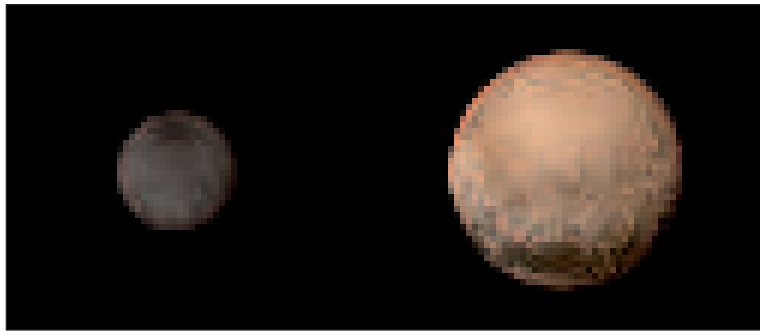


BOTH ELŐD

Feltárult a Plútó titokzatos világa

A NASA űrszondája, a New Horizons 2006. január 19-én indult a Plútó felé (*Természet Világa* 2006. február). A szonda 2015. július 14-én 11 óra 49 perc világidőkor száguldott el a Plútó mellett, az égitest felszínétől kb. 12 500 km távolságban. Lapunkban nemrég előzetest adtunk a találkozásról (*Természet Világa*, 2015. július, rövid hírek), amely pontosan a tervek szerint zajlott le. Az első szenzációs felvételek órákon belül megérkeztek a Földre, amelyeket azóta újabbak követtek, bár mindez csak apró morzsa

az összegyűjtött eredményekhez képest – azok Földre továbbítása még jó ideig eltart. A szonda csaknem tíz év alatt 5 milliárd kilométert tett meg, mire úti céljához ért, az évtized azonban egyáltalán nem telt eseménytelenül. Amikor a küldetést tervezték, a Plútó még a Naprendszer legtávolabbi bolygója volt, és csak egyetlen holdját ismertük, a Charont, amelyik olyan nagy a Plútóhoz képest, hogy egyesek kettősbolygónak nevezték a párt. A New Horizons indítása előtt, 2005-ben a Hubble-űrtávcsővel (HST) újabb két holdat találtak a Plútó körül, amelyek a Nix és a Hydra nevet kapták (nem véletlenül: neveik kezdőbetűi a New Horizons nevére is utalnak, éppúgy, ahogy a Plútó nevének első két betűje a keresését a XX. század elején kezdeményező Percival Lowell emlékét őrzi). A szonda indulása évében, 2006 augusztusában a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) máig is vitatott döntésével úgynevezett törpebolygóvá minősített vissza a Plútót.



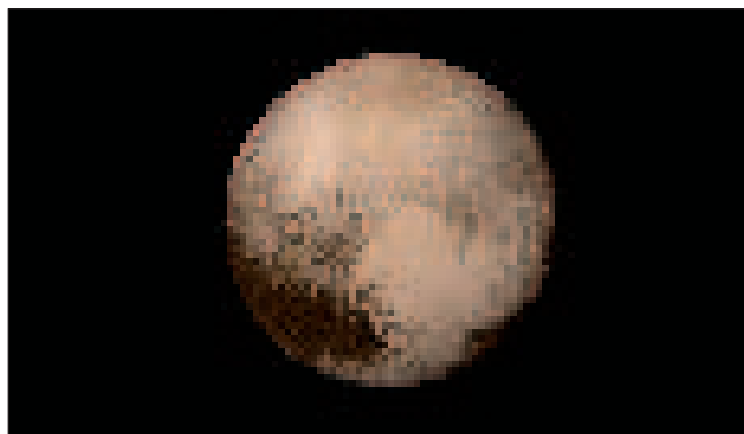
1. ábra. A legnagyobb megközelítés előtt három nappal készült képen a Plútó és a Charon közel azonos nagyságán kívül feltűnő a két égitest színe és felületi fényessége, fényviszaverő-képessége közötti különbség. A képeket a nagy felbontású, de fekete-fehérben dolgozó LORRI kamera és a kisebb felbontású, de színes Ralph műszer adatait egyesítve hozták létre

