

# Csillagászati hírek

## Kormeghatározás szupernóvával

A röntgenkettősök olyan rendszerek, amelyekben egy neutroncsillag vagy fekete lyuk, illetve egy, a Napunkhoz hasonló csillag kering egymás körül. Az ilyen rendszerekben a születés után a nagyobb tömegű csillag hamarabb éli fel nukleáris üzemanyagát, majd élete végén szupernóvaként robban fel. Ennek eredményeképpen – a csillag kezdeti tömegétől függően – a már említett neutroncsillag, vagy fekete lyuk marad vissza, míg a rendszer másik tagja továbbra is valódi csillagként éli életét.

A röntgenkettősök az égbolt legfényesebb röntgenforrásai közé tartoznak. Ennek oka, hogy a roppant tömegű neutroncsillag, illetve fekete lyuk továbbra is anyagot fogad be társcsillagáról, amely anyag hőmérséklete a nagy tömegű objektumra zuhanás közben jelentősen emelkedik, így röntgentartományban sugározni kezd.



A Circinus X-1 környezetében elhelyezkedő gázfelhő

A kettős rendszerek korát – ami alatt a szupernóva-robbanás óta eltelt időt értjük – igen nehéz megállapítani. A NASA röntgentartományban működő Chandra-űrtáv-

csövének, valamint az Australia Compact Telescope Array rendszerének felhasználásával a Circinus X-1 jelű röntgenforrásban sikerült Tejútrendszerünk eddig ismert legfiatalabb röntgenkettősét azonosítani. Az eddig akár más galaxisokban is ismert rendszerek idős koruk révén csak arra adhattak választ, milyen állapotba fejlődhetnek ezek a párosok jóval a szupernóva-robbanást követő több százézer év alatt. Azonban a mindössze 4600 esztendő objektum röntgenkettősök fejlődésének korai és kritikus szakaszába enged bepillantást. A pontosormeghatározáshoz a Circinus X-1 röntgenforrás közvetlen környezetében levő anyag vizsgálata volt szükséges. Bár maga a forrás már évtizedek óta ismert, a neutroncsillag olyan fényes, hogy röntgentartományban teljesen elnyomja a környezetében levő anyag által kibocsátott sugárzást. Ezt ellensúlyozandó a kutatók a megfigyeléseket a neutroncsillag egy halvány periódusában végezték, így lehetővé vált az objektumot körülvevő csillagközi gáz eloszlásának vizsgálata is. Ezen adatok, valamint a rádiósugárzás jellemzőinek felhasználásával a szupernóva-maradvány kora is meghatározható volt – azaz a szupernóva-robbanás valamikor a fáraók legendás korszakában következett be.

*Chandra Photo Album, 2012.12.04. – Mpt*

## Exobolygó meglepő helyen

Egy nemzetközi kutatócsoportnak egy Naphoz hasonló csillag körül, ámde minden eddiginél nagyobb távolságban keringő exobolygót sikerült felfedeznie (az égitest egyúttal az University of Arizona munkatársai által elsőként talált Naprendszeren kívüli bolygó). A 11 Jupiter-tömegű égitest mintegy 650 CSE távolságban kering csillaga körül, amely a Naprendszerünk legkülső bolygójának tekintett Neptunusz átlagos távolságának mintegy 22-szerese. Rendki-

vüli naptávolságával a HD 106906b jelű égitest újabb megoldandó problémát jelent a bolygókeletkezési modellek számára, mivel a legtöbb elmélet szerint a bolygók első sorban csillagukhoz közelebb keletkeznek kisebb-nagyobb törmelékek összeütközése, összetapadása révén a csillagot körülvevő protoplanetáris korong anyagából.

