

# Csillagászati hírek

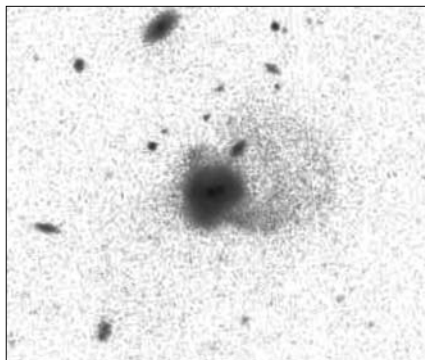
## A galaxismag megálljt parancsolhat a csillagkeletkezésnek

Erre a hatásra szolgáltatott minden eddigiénél meggyőzőbb bizonyítékot egy holland, magyar és olasz kutatókból álló csillagászcsoport. (A kutatócsoport tagja volt Fogasy Judit, az ELTE 2013-ban végzett csillagász MSc hallgatója, aki vonatkozó munkáját még egyetemi hallgatóként, nyári gyakorlatok során végezte.) Az általuk vizsgált 4C 12.50 jelű erős rádióforrás egy ultrafényes infravörös galaxisban található. Most felfogott sugárzása másfél milliárd éve indult felénk.

A galaxisokban a csillagok keletkezésének üteme a mintegy 10 milliárd évvel ezelőtti korszakban érte el a csúcstát, azóta folyamatosan csökken. Közvetlen kozmikus környezetünkben a spirálgalaxisok, mint a mi Tejútrendszerünk is, kényelmes, évi néhány naptömegnyi gázt felemlesztő tempóban alakítják át a csillagközi gázfelhők anyagát új csillagokká. Az óriási elliptikus galaxisokban azonban mostanra lényegében megszűnt a csillagkeletkezés. Hogy ennek a leállásnak mi lehet az oka, arra adott egy lehetséges választ a 4C 12.50 nagyfelbontású rádióinterferométeres vizsgálata. Tudjuk, hogy a legtöbb galaxis közepén megtalálható egy szupernagy tömegű fekete lyuk. Méretük a néhány milliótól a néhány milliárd naptömegig terjedő skálán változhat. Kiderült az is, hogy minél nagyobb egy galaxis, annál tekintélyesebb a magja: a galaxismagok és az azokat tartalmazó galaxisok tömege között meglepően szoros összefüggés áll fenn. Ez felveti azt a lehetőséget, hogy fejlődésük, növekedésük során meghatározó befolyással vannak egymásra.

Ha a mag aktív, a közvetlen közeléből a galaxis anyaga spirális pályán mozogva végül behull a fekete lyukba. A befogott „üzemanyag” nyugalmi tömegének megfelelő energia számottevő része eközben

elektromágneses sugárzás, illetve kétoldali, szimmetrikus plazmakiáramlások (jetek) formájában elhagyja a galaxismagot. A jetekből érkező intenzív rádiósugárzás volt most a kutatók segítségére. Ez hátulról mintegy megvilágítja a 4C 12.50 galaxisában a látóirányunkba eső csillagközi hidrogéngázt. Az atomos hidrogén (HI) a 21 cm-es hullámhosszú rádiótartományba eső szinképvonalában a sugárzás egy részét elnyeli. Az elnyelési szinképvonal mélységéből a gáz mennyiségére, hullámhossz-eltolódásából pedig a gázfelhők látóirányú sebességére lehet következtetni.



A 4C 12.50 jelű galaxis

Az már korábban is ismert volt, hogy a 4C 12.50 irányában számottevő a HI elnyelése, épp ezért vált az új megfigyelések célpontjává. Hogy a galaxison belül pontosan hol lép fel az elnyelés, azt csak nagyon hosszú bázisvonalú interferometriás (VLBI) mérésekkel lehetett megállapítani. A megfigyelési programban amerikai és európai rádióteleszkópok vettek részt. Ezek összehangolt méréseit kombinálva egy olyan képzeletbeli rádiótávcső állítható elő, amelynek szögfelbontását az egyes antennák közötti legnagyobb, akár sok ezer kilométeres távolság határozza meg.

