

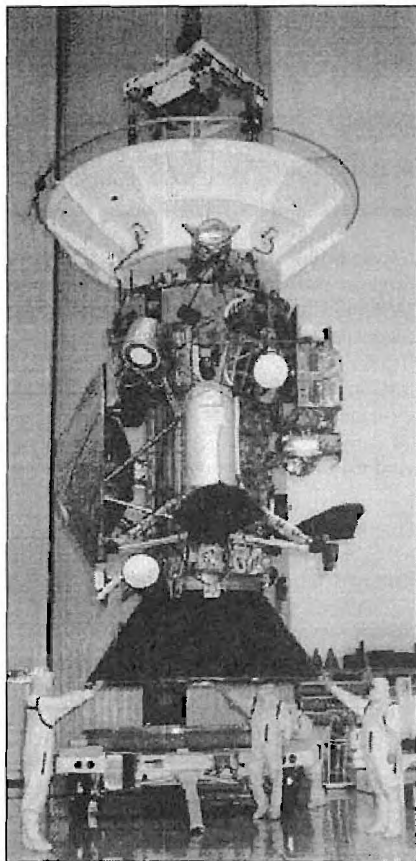
A Nagy Utazás — jó utat, Cassini!

Habár bizonyos technikai problémák miatt rajtját el kellett halasztani, de remélhetően e sorok megjelenésekor már elindult hosszú útjára az ezredforduló nagy űrvállalkozásának főszereplője, a Cassini űrszonda. A nagy utazás végállomása a Szaturnusz, illetve az óriásbolygó legnagyobb holdja, a Titán. Ennek az amerikai mércével mérve is nagyszabású űrprogramnak a tervezése és előkészítése kilenc éven keresztül tartott, és több mint négyezer tudós és mérnök együttműködésével válhatott valóra. A fellövés után azonban még csaknem hét évet kell várunk, hogy a berendezés elérje kiszemelt célpontját, és hozzáállson négy évre tervezett megfigyelési programjához.

Egy nem mindennapi vállalkozás

A NASA, az Európai Űrhivatal (ESA), az Olasz Űrtügyönkség (ASI) és több más európai ország (köztük parányi részben Magyarország) összefogásával megvalósult Cassini űrprogram mind a befektetett munkát, mind a tudományos, mind a műszaki feladatait tekintve a valóban nagyszabású vállalkozások közé tartozik.

A most útjára induló szerkezet a valaha is készült egyik legjobban felszerelt tudományos űreszköz. Ezt az 5,6 tonnás berendezést, fedélzetén 12 tudományos műszerrel kell a Szaturnusz távolságába juttatni. (Közel ilyen méretű bolygóközi berendezés csak a két szovjet Fobosz, illetve a tavaly sikertelenül felbocsájtott Marsz 96 volt.) A Cassini szonda célja bolygókörüli pályáról tanulmányozni a Szaturnuszt, valamint annak gyűrű- és holdrendszerét szinte minden lehetséges eszközzel: optikai hullánhoszakon, radarral, rádió és plazma hullámok, valamint a mágneses tér és porrészecskék megfigyelésével. A nagy kaland talán legizgalmasabb része lesz az a kb. két és fél óra, amikor egy külön kis leszálló egység — a Huygens szonda — leereszkedik a Titánra, áthatolva annak átláthatatlan, sűrű légkörén. Valójában ez a Cassini programon belül egy külön misszió, amit az ESA irányít. A Cassini űrszonda több mint egy évtizedet felölelő programját napra, órára előre kidolgozták, gondolva esetleges váratlan események bekövetkezésére is.



A teljesen összeállított űrszonda a JPL szerelőcsarnokában

A Cassini program előkészítése már igen régen elkezdődött, lényegében a Pioneer és a Voyager missziók folytatásának tekinthetjük — ezek hoztak először hírt hozzánk a Naprendszer külső térségéből, így pl. először mutatták meg közelről a Szaturnusz. Az űrszonda összetettsége és sokoldalúsága következtében még a NASA „békebeli”, költséges bolygókutatási programjai közé tartozik.

