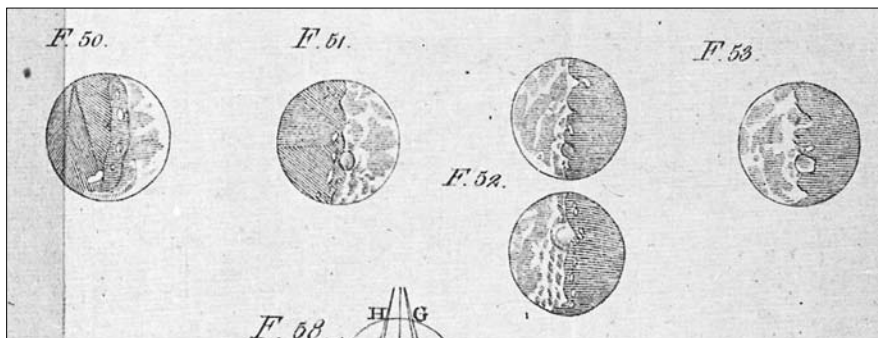


# Galilei holdrajzai

Egészen a legutóbbi időkig Galileinek a Sidereus Nunciusban közölt holdrajzait kevesen vették komolyan. Sokan úgy tekintettek rájuk, mint hamarjában, talán csak emlékezetből készült benyomásrajzokra, melyeknek egyedüli célja az volt, hogy nagyjából reprezentálják a Hold távcsöves látványát. Habár Galilei a Sidereus Nunciusban többször is hivatkozik az „ábrákra”, a Hold távcsöves látványának leírása ebben a műben olyan magával ragadó, hogy még rajzok nélkül is tökéletesen megállja a helyét (Sidereus Nuncius, Meteor csillagászati évkönyv 2009, 237–274. oldal, Csaba György Gábor fordítása). Véleményünk szerint az utókor zord ítélete ezekkel a rajzokkal szemben azért alakulhatott ki, mert a legtöbb kiadásban erősen degradált formában, sokszor fordított pozícióban jelentek meg. Ennek a cikknek a célja az, hogy bebizonyítsa, Galilei rajzai a lehetőségeihez képest pontosak voltak.

Az 1960-as évek közepén kerültek elő Thomas Harriot (1560–1621) angol matematikus és csillagász holdrajzai és egy sematikus holdtérképe. Harriot 1609. augusztus elején készítette az első rajzait, ezzel mintegy 4 hónappal előzve meg Galileit. A napvilágra került holdrajzokból rögtön látható, hogy készítőjük nem volt különösebb rajztehet-

séggel megáldva, ugyanakkor a rajzokból 1611-ben összeállított térképe viszonylag pontosnak mondható. Gyakran állították/állítják szembe a két korai holdészlelőt azzal a bölcs megjegyzéssel, hogy ugyan Galilei rajzai tetszetősebbek, de Harriot térképe az, amely inkább megfeleltethető a valósággal. Harriot a 6 hüvelyk (kb. 15 cm) átmérőjű térképén ábrázolt alakzatokat különböző számokkal látta el. Ez nagyban megkönnyíti az egyes alakzatok azonosítását. Például a 18-as számmal jelölt folt a korong bal oldalán minden kétséget kizáróan a Mare Crisium, amit Harriot és néhány kortársa Kaszpi-tengernek is nevezett. Erre később még visszatérünk. Harriottal szemben Galilei a rajzain semmiféle számozást vagy nomenklatúrát nem használt, és ami még ennél is rosszabb, nem adta meg az észlelések pontos időpontját sem. Nagy valószínűséggel nem is tartotta fontosnak, hiszen a holdfázisok rendszeres változása mindenki számára jól ismert jelenség, így a Hold megfigyelését is bármikor megismételhetőnek tarthatta. Az elsődleges cél a Hold felszínének a földi-éhez való hasonlatosságának az ismertetése volt, ahogyan a Sidereus Nuncius előszavában írja, „Ebből bárki biztosan megítélheti, ha van egy kis esze, hogy a Hold felszíne