Az érzékeny mérések alapján kiderült, hogy a gyors kifúvás a magtól mintegy 400 fényév távolságban ütközik a csillagközi anyag felhőibe. A déli, a látóirányunk felé mutató jetben a fényét megközelítő sebességgel mozgó plazma kölcsönhatásba kerül a hideg csillagközi hidrogéngázzal, eltávolítva azt a galaxis központi vidékéről. A gázt a becslések szerint évente 20–30 naptömegnyi veszteség érheti. A teljes felhőben kb. 16 ezer naptömegnyi anyag található. Sikertült tehát közvetlen bizonyítékot találni a jet és a csillagközi anyag – a későbbi itteni csillagkeletkezésre nézve végzetes – kölcsönhatására.

Emellett egy másik elnyelési szinképvonalat, és az azért felelős sűrű gázfelhőt is lokalizáltak a maghoz sokkal közelebb, a szimmetrikus jet-pár ellenkező, északi oldalán. Ennek a tömege legalább 140 ezerszerese a Napénak, kiterjedése megközelíti a 200 fényévet. A 4C 12.50 egy olyan galaxismag, amelyben az aktivitás korábban valószínűleg már leállt, majd később újraindult. A régebbi aktív időszak maradványai a galaxis külső részén, mint halvány, kiterjedt rádiósugárzó felhők jelennek meg. A jeteknek a csillagközi anyagra gyakorolt „kisöprő” hatása egy galaxis élete során ciklikusan, akár többször is működésbe léphet. A hatás minden bizonyítással akkor a legnagyobb, amikor az aktív galaxismag még fiatal: a beinduló jetek kezdetben hatékonyan megtisztítják a galaxis központi vidékeit a gáztól. Utána már csak a „rend” fenntartására van szükség. Könnyen meglehet, hogy általában az elliptikus galaxisok – amilyené majd a 4C 12.50 most még aktív csillagkeletkezést mutató anyaggalaxisa válik – csillagközi anyagától való „megtisztításában” a rádiójetek meghatározó szerepet játszanak.

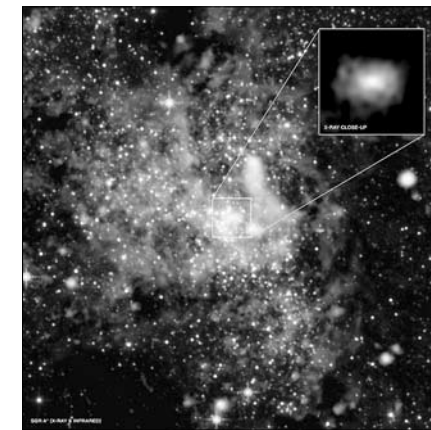
2013. szeptember 6. – Frey Sándor

## Diétázik a központi fekete lyuk?

Ahogy minden nagy galaxis magjában, saját Tejútrendszerünk középpontjában is egy ún. szupermasszív fekete lyuk foglal helyet, amely mintegy 4 millió naptömegnyi anyagot zár magába. Ez a fekete lyuk a

Sagittarius csillagkép irányában helyezkedik el Földünkötől mintegy 26 ezer fényév távolságban, detektálására pedig a bele hulló, eközben pedig felforrósodó gázanyag által kibocsátott röntgensugárzás segítségével van mód. Ezen egzotikus objektum kutatása igen fontos, hiszen ez a hozzánk legközelebbi, így részleteiben is vizsgálható óriási tömegű fekete lyuk. Régóta kérdéses azonban, hogy a saját, Sgr A\* névvel ellátott fekete lyukunk miért olyan halvány röntgentartományban.

A kérdés megválaszolásához a röntgentartományban működő Chandra űrtávcsővel a kutatók az eddigi egyik leghosszabb megfigyelés-sorozatát hajtották végre, amelynek során 2012-ben összesen mintegy 5 héten keresztül figyelték a fekete lyuk körüli térséget. A vizsgált terület a mellékelt, mintegy fél fényévnek megfelelő térszert lefedő fényképünkön is tanulmányozható, amely a Chandra által röntgentartományban, a Hubble űrtávcső által pedig a látható és a közeli infravörös fény tartományában rögzített felvételekből készült montázs.