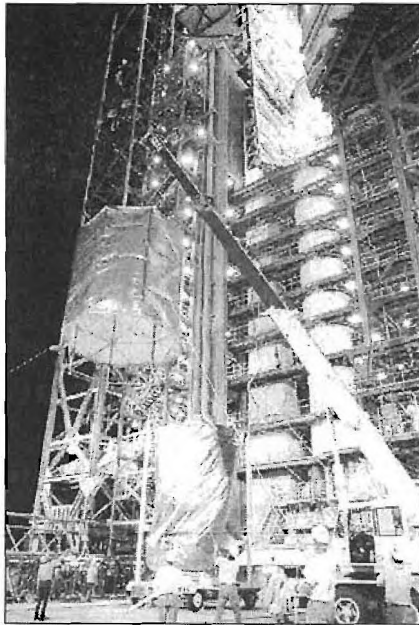
A névadók

A Jupitert kutató Galileo misszióhoz hasonlóan — tisztelgésül az ősök előtt — a programot (és az űrszondát), valamint a leszálló egységet két olyan tudósról nevezték el, akiknek nagy szerepük volt a Szaturnusz megismerésében. Christian Huygens holland tudós ismerte fel a Szaturnusz gyűrűjét 1659-ben, és ő fedezte fel a Titánt 1655-ben. Jean Dominique Cassini francia-olasz csillagász volt. Az 1660-as években megmérte a Mars és a Jupiter forgási idejét, és összeállította az első megbízható Jupiter-hold pozíció táblázatokat. Ő fedezte fel 1671 és 1684 között a Szaturnusz további négy holdját, a Iapetust, Rheát, Tethyst, Dionét, továbbá a híres rést a bolygó gyűrűjében.

...3-2-1-Start!

Egy űrvállalkozás legkockázatosabb pillanata a fellövés. Az első indítási ablak — az az időszak, amikor az űreszköz elindulhat kijelölt pályáján a Szaturnusz felé — október 6-tól november 4-ig tart. Az eredetileg tervezett október 6-hoz képest a startot kétszer is el kellett halasztani. Először a Huygens leszálló egységénél felmerült gondok, másodsor pedig a fedélzeti számítógép meghibásodása miatt. A startra végül is október 15-én került sor. A biztonság kedvéért a programot úgy szervezték, hogy ha — műszaki okok, vagy tartós rossz idő miatt — az első indítási ablakban végképp nem lehetett volna újtára indítani a szondát, még két további időszak is rendelkezésre állt: az egyik két hónappal később, a másik 1999 márciusában.

Az űrszonda fellövésére a floridai Cape Canaveralból került sor. A leküzdendő hatalmas távolság miatt olyan nagy sebességre kellett felgyorsítani az eszközt, amire csak a jelenleg létező legnagyobb teljesítményű amerikai hordozórakéta, a Titan IV képes, megfejelve egy Centaur gyorsító rakétafokozattal. Az 56 méter magas monstrum teljes súlya a rajtkor mintegy 1000 tonna volt, vagyis kb. 150-szerese az 5650 kg-os űrszondáénak, amelyből a tudományos műszerek 687 kg-ot tesznek ki. (Összehasonlításképp: a Voyager szonda teljes súlya csak 825 kg, a Mars

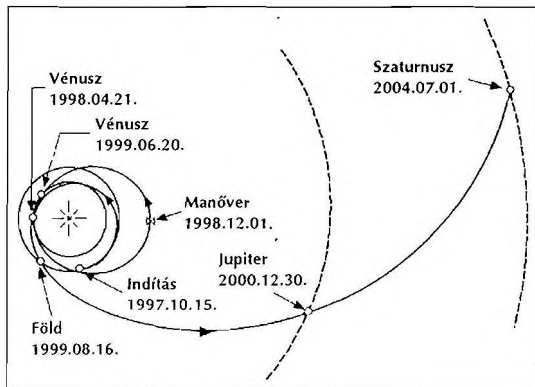


A gondosan becsomagolt űrszonda felszerelése a Titan-Centaur hordozórakétára

Pathfinderé 890 kg volt.) Miután a Titan IV a start után néhány perc alatt kiégett, a szonda először egy átmeneti földkörüli pályára került, majd rövidesen a Centaur fokozat indította el naprendszerbeli útjára a Szaturnusz felé. Végül ez a rakéta-fokozat is eltávolodott, és a magára maradt Cassini szondát immár „csak” lendülete viszi célpontja felé.