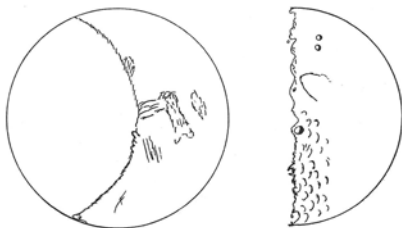


Galilei holdrajzai a későbbi kiadásokban gyakran erősen leegyszerűsített formában jelentek meg, ami nagyban hozzájárulhatott ahhoz, hogy kevesen vették komolyan ezeket a munkákat

bizony nem lapos és mintegy kisimított, hanem érdes és egyenetlen; és mint maga a Föld felszíne is, jelentékeny magaslatokkal, mély gödrökkel és törésekkel zsúfolva van mindenfelé." Mindenesetre ma már tudjuk, hogy az első rajzot 1609. december 30-án készítette.



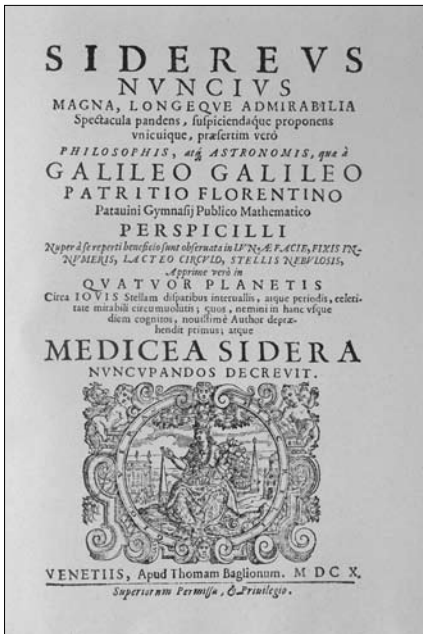
Thomas Harriot (1560–1621) egyszerű holdtérképén jól azonosíthatók a holdbéli tengerek



Thomas Harriot 1609. augusztusi rajzai meglehetősen kiforratlanoknak tűnnek Galilei rajzaihoz képest

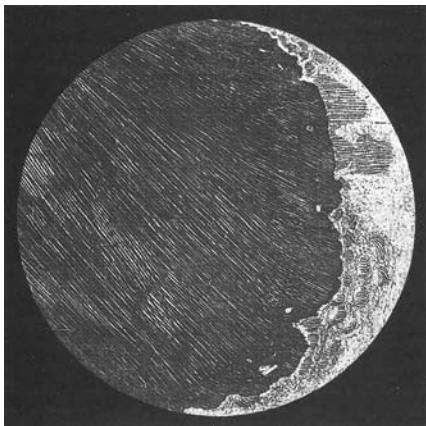
A Sidereus Nunciusban öt, kb. 8 centiméter átmérőjű korongrajz jelent meg, de ebből az ötből kettő ugyanaz a rajz, csak a szöveg miatt került megismétlésre. Az elsőként közölt rajz a növekvő sarlót ábrázolja („újhold utáni negyedik vagy ötödik napon”). Ennél a rajznál a legfontosabb megállapítás a Hold felszínének sötét foltjait (mare-területek) és a kisebb krátereket, illetve ezeknek a terminátor előrehaladtával történő változását illeti. Már ezen a rajzon is több alakzatot azonosíthatunk. A sarló közepén

látható kisebb kitüremkedés a Gutenberg-kráter, tőle balra a sötét részen látható fényes folt pedig minden bizonnyal a Capella-kráter keleti sáncfala. A Gutenbergtől jobbra fölfelé láthatjuk a Mare Crisiumot a Palus Somnival kiegészülve. A Mare Crisium fölötti kiterjedt sötét foltot a Lacus Somniorum, Lacus Tem-



