

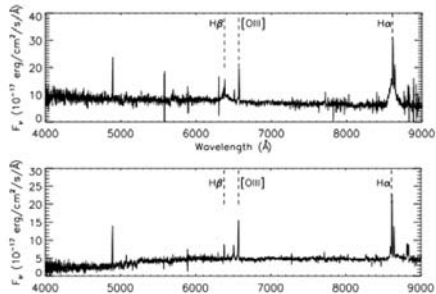
Csillagászati hírek

Leáll-e a kvazár?

A legtöbb galaxis középpontjában szupermasszív, több milliő naptömeget magában foglaló fekete lyuk található. A fekete lyukhoz megfelelően közel kerülő gáz- és porfelhők bezuhanásuk előtt spirális pályán mozognak, kialakítva az akkréciós korongot. A korongba hulló, felforrósodó anyag sugárzást bocsát ki. A kibocsátott fény szinképeben az ionizált anyagot tartalmazó gázfelhőre jellemző emissziós vonalak is megjelennek. Bár az emissziós csúcsok hullámhosszán kibocsátott sugárzás erőssége változhat az idők folyamán, a vonalak alakja, szélessége általában hosszú időn át állandó marad. A nagy mennyiségű anyagot befogadó fekete lyuk környezete akár a teljes galaxist is túlragyoghatja, ilyenkor az objektumot kvazárként figyelhetjük meg.

Stephanie LaMassa (Yale University) azonban a SDSS J015957.64+003310.5 jelű kvazár megfigyelése során azt tapasztalta, hogy a kvazár összfényessége 10 esztendő alatt körülbelül egytizedére csökkent. A 2000-ben készült Sloan Digital Sky Survey és a 2010-ben elvégzett BOSS-felmérés során felvett spektrumok összehasonlításakor azonban még szokatlanabb jelenségre derült fény: a mindössze 10 éves időkülönbség ellenére úgy tűnik, hogy az objektum spektruma is jelentősen megváltozott. A 2000-es, kvazárokra jellemző kékes színű, széles emissziós vonalat mutató spektrumból 2010-re szinte teljesen eltűnt a széles H β vonal, a H α vonal is csupán igen gyengén mutatható ki. Mindezek hatására a korábban klasszikus kvazárnak tűnő objektum mára inkább egy egyszerű, távoli galaxisként figyelhető meg.

Bár nyilvánvaló, hogy a galaxisok életében aktív és passzív szakaszok is léteznek, de az aktívból a passzív periódusba való



A 10 esztendő alatt aktivitását jelentősen elvesztett kvazár spektruma (BOSS/Stephanie LaMassa)

alig tízéves átmenet rendkívül rövidnek számít kozmikus időskálán. Kérdéses, mi okozhatta a kvazár működésének gyors leállítását. Erre két lehetőség jöhet számításba: vagy a kvazárt és környezetét takarja el szemünk elől egy éppen megfelelő helyre sodródott csillagközi gáz- és porfelhő, vagy maga a kvazár nem fogad már be anyagot környezetéből. A felhők általi kitarásra alapuló modellekkel kapcsolatban probléma, hogy a modellszámítások szerint egyetlen felhő nem lenne képes mind a földi látóirányunkban, mind pedig az akkréciós korong irányában egyidejűleg kitarást okozni. Így valószínűbbnek tűnik, hogy valóban a kvazár anyagbefogása állt le, ami igen furcsa, az Uránusz pályájánál alig nagyobb méretű akkréciós korongot feltételezve.

Annyi bizonyos, hogy a galaxisok fejlődésének egy kulcsfontosságú pillanatába tekinthetünk be. Aktivizálódik-e ismét a kvazár? A későbbiekben hullámzó viselkedést mutat majd? Teljesen leáll a kibocsátás, vagy egy adott minimum után ismét emelkedik az aktivitás? Ezekre a kérdésekre a további megfigyelések adhatnak választ.

Sky and Telescope, 2014. december 26.

