

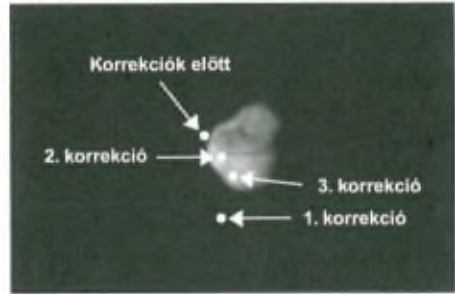
Üstökén az üstököst!

A Deep Impact lövedéke 430 millió km-es utazás után, a küldetés 171. napján, magyar idő szerint 2005. július 3-án reggel 6:07-kor vált le az anyaszondáról (l. Célpont: a Tempel 1-üstökös! c. cikkünket, Meteor 2005/6., 39. o.). A szétválás előtt hat órával, a célponttól 880 ezer km-re a szonda kisebb pályakorrekciót hajtott végre a főhajtómű félperces üzemeltetésével. Ezután feltöltötték a lövedék akkumulátorát és elindították a Tempel 1 magja felé. A lövedék autonóm irányító rendszerének programját úgy írták meg, hogy a lövedék a felszín legfényesebb részét keresse. Mivel a szétválás után nem is találta volna el a magot, a rendszer módosította a pályát. Az első korrekció azonban túllőtt a célon, így ismét változtatásra volt szükség. Ezután már a Tempel 1 felé haladt, ám egy harmadik, apró korrekció kellett a mag legfényesebb részének megcélzásához. A pályamódosítások mértéke 1–2 m/s volt. A lövedék folyamatosan fényképezte az egyre nagyobbak látszó üstököst, utolsó felvételét a becsapódás előtt 3,7 másodperccel, 30 km távolságból készítette! A 4 m felbontású képek a legjobbak, melyeket valaha egy üstökös magjáról készítettek. A lövedék 2005. július 4-én, magyar idő szerint 7:52-kor találta el a Tempel 1-üstökös magját, a becsapódás iránya a felszínnel 25 fokos szöget zárt be (l. a képmellékletet).

Mérések a becsapódás előtt

Az anyaszonda a közeledés során az üstökös mag fényességében 41,85 óra periódusú változást azonosított, ami az objektum tengelyforgási idejét mutatja. A Deep Impact 10 nappal a találkozó előtt végzett infravörös mérései vizsgózt, szén-dioxidot, szén-monoxidot, és néhány szénhidrogént mutattak ki az üstö-

kös kómájában. A fotókon a kráterek és egy hosszanti mélyedés mellett egyéb érdekes felszínformák is látszanak. Közülük legfurcsább két sima terület, amelyek egyike ívelten az árnyékos oldal felé is folytatódik. A képeken világos foltok is mutatkoznak, amelyek talán megfelelő dőlésszögű lejtők, amelyek erősen verik



A lövedék háromszor is módosította pályáját, hogy a megfelelő helyen találja el az üstököst

vissza a napfényt. Az üstökös mag megjelenése eltért a korábban megfigyelt, hasonló méretű kisbolygókétól, valószínűleg azért, mert itt a becsapódások mellett a napközben fellépő belső aktivitás is alakítja a felszínt.

A becsapódás

A lövedék becsapódásakor történt robbanás tökéletesen látszott, ereje minden várakozást felülmúlt. Ennek sajnálatos mellékhatása, hogy a létrejött krátert valószínűleg a legkifinomultabb képfeldolgozási eljárásokkal sem leszünk képesek láthatóvá tenni. Az elemzések alapján az anyag két fázisban repült ki. Először egy kisebb, gömbszimmetrikusan táguló törmelékfelhő jelent meg, majd szinte azonnal utána egy sokkal feltűnőbb, keskenyebb és kúp alakú anyagkilövellés. Ez utóbbi a Nap fényé-

ben látványos árnyékot vetett a felszínre. A jelenség egyik lehetséges magyarázata, hogy a robbanás első fázisában a felszint borító laza, púderhez vagy hintőporhoz hasonló finomságú porréteg anyaga repült ki, majd a mélyebbre hatoló lökéshullám egy keményebb jégréteget ért el. Utóbbi kirobbanása okozta a keskenyebb, enyhén kúp alakú kilövellést. Az anyaszonda és a lövedék kamerái együttesen 4500 képet rögzítettek a találkozó alatt.

