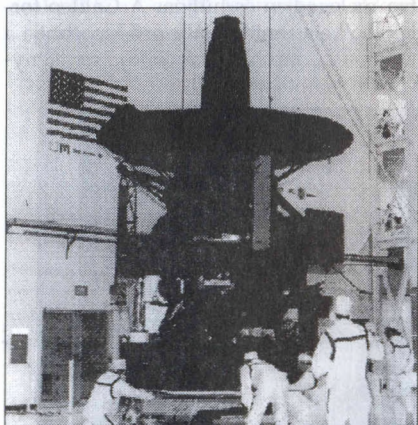


Hosszú út a Jupiterig

A Galileo űrszonda e sorok megjelenése táján éri el Naprendszerünk legnagyobb bolygóját, a Jupitert. A hatodik éve utazó, a Naptól 800 millió km-re járó szerkezet méltán vált közismertté az utóbbi években. Olyan űreszköz viseli a híres itáliai csillagász nevét, melyet szerencsétlen sorsa és szenzációs felfedezései egyszerre állítottak reflektorfénybe. A Galileo hosszú és kalandos barangolása az űrszondás kutatás hőskorát idézi. Akárcsak elődei, a Pioneer- és a Voyager-sorozat tagjai, sok éves vándorlása során újabb és újabb világokat látogat sorra. A Galileo program ötlete még a hetvenes évek végén született az Egyesült Államokban — eredetileg szerényebb formában, mint ahogyan megvalósult. A szonda céljának a Jupiter és holdrendszere vizsgálatát tűzték ki. Az óriásbolygó légkörének mozgása, időjárása, a mágneses tér, valamint a hatalmas Galilei-holdak megfigyelése szerepelt a tervek között. Emellett egy kis légköri szondát is megálmodtak, mely a Jupiter atmoszférájába ereszkedik. A Galileo-program — mely 1997 végéig tart — teljes költsége kb. másfél milliárd dollár.



Az eredeti elképzelés szerint a Galileót közvetlenül a Jupiter felé indították volna. Eszerint az eszközt űrrepülőgép juttatja Föld körüli pályára, ahol egy Centaur utolsó fokozat adja meg a kellő lökést, mely a Jupiterig „kitar”. A tervet azonban a Challenger katasztrófája keresztül húzta, így az 1986. januári fellövést el kellett halasztani. Hosszas töprengés kezdődött a szonda további sorsáról. A fő probléma nem az indítási ablak elszalasztása volt, hanem a három megmaradt űrrepülőgép indítását korlátozó biztonsági intézkedések. A nagy tömegű Centaur gyorsítófokozat már nem utazhatott az űrrepülőgép rakterében — enélkül pedig a Galileo nem érheti el célját...

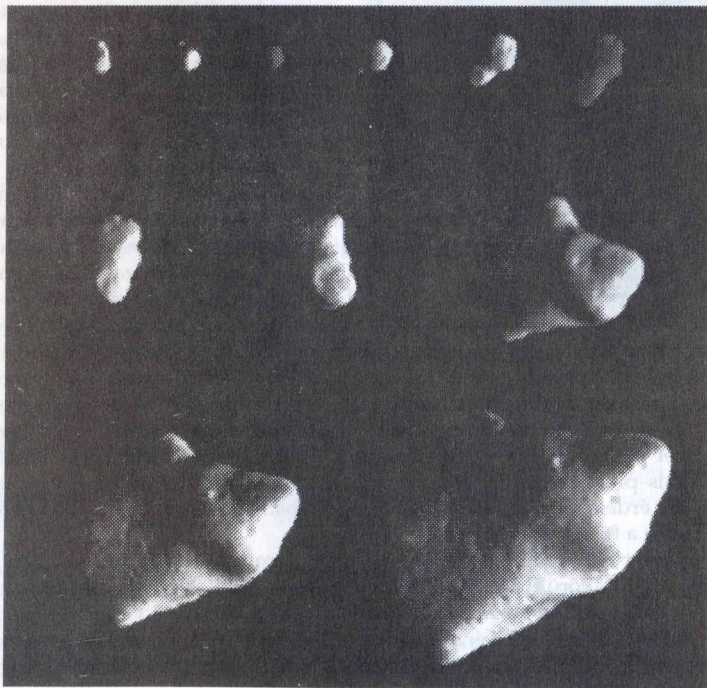
Új, vonzó terv körvonalai bontakoztak ki, mely szokatlan körutazásra bocsátotta a Galileót a belső Naprendszerben. Eszerint a szonda csak kis indítófokozaton ülne, amely nem ad elég lendületet a Jupiter felé vezető úthoz. A szükséges sebességre egy nagyszerűen megtervezett hintamanőver-sorozattal tenne szert — egyszer a Vénusz, kétszer pedig a Föld mellett elhaladva. A közeli elrepülések során minden alkalommal kis plusz gyorsulást kapna a Galileo, ami végül eljuttatná a Jupiterhez. Emellett két érdekesség is bekerült a programba: a Gaspra és az Ida aszteroida meglátogatása a fő kisbolygóövben.