A hosszú, kanyargós út

Ez sem olyan egyszerű azonban, mert még ezzel a hatalmas rakétával sem lehetne akkora sebességet nyerni, ami a Szaturnusz közvetlen eléréséhez szükséges. Ezért az űrszonda először nem kifelé, hanem befelé (a Naphoz közeledve) veszi útját. A pálya tervezői olyan bolygó-együttállást választottak, hogy megfelelő időpontban elhaladva kétszer a Vénusz, majd a Föld, végül a Jupiter mellett, azok még összesen 21 km/s-mal tovább gyorsítják — mintegy a saját pályamenti sebességüket hozzáadva —, és a kívánt irányba térítik. Ez a fajta gravitációs hintamanőver ma már teljesen megszokottnak tekinthető az űrkutatásban, habár egy-egy ilyen pálya kiszámítása ma is egyfajta művészet. (A Galileo is nagyon hasonló, kacsaringós úton jutott el a Jupiterig, nem beszélve a Voyagerekről, amelyek egy különösen kedvező, csak 175 évenként előálló együttállást használtak ki.) Ennek a bonyolult manőverezésnek az egyetlen hátránya, hogy miatta az út majdnem hét évet vesz igénybe, míg nélküle egy még erősebb rakétával (ha lenne ilyen) közvetlen ellipszis pályán négy év is elegendő lenne. Az indulástól számítva 3,2 milliárd km-t kell megtennie a szondának, mire a Szaturnuszhoz ér.

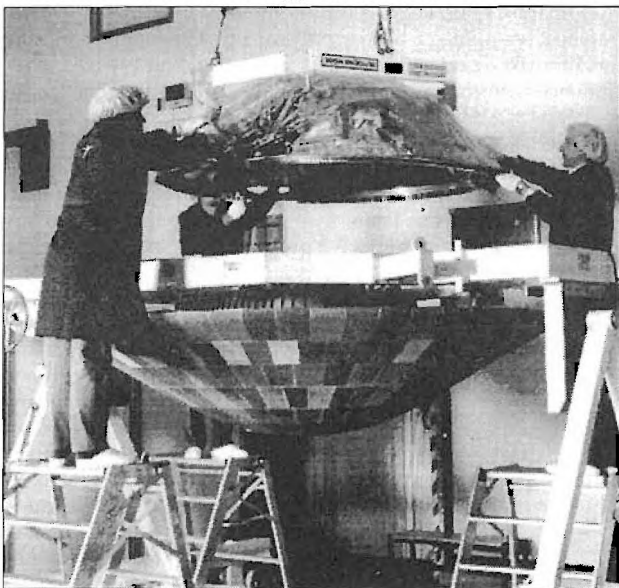


A Cassini útja a Szaturnuszig. A Vénusz–Vénusz–Föld–Jupiter hintamanőverek révén, a bolygók gravitációs vonzását kihasználva jóval kevesebb energiával — bár hosszabb idő alatt — éri el a szonda a Szaturnuszt

Menet közben az űrszonda a 4 méter átmérőjű, nagy nyereségű parabola antennáját a Nap felé fordítja, hogy ezzel árnyékolja le érzékeny műszereit. Ez különösen az út első szakaszában fontos, mert ekkor 0,6 Cs.E.-re megközelíti a Napot, tehát különösen „melege lesz”, ráadásul a műszereket a Szaturnusz „hidegére” tervezték. A napernyőként hasznosított antenna valódi feladatát csak évek múlva fogja majd ellátni, amikor a nagy naptávolság miatt nem kell már hőárnyékoló pajzsként működnie, hanem ekkor már a Föld felé fordulva biztosítja a rádióösszeköttetést. (Addig a kapcsolatot a kissebességű antenna tartja fenn.) Amúgy útközben sok esemény nem fog történni az űrberendezéssel, a földi irányítóknak főként a pontos pályán maradást kell biztosítaniuk és korrigálniuk, ha szükséges. Emellett időnként a tudományos műszereket is bekapcsolják, ellenőrzés céljából. A valódi mérések nagyjából a Jupiter melletti elhaladáskor kezdődnek, 2000 végén, de ekkor még mindíg több év lesz hátra a megérkezésig.