A fekete lyuk közeléből induló röntgensugárzás forrása a fekete lyuk által már befogott, a középpont irányába eltérített forró gázanyag, amely gázanyagot pedig a fekete lyukat korongként körülvevő, infravörös tartományban megfigyelhető fiatal, nagy tömegű csillagok bocsátották ki csillagszél formájában.

Az eredmények szerint a fekete lyuk irányából érkező gyenge röntgensugárzás oka, hogy a fekete lyuk körül örvénylő gázanyag igen csekély hányada, kevesebb, mint 1%-a éri el a fekete lyuk eseményhorizontját, azaz hullik bele a lyukba. Az anyag nagy része ugyanakkor kidobódik a fekete lyuk környezetéből. Ez a kidobódott anyag ugyanakkor szintén jelentős szerepet játszik a fekete lyuk táplálásában: a közelben örvénylő, a lyuk körül keringő anyagnak elsősorban sebességet kell veszítenie, hogy a fekete lyuk irányába hullhasson – a sebességvesztést pedig az ott levő gázanyaggal való ütközés is elősegíti.

A további megfigyelések segítenek majd megérteni a fekete lyuk környezetében levő csillagok és gázfelhők mozgásának hatásait, valamint magyarázatot adhatnak a rádiótarományban megfigyelhető, a forró és világító anyag előtt megjelenő „árnyék” természetét illetően a fekete lyuk eseményhorizontjának közelében.

*Chandra X-ray Photo Album, 2013. augusztus 29. – Molnár Péter*

### Csillagok ólomsúlyú felhők alatt

Simon Jeffery (Armagh Observatory) és munkatársai héliumban gazdag forró szub-törpéket vizsgálnak, melyek különlegessége, hogy kevesebb hidrogént és több héliumot tartalmaznak, mint normál társaik. Három évvel ezelőtt egy ilyen objektumról (LS IV-14 116) már kiderítették, hogy a légkörében rendkívül magas a cirkónium koncentrációja, most pedig két olyan szub-törpét azonosítottak, melyek atmoszférájában az ólom fordul elő hasonlóan magas, a Napét tízezerszeresen meghaladó arányban. A két objektum a HE 2359-2844 (távolság: 800 fényév, Sculptor csillagkép) és a HE 1256-2738 jelű (távolság: 1000 fényév, Hydra csillagkép) csillag. A felfedezés az ESO VLT távcsőegységének archívumában hozzáférhető spektrumok alapján történt, ezekben a kutatók olyan színképi jegyeket találtak, melyek egyetlen, az adott csillagok légkörében várt elemhez sem tartoztak. Némi nyomozómunka után

azonban kiderült, hogy a vonalakat az ólom produkálta.

A 82-es rendszámú ólom az egyik legnehezebb, a természetben előforduló kémiai elem. Emiatt nem is túl gyakori, a Napban minden 10 milliárd hidrogénatomra jut egy ólomatom. A HE 2359-2844 és a HE 1256-2738 körülbelül 38 ezer fokos atmoszférájában található ólomatomok a magas hőmérséklet miatt háromszorosan ionizáltak (három elektronjukat elvesztették). Az így létrejött ionok által produkált színképvonalak alapján megbecsülhető az elem koncentrációja a csillagok légkörében, ami a már említett értékek adódott. A HE 2359-2844 esetében hasonló értéket kaptak az yttrium és a cirkónium gyakoriságára is, így az LS IV-14 116 jelű cirkóniumcsillaggal együtt ezek az objektumok immár egy új csoportot alkotnak, ők a „nehézfém szub-törpék” (heavy metal subdwarfs). (A kemény zenét kedvelők a „heavy metal” lefordításától akár el is tekinthetnek...)

Jeffery és kollégái úgy vélik, hogy ezek az objektumok jelenthetik a kapcsolatot a Napnál harminc-negyvenszer nagyobb méretű vörös óriások és csillagunk átmérőjénél mintegy ötször kisebb, de jóval forróbb és fényesebb kék szub-törpék között: néhány vörös óriás vastag hidrogénburkát elveszítve forró szub-törpévé, vagy csak a héliumban feldúsult magját megőrző héliumcsillaggá húzódik össze, ennek során a sugárnyomás a kémiai elemeket szeparált rétegekbe rendezi a csillag légkörében, mely rétegekben az adott elem gyakorisága akár tízezerszeresére is növekedhet. Megfelelő magasságban és koncentrációértéknél a felhői aztán „láthatóvá” – spektroszkópiai úton kimutathatóvá – is válnak. A kutatók szerint az új felfedezés egy példa erre a ritka eshetőségre. Becslésük alapján az ólomréteg vastagsága mintegy 100 kilométer, tömege pedig 100 milliárd tonna körüli.