Forrás: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

2007-ben a szonda elrepült a Jupiter mellett, hogy annak gravitációs lendítő hatását kihasználva (hintamanőver) 4 km/s-mal megnövelje a sebességét, és így három évvel lerövidítse utazását. 2011-ben és 2012-ben ugyancsak a HST-vel két újabb holdat találtak a Plútó körül, amelyek szintén

2. ábra. A New Horizons néhány órával a közeli találkozás előtt, július 13-án készítette a képet, amikor a szonda már csak 450 ezer kilométerre volt a Plútótól. A kép középső és jobb oldali részét a feltűnően fényes, szív alakú, mintegy 1600 km kiterjedésű terület uralja, amely az égitest egyenlítőjén helyezkedik el (a kép felső részén a Plútó északi félgömbje látható). A világos területen szinte semmilyen felszíni alakzat nem figyelhető meg, ami arra enged következtetni, hogy fiatal képződményt látunk, vagyis a Plútó geológiailag aktív égitestnek tűnik

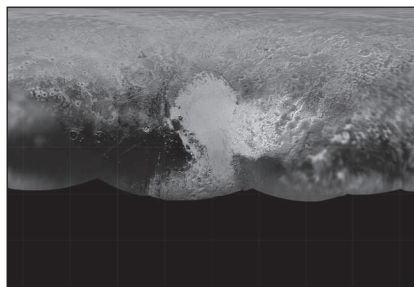
Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI



az alvilági mitológiából kapták a neveiket: Kerberos és Styx. Megállapították, hogy a Plútó egy nagy és négy apró holdja ugyanabban a síkban kering. 2015 elején a szonda megkezdte a Plútó megfigyelését, bár a mérések országnrésze a legnagyobb megközelítést körülvevő 48 órára koncentrálnak. A találkozás előtt 10 nappal még egy fedélzeti szoftverhiba okozott nem kis riadalmat, a hibát azonban még időben sikerült kijavítani, a legizgalmasabb órákban minden a legnagyobb rendben működött.

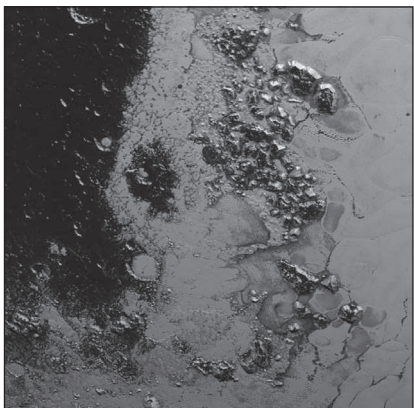
A célpontja felé közeledő szonda folyamatosan készítette a felvételeket a Plútó rendszeréről, amelyek alapján egyre nyilvánvalóbbá vált, mennyire különböző a két égitest (**1. ábra**). Nemcsak a kamerák dolgoztak azonban a szonda fedélzetén. Alan Stern, a New Horizons vezető kutatója már a legnagyobb megközelítés előtti napon bejelentette, hogy az infravörös spektrométerrel a Plútó (északi) sarkvidéken nitrogén- és metánjég jelenlétét mutatták ki. A nagy energiájú részecskék spektrométerével a Plútó napsütötte oldala fölött, az égitesttől 6 millió km-re nitrogénionokat mutattak ki. A semleges molekulák nyilván folyamatosan szöknek meg a Plútóról (ahol a szökési sebesség csak 1,2 km/s), majd a Nap ibolyántúli sugárzása vagy a kölcsönhatás a napszéllal ionizálja a nitrogént.