Műhold a Szaturnusz körül

Ha a berendezések kibírták a csaknem hétéves zord űrbeli utazást, és az űrszonda nem tért le a kijelölt iránytól, 2004 júliusában megkezdődhet a nagy pillanat, a Szaturnusz megközelítése és a pályára állás körülötte. Ennek első lépéseként, 19 nappal a bolygó elérése előtt még egy érdekes elrepülésre kerül sor a Phoebe nevű hold mellett, mintegy 50 ezer km-re. A Phoebe Naprendszerünk egyik legfurcsább holdja, mivel igen szokatlan, a többiekével ellenkező (retrográd) irányban, nagy hajlású (inklinációjú) pályán kering a Szaturnusz körül, ami azt sugallja, hogy befogott égitest — kisbolygó vagy üstökös — lehet. A hold nagy Szaturnusztól való távolsága miatt ez az egyetlen alkalom, hogy az űrszonda ilyen közelről tanulmányozhassa, ezért is tekintenek nagy várakozással e találkozásra a tudósok.



A Huygens Titán-szonda — szerelés közben

A fellövés után a másik legkritikusabb művelet az űrszonda lefékezése lesz, abból a célból, hogy ne robogjon el a Szaturnusz mellett, hanem annak gravitációs ereje befogja, azaz mesterséges holdjává váljék. A szonda először egészen megközelíti a bolygót, majd miután annak gyűrűrendszerén áthaladt (természetesen az egyik résen keresztül), a fő hajtóművet másfél órára begyújtja. Ezalatt akkora sebességet veszít, ami már elég ahhoz, hogy elnyúlt ellipszis pályára kerüljön.

Mivel ekkor fogja a legjobban megközelíteni a Szaturnuszt (mündössze annak átmérőjének 1/6-ára), ekkor a tudományos műszerek többsége már javában dolgozni fog. Ezzel kezdetét veszi a négyévesre tervezett „túra” a bolygó, gyűrűje, és holdjai körül.

E holdak között 5150 km-es átmérőjével messze legnagyobb a Titán, és ez az egyetlen Szaturnusz-kísérő, amelyik felhasználható gravitációs hűntamanővezetésre. Többszöri elrepüléssel mellette, kihasználva pályaelterítő hatását, a Szaturnuszrendszer más-más pontjaira lehet majd eljutni. Ilymódon a bolygó körül eltöltendő négy év meglehetősen változatos lesz a Cassini szonda számára, hiszen — hála a Titánnak — a legkülönbözőbb pályákat fogja leírni a kb. 60 fordulat során. Ezek legkisebb bolygótávolsága (periapszisa) 180 ezer és 420 ezer km között, az inklinációja 0 és 64 fok között változik majd. A lapos pályák az egyenlítői, a nagy hajlásúak a bolygó poláris területeinek megfigyelését teszik lehetővé. Ezeknek a keringéseknek

a sorrendjét úgy kell megtervezni, hogy az űrszonda mindig visszatérjen a Titánhoz (30–40 ilyen elszárhánást terveznek), ami aztán újabb pályára lendíti a Cassinit.

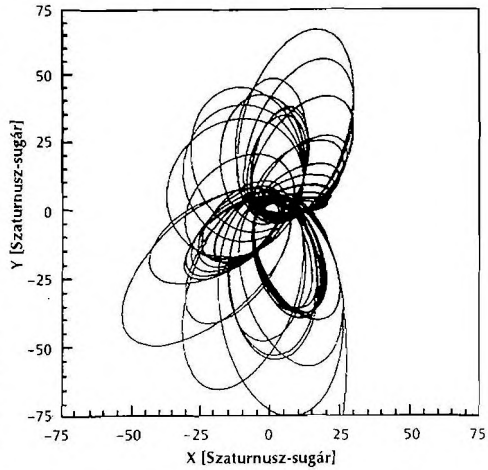
A megfigyelési program

A Szaturnusz megfigyelésének leglátványosabb módja feltehetően a fényképfelvételek készítése lesz (kb. 300 ezer kép továbbítását tervezik). Mivel a bolygónak nincs szilárd felszíne, így alapvetően a felhőréteg tetejét lehet tanulmányozni. (A Jupiterhez hasonlóan a felhők színét amonóiakristályok hozzák létre.) A felvevő berendezés optikai, ultraibolya, és infravörös fényben egyaránt dolgozni fog, így nemcsak a felhőrendszer alakzatait és mozgását, hanem hőmérsékleti eloszlását is mérni tudja. Mint tudjuk, a Szaturnuszon fújnak a Naprendszerben a legerősebb szelek, az egyenlítő mentén sebességük az 500 m/s-ot, azaz az 1800 km/órát is eléri!

Természetesen a fényképezés mellett az anyagi összetétel mérésére szolgáló spektrométer és spektrográf műszer is van a Cassini fedélzetén. Ezek az úgynevezett távérzékelő berendezéseken kívül az űrszonda által begyűjtött porrészecskék analízisére is van esély, ez főként a gyűrűk vizsgálatához nyújt segítséget.

