

A Szivárvány-öböl

A Sinus Iridum (Szivárvány-öböl) a tőlünk látható holdfelszín egyik legszebb látványosság. Hatalmas méretének köszönhetően szabad szemmel is megpillanthatjuk (terminátor-egyenletlenségként), de már egy kis binokulárban is felejthetetlen látványt nyújt. Miféle alakzat ez a hatalmas öböl, mikor és hogyan keletkezett? Milyen részleteket láthatunk kisebb-nagyobb távcsöveinkkel? Ezekre a kérdésekre próbálunk választ adni.

Az öböl születése

Ha távcsövünket az újhold utáni 10. napon a Hold felé irányítjuk és csak kis nagyítást használunk, akkor a Mare Imbrium északnyugati szélén egy hatalmas, hídszerű alakzatot láthatunk. Ez a híd gigantikus méretű, közel 300 kilométer hosszú és több mint száz kilométer magasságú. Létezhet egyáltalán ilyen alakzat a Holdon? Természetesen nem és nincs is szó semmiféle hídról, egyszerűen csak a fény-árnyék hatás, a holdfelszín természetes görbülete és a perspektivikus torzulás összjátéka tréfál meg bennünket. Ha a terminátor a növekvő fázisban éppen a Sinus Iridum közepén halad át, akkor az öblöt határoló Jura-hegység magaslatai már napfényben fürdenek, míg az öböl nyugati fele még árnyékban van. A felületes és naiv szemlélőt tényleg becsaphatja ez a hatás. Másnap, vagyis az újhold utáni 11. napon már teljes valójában feltárul az öböl, kétséget sem hagyva afelől, hogy egy óriási, félig elsüllyedt kráterrel van dolgunk. Ami tegnap még hídnak látszott, az mára a kráter megmaradt északnyugati sáncfala. Manapság nincs olyan ember, aki számára ne lenne egyértelmű a holdi kráterek és medencék becsapódásos eredete és ennek az elméletnek az egyik legegyszerűbb, legmeggyőzőbb helyszíne éppen a Sinus Iridum. Talán nem bánja a nyájás olvasó, ha egy picit visszare-

pülünk a múltba, hogy áttekintsük a holdi alakzatok becsapódás-eredetű elméletének a történetét.



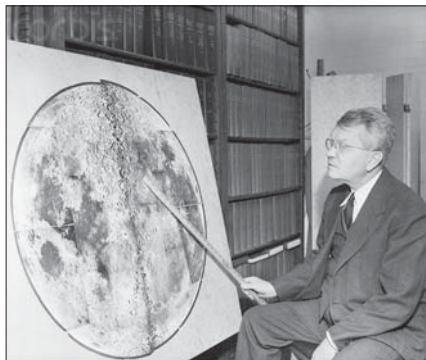
Grove Karl Gilbert, a holdkráterek becsapódásos eredetének kidolgozója

1893-ban látott napvilágot Grove Karl Gilbert geológus úttörő munkája a *The Moon's face, a study of the origin of its features* (A Hold arca, tanulmány a holdi alakzatok eredetéről) címmel. Ebben a műben Gilbert a washingtoni Naval Observatórium 26 hüvelykes refraktorával végzett észleléseiből és különböző méretű és sebességű lövedékekkel végrehajtott kísérleteiből arra következtetett, hogy a holdi kráterek, a legkisebb gödörkráterektől kezdve a medencéig, becsapódásos eredetűek. Gondos kísérletei során rájött, hogy a keletkezett kráterek méretének nincsen felső határa. Nagyobb, vagy gyorsabb lövedék nagyobb krátert produkált. Precíz távcsöves megfigyelései is a becsapódásos eredetet igazolták. Ilyenek, mint például egy kráter alja mindig mélyeb-

ben fekszik a környező felszínél, a központi csúcsok alacsonyabbak a kráterek sáncánál, és a holdi kráterek összehasonlíthatatlanul nagyobbak a földi vulkánoknál. Érdekes, hogy Gilbert a tanulmányát a Washingtoni Filozófiai Társaság közleményében jelentette meg, amit nem sok csillagász olvashatott. Részben ez lehetett az oka annak, hogy közel 50 évig nem nagyon vettek tudomást munkájáról. Másrészt ebben az időben, főleg Európában, széles körben uralkodott a holdi alakzatok keletkezésének vulkanikus eredete. Sajnos a huszadik század eleje (Gilbert 1918-ban halt meg), nem sok újat hozott a holdkutatásban. A téma nagyrészt amatőrökre maradt, minthogy a csillagászok érdeklődése ebben az időben elsősorban az asztrofizika és a kozmológia felé fordult, a geológusok pedig egész egyszerűen nem néztek távcsőbe.