– Molnár Péter

Szörnyek keringője

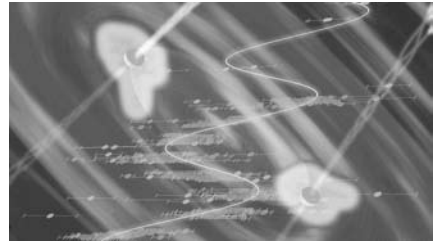
Jelen ismereteink szerint a galaxisok központjaiban gigantikus, több millió (vagy akár több milliárd) naptömegű fekete lyukak találhatók, amelyek valószínűsíthetően alapvető szerepet játszanak a csillagvárosok kialakulásában és fejlődésében. Szintén ismert, hogy a galaxisfejlődés egyik fontos lépcsőfoka a galaxisok egymással való ütközése. A jellemzően évmilliókig-évmilliárdokig tartó folyamatok során a központi fekete lyukak közeledése mellett a galaxisok fokozatosan egymásba olvadnak. Végül a két gigászi fekete lyuk egy hatalmas, akár több millió szupernóva-robbanással egyenértékű energiakibocsátással járó folyamat során egyesül, és a kialakult új galaxis közepében helyezkedik el.

Az elmélet azonban még nincs megfigyelésekkel megfelelően alátámasztva. Bár számos kölcsönható galaxispárost (néhány esetben ezek központi fekete lyukait) is sikerült már detektálni, az összeolvadási folyamat végéről és a szupernagy tömegű fekete lyukak feltételezett egyesüléséről még nem állnak rendelkezésre konkrét megfigyelési információk.

Az amerikai California Institute of Technology (Caltech) csillagászai által vezetett kutatócsoport ugyanis az eddig ismerteknél jóval szorosabb, szupernagy tömegű fekete lyuk-kettőst fedezett fel. Míg a korábban detektált fekete lyuk-párosok tagjai több száz, több ezer fényévre vannak egymástól, addig a most azonosított kettős komponensei legfeljebb néhány század fényévnire (a Föld-Nap távolság néhány ezerszerese) keringhetnek egymás körül. Ennek megfelelően összeolvadásuk néhány százezer éven belül várható.

A felfedezés a Catalina Real-Time Transient Survey (CRTS) nevű, amerikai és ausztrál távcsövek bevonásával működő égbolttel-mérésnek köszönhető, amelynek adatbázisa mintegy 500 millió, fényváltozást mutató égi objektumról tartalmaz fényességadatokat, akár több évre visszamenőleg. Ezek között mintegy 250 ezer aktív galaxismag, azaz éppen anyagot befogadó fekete lyukat tartalmazó objektum is található. Az aktív galaxis-magok általában szabálytalan fényváltozást

mutatnak, ami a környező akkréciós gázkorongból a fekete lyukba való, rendszertelen időközönként bekövetkező anyagbehullás következménye. A kutatók most azonban nagyjából 20 objektum esetében periodikus fényességváltozást véltek felfedezni. A periodicitás legegyszerűbben a PG 1302-102 jelű aktív galaxismag esetén jelentkezett, amelyről sikerült két évtizedre visszamenően további adatokat is összegyűjteni. A hosszú adatsor alapján tisztán kivehető egy kb. öt év periódusú fényességváltozás.



Fantáziakép a PG 1302-102 jelű aktív galaxismag fekete lyuk-kettőséről (Santiago Lombeyda/Caltech Center for Data-Driven Discovery)

A kimutatott fényességváltozás gyakorlilag egyetlen elképzelhető oka egy másik, szupernagy tömegű fekete lyuk jelenléte, amit később spektroszkópiai vizsgálatok segítségével is sikerült megerősíteni. A periodikus fényváltozás pontos oka egyelőre még kérdéses: elképzelhető, hogy a két szupernagy fekete lyuk egymás körüli keringése modulálja az aktív galaxismagbéli fekete lyuk akkréciós korongjára merőleges anyagkilövellés (jet) sugárzását, vagy a keringési moduláció a korongról az aktív fekete lyukba történő anyagbehullás periodikusságában jelentkezik. Megeshet, hogy a két fekete lyukat immár közös akkréciós korong veszi körül, amelynek a bonyolult gravitációs mező miatti torzult alakja egyfajta árnyékoló hatással periodikusan csökkentheti az aktív galaxismag fényességét.

A PG 1302-102 jelű objektummal kapcsolatban vannak tehát még nyitott kérdések, az azonban bizonyosnak látszik, hogy a kérdéses rendszer és a hasonló fényváltozásokat mutató aktív galaxismagok vizsgálata közelebb

viheti a kutatókat az összeolvadó galaxisok és a szupernagy tömegű fekete lyukak fejlődésének kellő alaposágú megértéséhez.