A felvételeken nemcsak a felszíni alakzatok tárultak egyre nagyobb részletességgel a kutatók szemé elé (**2. ábra**), hanem alkalmat adtak a Plútó pontos átmérőjének meg-



3. ábra. A Plútó fotografikus térképe a július 7–14. között készített, és július végéig a Földre továbbított képek alapján készült
Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI

mérésére. Eszerint a Plútó átmérője 2370 km (szemben a korábban csillagfedések alapján mért 2302 km-rel), a mérés bizonytalansága ± 20 km. Az eredmény azt jelenti, hogy mégis a Plútó a Kuiper-övben a legnagyobb átmérőjű égitest (az Eris 2336 km átmérőjű, a Plútó lefokozása mellett szóló érvek között annak idején az is szerepelt, hogy nem is a Plútó a legnagyobb égitest a Naprendszer peremvidékén), bár az Eris tömege 27%-kal meghaladja a Plútóét. A korábban mértnél nagyobb átmérő következtében a Plútó sűrűsége kisebb, $2,05 \text{ g/cm}^3$ helyett csak kb. $1,90 \text{ g/cm}^3$, ezért a



4. ábra. A világos, szív alakú terület a délnyugati oldalán határoló hegyvonulat. Jobbra a kevés felszíni részlet mutató, világos síkság, balra pedig a kráterekkel sűrűn borított, sötét terület kezdődik. A legkisebb részletek 1 kilométeresek, a jeges hegycsúcsok magasságát 1–1,5 km-re becsülik
Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI

70%–30% kőzet/jég (főként vízjég) arány kissé a jég javára tolódik el. A nagyobb méretből az is következik, hogy a Plútó roppant ritka gázburkának alsó, csillagfedésekkor nem mérhető rétege vékonyabb a feltételezetténél.

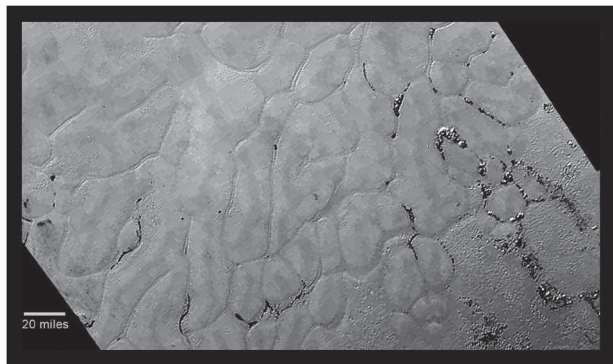
A július 7. és 14. között készített felvételekből összeállították a Plútó fotografi-

kus térképét (**3. ábra**). A Plútó több mint 6 nap alatt fordul meg a tengelye körül, a New Horizons viszont nagy sebességgel ($13,8 \text{ km/s}$) száguldott keresztül a rendszerén, ezért az égitest két oldaláról készült képek nagyon eltérő felbontásúak. A Charon felé néző oldalon a felbontás csak 40 kilométer (a térkép két szélén), míg a Charonnal ellentétes irányba forduló oldalon százszor jobb, 400 méter. (A Plútó és a Charon egymás körüli keringése ún. „kétszeresen kötött”, vagyis nemcsak a Charon fordítja mindig ugyanazt a félgömbjét a Plútó felé, hanem a Plútó is mindig ugyanazon oldalával néz nagy holdja felé, mintha egy súlyzó két golyójaként merev tengely kötné össze őket.) A később megérkező képekkel kiegészítve a térkép még finomodhat.

A szív alakú terület északnyugati részét közepes magasságú hegyek választják el a kráterekben gazdag, sötét területtől (**4. ábra**), míg a világos terület közepén az árkokkal határolt 30–100 km kiterjedésű, szabálytalan alakú, sík cellák között legfeljebb alacsony dombok emelkednek (**5. ábra**). Ezzel szemben valamivel keletebbre komoly, 3,5 km magasságot is elérő, fiatal hegylancok magasodnak (**6. ábra**), ami az égitest kis átmérőjéhez képest számottevő magasság. A hegyek valószínűleg legfeljebb 100 millió évesek, ami jelentéktelen a Naprendszer 4,6 milliárd éves korához képest. A kutatók keresik a szokatlan geológiai aktivitás lehetséges okait (a Naprendszer más jeges holdjain a geológiai működést az árapályerők biztosítják, ez a Plútó esetén azonban szóba sem jöhet). A hegyek valószínűleg vízjégből állnak, mert a Plútó felszínén sokfelé megtalálható metán- és nitrogénjég nem elég szilárd az ilyen magas hegyek felépítéséhez.