A Földdel való kapcsolattartásra szolgáló rádióberendezést is fel fogják használni tudományos kísérletek céljára. A mérés elve az, hogy a tulajdonképpen „üres”, információt nem hordozó vívhullámot vesznek a földi antennákkal, akkor, amikor az űrszonda elhalad valamelyik égitest mögött. Az épp elhalkuló vagy újból megjelenő rádiójel tulajdonságainak (erősség, Doppler-eltolódás, polarizáció) változásaiból következtetni lehet a légkör és az ionoszféra állapotára, a holdak és a gyűrűt alkotó részecskék méretére, a napkorona jellemzőire (amikor a Cassini a Földről nézve épp a Nap túlsó oldalára kerül), de még a Naprendszeren kívülről érkező esetleges gravitációs hullámokra is.

A különböző pályák nemcsak a felszín és a holdak közeli tanulmányozását teszik lehetővé, hanem a Szaturnusz mágneses terének részletes térbeli feltérképezését is. A korábbi űrszondás mérésekből tudjuk, hogy a mágneses tér iránya csaknem egybeesik a forgástengellyel (1 fokon belül). A bolygó magnetoszférája rendkívül érdekes — többek között azért is, mert a gyűrűk és a holdak egy része, közöttük a Titán is, beúne keringenek. Mivel a Titánnak is van saját mágneses tere, így valójában két magnetoszféra kölcsönhatását lehet tanulmányozni. A mágneses tér által befogott, illetve fogvatartott töltött részecskék — vagyis a plazmakörnyezet — tanulmányozására egy egész műszeregyüttes szolgál. Valójában a magnetoszféra vizsgálata segíthet megérteni azt is, mi lehet a Szaturnusz belsejében, hiszen a mágneses teret a bolygó magjában zajló folyamatok hozzák létre. Egyébként ez az a



A Cassini bonyolult pályája a Szaturnusz körül, a bolygó északi pólusa irányából nézve (SuW 10/97)

kutatási terület, ahol magyar kutatók is közreműködnek a Cassini programban. Két műszer, a magnetométer és az úgynevezett plazma-spektróméter kifejlesztésében vettek részt a KFKI Részecske és Magfizikai Kutató Intézetének szakemberei — cserébe ezért a munkáért az ezekkel a berendezésekkel mért adatokat feldolgozás céljára teljes egészében megkapják majd a hazai csillagászok.

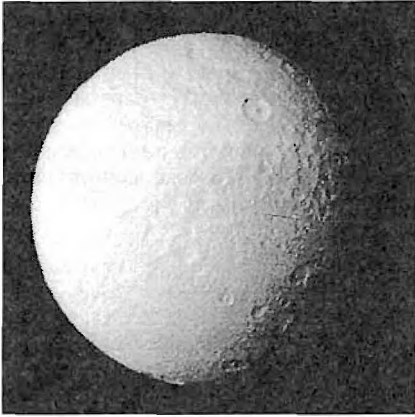
Ami a gyűrűket illeti, elképzelhető, hogy a Cassini továbbiakat is fel fog fedezni a jelenleg ismert D, C, B, A, F, G és E gyűrűk mellett. Az egyik fő megválaszolandó kérdés az, hogy pontosan milyen anyag, és mekkora részecskék alkotják a gyűrűket, illetve milyen dinamikus folyamatok játszódnak le bennük. A Voyager és a későbbi HST felvételeken látható, hogy a gyűrűrendszer rendkívül összetett, és többféle érdekes tulajdonságot mutat — ezek mibenlétéről is remélhetően többet megtudunk. Néhány ezek közül:

- Amíg a C gyűrű sok, viszonylag elkülönülő gyűrűrészből áll, addig a legbelső D-gyűrű inkább porszerű;
- a B gyűrű porszerű sugárirányú köllöket tartalmaz, és külső pereme nem kör alakú, a Mimas gravitációs hatása miatt;
- a Cassini-rés sem üres, ritka poranyag tölti ki;
- az A és B gyűrűk határai rendkívül élesek, a B gyűrű vastagsága egyes helyeken nem több 10 méternél;
- a legtávolabbi E gyűrűt az Enceladus táplálhatja, és majdnem a Rheáig terjed (a 60 ezer km sugarú Szaturnusz felszínétől kb. 300 ezer km-re).

