

## Stardust: csak úgy porzott!

A Stardust az első olyan űreszköz, amelyik egy üstökösanyagából és a csillagközi porszemcsékből mintát hoz a Földre. Az olcsó Discovery sorozat tagjaként készült Stardust tömege 350 kg, maximális átmérője 5 m. A szonda indításáról még 1995-ben döntöttek, tervezése és készítése 1996 januárjában kezdődött. Az elkészült Stardust Delta II hordozórakétával startolt 1999. február 7-én Cape Canaveralból Napközi pályáján a második keringés során, 2004. január 2-án 150 km-re haladt el a Wild 2 üstökös magja mellett. A kométa ekkor 1,86 Cs.E.-re járt a Naptól és 390 millió km-re a Földtől, 97,5 nappal volt perihéliuma után. A találkozáskor a szonda és az üstökösanyag relatív sebessége 6,2 km/s volt, azaz 10-szer lassabban haladt át a mag körüli gáz- és porfelhőn, mint 1986-ban a Giotto üstökösszonda a Halley kómáján.

A Stardust energiaellátását napelemek biztosítják, a híres üstököskutató után Whipple-pajzsok nevezett szerkezet pedig a becsapódó portól védi. Két fontos detektora a *poranalizátor* (CIDA), amely a porszemcsék műszerbe érkezésekor elemzi azok összetételét, és a *porfluxus detektor* (DFMI) a poráramlás intenzitásának mérésére. De legérdekesebb berendezése nem megfigyelésre, hanem mintagyűjtésre szolgál: ez a lepkehálóra vagy téniszütőre emlékeztető porcsapda. A Stardust haladása közben ezt egyszerűen kinyitja, és a porszemcsék a benne lévő aerogélbe ütköznek, majd beleragadnak. Az aerogélt Samuel S. Kistler fedezte fel

még az 1930-as években. Elnevezése onnan származik, hogy amikor még képlékeny gél formájú a keverék, levegőt préselnek bele, ezért megszilárdulva 95–99,5%-ot mikron méretskálájú porosok alkotják. A Guinness-rekordok között 3 milligramm/cm<sup>3</sup>-es sűrűségével az aerogél a legkönnyebb ismert szilárd anyag. A Wild 2 kómáján átrepülve a porszemek 6–8-szor akkora sebességgel csapódnak az aerogélbe, mint puskaagolyó a falba. Amennyiben „hagyományos” anyagnak ütköznenek, felhevülve megváltoztatnák összetételüket, részben vagy teljesen el is párolognának. Az aerogél azonban fokozatosan lassítja le a szemcséket, és magába is ragasztja azokat. Az üstökös szemcséi 6,2 km/s sebességgel csapódnak be, és saját méretüknél kb. 200-szor hosszabb utat vájtak az aerogélbe.

A szonda nem csak üstökös-, hanem csillagközi anyagot is vizsgált útjának első felében: a Naprendszeren átáramló, látszólag a Sagittarius csillagkép irányából érkező csillagközi porból gyűjtött mintát összesen hat hónapig. Ezek a porszemek 30 km/s-os sebességgel lépnek a helioszférába, majd mozgásuk bonyolultan változik. Ezután következett a fő célpont: a 81P/Wild 2, egy „friss” rövid periódusú üstökös. A kométa 1974. szeptember 10-én 0,006 Cs.E.-re haladt el a Jupiter mellett, azaz 10-szer messzebb, mint a szétdarabolt P/Shoemaker-Levy 9. Pályája megváltozott, korábban az Uránusz táján húzóódó aphéliuma a Jupiter naptávolságába, perihéliuma a Mars naptávolságához közel került. Első komolyabb földközelségekor 1,21 Cs.E.-re haladt

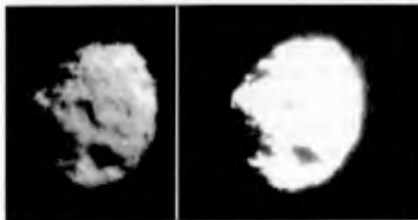


Egy szemcsé nyoma az aerogélben a földi tesztek során

el hollywood mellett, ekkor, 1978.01.06-án Paul Wild fel is fedezte. A Wild 2 magja 5,4 km átmérőjű, felszínének egyszerre maximum 10%-a aktív, vízkibocsátása napközben nagyságrendileg  $8,4 \times 10^{17}$  mol/s, sűrűsége 500 kg/m<sup>3</sup> körüli, átlagos albedója 0,04 lehet.

A Stardust a porgyűjtő túloldalát tartotta a haladási irányba, amikor a Wild 2 kómáján átrepült – ugyanakkor látványos felvételeket is készített róla. Míg a Giotto a Halley-üstökös magja felszínének csak kb. 25%-át rögzítette (annak a nagyobb része is árnyékban volt) maximálisan 100 m felbontással, addig a Stardust a felszín nagy részét minimum 30 méteres felbontással megörökítette. Különböző megvilágítási szögekből részletesen vizsgálta négy színszűrőjével (infravörös, vörös, zöld, kék), amiből az üstökös mag összetételre is következtethetünk (l. Melen 2004/1., 10. o.). Az elhaladás során sorozatfelvételeket készített róla. A szonda nagyjából 2003 végén lépett be a Wild 2 kómájába. A legnagyobb közelség idejére erős porbecsapódásokat vártak a szakemberek. Ilyenekre azonban nem került sor, a porfluxus nem mutatott éles maximumot. Több rövid csúcs azonban jelentkezett, valószínűleg akkor, amikor anyagkilövelléseken repült át a szonda. A Whipple-pajzs kb. 10 millió becsapódástól védte meg a berendezést. A magról készített 72 felvételen egy enyhén elnyúlt képződmény látszik, sok kráterrel. Több anyagkilövellés is mutatkozik a felvételeken, de legérdekesebbek talán a kráterek: némelyik fenekét sima anyag tölti ki. Ehhez hasonlót csak az Eros kisbolygón láttunk korábban, ahol az apró szemcsék ún. elektrostatikus porvándorlás keretében töltik fel a mélyedéseket (l. a Célpont a Föld? című könyvben).

A mintagyűjtés után bezáródott az aerogél tartalmazó szerkezet fedele. A Stardust pályáján 2006 januárjában ismét a Föld mellett halad majd el. A lezárt, hőszigetelt kapszula az Egyesült Államok középső vidékén landol, és ideális esetben az anyagfejlődés egy eddig ismeretlen szakaszáról ad információt: milyen szerves anyagok vannak a csillagközi porszemcsékben, hogyan változtak ezek a Naprendszer kialakulása során, és mi maradt meg belőlük, avagy mivé alakultak át az ősi jeges bolygócsírákban, az üstökösokban.



A Wild 2 üstökös magja. Baloldalt a kráterezett felszín látható, jobbra a legsűrűbb anyagkilövellések is megfigyelhetők

## KERESZTURI ÁKOS

### A Stardust program menetrendje

Felbocsátás	1999. február 7.
Első csillagközzipor-gyűjtés	2000. február–május
Hintamanőver a Földnél	2001. január 15.
Aphélium	2002. április 18.
Második csillagközzipor-gyűjtés	2002. augusztus–december
Elrepülés az Annefrank kisbolygó mellett	2002. november 2.
Elrepülés a Wild 2-üstökös magja mellett	2004. január 2.
Elrepülés a Föld mellett, kapszula leszállása	2006. január 15.