A helyzet 1949-ben gyökeresen megváltozott, amikor megjelent Ralph Baldwin híres könyve a *The Face of the Moon*, vagyis *A Hold arca*. Baldwin képzett csillagász és sikeres üzletember is volt egy személyben. Saját bevállása szerint a Hold iránti érdeklődése onnan ered, hogy egyszer a chicagói Adler Planetárium falán lógó részletes holdfotók teljesen elkápráztatták. A II. világháború alatt teljesített katonai szolgálata alatt a szövetségesek által Németországban végrehajtott bombázások eredményeképp létrejött krátereket is tanulmányozhatta. A háború után robbantási kísérleteket hajtott végre a Michigan-tó partján, amit megmutatták, hogy a robbantásos kísérletek, a földi becsapódások (pl. az arizonai meteorokráter) nagyon hasonlítanak egymásra. Baldwin határozott, meggyőző írói stílusa, kísérleti adatai és kvantitatív megközelítése, (például a mélység/átmérő arány ábrázolása grafikonon) nagy hatással volt Gerard Kuiperre, Harold Urey-re és még néhány vezető holdkutatóra. Amerikában a holdkráterek becsapódásos elméletének az elfogadása, elfogadtatása szinte nemzeti üggyé vált. Ebben talán az is belejátszott, hogy Európában és különösen az akkori Szovjetunióban a vulkanikus eredet volt a hivatalosan elfogadott nézet. Mint az köztudott, az

Apollo-expedíciók által visszahozott minták minden kétséget kizáróan bebizonyították a becsapódásos elmélet helyességét.



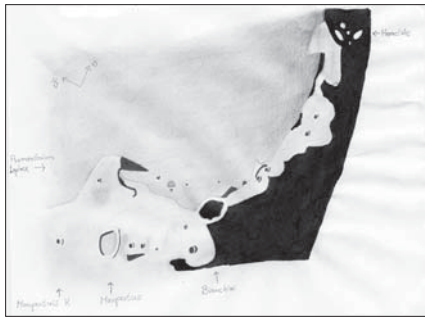
Harold Urey, a Nobel-díjas amerikai kémikus, a becsapódás-eredet híve volt. Bár sok mindenben tévedett a holdkráterek keletkezését illetően, az Apollo-expedíciók előkészítésében óriási érdemei voltak

Harold Urey, a Nobel-díjas amerikai kémikus érdekes figurája a holdkutatásnak. Charles Wood szerint sok minden helytelen, amit a Holddal kapcsolatban mondott, ugyanakkor elévülhetetlen érdemei vannak az Apollo-expedíciók megvalósításában. A legenda szerint egyszer egy koktélpartin vett részt, ahol a dohányzóasztalon történetesen Baldwin *The Face of The Moon*-jának egy példánya feküdt. Ott helyben ki is olvasta a könyvet. Urey egyik legmeglepőbb állítása éppen a Sinus Iridum keletkezésével kapcsolatos. Szerinte ugyanis a Sinus Iridum és a Mare Imbrium egyszerre keletkezett; egyetlen hatalmas, kb. 200 kilométer átmérőjű kisbolygó ferdeszögű becsapódása hozta létre előbb a Sinus Iridumot, majd továbbhaladva a „Imbrium-krátert”. Az Imbrium-kráter Urey szerint az Imbrium-medence belső koncentrikus gyűrűje, melyet még Gilbert fedezett fel. Ez a belső gyűrű a Jura-hegység keleti szélétől, a Laplace-hegyfoktól indul, majd kelet felé haladva folytatódik a Montes Rectibus, a Montes Teneriffibus a Pico-hegyben, néhány névtelen hegyháton át a Montes Spitzbergenben, a Timocharis- és Lambert-kráterekben, majd a Dorsum Zirkel és Dorsum Heim-en keresztül a Heraclides-

