében minden pontjáról, minden időben elegendő műhold rádiójeleit lehessen venni a pontos hely- és időmeghatározáshoz. A majdani teljes Galileo konstelláció összesen 30 (24 aktívan működő és 6 pályán levő tartalék) műholdból áll majd, egyenletesen elosztva közepes (bő 23 ezer km-es) magasságú, 55°-os hajlásszögű Föld körüli pályákon. 2015-ben a decemberi volt a harmadik páros Galileo indítás Kourouból (az előzőek időpontja március 27. és szeptember 11. volt). A műholdrendszer bővítése remélhetőleg 2016-ban, előre láthatólag az év második felében folytatódik. Onnantól még gyorsabb tempóban, négyesével kerülnek pályára az új holdak, az Ariane-5 rakéta ES jelzésű változatával.

Megújított Progressz teherűrhajó. Az orosz Progressz MSZ-01 a kazahsztáni Bajkonurból indult a Nemzetközi Űrállomásra. A Progressz teherűrhajók legújabb, MSZ (angolosan írva: MS) jelzésű változata számos műszaki újítást tartalmaz. Többek közt létrehoztak rajta külső tárolóegységet, ahonnan lehetővé válik kis műholdak (CubeSatok) közvetlen pályára helyezése.

Az orosz Lucs geostacionárius távközlési műholdrendszeren keresztül folyamatos adatkapcsolat biztosítható az űreszköz és a földi irányítók között, akkor is, amikor a Progressz épp nem tartózkodik közvetlenül az oroszországi követőállomások látóterében. Műholdas helymeghatározó (GPS és GLONASSZ) mérésekkel a teherűrhajó folyamatosan, valós időben képes meghatározni helyzetét és pályaelemeit. Az űrállomáshoz való autonóm csatlakozást egy sor fejlesztés segíti, például nagyfelbontású televíziós képeken követhető a folyamat, közvetlen rádiós kapcsolat hozható létre az űrállomással, a radaros elven működő Kursz-A dokkolórendszert pedig felváltotta a

modernizált Kursz-NA. Ezeket az újításokat hamarosan az embereket szállító orosz Szojuz űrhajók új változatán is vizionálhatjuk.

A Progressz MSZ-01 az ISS ellátására szolgáló orosz teherűrhajók sorában a 62. A kazahsztáni Bajkonurból egy Szojuz-2.1a hordozórakétával állították pályára december 21-én. Két nappal később dokkolt az űrállomás Pirsz moduljához. A Progressz MSZ-01, amely kívülről lényegében ugyanúgy néz ki, mint a teherűrhajó előző változata, összesen 2,6 tonna terhet vitt magával az ISS-re. Ebben megtalálható az űrállomásra szánt üzemanyag (870 kg), oxigén (26 kg) és levegő (22 kg), víz (420 kg), valamint összesen 1272 kg „száraz rakomány”, vagyis élelmiszer, felszerelési tárgy, kísérleti berendezés és tartalék alkatrész.

Kritikus Falcon-9 start. A SpaceX rakétájának júniusi kudarca után most először próbálkoztak újabb indítással. Az Orbcomm 11 műholdja állt pályára, és sikerült az első fokozat visszanyerése is. A Falcon-9 rakéta a floridai Cape Canaveral 40-es starthelyéről indult, december 22-én (helyben még csak december 21-ét mutatott a nap-tár). Az indítással kapcsolatban más „elsőségeket” is meg kell említeni, nem csupán azt, hogy a Dragon teherűrhajó (CRS-7) júniusi elvesztése után most első alkalommal állt újra szolgálatba a SpaceX magáncég hordozórakétája. Egyrészt most mutatkozott be a Falcon-9 legújabb, megnövelt tolóerejű változata. Másrészt a rakéta kiürült első fokozatának visszahozatalát most először kísérelték meg szárazföldön – annak ellenére, hogy az eddigi, úszó tengeri platformot alkalmazó két próbálkozás egyike sem járt maradéktalan sikerrel.