A becsapódás pillanatától számítva mindössze 13 perce volt az anyaszondának arra, hogy méréseket végezzen. Ezután a kóma sűrű részeibe került, ahol már gyakoriak a becsapódások, ezért kameráit elfordította a mag irányából. Az üstökösagtól mért legkisebb távolsága kb. 500 km volt. A „védekező helyzetben” töltött 27 perc után tekintett vissza a robbanás törmelékfelhőjére, amely ekkor már nagyobb volt a magnál. A becsapódáskor keletkezett mélyedésből a becsapódás után még legalább fél órán keresztül repült ki az anyag, vagyis a kráter fenekén a felszínre került friss jég hevesen szublimált és gázai port ragadtak magukkal.

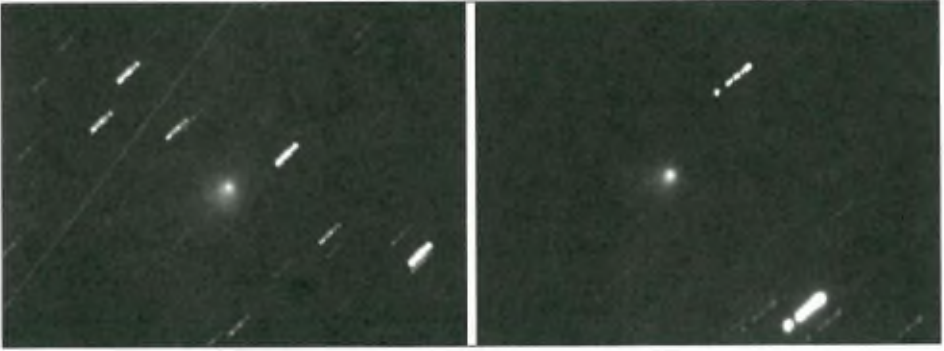
Észlelések Föld körüli pályáról és a földfelszínről

A becsapódás után fél óra alatt közel 2 magnitúdóval emelkedett meg a mag fényessége, amit a robbanás szétterjedő felhőjéről visszavert napfény okozott. A jelenséget nem csak a legnagyobb obszervatóriumokból figyelték meg sikeresen, hanem a kisebb amatortávcsövekkel több száz műkedvelő amatőrcsillagász is látta, sokan a robbanástól keletkezett, és a magtól távolodó felhőt is megfigyelték. A Hubble Űrteleszkóp felvételein a kóma belső, fényes része a robbanástól kb. 200 km átmérőjűnek látszott. Ha az első órában rögzített változásokat átlagoljuk, a

törmelékfelhő tágulási sebességére kb. 0,5 km/s adódik.

A kómába került gáz és por megnőtt mennyiségét az ESA XMM-Newton űrteleszkópja is kimutatta. Mérései szerint a becsapódás után kb. 1,5 órával a vízmolekulák lebomlásával keletkező hidroxil ionok emissziója közel ötszörösére nőtt, ami a becsapódást követően 4,5 órával kezdett mérséklődni. A robbanás tehát a várakozásoknak megfelelően sok vízmolekulát lökött ki a kómába. A 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös felé haladó Rosetta szonda is végzett megfigyeléseket, berendezéseinek tesztelése céljából. A SWIFT műhold ultraibolya megfigyelései szerint a törmelék jelentős részét a robbanás kb. 2000 fokra hevítette. Az ultraibolya sugárzás erős növekedése a becsapódás után arra utal, hogy viszonylag kemény felszínbe ütközve semmisült meg a lövedék.