A manőverezéshez nyújtott segítségén túl a Titán maga is az egyik fő célpontja a programnak. Érdekeségét többek közt az adja, hogy légköre hasonlít arra, amilyen a Földé lehetett valamikor. A sok megközelítés különböző távolságokban (950 és 16 ezer km között) és eltérő szögek alatt történik, így remélhetőleg alaposan „körbe lehet majd járni” ezt az égitestet. A kis távolságú megközelítések főként a légkör tanulmányozására és radarkísérletekre alkalmasak. (A Titán vastag légköre miatt a felszín optikai tartományban nem látható, ezért — a Vénuszhoz hasonlóan — az úgynevezett szintetikus apertúra radar eljárással kívánják feltérképezni felszíni alakzatait.) Ily módon remélhetőleg sikerül felderíteni, hogy valóban (metán)óceánok borítják-e, illetve hogy milyen alakúak rajta a szilárd felszíni formák.

Az óriáshold kutatásának a betetőzése minden bizonnyal a felszínre történő leereszkedés lesz. Erre a tervek szerint néhány hónappal a Szaturnusz elérése után, 2004 novemberében kerül sor. Ekkor a 2,7 méter átmérőjű, „repülő csészealj alakú” Huygens-szonda leválik a keringő egységről, és önálló pályára áll. Huszonkét napig reptül így, míg saját hajtóműveivel lefékezi magát, és elkezd i ereszkedését a sűrű légkörbe. A nagy belépési sebesség miatt az atmoszférába érve iszonyatosan (több ezer fokra) felmelegszik az elejére szerelt speciális, kúp alakú hővédő pajzs. 175 km magasan a Titán felett kinyitja fő ejtőernyőjét, ledobja hővédő pajzsát, és elkezd i megfigyeléseket. 140 km-es magasságban ejtőernyőjét egy kisebbre cseréli, és folytatja ereszkedését egészen a felszínig, miközben az anyaszonda, elrepülve felette, veszi annak rádiójeleit, és eltárolja mérési adatait. (Ezeket később továbbítja a Földre.) Hat tudományos műszert visz magával a kis szonda, ezek feladata a légkör összetételének megállapítása (spektróméterrel és közvetlen kémiai vizsgálatokkal), a szélsősebesség meghatározása (a rádióhullámok Doppler-eltolódásával), és természetesen a légkör sűrű rétegén való áthatolás után fényképfelvételek készítése. Halatlanul izgalmasnak ígérkezik ez az akció, hiszen egy olyan távoli világba kukkantatunk bele, ami egyelőre teljesen láthatatlan és ismeretlen számunkra! Ebben rejlik

kockázata is — nem lehet tudni, mennyire sikerül ez a technikailag roppant bonyolult művelet. Ki kell hangsúlyozni, hogy a Huygens-misszió célja elsősorban nem a leszállás, hanem — hasonlóan a Galileo kicsiny szondájához — a légkörben történő mérés. A számítások szerint ez kb. két és fél óráig tart majd. Remélhető persze, hogy sikerül elérni a talajt, vagy egy óceánt. Erre a feladatra — a felszíni mérésekre — is található egy műszeregyüttes rajta. A szonda pár percig képes még lebegni a „metánhullámokon”, működésben megfigyeléseket hajt végre.



A Szaturnusz kráterekkel borított Tethys nevű holdja — az egyik lehetséges célpont a bolygó eddig ismert 18 kísérője közül

ezen holdak egyikének a tömege sem elegendő gravitációs manőverezéshez, és eléggé eltérő távolságú pályákon keringenek (a Mimas túl közel, a Iapetus túl távol), egy-egy ilyen hold-vízit üzemanyag felhasználást is igényel, ezért csak viszonylag korlátozott számú akcióra kerülhet sor.

Egy különleges űrrobot: a Cassini szonda

Rengeteget lehetne írni az űrszondáról, amít tulajdonképpen egy nagyon intelligens űrrobotnak tekinthetünk, de a rövidség kedvéért csak a fő jellemzőit soroljuk itt fel:

A Cassini űrszonda 6,8 méter magas és 4 méter átmérőjű. Az 5650 kg-os teljes tömegéből 2160 kg maga az orbiter berendezés, csaknem 300 kg a Huygens-szonda, a többi üzemanyag. A Huygens-szonda a keringő egység (orbiter) oldalára van erősítve, míg a nagy nyereségű parabola antenna a tetejére. Mivel a műszerek külön nem mozgathatók, ezért az egész szondát kell elfordítani, ha pl. a Földdel kommunikál, vagy ha valamelyik égitestet kívánja megfigyelni. Az egész komplexum vezérlése nagyfokú önállóságot kíván, többek között azért is, mert a rádiójelek terjedési ideje a Szaturnusz és a Föld közt (vagy vissza) 68 és 84 perc között van, ami a párbeszédet a műszerekkel igencsak megnehezíti.