Az 1610 márciusában megjelent Sidereus Nuncius címlapja

poris és talán a Mare Frigoris keleti felének az összeolvadása alkotja. A Mare Crisiumtól lefelé (délre) látható sötét, de az előbbieknél világosabb árnyalatúnak ábrázolt terület a Mare Fecunditatis. Mindenki, aki valaha megfigyelt már vékony holdsarlót egy kisebb távcsövön keresztül, tapasztalhatta, hogy a Mare Crisium és a különösen a Mare Fecunditatis mennyire halványnak és kontrasztatlannak tűnik, összehasonlítva az első negyed utáni látványukkal. És persze azt sem szabad elfelejtenünk, hogy Galileinek nem lehetett előrevárása a Hold távcsöves látványával szemben. A Mare Fecunditatis déli szélénél a terminátoron egy jókora rész nyomul be a sötét részbe. Ez a rejtélyes szarv szerintünk



Galilei első rajza a növekvő holdsarlót ábrázolja (1609. december 30.). Hasonlítsuk össze Ladányi Tamás 2007. június 19-én, hasonló fázisnál készült fotójával!

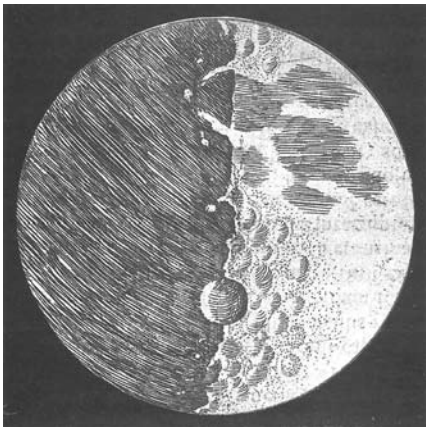
nem egyetlen alakzat, hanem a Neanderkráter és a meglehetősen zavaros, vagyis morfológiailag nehezen leírható környéke. A közeli Mare Nectaris medencéjének a születésekor kidobott és felhalmozódott törmelék láthatóan jelentős szintemelkedést okozott, ami ilyen lapos megvilágításban válik igazán látványossá. Az imént tárgyalt terület alatt egy háromszög alakú világos foltot látunk, de már a terminátoron túl az árnyékos részen, amire Galilei is hivatkozik, „mintegy két óra múlva, kissé a mélyedés közepe alatt, valami fényes csúcs kezdett megjelenni; ez aztán fokozatosan növekedvén háromszög alakot öltött, a fényes felülettől mindeddig teljesen elválasztva és különálló.” Ez nem lehet más, mint a Janssen-kráter és környéke, vagy ahogyan gyakran nevezzük ezt a több kráterből álló együttest: Janssen-alakzat.

A következő rajz első negyednél készült. A holdkorong keleti féltekéjének főbb tengerei ismerősnek tűnhetnek számunkra. Mindenki játszi könnyedséggel beazonosíthatja egy kis térkép segítségével a Mare Crisium, Mare Tranquillitatis, Mare Fecunditatis, Mare Nectaris, Mare Serenitatis foltjait. A Mare Serenitatis éppen kettévágja a terminátor vonala, így rendkívül látványos. Galilei a Mare Serenitatis délről határoló Montes Haemus és az északon húzódó Montes Caucasus vonulatait is lerajzolta. De melyik lehet az a hatalmas



Galilei egyik fennmaradt távcsöve Padovában, A Csillagászat Nemzetközi Éve alkalmából rendezett kiállításon

kráter a korong közepétől kissé lejjebb, mely Galileit Bohémiára emlékeztette, és nem csak ezen, de a két héttel későbbi, az utolsó negyednél készített rajzán is feltüntette? Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy ez a kérdés 400 éve vár válaszra. Ernest H. Cherrington, a rovatunkban már rengetegszer idézett *Exploring the Moon* című könyvében a holdbéli Bohémiát a Deslandres-kráterrel azonosítja. Cherrington nem az eredeti Sidereus Nunciust és az abban megjelent jó minőségű metszeteket, hanem egy későbbi, Pierre Gassendinek az 1653-ban kiadott *Institutio Astronomicájából* származóakat elemezte, amelyhez a Lick Observatórium könyvtárában férhe-