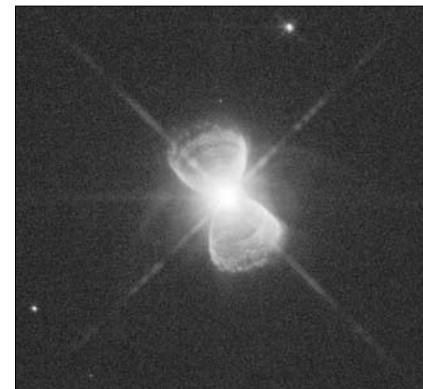
A csoport további nehézfém szub-törpék esetében is próbál bizonyítékot szerezni a rétegződési folyamatra, illetve a rétegzett szerkezetre, és újabb információkat gyűjteni arról, hogy a sugárnyomás hatására időben

miként változik ez a struktúra, ami azért rendkívül fontos, mert ezen ritka csillagok esetében sem az nem ismert, hogy pontosan miként keletkeznek, sem az, hogy jelen állapotuk után mivé fejlődnek.

*Science Daily, 2013. augusztus 1.  
– Kovács József*

### Iránytű-planetáris ködök

A NASA és az ESA által üzemeltetett Hubble Űrtávcsővel, illetve az ESO New Technology Telescope rendszerével a kutatók közel 130, a galaktikus dudorban elhelyezkedő planetáris ködöt vizsgáltak meg. Ezen objektumok Napunkhoz hasonló, kis tömegű csillagok élete végén keletkeznek, amikor a vörös óriássá felfúvódott csillag külső rétegeit a csillagközi térbe dobja le, mely gázanyagból a változatos formájú, látványos planetáris ködök keletkeznek. Az alapvetően háromféle csoportba sorolható planetáris ködök közül a kutatók az ún. bipoláris ködöket vizsgálták alaposan, amelyek jellemzően homokóra vagy pillangó alakú képződmények.



Egy szép bipoláris planetáris: a PN Hb 12 (Hubble 12) jelű objektum

A vizsgált planetáris ködökre jellemző, hogy sem maguk a ködösségek, sem pedig a szülőcsillagok semmiféle kapcsolatban nem állnak egymással. Mégis, a kutatók arra a meglepő eredményre jutottak, hogy míg a többi planetáris köd tengelyei a várakozá-

soknak megfelelően véletlenszerű irányokba mutatnak, a bipoláris planetáris ködök hossz tengelye párhuzamos Galaxisunk fősíkjával.

Az eredmény azért is meglepő, mert a modellek szerint a bipoláris planetáris ködök hosszúság alakját azok a jetek alakítják ki, amelyek a csillag egyenlítőjére, illetve a csillag körüli esetleges bolygórendszer síkjára merőlegesek. A hossz tengelyek megfigyelhető irányultsága pedig arra utal, hogy ezek a bolygórendszerek merőlegesen keringtek a galaktikus fősíkra, azaz merőlegesen azon gázfelhőkre is, amelyekből kialakultak.

A megfigyelt jelenségre magyarázat lehet maga a galaktikus dudor, annál is inkább, mert a kozmikus szomszédságunkban – a dudortól jóval távolabb – megfigyelt bipoláris planetáris ködöknél ilyen szabályos irányultságot nem sikerült észlelni. A hatáért felelős lehet a Galaxis középpontja körül keringő, a dudort alkotó objektumok által létrehozott erős mágneses tér, amely azonban nem csak a planetáris ködökre lehetett fontos hatással, de lényeges szerepet játszott Galaxisunk múltjában is.