Ez a folyamat ebben a távolságban azonban rendkívül lassú, ami gyakorlatilag lehetetlenné teszi a bolygók kialakulását. Egy másik modell szerint a külső tartományokban levő gázóriások a protoplanetáris korong egy részének gyors összeomlásából születnek meg, de ez az elmélet sem jelent megoldást. A korong ebben a távolságban ugyanis már nem tartalmazhatott elegendő anyagot egy ekkora tömegű bolygó kialakulásához. A harmadik lehetséges elképzelés szerint a csillag és a roppant messze keringő bolygójának kialakulása kettőscsillagok keletkezéséhez hasonlított. Ilyen esetekben a csillagközi hidrogénfelhőben egyszerre két, egymástól távolabb eső régióban indul be az anyag sűrűsödése. A két csomó egymástól viszonylag függetlenül fejlődik, de a közöttük levő tömegvonzás révén gravitációsan kötött rendszer alakul ki. Amennyiben ez a modell a helyes, a bolygó kialakulása során valamely okból nem volt képes megfelelő mennyiségű anyagot összegyűjteni a valódi csillaggá váláshoz. A kettőscsillaghoz hasonló módon való keletkezés elméletének apró hibája, hogy a kettős rendszerekben a megfigyelések szerint a csillagok tömege legfeljebb tízszeres értékkel tér el egymástól, míg a vizsgált bolygórendszerben a planéta tömege kevesebb, mint egy százada csillagának.

Az alig 13 millió évesnek becsült bolygó azért is érdekes, mert a csillag körül még észlelhető a törmelékcorong maradványa. A csillagtól nagy messzeségben található bolygó hőmérséklete mintegy 1500 Celsius-fok, így energiájának nagy részét az infravörös tartományban bocsátja ki.

A bolygó elkülönítéséhez természetesen igen jó felbontású felvételekre van szükség, amelyek csak légkórön kívüli műszerekkel, vagy adaptív optikával érhetők el. A kuta-

tók ez esetben a chilei Atacama-sivatagban levő 6,5 méteres Magellan távcsövet használták fel. A mintegy 585 aktuátorral felszerelt adaptív optika másodpercenként ezerszer korrigálta a tükör kis mértékű deformálásával a légköri zavarokat, így sikerült a bolygó sugárzását elkülöníteni a nála jelentősen forróbb csillagától. A bolygó és a csillag között fennálló valódi kapcsolatot a kutatók a Hubble Űrtávcső nyolc esztendővel korábban készült felvételeinek vizsgálatával ellenőrizték.

*Phys.org, 2013. december 5. – Molnár Péter*

## A szaturnuszi hatszög újabb képei

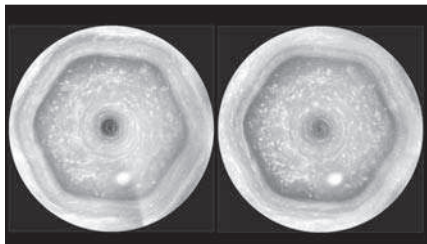
A Szaturnusz északi pólusa közelében elterülő szabályos hatszög formájú felhőalakzat nem új felfedezés, azonban a NASA Cassini űrszondájának köszönhetően nemrégiben sikerült elkészíteni a látványos képződményt nagy felbontásban bemutató mozgóképet is. Ehhez hozzájárult a Szaturnuszon az évszakok változása is, hiszen a nyár közeledtével az északi pólust csak 2012 végén kezdte el érni a napsugárzás.

Első alkalommal sikerült színszűrőkön keresztül felvett képekből összeállítani a 70. szélességi körtől északra elterülő teljes, mintegy 30 000 km átmérőjű alakzat mozgását bemutató felvételsorozatot. A hatszög oldalain nagyjából 320 km/órás szelek fújnak, miközben az egész struktúra a pólus körül elfordul. Hasonló objektum Naprendszerünkben máshol nem található.

Míg Földünkön egy tipikus hurrikán mindössze néhány hétig tart, a gyűrűs bolygón ez a felhőalakzat akár évtizedekig, vagy évszázadokig is fennmaradhat (hasonlóan a Jupiter Nagy Vörös Foltjához, amely szintén évszázadok óta bizonyosan létezik). Földünkön a forgószelek rövidebb élettartamának egyik oka, hogy a felszínnel vagy a jégtakaróval fellépő súrlódás következtében energiát veszítenek. Hasonló szilárd felszín hiányában ez az energiaveszteség nem létezik az óriásbolygók esetében.

A hatszög számos egyéb érdekességet is mutat. Nemcsak a hatszög forog a pólus

körül, de a hatszöget alkotó struktúrákban kisebb örvények is megfigyelhetők, amelyek éppen ellentétes irányban forognak. A legnagyobb örvény mérete körülbelül 3500 km (Holdunk átmérője), amely nagyjából kétszerese a Földön valaha észlelt legnagyobb hurrikán méretének.