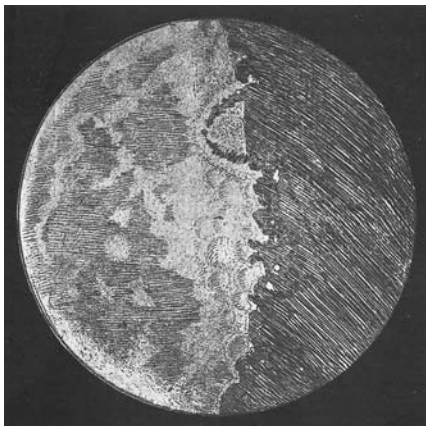


Galilei rajza az első negyedben lévő Holdat ábrázolja (1610. január 2.). A közepén látható hatalmas kráter nagy valószínűséggel az Albategnius. A jobb oldali fényképet Varga György készítette 2011. február 10-én

tett hozzá. Ezek a metszetek valamivel gyengébb minőségűek voltak az eredetiekénél, de még mindig jobbak a későbbi, fentebb már említett másolatoknál. Cherrington óriási érdeme, hogy a népszerű könyvében kiállt Galilei rajzai mellett. Az igazsághoz tartozik, hogy Cherrington csak az utolsó negyed ábrázoló rajtot elemezte részletesen, ami valóban a legszebb a négy közül. De tényleg a Deslandres lenne az a hatalmas kráter? Ewen A. Whitaker holdkutató szerint a nagy kráter az Albategnius. E sorok írója inkább Whitakernek ad igazat. Tudniillik Galileinek az első negyed ábrázoló metszetén a terminátor még vagy tíz fokkal keletebbre húzódott a Deslandres-től, így az semmiképpen sem lehetett a holdbéli Bohémia vagyis Csehország. Persze felmerülhet az is, hogy esetleg nem is egyetlen kráterről van szó, hanem két különböző krátert gondolt egynek Galilei, ami teljesen megbocsájtható tévesztés lenne, mivel a Hold centrálmeridiánján, különösen a déli féltekén több, hatalmas méretű, egymásra hasonlító kráter található, melyekre mind ráillik Galilei leírása. Ha viszont elfogadjuk Galileinek azt az állítását, hogy márpedig ugyanazt a krátert észlelte, akkor a legesélyesebb jelölt az Albategnius. Az archívumban szerencsére sikerült a metszetekkel többé-kevésbé megegyező fázisú korongfelvételekre bukkannunk. Mind

az első, mind az utolsó negyednél készült képeken az Albategnius a legfeltűnőbb a nagy kráterek közül. Ez elsősorban magas és széles sánctalainak köszönhető. Az, hogy a metszeteken Galilei nagyobbak rajzolta a krátert a tényleges méreténél, szinte természetes dolog. Aki valaha is készített már holdrajzokat, tapasztalhatta, hogy ha valamit különösen fontosnak találtunk, gyakran jóval nagyobbak rajzoltuk le, mint amekkora a valóságban.