CalTech.edu, 2015. január 7. – Szalai Tamás

Galaxisunk új szomszédja

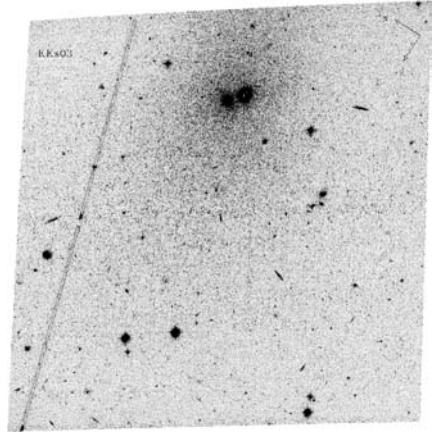
Tejútrendszerünk több mint 40 másik galaxissal együtt alkotja a Lokális Csoport nevű galaxishalmazt. A halmaz számos tagját megfigyelhetjük amatőr műszereinkkel (többek között a népszerű Andromeda- és Triangulum-galaxisokat is), számos galaxis azonban csak a legnagyobb műszerekkel vált megfigyelhetővé az elmúlt években – ezek a nagy rendszereket kísérő törpegalaxisok.

Orosz kutatók legutóbb egy újabb törpegalaxist fedeztek fel, amely azonban viszonylag távol, mintegy 7 millió fényévre helyezkedik el Tejútrendszerünkől, nem egy nagyobb galaxis közeli szomszédjaként, hanem viszonylagos elszigeteltségben. Igor Karacsencsev és munkatársai (Különleges Asztrofizikai Observatórium, Karacsáj-Cserkeszföld, Oroszország) a Kks3 nevű objektumot a Hubble-űrtéleszkóp 2014. augusztusi felvételein azonosította. A törpegalaxis a déli éggömbön, a Hydrus csillagképben látszik, tömege pedig mindössze egy tízezredesze Galaxisunk tömegének.

A sferoidális törpegalaxisok csoportjába sorolt rendszerben nem figyelhetők meg spirálkarok, és gyakorlatilag nem tartalmaznak a csillagkeletkezéshez szükséges gáz- és poranyagot, így csupán ősi csillagokból áll. A modellek szerint ezt az anyagot közeli, nagy tömegű galaxisok árapály hatása szakította ki a rendszerekből, amit alátámaszt a tény, hogy a legtöbb hasonló törpegalaxist nagyobb rendszerek kísérőiként ismerjük.

A nagy tömegű galaxisoktól távol levő, elszigetelt rendszerek azonban minden bizonnyal más módon fejlődtek. Elképzelhető, hogy egy korai intenzív csillagkeletkezési hullámban használták fel az összes, rendelkezésre álló gázanyagot. Mivel ezek a törpegalaxisok is fontos szerepet játszanak a galaxisfejlődés megértésében, a kutatók minél több hasonló rendszer felfedezésére törekednek, bár ezek csekély gázanyaguk miatt rendkívül

nehezen detektálhatók a Lokális Halmaz határain túl még a Hubble-űrtávcsővel is. A most felfedezett rendszer különlegessége, hogy eddig csupán egyetlen hasonló, izolált törpegalaxis volt ismeretes. A KKR 25 jelű rendszert ugyancsak a Lokális Halmazban találta ugyanez a kutatócsoport 1999-ben.



Az új törpegalaxis a Hubble-űrtávcső felfedező felvételén (D. Makarov, Science Daily)

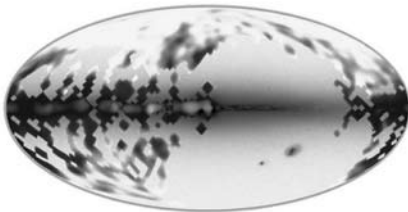
A további rendszerek felfedezése a galaxisfejlődés jobb megértése mellett kozmikus környezetünk feltérképezése szempontjából is igen fontos feladat. Annyi eddig is bizonyosnak látszik, hogy galaxishalmazunk nem annyira üres, mint eddig gondoltuk – akár számos, még ismeretlen törpegalaxis rejtőzhet a nagy rendszerek árnyékában.