A földi óriástávcsövek, köztük a 8,2 méteres VLT és a 3,6 méteres CFHT megfigyelései alapján egy 15 ezer km méretű, legyező alakú képződmény keletkezett. (Különösen látványos az utóbbi távcsővel készült animáció, amely a <http://deepimpact.jpl.nasa.gov/gallery/canadafrancehawaii-050704.html> címről tölthető le.) Ez volt a robbanás felhője, ami arra utalt, hogy az anyag 0,19 és 0,28 km/s közötti sebességgel tágult. Emellett a visszavert por fényének enyhén inhomogén színeloszlása alapján az eltérő méretű szemcsék eloszlása sem volt egyenletes. Valószínűleg eltérő sebességgel mozogtak a robbanás után. A 3,8 méter átmérőjű UKIRT infravörös teleszkóp megfigyelései alapján a fényesedés gyorsaságából a kidobott anyag sebességére 0,31 km/s adódott. A 8,1 m-es Északi Gemini teleszkóp közepes infravörös tartományban készült megfigyeléseivel kristályos szerkezetű, szilikátos kőzetanyag nyomát észlelték. Az üstökös erős kifényesedést mutatott az adott



Gyenizse Péter felvételei a Tempel 1-üstökösről július 3-án (balra) és 4-én (jobbra), a becsapódás előtt és után készültek (252/1276 T + Starlight MX716 CCD, 15x1 perc)

tartományban – a becsapódás utáni ötödik percben teljesen másként nézett ki a színpék, mint előtte.

A becsapódás után

Az ütközés utáni órákban megfigyelt látványos, és a várakozásokat is felülmúló jelenségek ellenére a robbanás nem hozott létre aktív régiót a Tempel 1 felszínén. A kitörés felhője a következő napok során lassan szétterjedt, újabb anyagfelhők már nem hagyták el a becsapódás helyszínét. Ezt támasztják alá az amatőrök is, akiknek vizuális összefényesség-becslései a következő napokban, hetekben sem mutattak fényesedést. Ezek után csak elképzeléseink lehetnek arról, hogy mi történhet egy üstökösrel, amikor összefényessége 4–5, estenként 8–10 magnitúdóval megemelkedik...

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a Tempel 1 felszínét hintőpor finomságú szilikátos anyag borítja, ami alatt kemény vízjég húzódik. A becsapódáskor több ezer tonna anyag repült ki, majd a keletkezett kráter még valószínűleg órákon át aktív maradt és további anyagot, főleg vízmolekulákat pöfékelt az űrbe. A mai technológia tehát képes arra, hogy egy űrszonda sikeresen vezesse rá magát egy apró égitestre. Nem túlzás azt állita-

ni, hogy a Deep Impact küldetése fontos lépésként vonul majd be az űrkutatás történetébe. A 333 millió dolláros anyaszonda e sorok írásakor is teljesen üzemképes. Egy július 21-én végrehajtott pályakorrekciónak köszönhetően 2007 decemberében ismét a Föld közelébe kerül, melynek gravitációs hatását felhasználva valószínűleg egy később kiválasztott üstökös felé irányítják.

Hazai megfigyelések

A vizuálisan észlelők egyöntetű véleménye szerint az esemény nagy csalódás volt. Az esti égen, igen alacsonyan látszó üstökös megpillantani sem volt könnyű, nemhogy a változásokat nyomon követni. Gyenizse Péter a pécsi csillagászati szakkörösökkel össznépi észlelést szervezett. A 25,2 cm-es f/5-ös Newtonnal nem volt látható az üstökös, ezért a társaság csalódottan távozott, nem is várták meg a CCD-képek eredményét. A 1 perces felvételen már valamivel jobban látszott (kis, kör alakú pacni), 15x1 perc összeadásával pedig egészen szép látványt nyújtott. Úgy tűnt, mintha a kóma aszimmetrikus lenne. A kóma mérete az előző napi felvételekhez képest megnőtt, kondenzáltsága sem olyan erős, nem annyira csillagszerű a mag. Az ég álla-