A Hatszög mozgásáról készült mozgókép két pillanatfelvétele

A kutatók megvizsgálták a struktúrát alkotó részecskék jellemző méretét. Ennek során úgy találták, hogy a hatszög belsejében a kisebb részecskék vannak túlsúlyban, míg a viharzóna határain kívül éppen a nagyobb szemcsék dominálnak.

Földünkön az egyetlen hasonló képződmény az Antarktisz felett megfigyelhető ózonlyuk, amelyet a hatszöghöz némileg hasonló áramlások alakítanak ki. A lyuk területén belül a téli időszak kedvez az ózont lebontó folyamatoknak, míg a környező áramlás megakadályozza a lebomlott ózon utánpótlását. A Szaturnusz esetében a nagyobb aeroszol-részecskék sem juthatnak be a hatszög belsejébe, amely részecskék pedig a napsugárzás hatására keletkeznek a légkörben.

A 2017-es szaturnuszi nyári napfordulóig a pólus vidéke egyre több fényt kap majd, további kiváló lehetőséget biztosítva a hatszög vizsgálatára.

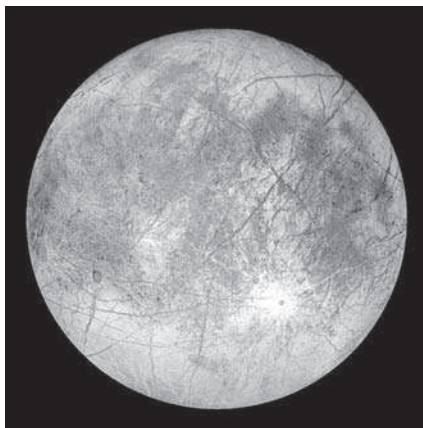
NASA JPL, 2013. december 4. – Molnár Péter

## Élethelemségek a Naprendszerben

A Naprendszerünkön belüli lehetséges – bár alacsony szintű – élet esetén legtöbbször a Mars kerül szóba. Azonban kedvező körülmények alakulhattak ki más égiteste-

ken is, amelyek egyike a Jupiter körül keringő Europa nevű hold. A Jupiter és a többi Galilei-hold által kiváltott árapályfűtésnek köszönhetően hatalmas, sós óceán helyezkedik el a több kilométer vastag jégtakaró alatt, amint ezt a Galileo szonda magnetométerének mérései is megerősítették. A legújabb eredmények szerint ráadásul a felszín alatti óceánban mélytengeri áramlások, vízkörzési mintázatok is megtalálhatók, amelyek elengedhetetlenek a felszín alatt a hó szállításhoz és így az esetleges élet fenntartásához.

Közvetlen vizsgálatok híján az áramlások létezésére a magnetométeres mérések mellett a jeges felszínen megfigyelhető ún. káoszterületek tanulmányozása mutat. Ezek a régiók a hold egyenlítőjének közelében rendeződnek el, kialakulásukhoz pedig az alsóbb áramlatok által fűtött és lassan mozgatott jégtáblák járulnak hozzá. Ezt számítógépes modellek is megerősítik: az egyenlítő közelébe hőt szállító, ott felemelkedő, majd a magasabb szélességeken, a pólusok közelében ismét lesüllyedő áramlatok hasonló alakzatokat alakítanak ki. Az áramlások természetete a Földön megszokottakra emlékeztet, hasonló áramlások némelyike segíti például elő az Antarktisz egyes részein a jéghegyek képződését.



Az Europa, a a Földön kívüli élet egyik lehetséges helyszíne

A megfigyelt és modellezett áramlások jelentős eltérést mutatnak a Jupiter és a Sza-

turnusz áramlási rendszereitől. A két belsőbb bolygóóriás esetén a felhősávokat a planéták gyors forgása alakítja ki, ezzel szemben az Europa óceánjának jellemzői inkább az Uránusz és a Neptunusz belső szerkezetére emlékeztetnek, amennyiben az áramlások három dimenzióban (azaz az előző két bolygótól eltérően magassági irányban is) zajlanak.