Science Daily, 2014. december 22. – Mpt

Közelebb a csillagközi rejtély megoldásához

Majdnem egy évszázados a diffúz intersztelláris sávok (DIB-ek) rejtélye. 1922-ben a Lick Observatóriumban dolgozó Mary Lea Heger fedezte fel csillagok színképeinek vizsgálata során, hogy azokban a csillagok és a Föld között elhelyezkedő anyag által okozott széles sávok mutatkoznak. A további vizsgálatok a vonalak forrásaiként számos lehetséges molekulát azonosítottak, azonban napjainkban is kérdés, hogy a lehetséges ezernyi közül pontosan

san melyek találhatóak meg a csillagközi térben. A Johns Hopkins University kutatóinak sikerült egy lépéssel közelebb jutni a probléma megoldásához. A kutatók két csoportban dolgozva készítették el ezeknek a rejtélyes molekuláknak a térképét. Az egyik csoport a Sloan Digital Sky Survey felmérés infravörös tartományban rögzített adatait használta fel a Galaxis zsúfolt, elsősorban a fősík körüli tartományainak vizsgálatára, mivel az infravörös sugárzás könnyen áthatol a csillagközi gáz- és porfelhőkön, így további csillagok vizsgálatára volt mód. A másik csoport a látható fény tartományában gyűjtött adatokat elsősorban a fősíktól távoli területekről – mintegy 60 ezer csillag színeke segítségével vizsgálták meg a csillagközi anyagot.



A rejtélyes csillagközi molekulák eloszlásáról készülő térkép (T.W. Lan, G. Zasowski, B. Meacutenard, SDSS-2MASS, IPAC-Caltech/NASA/NSF)

A térkép egyelőre nem teljes, de már így is érdekes minta rajzolódik ki a kutatók szemei előtt. Például a látható fény tartományában a látszólag a galaktikus fősík alatt és felett elhelyezkedő, mintegy félmillió csillag, galaxis és kvazár vizsgálata során kiderült, hogy a kérdéses molekulákban gazdagabb és szegényebb régiókat sikerült feltérképezni. Egyes molekulák a galaktikus gáz- és porfelhőkben fordulnak elő nagyobb mennyiségben, míg mások a csillagközi tér „üresebb” részeiben gyakoribbak. Az eredmények fontos alapot jelentenek majd például a későbbi labor kísérletek számára. Több esetben sikerült – első alkalommal a jelenség vizsgálatának történetében – a molekulák mozgási sebességét is mérni, ami a Galaxis dinamikájának, fejlődésének kutatása szempontjából jelent fontos eredményt.

Science Daily, 2015. január 9. – Molnár Péter

A Teremtés Oszlopain

A Hubble-úrteleszkóp egyik ikonikus felvétele a Sas-ködben levő, Teremtés Oszlopainak elnevezett három csillagközi gáz- és porfelhőről készült. Az éppen keletkező csillagokat rejtő felhők alakját a közelben levő fiatal csillagok intenzív sugárzása alakítja. Az eredeti, 1995-ben készült felvétel a Wide Field and Planetary Camera 2-vel készült, és rendkívül népszerűvé vált – ismeretterjesztő kiadványokban, filmekben és a legkülönfélébb ajándéktárgyakon köszön vissza. Nemcsak maga a kép, de a színvilága is közismert: számtalan gyönyörű felvételt csodálhattunk meg hasonló palettával. A színeket (kék: ionizált oxigén, zöld: ionizált hidrogén, vörös: ionizált kén) a szakemberek úgy választották meg, hogy a felvétel ne csak tetszetős legyen, de a háttérben zajló fizikai folyamatokról, az objektumok szerkezetéről is információt nyújtson.



A Teremtés Oszlopainak újabb, részletesebb felvétele (NASA, ESA, Hubble Heritage Team (STScI/AURA))

Húsz esztendő elteltével Paul Scowen (Arizona State University) és kollégái közzétették az Űrtávcső újabb felvételét a nevezte-

tes objektumról. Ez a felvétel már a 2009-ben felszerelt újabb kamerával készült, amelynek felbontása duplája az eredeti kamerának, így jóval finomabb részletek is előtűnnek. A jobb felbontás következtében egyértelműen látszik, hogy a felhő gáz- és poranyaga a határok mentén nem fokozatosan sűrűsödik (ahogyan eddig vélték), hanem hirtelen válik jelentősen sűrűbbé. A látható fényben készült felvétellel párhuzamosan készített infravörös kép pedig bepillantást enged a még a felhő anyagába burkolózó fiatal csillagok környezetére, így a szakemberek a csillagkeletkezési folyamatokat is figyellem kísérhetik. A 20 éves időkülönbséggel készült felvételpár nem csak szép és érdekes, de már ilyen rövid idő alatt is mutat változásokat a köd struktúrájában: néhány nagyobb gázáramlat alakja megváltozott, de még bizonyára számos apró különbség felfedezhető a két képen.