A berendezések működtetése energiát igényel, amít ekkora távolságban már nem lehet napelemekből kinyerni, hiszen ott a Földhöz képest csak századakkora napenergia esik ugyanakkora felületre. Ezért az energiáról három darab rádióizotópos

termoelektromos generátor (RTG) gondoskodik, amelyek a radioaktív plutónium bomlásakor felszabaduló hőből állítanak elő elektromos áramot. (Az így termelt energia hosszú évekig elegendő lenne egy átlagos háztartás fenntartására.) Bár a radioaktív bomlás miatt a teljesítmény folyamatosan csökken, de még a 11 éves misszió végén is több mint 600 watt áll rendelkezésre, amellyel — ha csak ezen múlik — a Cassini robot még további évekig dolgozni tud.

A tudományos műszerek között — amúnt erről már szó volt — egyaránt találunk leképező eszközöket (optikai és radar), spektroszkopikus, kozmikus por analizátort, rádió- és plazmafizikai mérőberendezéseket. Csak egyetlen adat, ami az anatórcsilágás olvasóknak is mond valamit: a leképező rendszer nagyfelbontású kamerájának optikája 20 cm átmérőjű, felbontása 1 ívmásodperc, és egy 1024×1024 pixeles CCD „fogadja” a — különböző spektrális tartományban készíthető — képeket.

A szerkezet irányításáról, az adatok tárolásáról (egy-egy mozgalmasabb napon megközelítőleg egy CD-ROM-nyi információ is érkezik a Földre), a hőszabályozásról, a navigációról, a pontos stabilizációról mind-mind külön rendszer gondoskodik.

Hogyan tovább?

A „túra”, vagyis a Szaturnusz-rendszer felderítésének elsődleges szakasza az előzetes menetrend szerint 2008 júliusáig tart. A Cassini misszió ekkor „hivatalosan” véget ér. Eddig az időpontig az összes kitűzött célt teljesítenie kell. Persze, ha a berendezések még ekkor is működnek, és marad még elegendő üzemanyag a pályamódosításokra, a műszereket nem kapcsolják ki, hanem megkezdődik a program kiterjesztett szakasza, ami új feladatokkal mindaddig folyhat, amíg az űreszköz munkaképes lesz.

Ennek a további szakasznak többfajta feladata lehet. Elképzelhető, hogy a normál program valamely észlelését kell más műszerkombinációval, más térbeli helyzetben megismételni (például valamely váratlan, további „nyomozást” igénylő felfedezés esetén). Egy másik lehetőség, hogy a szonda a Titán körüli pályára álljon, vagy legalábbis nagyon megközelítse azt, avagy hogy — épp a Titánt felhasználva — elhagyja a Szaturnusz-rendszert, és egy másik bolygó vagy kisbolygó felé vegye útját. Valószínűleg azonban a Szaturnusz maga is épp elég vizsgálni valót hagy még, ezért például még jobban megközelíthetné azt, közel poláris pályán. A további holdmegközelítések (Titán és a kisebb kísérők) is érdekesek lehetnek. Ebben a későbbi szakaszban már inkább kockázatos lehet a gyűrűk — nem egészen veszélytelen — közelebbi megfigyelését is.

A nagy kérdések

Azokat a nagy kérdéseket, amelyekre a kutatók a Cassini programtól várják a választ, röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze:

Szaturnusz. Hogyan néz ki a felső felhőrétegek alatti, kívülről nem látható atmoszférája? Hogyan keletkeznek és múlnak ki a viharok? Mennyiben különböznek a sarkvidéki területek az egyenlítő körüliektől? Milyen a bolygó belseje? Miért sugároz ki 79%-kal több hőt, mint amennyit a Naptól kap?

Titán. Milyen a felszíne? Vanak-e rajta óceánok, tavak, folyók? Esik-e rajta az eső? Merre fújnak a szelek? Mennyi napfény jut el a felszínre? Lehet(ett)-e élet rajta?