A jégholdakkal és a felszín alatt megbúvó óceánokkal kapcsolatos modelleket jövőbeli, a Jupiterhez indított szondák ellenőrizhetik majd. Ilyen lesz az ESA JUICE nevű szondája, amely a tervek szerint két szoros megközelítés során vizsgálja majd a jégfelszínt, illetve a NASA Europa Clipper nevű szondája, mely az egész felszínre kiterjedő méréseket fog végezni.

*Research and Development, 2013. december 5.  
– Molnár Péter*

## Kisbolygó-bányászat

Naprendszerünkben immár több százezerre rúg a felfedezett és katalógusokba vett kisbolygók száma, de teljes számuk minden bizonnyal milliókban mérhető. A nevezetes, a Tejútrendszerben fellelhető értelmes civilizációk számát meghatározni próbáló Drake-formula alapján Martin Elvis és kutatótársai nyomán megszületett egy újabb képlet, amely a bányászati szempontból értékes és érdekes kisbolygók számára próbál becslést adni. A képletben szerepel a kisbolygó típusa, várható értékes ércartalmának aránya, illetve a felhasználásával kapcsolatos gyakorlati nehézségeket leíró tényezők is.

A kisbolygók ismert kémiai összetételét figyelembe véve úgy találták, hogy az aszteroidák csak mintegy 4%-a tartalmazhat platinát és egyéb, hasonlóan értékes anyagokat. Ezen objektumoknak pedig alig fele lehet megfelelően gazdag ezekben az anyagokban kifizetődő bányászat megkezdéséhez.

A legnagyobb problémát jelen technikai szintünkön természetesen a kisbolygó elérése jelenti: gazdaságosan feljuttatni az égitestre a kitermeléshez szükséges eszközöket, valamint visszajuttatni az értékes nyersanyagot. A becslések szerint ebből a szempontból a

kisbolygók mindössze 2,5%-a érhető el a Földről. Ugyanakkor a célpontnak elég nagyoknak is kell lennie egy kifizetődő misszió érdekében, vagyis csak a körülbelül 100 méteres határnál nagyobb égitestek jöhetnek szóba.

Mindezen ismert és becsülhető tényezőt figyelembe véve jelenlegi technológiáinkkal alig tízre tehető a platina vagy hasonlóan értékes alapanyagok miatt bányászatra érdemes kisbolygók száma, és körülbelül 18 égitest lehet fontos jövőbeli emberes expedíciók vízzel történő ellátása szempontjából. A szakemberek szerint a becslések igen visszafogottak, a valóságban akár több száz, vagy több ezer érdekes kisbolygó-célpont is létezhet Naprendszerünkben – a szám pontosabb becsléséhez azonban természetesen további vizsgálatok szükségesek.

*New Scientist Space, 2013. december 5. – Mpt*

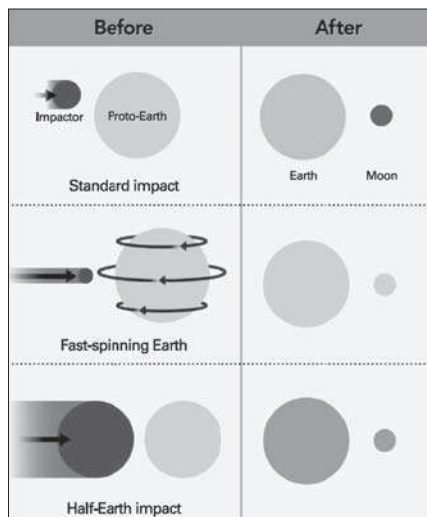
## Holdunk eredete: a nyomok a Vénusz felé vezetnek

A Hold eredetével foglalkozó legutóbbi nemzetközi tudományos konferencián felvetődött, hogy a Vénusz kémiai összetételének részletes vizsgálata nagyban alátámaszthatná a Hold eredetének legvalószínűbb ütközési modelljét.