A Falcon-9 rakéta mostani hasznos terhe az Orbcomm távközlési cég 11 új generációs (OG2) műholdja volt. Ezek alacsony (a felszín fölött 750 km-rel húzódó) Föld körüli pályákról adatátviteli szolgáltatást nyújtanak felhasználóiknak. A konstelláció előző hat tagja ugyancsak egy Falcon-9 rakétával indult, 2014. július 14-én. Azok közül időközben egy már tönkre is ment, így jelenleg csak öt üzemképes.

Miután a műholdak önállósultak, a rakéta második fokozatát adó Merlin hajtóművet újra begyűjtötték. A kísérletnek az volt a célja, hogy ezúttal még „tét nélkül” kipróbálják azt a fajta manővert, amire később, például geostacionárius átmeneti pályára állítandó műholdak esetén majd szükség lesz. A Falcon-9 mostani repülésének sikere kritikus volt a SpaceX számára, hiszen a baleset utáni fél éves kimaradás miatt feltorlódtak a megrendelések, ráadásul a rakéta új változatát is kipróbálták. Az első fokozatot alkotó kilenc Merlin-1D hajtómű tolóereje a korábbiakhoz képest mintegy 15%-kal nagyobb volt. Változtatásokat végeztek a második fokozat hajtóművén, a két fokozatot összekötő egységen és az elektronikán is. A kerozin hajtó-

anyagot és az elégetéséhez szükséges folyékony oxigént a megszo-
kottnál alacsonyabb hőmérsékletre hűtötték, így sűrűségük na-
gyobb lett, több fért el belőlük a tartályokban. A változtatások nyo-
mán a Falcon-9 rakéta hossza mintegy másfél méterrel, 70 m-esre
nőtt, s ami fontosabb, teljesítménye nagyjából 30%-ot javult. Ezzel
nagyobb tömegű távközlési holdakat is geostacionárius átmeneti pá-
lyára tud majd állítani, méghozzá úgy, hogy maradjon elegendő haj-
tóanyag az első fokozat irányított visszahozatalához.

A rakétán bevezetett újítások élesben való kipróbálása mellett
folytatták a próbálkozást az első fokozat testének újra felhasználha-
tósága érdekében. A SpaceX egészen az indítás előtti napokig hiva-
talosan nem tette közzé, hogy milyen helyre szeretnének leszállni a
visszatérő első fokozattal. A Cape Canaveral körüli, az indításokkor
megszokottat is meghaladó forgalmi korlátozások alapján azonban
sejteni lehetett, hogy ezúttal nem az Atlanti-óceánon úszó platform-
ra, hanem a szárazföldre szeretnének visszatérni. A kísérletezésnek
új csavart adott, hogy nemrég a Blue Origin cég New Shepard raké-
tája egy 100 km magasság fölé tett szuborbitális próbarepülést kö-
vetően sikeresen végrehajtotta a függőleges helyzetben való, kontrol-
lált leereszkedést. Igaz, hogy ők nem állítottak Föld körüli pályára
semmit a kísérletük során.

Az első fokozat leszállásának kijelölt helye a 40-es indítóhelytől
alig 10 km-re délre volt a Cape Canaveral-i katonai bázison. Az egy-
kori 13-as startállást utoljára 1978-ban használták. Új megjelölése
Landing Zone 1, azaz 1-es számú landolási zóna. A sikeresen végre-
hajtott műveletnek sokan űrtörténelmi jelentőséget tulajdonítanak,
mint ami megnyitja az utat a rakétafokozat újbóli felhasználhatósá-
ga felé. A jövő döntheti el, hogy valóban mennyire lesz űrtörténelem-
befolyásoló ez a látványos 2015-ös eredmény. A SpaceX elképzelése
ugyanis, hogy ezen a módon idővel lényegesen csökkenthetők lesz-
nek majd az indítási költségek. Az újrahasznosíthatóság üzleti mo-
delljének kulcskérdése, hogy milyen költségek árán és milyen átfu-
tási idővel sikerülhet újra repülésre alkalmas állapotba hozni egy
ilyen rakétafokozatot.