hegyfokon át visszajut a Laplace-hegyfokig. A hatalmas, mintegy 1200 kilométeres külső gyűrű, amit a holdbéli Alpok, a Kaukázus, az Appenninek és a Kárpátok formálnak, szintén ennek a robbanásnak tulajdonítható, mint külső gyűrű. Urey nyögvenyelős és meglehetősen fantasztikusnak ható elméleténél Baldwin sokkal egyszerűbben, elegánsabban képzelte el a szóban forgó alakzatok keletkezését. Szerinte az Imbrium-medencét vagy egy 60 kilométer átmérőjű, 16 km/s sebességű test, vagy a másik szélsőséges érték szerint egy 190 kilométer átmérőjű, de csak 3,2 km/s sebességű test becsapódása hozta létre. (A keletkező kráter nagysága a becsapódó test tömegétől és sebességének négyzetétől függ: $E=1/2mv^2$) A belső koncentrikus gyűrű megegyezik az Urey által leírttal, vagyis ez az eredeti imbriumi kráter. A fentebb már felsorolt hegyek által határolt külső gyűrűt a robbanás által létrehozott dekompresziós lökéshullám alakította ki úgy, ahogyan Urey elméletében. Baldwin szerint a Sinus Iridum egy független kráter, nagyon hasonló a Claviushoz, csak sokkal fiatalabb annál. Az imbriumi medencét létrehozó becsapódás után, de még annak lávával feltöltődése előtt keletkezett. Az az érdekes jelenség, hogy a kráternek csak az északi fele maradt meg, annak tulajdonítható, hogy a Sinus Iridumot létrehozó test eleve ferde talajra csapódott, az eredeti imbriumi medence oldalába, így a déli, délkeleti sánc eredetileg is alacsonyabban volt, mint az épségben maradt északi részen. Később, amikor a mélyből feltörő bazaltos láva előtörtte a medencét, ezek az alacsonyabban fekvő részek nyomtalanul eltűntek.

A Sinus Iridum észlelői szemmel

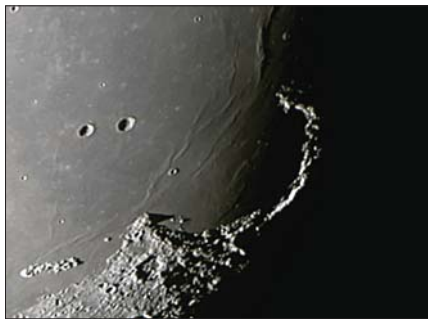
A Sinus Iridum az egyetlen olyan kráter a Holdon, melynek sáncfala külön nevet kapott, ez a Jura-hegység. Ameddig a mélyből feltörő bazaltláva el nem öntötte a területet, a Sinus Iridum az egyik legnagyobb méretű kráternek számított a Holdon. Átmérője 260 km, mélysége jóval 5000 méter fölött lehetett. Az egykori kráter belső szerkezeté-



A Sinus Iridum, ahogyan Dálya Gergely látta 2010. május 23-án, 76/900-as Newton reflektorával, 90x-es nagyítást alkalmazva

ből szinte semmi sem látszik, kivéve néhány apró csúcsot az öböl északi szélén, és számos nagyon alacsony lávagerincet a bazaltos síkságon. A lávagerincek természetesen csak sűrű fényben látszanak, magasabb napállásnál még a nyomukat sem találjuk. Az öböl keleti szélén húzódó gerincek, mint arról fentebb már volt szó, az eredeti Imbrium-kráter sáncfalára utalhatnak, míg az öböl belsejében lévő, igen nehezen látható gyűrűt formáló képződményt talán a Sinus Iridum eredeti, belső krátergyűrűjével lehet megfeleltetni. Berente Béla 2009. március 6-án készített egy felvételt a területéről, éppen akkor, amikor a terminátor áthaladt az öböl nyugati harmadán. A lávagerincek mint finom redők láthatóak a felvételen. Az öbölben található kis kráterek közül a Laplace A jelű 9 kilométeres kráter a legfeltűnőbb, ez még a legkisebb távcsövekkel is látható. A többi aprócska kráter legalább 8 cm-es távcsőért kiált. Berente felvételén vagy egy tucat apró krátert számálhatunk meg. Magas napállásnál érdekes árnyalatbéli különbségeket fedezhetünk fel a Sinus Iridum belsejében. Ezek eltérő korú és kémiai összetételű lávafolyásokat jelentenek. A Mare Imbriumban három fő lávafolyást különböztetnek meg a geológusok. Ewen Whitaker autodidakta holdkutató infravörös és ultraibolya szűrőkkel készített felvételeket a Mare Imbriumról, majd kombinálta az infravörös pozitív és az ultraibolya negatív felvételeket. Ekkor minden fényességkülönbség eltűnt, viszont a színárnyalatbeli különbsé-