Gyűrűk. A jégreszecskéken kívül mik alkotják őket? Mekkora az alkotórészek mérete? Hogyan alakulnak ki és hogyan változnak? Milyen a kapcsolatuk a holdakkal és a Szaturnusz magnetoszférájával? Vanak-e további holdak elrejtve bennük?

Jeges holdak. Milyen volt a múltjuk? Befogott hold-e a Phoebe? A Iapetus felszíne miért fele-felerészben sötét és világos? Miért van némely holdaknak azonos pályája?

Magnetoszféra. Milyen fajta részecskéket tart befogva? Idővel változnak-e ezek? Hogyan befolyásolják a gyűrűket és a holdakat? Mit árul el a magnetoszféra a Szaturnusz belsejéről?

Néhány érdekes adat

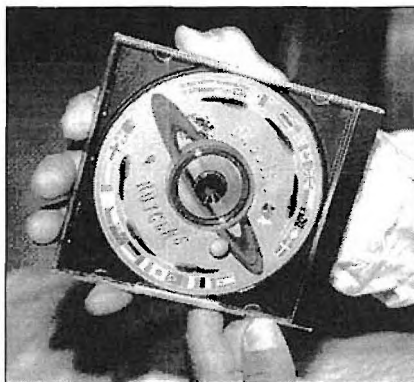
Azok az olvasóink, akik Interneten is figyelemmel kívánják kísérni a Cassini programot, többek között a következő WWW címen kutakodhatnak:

<http://www.jpl.nasa.gov/cassini/>

Befejezésül, „kisszínes” gyanánt, álljon itt néhány érdekes adat a Cassini programról:

- A Vénusz–Vénusz–Föld–Jupiter melletti elrepülés 3 ezer tonna rakétaüzemanyagot takarít meg, és még-egyszer ennyire lenne szükség, ha a Titán segítsége nélkül kellene a tervezett Szaturnusz körüli pályákat bejárni!
- A szondán 1032 darab elektromos csatlakozó, 16 km vezeték és 44 számítógép van.
- Az űreszköz iránya olyan pontosan stabilizálható, hogy imbolygása lassabb, mint az óra kismutatója sebességének százada.
- Körülbelül 2 trillió bitnyi megfigyelési adatot várnak a műszerektől, ami 416 CD-n férne el.
- Az űrszonda rádióadója mindössze 20 wattos, azaz gyengébb, mint egy villanykörte. Ennek jelét kell felfognia a NASA földi vevőállomás-hálózatának, melynek legnagyobb földi antennájának átmérője 70 méter.

A fedélzeten elhelyeztek egy CD-t, amelyre egymillió ember aláírását vitték fel elektronikusan formában, mintegy üzenetként az örökkévalóságnak. Egy nemzetközi kampány keretében az egész világból lehetett jelentkezni, így több hazánkfia kézjegy is felkerült a lemezre. Hogy elolvassák-e majd a Szaturnusz-lakók, az még a jövő zenéje...



A kb. egymillió ember — közöttük sok honfitársunk — aláírását hordozó CD (pontosabban digitális video lemez), amely az emberiség üzenetét viszi a Szaturnusz távolába

SPÁNYI PÉTER

Új üstökös az esti égen

Shogo Utsunomiya japán amatőrcsillagász fedezte fel október 3-án a Cepheusban, egy 25x150-es binokulárral. A C/1997 T1 (Utsunomiya) jelzésű 10^m -s égitest december 10-én halad át napközelpontján, az év hátralévő részében az esti égen figyelhetjük meg.

| Dátum | RA (2000) D | E | m_v |
|--------|---|--------|--------------------|
| 11.13. | 18 ^h 52 ^m 0 +25°12' | 69° | 10 ^m ,2 |
| 11.18. | 18 49,6 | +21 32 | 63 10,3 |
| 11.23. | 18 48,0 | +18 24 | 58 10,4 |
| 11.28. | 18 47,1 | +15 42 | 52 10,5 |
| 12.03. | 18 46,7 | +13 22 | 48 10,6 |
| 12.08. | 18 46,6 | +11 19 | 43 10,7 |
| 12.13. | 18 46,8 | +09 30 | 39 10,8 |
| 12.18. | 18 47,1 | +07 54 | 35 10,8 |
| 12.23. | 18 47,5 | +06 27 | 32 10,9 |