A harmadik rajz az utolsó negyed előtti fogyó fázisnál készült. A terminátor, hasonlóan az első negyednél készült rajzhoz, csak egy fél lunációval később, most is a Mare Serenitatis halad keresztül. Ezen az ábrán jól láthatjuk a Hold déli krátermezjétől északra húzódó terra-területet, amit „a nagy félszigetnek” is neveznek és határozottan megkülönböztetik a déli krátermezőtől, annak ellenére, hogy azzal látszólag egyetlen összefüggő tömböt alkotnak. A megkülönböztetés oka az, hogy a „félsziget” elszennvedte mind az imbriumi, mind a nectarisi becsapódást, ami sok hatalmas kráter megrongálódásához, részbeni feltöltődéséhez vezetett, ellentétben a déli pólushoz közeli „igazi” déli krátermezővel szemben. Ha Galilei metszetét összehasonlítjuk a mellékelt fotóval, láthatjuk, hogy bizony van hasonlóság. Nem győzzük hangoztatni, hogy Galileinek nem



Az utolsó negyed előtt járó Hold (1610. január 16.). A terminátoron a Mare Serenitatis láthatjuk. A jobb oldalon referenciaként Bánfalvy Zoltán 2013. október 25-én készült felvételét közöljük

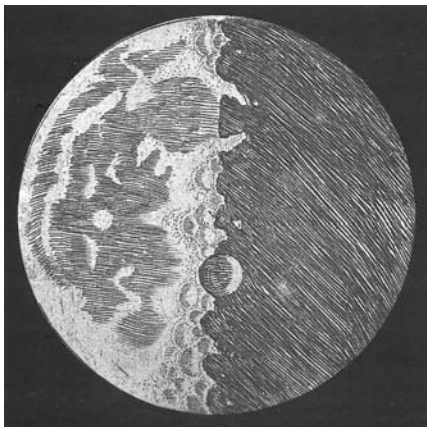
volt előrevárása, és akkor még nem is beszélünk a távcsövének és a hozzá használt állvány használhatóságának a korlátairól. Ha el is fogadjuk, hogy a távcső optikájának a minősége megfelelő volt, nem szabad megfedelkeznünk a szűk látómezőről és az egyszerű állványról. A metszetre visszatérve a holdkorong közepén határozottan felismerhető a Ptolemaeus–Alphonsus–Arzachel-kráterhármása. A híres kráterhármastól délre, éppen a terminátoron felismerhető a 114 kilométeres Maurolycus. Fent északon, szintén a terminátoron, biztosan azonosítható a W. Bond-kráter is. A Copernicus és a Kepler fényes sugársávjait is láthatjuk, de ezek nem annyira feltűnőek, mint ahogyan egy mai, a holdfelszín ismerő amatőr „elvárná”. A holdbéli tengereket jóval könnyebben feltehetjük meg, mint a krátereket. Ugyan a Mare Imbrium kissé méreten alulira sikerült, de az Oceanus Procellarum, a Mare Nubium, a Mare Humorum és a Mare Frigoris jól felismerhető. Ez utóbbinak az alakját meglepően pontosan rajzolta le Galilei.

A negyedik rajzot már említettük a holdbéli Csehországgal kapcsolatban. Határozottan ez a legszebb, ha nem is a legpontosabb a négy rajz közül. A tengerek ábrázolása kissé pontatlanabb, mint az előző rajzon, de például a Mare Imbrium északról az Alpokkal, délről pedig az Appenninekkal kifejezetten

szép lett. Könnyedén azonosíthatjuk a Sinus Iridumot, ráadásul a tőle nyugatra elterülő fényes felföld jellegzetes alakja is felismerhető. A Copernicus-kráter ismét „hiányzik”, ám a Kepler fényes foltját jól láthatjuk a holdkorong közepétől kissé nyugatra (balra). Ami kicsit zavarba ejtő ezen a korongrajzon, az a világos és hosszú, észak-dél irányú sáv az Oceanus Procellarum nyugati szélén. Elképzelhető, hogy a fényes Aristarchus-kráter és talán a Reiner Gamma e rejtélyes sáv ihletője. Amint láttuk, rengeteg alakzat azonosítható Galilei holdrajzain, sokuk könnyedén és egyértelműen, néhány persze nehezebben és bizonytalanabban. A „Bohémia-rejtély” megoldása e sorok írójának a véleménye szerint is az Albategnius-kráter, de ez valószínűleg soha sem fog megoldódni. Mindenképpen meg kell említenünk, hogy Galilei kézírataiban található kettő darab papírlapra készült, összesen hét, különböző holdfázist ábrázoló vízfestmény is. Ezek a metszeteknél gyengébb felbontásúak, de meglepően élethűek. Nagy kár, hogy a Galileit ostromozó kritikusok nem ismerhették ezeket a finom ábrázolásokat.