potában a két napon nem volt jelentős különbség

Sárneckzy Krisztián az ágasvári 40,6 cm-es MCSE-Dobsonnal a becsapódás előtti és utáni estén is megfigyelte az üstököst. Fantasztikus volt látni a változásokat, bár inkább csak a szakértő szemnek volt érdekes, a laikusoknak nem. Míg vasárnap este egy alig látható, teljesen diffúz, 4-5 ívpercnyi lehelet volt, addig hétfőn már egy korong alakú, kb. 1 ívperc átmérőjű belső régió uralta a látványt. Ez a tartomány kicsit aszimmetrikus fényességeloszlású, és gyengén elnyúlt volt. A 4-5 ívperces külső rész is megvolt, de a kidobódott anyag porral töltötte meg a belső részeket. Pont úgy nézett ki, mint a kitörésben lévő 29P/Schwassmann-Wachmann 1. Az összfényességet viszont alig befolyásolta ez a belső kifényesedés.

Űrjogi felhangok

A programnak egy olyan árnyoldala is lett, amivel korábban nem számoltak az amerikai szakemberek. Eddigi történelmünk során ugyanis ez volt a legerőszakosabb és legkomolyabb beavatkozás egy másik égitest „életébe”, és mindezt a NASA nemzetközi szervezetekkel folytatott konzultáció nélkül hajtotta végre. Ezt több fórumon is szóvá tették, hiszen az utóbbi évtizedekben a világűr felhasználásának több szokatlan, sokak számára ellenszenves formája merült fel, illetve jelent meg. A Földünk körüli űrszemét mennyiségének növelése mellett ma már egyre több, működését befejezett berendezés pihen más égitestek felszínén. Az ilyen jellegű „űrszemetetelést” megfelelő korlátozások segítségével kellene korlátozni. Komolyabb aggodalomra ad okot a földkörüli pályára helyezhető reklámok, vagy a szintén reklám célú mesterséges sarki fények létrehozásának ötlete. A szakemberek még nem látnak tisztán az űrszondákkal más

bolygókra szállított, inaktív vagy elhalt, földi biogén eredetű anyagokkal kapcsolatban sem. Azt pedig, hogy a politika, a gazdaság és a hadiipar milyen perspektívát lát a veszélyes égitestek elhárításához szükséges fegyverek fejlesztésében, ma még nem tudhatjuk.

KERESZTURI ÁKOS-
SÁRNECKZY KRISZTIÁN

Csillagászati szakkör indul a Polarisban!

Az új tanévben szeptember 15-én, csütörtökön indul a csillagászati szakkör a Polaris Csillagvizsgálóban (Óbuda, Laborc u. 2/c). A szakkörre minden csillagászat iránt érdeklődő középiskolást várunk. A foglalkozások csütörtökönként 18 órától kb. este fél nyolcig tartanak.

A szakkörön a diákok előadásokat hallhatnak általános csillagászati, űrkutatási témákról, illetve aktuális eseményekről, felfedezésekről. Az előadásokat sokszor az adott témával részletesebben foglalkozó meghívott előadók tartják, de a szakkörösök is rendszeresen vállalnak kiselőadásokat az őket érdeklő területről. Emellett tiszta ég esetén megismertetjük a csillagképeket, megtanítjuk a távcsövek használatát.

Az új tanévben is több kirándulást szervezünk az ország különböző pontjaira, hogy az adott település csillagvizsgálóját, csillagászati vonatkozású emlékeit felkeressük. Emellett igyekszünk minél több alkalmat találni arra, hogy a várost elhagyva, a fényszennyezés-mentes, csillagos ég alatt végezzünk észleléseket.

Szakköröseink részt vehetnek a Polaris Csillagvizsgálóban tartott bemutatásokban, illetve a csillagda 28 cm átmérőjű teleszkópjával tudományos értékű megfigyeléseket is végezhetnek. A középiskola sikeres befejezését követően sokan visszajárnak a szakköri foglalkozásokra. Több szakkörösünk nyert már felvételt az ELTE csillagász szakára. A szakkört Horvai Ferenc csillagász vezeti, a részvétel a Magyar Csillagászati Egyesület tagjai számára ingyenes.