*Hubble Science Release, 2013. szeptember 4.  
– Molnár Péter*

### Nincs minden veszve a Kepler-űrtávcsővel

Mint ismeretes, a 2009-ben felbocsátott Kepler Űrtávcső pontos „célrattartásáért” felelős négy giroszkóp közül kettő meghibásodott, így a továbbiakban nem biztosítható az űreszköz eredeti programjának folytatása. A szonda ugyanis az égbolt egy meghatározott területén található, előre kiválasztott csillagok fényváltozásainak rendkívül pontos méréseivel detektálta a csillagok előtt áthaladó exobolygókat, azonban a stabil fényességméréshez a műszer nagyon pontos irányban tartása szükséges.

A szakemberek szerint azonban nincs minden veszve. A javaslat szerint ahelyett, hogy az eddigi programnak megfelelően viszonylag nagy méretű, fősorozati csillagok körül keringő bolygók felfedezésére

koncentrálják (ahol a bolygó csillaghoz képesti igen csekély mérete által okozott nagyon apró fényességcsökkenéshez szükséges lenne a pontos pozicionálás), érdekes lehet fehér törpék körül keringő bolygók keresésére használni az űreszközt. Bár jelenleg még nem ismerünk fehér törpe körül keringő exobolygókat, a fehér törpék jóval kisebb mérete következtében a Földhöz hasonló méretű bolygók sokkal jelentősebb fényességcsökkenést eredményeznek, ami a szonda korlátozott pontosságával is kimutatható. Ráadásul az exobolygók kutatásának eddigi története jól példázza, hogy egészen szokatlan környezetben: felfűvódott vörös óriásokhoz roppant közel, vagy éppen pulzárak körül is előfordulhatnak bolygók.



A Kepler űrteleszkóp a földi összeszerelés után

A szakemberek becslései szerint a fehér törpéhez közel keringő, a Föld és a Jupiter közötti méretű bolygó akár a csillag lakhatósági zónájában, azaz 0,03 csillagászati egység (alig 4,5 millió km) távolságban is kimutatható lenne, az optimista becslések szerint pedig akár Hold-méretű égitestek is detektálhatók a módszerrel.

A tervek szerint a Kepler segítségével mintegy 200 napos megfigyelési kampány során 10 ezer, az SDSS felvételeiről már ismert fehér törpét vizsgálnának meg alaposan, amely során mintegy 100 exobolygó kimutatását remélik. Amennyiben pedig valóban sikerült exobolygókat lelni, ráadásul a csillagok körüli lakhatósági zónában, ezek kiváló jelöltek lesznek a jövőbeli James Webb Űrtávcső számára, amely képes lesz különféle biomarkerek (pl. molekuláris oxigén) jelenlétének kimutatására is.

*Universe Today, 2013. szeptember 3. – Mpt*

### Az első kisbolygó-leszállás

„2001. február 12-én a NASA-Shoemaker űrszonda a történelemben elsőként szállt le egy kisbolygó felszínére. A leszállás körülményei példátlanok voltak: a NEAR nem rendelkezett a leszálláshoz szükséges fékező- és irányítórendszerrel, illetve leszállólábakkal. A NEAR program vezetői azonban egy jól megtervezett menetrend segítségével képesek voltak az űrszondát úgy letenni az Eros felszínére, hogy az a landolás után is működőképes maradt.

A leszállás lehetősége már a NEAR felbocsátása előtt is szóba került, de akkor még senki nem gondolta komolyan. A program végének közeledtével azonban már ismerték az Eros domborzatát, nehézségi erőterét, és reális esélyt láttak a landolásra. A leszállásra kijelölt hely a kisbolygó középső mélyedésének, a nyereg formájának a pereme volt, kb. az a terület, ahol a nyereg és a »normál« felszín közötti átmeneti zóna húzódik. [...] A nyeregről már korábban is tudták, hogy kevés fiatal krátert tartalmaz [...]. Emellett fontos volt, hogy lapos megvilágítási szög legyen azokon a területeken, amelyek felett a leszállás során elrepül a szonda. [...]