Az új fellövést 1989-re időzítették, és a Galileo három és fél év késéssel, 1989. október 18-án állt földkörüli pályára. Ekkor a NASA által, külön a Galileo számára kifejlesztett kis gyorsítófokozattal (IUS) indult tovább, először a Vénusz felé.

Az űrszonda fedélzetén 11 érzékelő kapott helyet, a Jupiter légkörébe ereszkedő 1,25 méter átmérőjű, 339 kg-os egységen pedig hat. A nagy jövő előtt álló programra azonban egy sajnálatos baleset vetett árnyékot. A Galileót úgy építették meg, hogy

Földünkkel elsősorban ún. nagy átviteli sebességű parabolaantennájával kommunikáljon. A szerkezetet, hogy könnyű legyen és elférjen az űrrepülőgép rakterében, esernyőszerűen összehajthatóra tervezték, ami szokványos megoldás. Amikor az antenna üzembe áll, virágkehelyhez hasonlóan szétnyílik, felveszi és megőrzi parabola alakját. Az események azonban nem követték az elgondolást. 1991. áprilisában az antenna 18 szárából 3 nem nyílt ki, és így az egész szerkezet használhatatlanná vált. A műszaki szakemberek szerint lehetséges, hogy a kilövés elhalasztása miatt előálló szállítások, és az eközben fellépő rázkódások okozták a problémát. A Galileo azóta is kénytelen kis átviteli sebességű antennáját használni, mellyel sokkal lassabban sugározhatja csak jeleit.

Az adatközvetítési nehézség a program megcsönkítésát vonta maga után. A Jupiter távolságában a nagy átviteli sebességű antenna átviteli sebessége 134 ezer bit/másodperc lenne, míg ugyanez a kis átviteli sebességűvel mindössze 10 bit/másodperc! A különbség tehát hatalmas, annak ellenére, hogy az utóbbi érték közel 100 bit/másodpercre feltornászható. Természetesen több kísérletet is tettek a szerkezet kinyitására. Számtalanszor kapcsolták ki-be a mozgó motorokat, de eredménytelenül. Az űrszonda pörgését úgy módosították, hogy az antenna egyszer napfénybe, mászor árnyékba kerüljön, azaz felváltva melegedjen és hűljön. A Galileo forgását a percnkénti 3 fordulatról 10-re emelték, hátha a centrifugális erő kipattintja a beszorult ágakat, azonban mindhiába. Az antenna nem nyílt ki, és a kutatók kénytelenek voltak az eredeti program megszorításával szembenézni.



A Galileo felvételsorozata a szabálytalan alakú Gaspra kisbolygóról

Belső bolygószozmszédunkat, a Vénuszt, 1990. február 10-én közelítette meg az űrszonda. Mintegy 16 ezer km-re suhant el mellette, és érzékelőivel a sűrű felhőkbe burkolt bolygót vizsgálta. Infravörös műszerével 10–16 km-nyire „belátott” a felhőzet alá, és meghatározta a légkör mélyebb rétegének hőmérséklet-eloszlását. Az éjszakai oldal felett elhaladva a felszín közeléből érkező sugárzást észlelt, felvételei kirajzolták a Vénusz domborzatának körvonalait. A Galileo ezután ismét a Föld felé vette az irányt, és 1990. december 8-án haladt el mellettünk, 960 km távolságban. Bolygónk gravitációs tere nagyot lendített rajta, így érhetett el következő célpontját, a fő kisbolygóöv belső részén keringő Gasprát. A Gaspra S típusú kőzet kisbolygó, főleg fémekben gazdag szilikát ásványok alkotják. A Galileo készítette a történelem első közeli kisbolygó felvételeit, a Gaspráról, 1991. október 29-én. Az aszteroida szabálytalan alakúnak, mutatkozott, 20x12x11 km-es mérete a Deimoshoz áll közel. Felszíne fiatal, csak kisebb kráterek szabdalják. A kutatókat legjobban az lepte meg, hogy a Gaspra mágneses teret mutatott. Ez egy ilyen apró égitestnél elég szokatlan, kis tömege ugyanis nem elegendő ahhoz, hogy belsejét olvadt állapotba hozza. Mágneses tere egy régebbi, nagyobb égitest által létrehozott tér maradványa lehet. Ennek az egykori nagyobb kisbolygónak a szétदारabolódásakor, annak belsejéből szakadt ki a Gaspra, és anyaga az akkori mágneses mező nyomait őrzi.