Az Apollo-expedíciók által begyűjtött mintegy 382 kilogramm kőzet- és porminta laboratóriumi elemzése a Hold eredetének legátfogóbb magyarázatához vezetett. A kőzetek elemzésével, égimechanikai vizsgálatokkal, valamint számítógépes szimulációkkal támasztották alá a Hold kialakulásával kapcsolatos napjainkban leginkább elfogadott elméletet, amely szerint a Naprendszer kialakulásának első tízmillió évében a Mars bolygóval csaknem azonos méretű, hipotetikus ősi égitest, a Theia ütközött a Földdel. A gigantikus ütközés következtében nagy mennyiségű törmelék szóródott ki a világűrbe, ennek egy része megszökött a Föld környezetéből, de jó része bolygónk körüli pályán maradt, a tömegvonzás hatására csomósodott, égitestté formálódott: kialakult a Hold. A gigászi esemény során a Theia szétesett, ma már nem létezik. A maradék

anyag kisebb-nagyobb csomói, darabjai vagy kiszóródtak, vagy az ősi Holdba, illetve a hatalmas ütközés után újraformálódó Földbe ütköztek.

Azonban az elméletnek gyenge pontjai is vannak. Az elképzelésnek természetesen magyarázatot kell adniuk a Föld és a Hold kémiai összetételének hasonlóságára, azonos izotópösszetételére, a Hold kisebb átlagsűrűségére, valamint a Föld–Hold rendszer impulzusnyomatékára.



A becsapódásos elmélet alapvetően három lehetséges forgatókönyvet foglal magában, amelyek a becsapódó égitest méretében és a Föld forgásának sebességében térnek el egymástól. Az első esetben a Föld és a Hold kémiai összetétele eltérő lesz, míg a második esetben a kémiai összetétel egyező. A harmadik esetben kevert, de azonos kémiai összetétel az eredmény. Jelenleg a második és harmadik változat a leginkább elfogadott, azonban ezek is további finomításra szorulnak, mivel a Föld–Hold rendszerre jelenleg a modell előrejelzésétől eltérő forgási és kerinési jellemzőket eredményeznek.

Az elméletek ellenőrzése szempontjából igen fontos a meteoritok kémiai összetételének elemzése, és az eredmények összehasonlítása a Föld és a Hold ismert jellemzőivel. Ez

ugyanis támpontot adhat az ősi Theia kialakulásának közelítő helyére nézve. A belső Naprendszerben (a kisbolygók fő övezetéig) a tömeg 80%-a a Földben és a Vénuszban van jelen, így a Naprendszer kialakulása után is volt elegendő anyag egy becsapódó égitest kialakulásához. A konferencia egyik felvetése, hogy a Theia valahol a Föld és a Vénusz közötti térrészben jött létre, tekintve, hogy a marsi meteoritok elemzése alapján a vörös bolygó kémiai összetétele jelentős eltérést mutat a Föld–Hold rendszer jellemzőitől. Mivel azonban a belső naprendszer meteoritikus anyaga nem őrizte meg a Naprendszer ősi anyagát, ezért célszerű lenne a feltételezett keletkezési helyhez napjainkban is közel keringő Vénusz bolygó kémiai összetételének vizsgálata – ami azonban ismerve a bolygón uralkodó körülményeket, igen komoly technikai feladatot jelent.

*Science, 2013. október 11. – Tóth Imre*

## Kolláth Zoltán a „Sötét Égbolt Védőmezejé” lett

Egyesületünk egyik legfontosabb célja a csillagos égbolt látványának védelme, a fényszennyezés visszaszorítása. Ennek a feladatnak elnökünk, Kolláth Zoltán is elkötelezettje, eredményei közé tartoznak a hazai csillagoségbolt-parkok létrejötte, valamint a fényszennyezés megelőzésére szolgáló építési rendelkezések módosítása.

A Nemzetközi Csillagos Égbolt Szövetség (International Dark Sky Association, IDA) minden évben elismeréssel honorálja a csillagos égbolt védelméért kiemelkedően sokat tevő tagjait. A szervezet „Dark Sky Protector Award” („Sötét Égbolt Védőmezejé”) díját azok a személyek kapják, akik tevékenységükkel jelentősen segítik az IDA azon küldetését, hogy megőrizze az éjszakai égboltot a minőségi kültéri világítás létrejöttének elősegítésével. Az elismerésnek ezt a formáját 2011 óta ítéli oda az IDA, 2013-ban 20 díjat osztottak ki a novemberi éves közgyűlésen.