A Plútó öt holdja közül a legnagyobb Charonról (**7. ábra**) és a két legkisebbéről, a Nixről és a Hydráról (**8. ábra**) készültek felvételek. A Charon északi pólusa sötét, a felszín többi része meglehetősen egyenletes színű. Az egyre jobb felbontású képeken kráterek és törésvonalak,

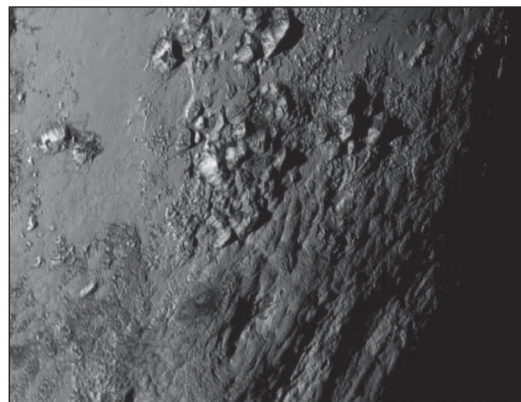
repedések tűntek elő. A legfeltűnőbb, a hold déli félgömbjén végigfutó hasadékvölgy hosszabb és jóval mélyebb, mint a Földön a Grand Canyon.

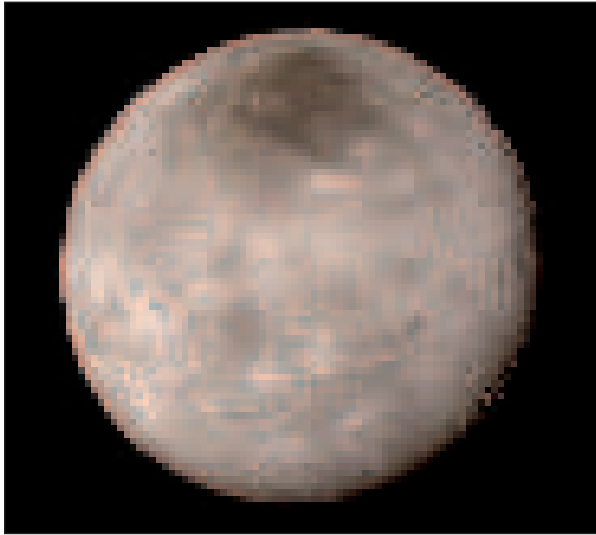


5. ábra. A világos, szív alakú terület középső részén elterülő, kráterektől mentes síkság korát legfeljebb 100 millió évesnek becsülik, de feltételezik, hogy azt még jelenleg is alakítják a geológiai folyamatok. A síkság szabálytalan alakú szegmensekből áll, amelyeket keskeny árkok választanak el egymástól, másutt kisebb dombok csoportjai látszanak
Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI

A Plútótól távolodó szonda búcsúzóul érdekes képet készített ellenfényben az égitest légköréről (**9. ábra**). Valószínűleg ebben a vékony és ritka gázrétegben keletkeznek a felszín tőrösésbarna árnyalatúra színező, bonyolult szénhidrogének. A modellek szerint a ködfátyolt az hozza létre, hogy a napfény ibolyántúli összetevője szétszakítja a Plútó légkörében jelen lévő metán molekuláit. A molekula-töredékekből összetettebb szénhidrogének épülnek fel, például a New Horizons által a Plútó légkörében ugyancsak kimutatott etilén és acetilén. Ezek a gázok a légkör hidegebb részén jégkristályokként kondenzálódnak, ez hozza létre a ködfátyolt, és az ibolyántúli sugárzás hatására ezekből képződnek a tholinoknak nevezett, az égitest felszínét színező, sötét szénhidrogének.

