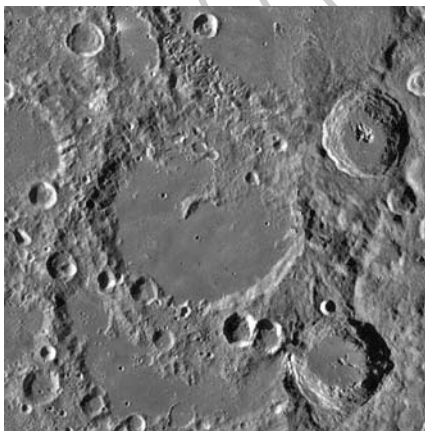


# A Von Kármán-kráter

Az új év első napjaiban a Chang'e-4 kínai holdszonda sikeres landolásától volt hangos a média. Az űrkutatók történetében ez volt az első alkalom, hogy egy űreszköz a Hold túloldalán szálljon le. Ez a történelmi leszállás óriási siker Kínának, és az egész űrkutatók számára is. Nekünk, magyaroknak különösen fontos az esemény, mivel a holdszonda a magyar származású Kármán Tódorról (1881–1963) elnevezett kráterben landolt. Hírportálunkon részletesen beszámoltunk az eseményről, a leszállás technikai részleteiről és magáról a szondáról is. A következő néhány sorban bemutatjuk, hogy hova szállt le a Chang'e-4, és miért is érdekes a kiválasztott helyszín.



A Von Kármán-kráter az LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) felvételén

A Von Kármán-kráter a hatalmas, 2500 kilométer átmérőjű és 13 kilométer mélységű Déli-sarki Aitken-medencében, annak közepétől egy kissé északnyugatra található. A Von Kármán jókora, 180 kilométer átmérőjű kráter, és egy még nálánál is nagyobb méretű névtelen kráternek az északi részén fekszik. Ennek a névtelen kráteróriásnak több mint felét be is fedte, aminek köszönhetően



**Kármán Tódor** (Budapest, 1881.05.11. – Aachen, 1963.05.07.) gépészmérnök, az aerodinamika világhírű művelője. Oklevelét 1902-ben szerzi a budapesti Műegyetemen, 1906-tól Göttingenben Prandtl hallgatója, később tanársegédje. Felfedezi a mozgó hajó mögött keletkező örvénysorra vonatkozó törvényt, amelyet azóta Kármán-féle örvénysornak neveznek. 1912-ben Aachenbe hívják tanárnak, egyben megbízzák az Aeronautikai Kutató Intézet megszervezésével, majd vezetésével. 1926-ban a California Institute of Technology a Pasadenában létesítendő Guggenheim Aeronautical Laboratory megszervezésére hívja meg. 1930-ban a fasizálódó Németországot elhagyja, s a pasadenai intézet igazgatója lesz. Tudományos munkásságát több mint száz tanulmánya és könyve őrzi. Megalkotta a határfelület elméletét, ezzel kapcsolatban a szárnyfelület alakítása és méretezése elméletét hangsebességen felüli repüléshez. Eredményei miatt Kármánt a hangsebességen felüli repülés atyjának nevezik.

[www.ara.bme.hu](http://www.ara.bme.hu)

a Von Kármán-kráter egy érdekes kettős kráter benyomását kelti. Ebből a szempontból a Hold déli krátermezőjén található 114 kilométeres Maurolycushoz hasonlít, annyi



A Hold túlsó oldala a Clementine holdszonda felvételén. A Déli-sarki Aitken-medence lent látható, hatalmas kiterjedésű, sötétebb foltként. Balra fent a Moszkva-tenger sötét foltja, a perem közelében, 8 óránál a szintén sötét aljzatú Ciolkovszkij-kráter látható (közepén világos folttal). A legfeltűnőbb sugársávós kráter a Jackson (a holdkorong közepétől 2 óra irányba)

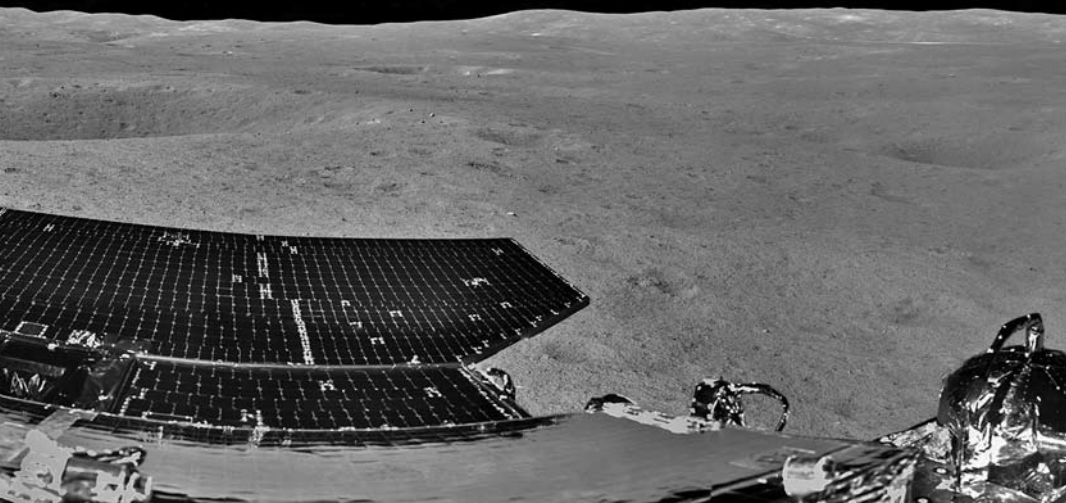
különbséggel, hogy ez utóbbi, egy magánál valamivel kisebb kráterre települt. Egy biztos, ha a Von Kármán-kráter a Hold innesső oldalán lenne, akkor egyike lehetne a legnépszerűbb holdi célpontoknak. A Von Kármán eredetileg egy központi csúcsos, teraszos falszerkezetű komplex kráter volt, amely a viharos történelmének köszönhetően mára egy feltöltött aljú romkráterre vált. A hatalmas központi csúcs összeér a kráter északi részét elborító világosabb színű törmelékkel. Ez a törmelék az északkeletre lévő, fiatal Finsen-krátertől származik. Ezt leszámítva a Von Kármán-kráter talaja sima, csak néhány kisebb parazitakráter látható a lávával borított felszínén. De ha olyan felvételeket nézünk, amelyek alacsonyabb megvilágítási szög alatt készültek, akkor a talaj délnyugati részén, a sánc és a központi csúcs között egy nagy méretű, de alacsony, dómszerű képződményt is felfedezhetünk. A Chang-e-4 a Kármán-kráter keleti részén, a fentebb már említett törmeléktől kissé délre ért talajt. Noah Petro geológus szerint a leszállóhely pontos koordinátái: déli szélesség:  $45,47084^\circ$ , keleti hosszúság:  $177,60563^\circ$ .