### A holdbéli tengerek eredete

A népszerűsítő irodalomban gyakran lehet olvasni arról, hogy a holdbéli tengerek kife-



Galileinek talán ez a legjobban sikerült rajza (1610. január 17.). A rajzon sok alakzatot azonosíthatunk. A középtájon lévő nagy kráter Cherrington szerint a Deslandres. A jobb oldali képet Kónya Zsolt készítette 2011. június 23-án



jezés Galileitől ered. Ez nem igaz, aki olvasta a Sidereus Nunciust, nem találkozhatott a tenger szóval, sőt, még azzal a határozott állítással sem, hogy a Hold sötét foltjai valamilyen „vizes” területek lennének. Galilei csak annyit állít, hogy „Ha tehát valaki a régi pythagoreusok megállapítását óhajtja földézni, tudniillik hogy a Hold mintegy másik Föld, amelynek fényesebb része a szárazföldeket, a sötétebb pedig a vizeket igen meggyőzően reprezentálja: akkor nekem csak annyiból vannak ezzel kapcsolatban fenntartásaim, hogy a távolról tekintett és a Nap sugaraitól elárasztott földgolyón a szárazföldet világosabbnak, a vizeket pedig sötétebbnek látnánk.”

Galilei az 1616. február 28-án kelt levelében Girolamo Mutinak is arról ír, hogy sem akkor, sem most nem állítja, hogy a Hold teste szárazföldből és tengerből állna. A tenger, vagyis mare elnevezés egyértelműen Keplernek köszönhető. De nem Kepler volt az első, aki szárazföldekre és tengerekre osztotta fel a Hold felszínét. Ahogyan Galilei is említi a Sidereus Nunciustban, Püthagorász követői már a Földhöz hasonló égitestnek tartották a Holdat. Plutarkhosz (Kr.u. 46–120), a római polgárrá lett görög történetíró De Facie in Orbe Lunae című művében a Holdról mint földszerű égitestről ír. Plutarkhosz nem volt természettudós,

de mint nagy műveltségű ember ismerte a Holdra vonatkozó nézeteit többek között Thálésznek, Demokritosznak és Anaximenesnek is. A Plutarkhosz a fentebb említett művében csak megemlíti, de konkrétan nem határozza meg a holdbéli Kaszpi-tengert. Cikkünk elején már említettük, hogy Harriot is így nevezte az ő kezdetleges térképén 18-as számmal jelzett foltot, amit mi Mare Crisiumként ismerünk. De Kaszpi-tengerként találjuk a Mare Crisiumot Langrenus (1600–1675) holdtérképén is, ami egyrészt jelzi, hogy legalább egy konkrét alakzat elnevezésében már volt konszenzus, másrészt azt is jelzi, hogy a „vizes koncepció” nem volt ismeretlen a művelt osztály számára, magyarárn hogy a sötét területek tengerek, a világos részek pedig szárazföldek. Érdekes módon Kepler az 1604-es Dioptrice-ben ennek éppen az ellenkezőjét állította; szerinte a Hold sötét foltjai a kontinensek, míg a világos területeket borítja víz. Ám miután olvasta a Sidereus Nunciust, megváltoztatta álláspontját, ahogyan a Dissertatio cum Nuncio Sidereo-ban írja, „...do maculas esse maria, do lucidas partes esse terram.” (Beismerem, hogy a foltok tengerek, beismerem, hogy a fényes területek földek.) Innen tehát a holdbéli tengerek eredete.

Görgei Zoltán