New Scientist Space, 2015. január 6. – Mpt

Nyomozás csillagkorongok után

A NASA WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) elnevezésű űrtávcsövet 2009 decemberében állították Föld körüli pályára a teljes égbolt négy különböző, az infravörös tartományba eső hullámhosszon történő feltérképezésére. Küldetésének első szakaszában összesen 745 millió objektumot figyelt meg, majd 2011-ben a szakemberek hibernálták. 2013. szeptemberi felébresztését követően programját NEOWISE néven folytatja, első sorban földközeli kisbolygókra vadászva.

A NASA által támogatott, a már ismert projektekhez (pl. Galaxy Zoo) hasonló Disk Detective (<http://www.diskdetective.org/>) célja a WISE és más, földi távcsövek által fotózott objektumok közül a fiatal, koronggal körülvett csillagok (YSO) kiválasztása későbbi vizsgálatokra. Alapvetően kétféle bolygókeletkezési környezet tűnhet fel a felvételeken. Az egyikük az általában 5 millió évnél fiatalabb, gázban gazdag, fiatal csillagok körül vagy fiatal csillagok halmazában található. Az 5 millió évnél idősebb korongokban ezzel szemben már kisebb-nagyobb szikla- és jégdarabok is megjelennek a korongban,

amely jellemzően koncentrikus körökből álló szerkezetet mutat (ilyen, a kisbolygó- vagy a Kuiper-övhez hasonló zóna veszi körül például a Vegát vagy a Fomalhautot is).

Ezek a korongok egyértelmű jelei az éppen zajló bolygókeletkezésnek. A csillagot körülölelő korong anyaga a csillag fényét elnyeli, ezáltal felmelegszik, és hősugárzást bocsát ki. Ennek megfelelően ezek a csillagok jóval fényesebbek az infravörös tartományban (pl. a vizsgált 22 nm-es hullámhosszon), mint korong nélküli társaik.

A WISE által azonosított nagyszámú infravörös forrás képét tartalmazó adatbázist számítógépes szoftverek már több alkalommal átvizsgálták a bolygókeletkezés kezdeti fázisában levő, koronggal övezett csillagok után kutatva. Azonban az emberi szem és agy még mindig a legpontosabb detektor, amely képes megkülönböztetni a valódi, a program számára értékes célpontokat az egyéb fényes infravörös forrásoktól, galaxisoktól, ködöktől és aszteroidáktól.

A fent említett honlap segítségével bárki bekapcsolódhat a keresésbe. Egy-egy célponttól egy 10 felvételtől álló „rövidfilmet” jelenít meg a rendszer, melynek egyes képeit különféle hullámhosszakon, különféle távcsövekkel (közük a WISE kamerájával) rögzítették. A 10 felvétel átnézése után (amelyen az objektum képe nem mozdulhat el erőteljesen, folyamatos kör alakot kell mutatnia, nem eshet több komponensre, nem nyúlhat jelentősen túl a megadott határokon) az oldal felhasználója egy kattintással a valóban érdekes célpontok kategóriájába sorolhatja az objektumot, amelyeket később további, részletes vizsgálatnak vetnek alá.

A projekt sikerét jól jelzi, hogy 2014 márciusában, alig két hónappal az indulás után számos résztvevő jelezte, hogy a rendszer már általuk kategorizált objektumot kínál fel. A fejlesztők eleinte szoftverhibára gyanakodtak, ám kiderült, hogy a napjainkig összesen 28 000 résztvevő ilyen rövid idő alatt végzett a programba bevont mintegy 278 000 objektum osztályozásával. A munka során eddig 478 jelöltet találtak, amelyek közül immár 37 biztosan bolygókeletkezési korongnak bizonyult.