6. ábra. A 3,5 km magasságig emelkedő hegyek a Plútó egyenlítői vidékén
Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI





7. ábra. Meglepő felszínformákat mutat a Charon 466 ezer km távolságból. Az északi sarkvidéket talán szerves anyag vékony lerakódása színezi sötétre. Feltűnő a déli félgömb 1000 km hosszú törésvonala, míg egyes területek simának és krátermentesnek látszanak. A holdkorong peremén, jobbra fent húzódo kanyon mélységét 7–9 km közöttinek becsülik

Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI



9. ábra. Izgalmas és látványos képet készített ellenfényben a New Horizons a Plútó légköréről hét órával a legnagyobb közelség idején, amikor a Nap a Plútó mögül világította meg a vékony (de a vártnál vastagabb) és ritka gázburkot

Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI

A New Horizons kutatói egy internetes szavazás alapján a közönség véleményét is figyelembe véve részletes javaslatot nyújtottak be az IAU-hoz arra vonatkozóan, kikről és mikről nevezzék el a Plútó és holdjai felszíni alakzatait (az égitestek és felszíni alakzataik elnevezésének gyakorlatáról és érdekességeiről lásd: *Természet Világa*, 2012. december). A Plútó esetében például üreszközök, űrkutatók, a történelem híres felfedezői, illetve alvilági lények, helyek és utazók kategóriákban várták az ötleteket. A Charon esetében a fantázia szüleményeire helyezték a hangsúlyt, de egy-egy ésszerűnek látszó

kategóriát az apró holdak esetében is megjelöltek. A több tucat konkrét névjavaslatot tartalmazó listát július elején terjesztették be az IAU-hoz. Bár a sajtó máris használni kezdte a javasolt neveket, a névadás csak az IAU illetékes bizottságának döntése után válik hivatalossá (ezért cikkünkben kerüljük ezeket a megjelöléseket). A bizottság elnökének nyilatkozata szerint azonban jó eséllyel megszavazzák majd, hogy a feltűnő, fényes, szív alakú terület a Plútó felfedezőjének, Clyde Tombaugh-nak a nevét viselje.

A New Horizons küldetése a Plútó melletti sikeres elrepüléssel még távolról sem ért véget. Egyrészt folyik az adatok

letöltése. Az óriási távolság miatt – hiába használják a NASA mélyüri követőhálózatának 70 méter átmérőjű rádiótávcsöveit a jelek vételére – az adattovábbítás lassan halad. A LORRI kamera egyetlen felvételének továbbítása például nem kevesebb, mint 50 percig tart. Az ízelítőként küldött első felvételek továbbítása után, szeptember közepén elkezdik a teljes tömörített adatmennyiség letöltését, ami két hónapot vesz igénybe. Ezután a szonda újra leadja az összes adatot, ekkor már tömörítetlenül, amihez egy teljes évre lesz szüksége.

Emellett a Kuiper-övet földi óriástávcsövekkel és a Hubble-űrtávcsövevel átvizsgálva már sikerült jelölteket találni a szonda következő célpontjára (*Természet Világa*, 2015. január, rövid hírek), a végleges célpont kiválasztásáról hamarosan megszülethet a döntés (ezzel együtt a kiterjesztett program finanszírozásáról is dönteni kell, mert az alapprogram 650–700 millió dolláros költségvetése a Plútónál gyűjtött adatok letöltésének végéig, azaz nagyjából 2016 végéig elég). Attól függően, melyik célpontot választják, valamikor az év végén vagy jövő év elején végre kell hajtani az ehhez szükséges pályamódosító manővert. Az odavezető út – bármelyik célpontra essék is a választás – már rövidebb lesz, mint amennyi ideig a Plútó elérése tartott. Akkor következik majd a küldetés második, remélhetően a Plútóhoz hasonlóan izgalmas állomása.

8. ábra. A Plútó két legkisebb holdja. A Nixről készült színes képen a vöröses folt keltette fel a kutatók érdeklődését. A szabálytalan alakú hold legnagyobb és legkisebb átmérője 42 és 36 km, a képen 3 km-es részletek különböztethetők meg. A Hydra legnagyobb átmérője 55 km, a képen 1,2 km-es részletek láthatóak

Forrás: NASA/JHU-APL/SWRI