Végző búcsú az otthontól — a felvétel a második Föld-közéltés során készült

A kisbolygórandevú után a Galileo ismét a Föld felé vette az irányt, hogy kerekén két év múlva, 1992. december 8-án ismét „hazalátogasson”. A közélgő vendéget a Spacewatch teleszkóp már november 28-án megörökítette, apró, 22 magnitúdós fénypontként. A rövid látogatás programja igen sűrűnek bizonyult. A felgyorsult szonda mindössze 23 órát töltött a Hold pályáján belül. Komoly feladat hárult ezalatt

a kis átviteli sebességű antennára, mely a közeli helyzetet kihasználva gyorsabban sugározhatta adatait. Emellett a Hold és a Föld vizsgálata is szerepelt a kutatóprogramban. Az űrszonda a Hold északi pólusa felett 110 300 km-re repült el. Fő feladata a sarkvidék vizsgálata volt. Különböző színszűrőkkel sorozatfelvételeket készített égi kísérőnkről, melyek alapján a felszín összetételére lehet következtetni. Az eltérő anyagú és szerkezetű kőzetek ugyanis más-más módon verik vissza a különböző hullámhosszúságú elektromágneses sugarakat. Érdekes eredmények vonhatók le a felvételekből, valamint azoknak az Apollo- és Luna-holdkőzetekkel való összehasonlításából.

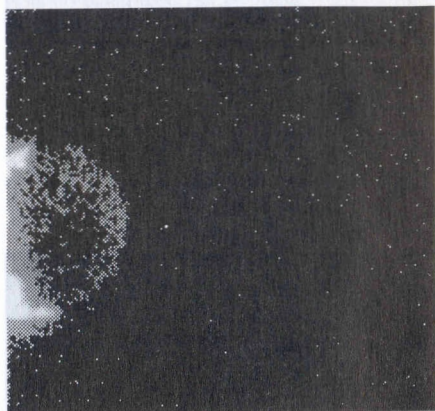
Emellett a Hold pólusa közelében lévő kráterekben vízjég nyomait kereste. Égi kísérőnk forgástengelye kis szöget zár be Nap körüli mozgása során leírt pályasíkjával. Ennek következtében sarki területein akadnak olyan kráterek, melyek alját soha, vagy csak nagyon ritkán éri napsugár, és földi berendezések is alig vizsgálták őket. Egyes elméletek szerint vízjég lehet ezekben a hideg kráterekben. (Akárcsak a Merkúr krátereinél.) A felszíni jégre az űrszonda és a Hold között elhelyezkedő hidrogén mennyiségéből is következtethetünk. A műszerek köbcentiméterenként nagyjából egy hidrogénatomot mutattak ki. Ez elég kis mennyiség, és valószínűleg a Föld külső légköréből származik. A mérések tehát arra utalnak, hogy Holdunk poláris területein nincs vízjégtakaró.

A Galileo 35 km/s-os sebességgel közelített a Föld felé, hogy mindössze 300 km-es magasságban suhanjon el mellette. Mivel az Atlanti-óceán déli része felett repült, programjába az antarktisi légrétegek vizsgálata is bekerült. NIMS (Near Infrared Mapping Spectrometer) műszere a sztratoszférában vékony „felhőrétegekre” bukkant. A felhőszerű képződményeket közel 20 mikrométer átmérőjű jégkristályok alkották, melyek feltehetőleg katalizátorként működnek az ózon lebontásában. Dél-Amerikából az Andok központi részét örököltte meg, képei a terület geológiájának, növényzetének és talajtípusainak vizsgálatában lesznek segítségünkre. A program sajátos része lett az a vizsgálat, amely a földi értelmes élet keresésére irányult. A kutatókat érdekelte, hogy a Galileo, adott érzékelői segítségével sikeresen el tudja-e végezni ezt a feladatot. Hawaii és Indonézia felett a szonda nem volt képes éjszakai fényeket megörökíteni. A plazmahullám detektor azonban olyan jeleket fogott fel, melyek földi elektromos berendezésektől származhattak. Elképzelhető tehát, hogy a Földön létezik valamilyen civilizáció... A gyors látogatás végére az űrszonda megszerezte azt a 3,7 km/s-os plusz sebességet, amely végleg elindította a Jupiter felé.