Tekintettel a nagy érdeklődésre, a szakemberek további 140 000 ezer osztályozandó célpont hozzáadását tervezik az adatbázishoz a közeli jövőben. Ezzel és a későbbiekben még kibővített célpont-listával a kutatók remélik, hogy 2018-ra akár 3 millió egyedi osztályozás is születhet, amelynek eredményeként legalább 1000 biztos célpontot találnak. A nagyközönség legaktívabb tagjai pedig nem csak osztályozással járulhatnak hozzá a kutatásokhoz, de csatlakozhatnak a szakemberek által szervezett további megbeszélésekhez is.

NASA News, 2015. január 6. – Molnár Péter

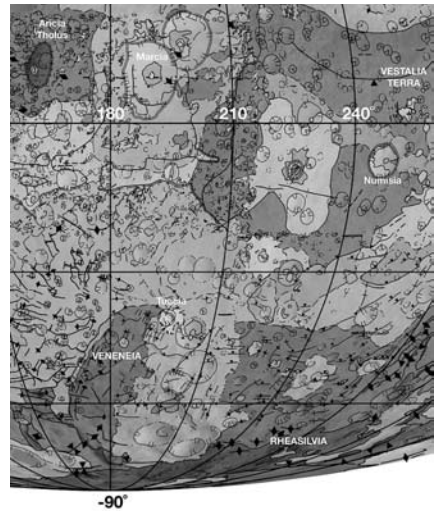
Hatalmas becsapódások nyomai a Vestán

A NASA Dawn nevű szondája 2011 júniusa és 2012 szeptembere között vizsgálta a fő kisbolygóöv második legnagyobb égitestjét, a Vestát. Az űreszköz felvételeiből David Williams (Arizona State University) és 14 kollégája a kisbolygó történetét próbálta rekonstruálni, az elsőként elkészített részletes geológiai és tektonikai térképek alapján, mintegy két és fél esztendő munka eredményeképp.

A kutatók munkája alapján egyértelmű, hogy az égitest igen nagy energiájú becsapódások egész sorozata formálta. A modellek szerint a két legősibb és legnagyobb becsapódás alakította ki a Veneneia és Rheasilvia kráterét, míg az egyik legfiatalabb, nagy becsapódás által kialakított formáció a Marcia-kráter.

A hasonló munka alapvető módszere a relatív korszála felállítása. Ennek során a kutatók aprólékosan feltérképezik az égitest krátereit, törésvonalait és egyéb felszínformációit olyan jelek után kutatva, amelyek egyértelműen eldönthetik a területen levő képződmények keletkezésének sorrendjét (pl. egy kráter falára települt kráter nyilvánvalóan később keletkezett). A sok apró, helyi részletből ezt követően van lehetőségük aprólékos munkával a teljes égitestre kiterjedő kronológiai sorrendet felállítani.

További probléma, hogy bár a formációk keletkezésének sorrendje ismert, mégsem köthető abszolút dátumokhoz. Ennek egyik oka, hogy a Vestáról származó bazaltos meteoritok



A Vesta geológiai térképének részlete
(NASA/JPL-Caltech/Arizona State University)

(HED, howardit-eukrit-diogenit) nem alkalmazható a Vesta valamely felszíni pontjához köthető pontos keletkezési dátum megállapítására. Az abszolút korszála felállításához így csupán kétféle modell áll rendelkezésre. Az egyik modell az Apollo-missziók alatt a Földre hozott holdi kőzetminták vizsgálatán alapul; a kőzetek korából a nagy holdi becsapódások időpontjaira lehet következtetni. Természetesen erősen kérdéses, hogy a holdi becsapódásokra alapozott időskála kiterjeszhető-e a Naprendszer teljesen más régióiban létező égitestekre. A másik modell a kisbolygó-becsapódások gyakorisága alapján állít fel abszolút korszálát – sajnálatos módon a két modellből számolt időpontok igen jelentős eltérést mutatnak.

Annyi bizonyos, hogy a Vestán a legősibb fellelhető kéreg anyaga még a Veneneia keletkezése előtről származik (amely 2,1 milliárd, illetve 3,7 milliárd esztendő a becsapódás-gyakoriságra, illetve a holdi korszálára alapuló skála szerint), majd ezt követően keletkezett Rheasilvia krátere (1 vagy 3,5 milliárd évvel ezelőtt). Az egyik legfiatalabb formáció, a Marcia-kráter pedig 120–390 millió esztendő lehet.

Science Daily, 2014. november 17. – Mpt