A díjazottak között szerepelt többek között az USA Nemzeti Park Szolgálat Éjszakai Égbolt Csoportja (egy fényszennyezést jel-

lemző mérőszám kidolgozásáért) és az Arizonai Egyetem (egy világítási rekonstrukcióért). A díjazottak döntő többsége amerikai, ezen kívül a magyar elismerés mellett egy indiai és egy német ismeretterjesztő, valamint egy holland szervezet kapott díjat. Kolláth Zoltán kitüntetését a teljes égboltot lefedő képfeldolgozásáért kapta, amelyet a csillagoségbolt-parkok fényszennyezési felméréséhez fejlesztett ki. Az ő módszerét használta az IDA a floridai tengerpartok fényszennyezettségi felméréseihez is. Az eljárással további magyarországi felméréseket is terveznek, a Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskolájában pedig egy PhD program is indul 2014-ben, ami további tudományos kutatásokat is lehetővé tesz a témában.

A Nemzetközi Csillagos Égbolt Szövetség ismerte el korábban a hazai két csillagoségbolt-parkot (Zselic és Hortobágy) a cím odaítélésével, 2003-ban pedig Déri Tamás, a Magyar Államvasutak világítási rekonstrukciójáért kapta meg az IDA Világítási Díját.

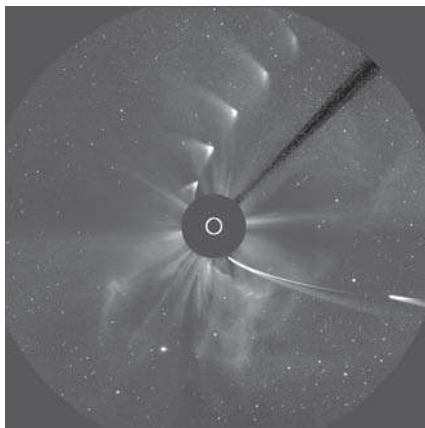
2013. december 17. – MCSE

## Az évszázad csalódása

A híradásoknak köszönhetően világszerte milliók várták a C/2012 S1 (ISON)-üstökös napközelségét, majd az előrejelzések alapján a november 28-i napközelséget követő csodálatos látványát. Az előrejelzések, legalábbis részben, az 1680-as Nagy Üstökös pályaelemeihez való hasonlóságra épültek, valamint a kezdeti hírek is bizakodásra adtak okot (l. pl. Meteor 2013/10.), a későbbi események azonban sajnálatos módon nem igazolták a várakozásokat.

A Naprendszer belső térségeibe első alkalommal érkező üstökös szeptember végén elhaladt a Mars mellett, amikor is a felszínen tartózkodó Mars Reconnaissance Orbiter is megfigyelhette. A Swift-űrtávcsővel végzett korábbi megfigyelések az üstökös magjára 5 km körüli becslést adtak, a későbbi modellek már mindössze 2 km-es átmérőt mutattak, míg az MRO megfigyelései szerint a mag 800 m-nél is kisebb volt.

A Nap megközelítése során az üstökös fénymenete is sok esetben és meglepő módon változott, miközben szeptembertől már amatörtávcsövekkel is megfigyelhetővé vált. Többek között a napkutató SOHO szonda felvételeinek köszönhetően a nagy figyelemmel kísért november 28-i perihéliumátmenet során azonban az üstökös a Nap intenzív sugárzásának, valamint az árapályerők hatására darabjaira szakadt és elpárolgott. Bár néhány jel (például a napközelség után kifejlődő kóma és csóva) alapján az optimista modellek szerint legalább az üstökös magjának egy darabja túlélte a napközelséget, a későbbi megfigyelések szerint ez a törmelékfelhő a későbbiekben tovább halványodott, a Hubble Űrtávcsővel végzett megfigyelések sem találták az esetlegesen visszamaradt törmelékét.



Az ISON-üstökös tündöklése és bukása a SOHO napkutató szonda november 27–20. között készült felvételein

A központi csillagunkat alig 1,2 millió km-re megközelítő napsúroló kométa, valamint a hozzá kapcsolódó várakozás emléke minden bizonnyal még évtizedekig emlékezetes marad. Addig is reménykedünk, hogy az üstökösök előrejelezhetetlen világában felbukkan egy valóban csodálatos látványt mutató csóvás égi vándor – az északi égbolton is.

Molnár Péter