A Von Kármán-kráter a japán Kaguya (Selene) űrszonda felvételén (JAXA/NHK)

A Déli-sarki Aitken-medence egyike az egész Naprendszer legnagyobb becsapódási medencéinek. Bár a Hold túloldalán van, egy parányi részt mégiscsak megfigyelhetünk belőle. Ez a gyakorlatban csak néhány

céi és a déli krátermező nagyobb krátereinek túlnyomó többsége. Ezt a kataklizmát, mint Late Heavy Bombardment (LHB), magyarul a kései nagy bombázás időszakát ismerjük. Alapját az a tény szolgáltatta, hogy



déli pólus környéki csúcsot jelent, amelyek a medence legkülső gyűrűjének a maradványai. Ehhez persze megfelelő holdfázis és erős déli libráció szükséges. (A megfigyeléshez hasznos forrást a Meteor 2009/7–8-as számában találunk, Kocsis Antal szakcsoportvezetőnk tollából.) Miért is olyan fontos ez a küldetés, miért olyan fontos a Déli-sarki Aitken-medence? Az Apollo expedíciók által visszahozott kőzetminták radioizotópos kormeghatározásából a California Institute of Technology munkatársai arra következtettek, hogy a Holdunk történelmében, 3,95–3,85 milliárd évvel ezelőtt, egy viszonylagos nyugalmas időszak után volt egy nagy kataklizma. Ebben az időszakban, úgy 100 millió év leforgása alatt elképesztő mennyiségű becsapódás történt Holdunk (és minden bizonyos Földünk) felszínén. Ekkor keletkeztek a holdi tengerek meden-

Úton a Jütü-rover 2019. január 10-én. Részlet a Chang'e-4 panorámafelvételéből (CNSA)



A Déli-sarki Aitken-medence északi gyűrűje az Apollo-8 felvételén (NASA)

a vizsgálatok szerint a Nectaris-medence 3,92, a Serenitatis-medence 3,87, az Imbrium-medence pedig 3,85 milliárd évvel ezelőtt keletkezett, vagyis időben egymáshoz meglepően közel. Érdekes, hogy nem mindenki

egész sora kutathatna a medencét létrehozó becsapódáskor keletkezett breccsák után, a medencének a gyűrűjénél. Ha kiderülne, hogy a medence 3,9 milliárd éves, akkor igenis volt kataklizma, a legextrémebb for-



fogadja el a kései nagy bombázás elméletét. Chuck Wood és William K. Hartmann például valószínűtlennek tartja, hogy mintegy 600 millió évvel a Naprendszer kialakulás után létrejöhessen volna egy ilyen esemény. Ahhoz, hogy ezt a vitát eldönthessük, a legjobb megoldás az lenne, ha a Déli-sarki Aitken-medence korát pontosan meghatároznánk. Az elmúlt év végén elhunyt Paul Spudis a *The Once and Future Moon* című 1996-os kiadású könyvében így ír erről: „Vissza kell térnünk a Holdra, hogy megoldjuk ezt a problémát. Ennek a legkönnyebb módja az lenne, ha megvizsgálnánk a Hold legnagyobb ismert becsapódási kráterének, a Déli-sarki Aitken-medencének a gyűrűjét. A nagyon magas krátérsűrűségéből úgy gondoljuk, hogy ez a legöregebb medence a Holdon. Amit még nem tudunk, az az abszolút kora. Egy misszió, vagy akár missziók

májában... Ha a medence 4,3 milliárd év körüli, nincsen szükség kataklizmára...” Sajnos a Chang’e-4 nem rendelkezik vizszozatóteró egységgel, így a radioizotópos kor meghatározásra még várni kell. (A tervek szerint először a Chang’e-5 fog visszajuttatni kb. 2 kilogrammnyi mintát az Oceanus Procellarumban található Rümker-dóm anyagából.) Amire viszont nagy eséllyel fény derül, az a vizsgálandó kőzetek és a talaj kémiai összetétele. Ezekből a vizsgálatokból következtetni lehet majd égi kísérőnk belső szerkezetére és az eredetére. Ez azért lehetséges, mert a kutatók úgy gondolják, hogy a Déli-sarki Aitken-medencét létrehozó robbanás olyan irratlan méretű lehetett, hogy nemcsak a Hold kérgéből, de a köpenyéből is került anyag a felszínre.

Görgei Zoltán