gek kihangsúlyozódtak. Az így kapott kompozit felvételen a sötétebb területek kékebb, a világosabbak pedig vörösebb árnyalatot jelentettek. A sötét, tehát kékebb területek magas titánium tartalmú, idősebb, mintegy 3 milliárd éves lávafolyásokat jelentenek. A világosabb, vagyis vörösebb árnyalat titániumban szegény bazaltot jelent, aminek a kora 2,5 milliárd évre tehető. Valószínűleg ezek a legfiatalabb lávafolyások a Mare Imbriumban. Ami a Sinus Iridumot illeti, itt megtalálhatjuk mind a kék, mind a vörös árnyalatot. Zana Péter 2008. február 19-i „színes” felvételen mindez szépen látszik. A digitális technikának köszönhetően a színes felvételek maradványszíneinek felerősítésével házilág is lehet érdekes és hasznos észleléseket végezni.



A Sinus Iridum a terminátoron. Ezt a webkamerás felvételt Berente Béla készítette 23 cm-es Yolo-távcsővével 2009. március 6-án. Figyeljük meg, hogy az öböl nyugati fele még árnyékban van, de a Jura-hegységet már megvilágítja a felkelő Nap, így a hegység egy óriási hidnak tűnik

A Montes Jura, a Jura-hegység az egykori kráter sáncfalának maradványa, igazán impozáns látvány. Magassága átlagosan 4000 méter körül mozog, de legmagasabb pontja eléri a 6000 métert. Ha van egy jó holdgömbünk otthon, akkor láthatjuk, hogy a megmaradt sánc, vagyis a Jura-hegység valamivel több mint fél körivet fog át. Délnyugati végpontja a Promontorium Heraclides (Heraclides-hegyfok), 1700 méterrel magasodik a környező síkság fölé. A hegység másik végpontja a Promontorium Laplace (Laplace-hegyfok), jóval magasabb, mintegy



Magas napállásnál feltárulkozik a Szivárvány-öböl és a Jura-hegység. Ezt a nagy felbontású webkamerás felvételt Molnár Péter készítette 200/1000-es Newton reflektorával, 2010. február 25-én

2600 méter. Dálya Gergely 2010. június 23-án készült rajzán és a Berente-féle felvételen is szépen látható a Laplace-hegyfok hatalmas, háromszög alakú árnyéka. A Jura-hegység északi falára egy jókora, 38 kilométeres kráter telepedett. Ez a Bianchini-kráter, egy szép, fiatalos megjelenésű, központi csúcsos kráter, teraszos falakkal. Molnár Péter tagtársunk 2010. február 25-én készült rendkívül jó felbontású felvételen gyönyörűen látszik a kráter belső szerkezete. A kráter alja egyenes, a központi csúcs alakja elnyúlt, és jól látszik egy nagyobb omlás a kráter északi részén, mely majdnem a központi csúcsig ér. A Bianchini jól látható a Berente-féle felvételen is, de itt még teljesen árnyékban van a kráter belseje, csakúgy, mint Dálya Gergely rajzán. A Jura-hegységtől északra fekszik a Maupertuis, egy romos falú, öreg kráter. Minden bizonnyal a Sinus Iridum előtt keletkezhetett, mert úgy tűnik, hogy annak kidobódott törmeléke rombolta le és borította be a krátert. A bemutatott felvételeken és a rajzon is jól kivehető, hogy a Maupertuis déli fala teljesen egyenes. A környéken még nagyon sok érdekes alakzat található, ezek egyenkénti bemutatásától eltekintünk. A kedves olvasót csak biztatni tudjuk, hogy ha a holdfázis megfelelő és az időjárás is kegyes észlelje a Szivárvány Öblét!

Görgei Zoltán