A kalandos utazás azonban még ezután is tartogatott meglepetéseket. Az óriásbolygóhoz vezető úton 1993. augusztus 28-án elhaladt az Ida kisbolygó mellett. Az Ida a Gasprához hasonlóan S típusú kőzet aszteroida, 56x24x21 km méretű. Akárcsak a korábbi, ez a kisbolygórandevű is szolgált újdonságokkal. A kráterek szabdalta felszínű Ida körül ugyanis egy apró, 1,5 km-es hold kering. Az anyaégitesttől mintegy 100 km-re mozgó szikladarabot Dactylnak keresztelték el. A kisbolygók körüli holdakkal kapcsolat elgondolások nem teljesen újkeletűek. Számos aszteroida csillagfedése során sikerült a fő jelenség előtt vagy után egy rövidebb, másodlagos elhalványodást megfigyelni, ami apró kísérők létrejöttét utalhat. Ezúttal először sikerült minderről közvetlen bizonyítékot nyernünk.

A két objektum keletkezésére több teóriát is kidolgoztak. A legáltalánosabb nézet a két testet ugyanannak az ősi, nagyobb méretű kisbolygó részének tartja. Ez a nagyobb égitest egy komolyabb becsapódás során feldarabolódott, és töredékei

szétrepültek. Az Ida és a Dactyl, mint két „szilánk”, közel hasonló pályára került. Gyenge gravitációs terük a hosszú repülés során összekapcsolta őket. Az Ida egyéb érdekességekkel is szolgált, a megfigyelések például gyenge mágneses tér jelenlétére utaltak.



Ez a szokatlan kép a Dactyl árnyékos oldalát mutatja, melyet az Idáról visszaverődő napsugarak világítanak meg. A hamuszürke fény látványosan rajzolja ki az apró égitest körvonalát

Az eseménydús utazás után a szonda végre küldetésének valódi célpontjához közelített — de még hátra volt a 20. század legérdekesebb csillagászati jelensége, a Nagy Üstökös-karambol. A Galileo űrszonda a Jupiterbe csapódó üstökösdarabok robbanásait a lehető legjobb helyzetből követhette nyomon, tökéletes rálátással a becsapódási helyekre. A felvételek számát azonban az adatátviteli nehézségek miatt itt is csökkenteni kellett. Eredményei, kitűnő pozíciója folytán, nagyszerűen kiegészítették a földi megfigyeléseket.

Hat hosszú év és számos érdekes felfedezés után idén december 7-én érkezik meg fő célpontjához, a Jupiterhez. Még július 13-án 5:30 UT-kor sikeresen leválasztották a szondáról a légköri egységet, amely 6 hónap magányos utazást követően éri el a gázóriást.

December 7-én lép be a légkörébe, 6 fokkal az egyenlítőtől északra. Repülését a légkörbe érkezéskor egy lapos, kúp alakú hővédőpajzs fékezi, majd kinyílik ejtőernyője. A Jupiter színes, kavargó felhői között egyre mélyebbre merülve azok összetételét, hőmérsékletét, a szélviszonyokat és a villámokat vizsgálja. Adatait a Galileo fő egységének közvetíti, amíg a zord körülmények között működésképes marad. Az ejtőernyő kinyílását követő egy óra során közel 600 km-re süllyedhet a felhők teteje alá. Az anyaszonda műndeközben megkezdí kóborlását a Jupiter rendszerében. A pöfékelő, vulkánokkal teli Iótól mindössze 1000 km-re suhan el — a Jupiter körüli pályára állásnál „természetesen” az Io gravitációs tere is besegít. Különbözö színűszűrőivel sorozatfelvételeket készít a Galilei-holdakról, melyekből azok felszíni összetételére következtethetünk majd. December 8-án fékezőhajtóműve üzembe lép, és a Galileo végre Jupiter körüli pályára áll. Megkezdí keringését a gázóriás körül, annak légköri áramlásait, viharait, és mágneses terét vizsgálva. A parabolaantenna hibájából adódó kommunikációs nehézségek persze megnyírbálják majd a programot. Az eredetileg tervezett 50 ezer (!) felvétel helyett csak 1500 készülhet el — ezek azonban így is felülmúlnak minden korábbi. A képeket és a Jupiter meteorológiájának a vizsgálatát érik majd a legerősebb megszorítások, emellett azonban eredeti programjának mintegy 70%-át teljesíteni tudja. Bár az adatátviteli nehézség súlyosan érintette a programot, a Galileo küldetése már eddig is sikeresként könyvelhető el. A sokat próbált űreszköz hat hosszú év és két meglátogatott kisbolygó után csak most érkezik el igazi célpontjához.

KERESZTURI ÁKOS