Az ereszkedés utolsó 5 km-en 69 képet készített és közvetített a szonda, amelyek egyre nagyobb részletességgel mutatják a felszínt. Az utolsó felvételt 120 m-rel a felszín

felett rögzítette egy kb. 6 m átmérőjű területről, közel 1 cm-es felbontással. [...] A landolás 2001.02.12-én kb. 20:01:52 UT körül történt, 1,5–1,9 m/s közötti sebességgel. Ha volt is némi bukácsolás ezután, az nem lehetett komoly, feltehetőleg egyet fordult a szonda, majd teste és két napelemtábla sarkán megállt. [...] A landolás az előre tervezett helytől mindössze 200 m-re történt. A szonda alján levő kamera valószínűleg elpusztult, de például a törekeny napelemtáblák és a magnetométer is épségben maradtak. A leszállás után szinte azonnal sikerült fogni a NEAR rádiójeleit. [...]”

A 2001-es esztendő igen eseménydús évként bizonyult. A Meteorból idézett, a történelem első kisbolygóra történő leszállása a Naprendszer őszanyagát megőrző égitestek kutatásának új fejezetét nyitotta meg.

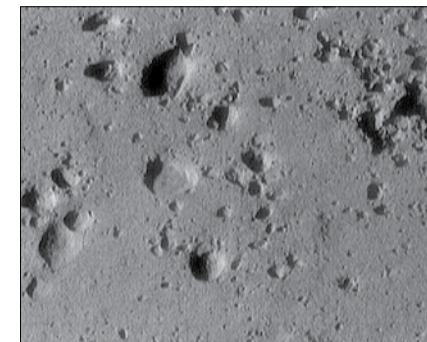


A (433) Eros kisbolygó a NEAR szonda felvételén

A közben eltelt időben az ismert kisbolygók száma megsokszorozódott, kirajzolódott egy másodlagos kisbolygóöv a Naprendszer külső vidékein, amely tömegében – és jelentőségében – is összemérhető a jól ismert aszteroidaövvvel. E külső régiók égitestjei pedig a legújabb eredmények szerint időről-időre a legkülső bolygók trójai kisbolygóivá is válhatnak (l. következő cikkünket). Magáról az Erosról pedig több cikk is megjelent folyóiratunkban, feldolgozva a NEAR szonda eredményeit.

A 2001-es év volt valójában a harmadik évezred első éve, amelyben számos egyéb jelentős esemény is történt. Ebben az évben ünnepelte például folyóiratunk 30. születés-

napiját. Nem kevésbé fontos esemény, hogy 2001-től üzemelteti az MCSE a Polaris Csillagvizsgálót, azaz immár 13. esztendeje. 200 éves évfordulóját ünnepelhették az első kisbolygó, a Ceres felfedezésének – szintén kapcsolódva a kisbolygók kutatásához –, melyet számos aszteroida felfedezése követett, nem utolsósorban az Égi Rendőrséget egy évvel ezelőtt megszervező Zách Ferenc Xavárnak köszönhetően.



Az utolsó felvételek egyike (a kép átlója kb. 12 méter)

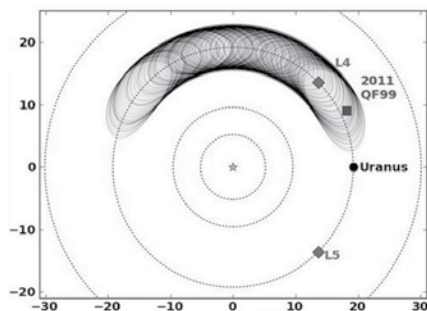
A digitális technika érezhetően egyre nagyobb jelentőségre tesz szert, a Meteor hasábjain cikksorozatok foglalkoznak a CCD-kamerákkal és digitális fényképezőgépekkel végezhető munkák fogásairól. A különféle úrállomásokról szóló cikksorozathoz kapcsolódik, hogy az 1986-ban felbocsátott szovjet Mir úrállomást 2001-ben tervezett módon visszairányították a légkörbe, így semmisítve meg a 15 évig szolgálatot teljesítő úrállomást, melynek darabjai Ausztráliától keletre zuhantak az óceánba. Természetesen az emberek Föld körüli pályán való jelenléte nem ért véget, sőt: ebben az esztendőben látogatott az első „űrturista” a Nemzetközi Űrállomásra Dennis Tito személyében, aki mintegy 20 millió dollár ellenében tölthetett egy hetet a világűrben.

*Meteor 2001/2. – Kereszturi Ákos, Molnár Péter*

## Trójaiak a Naprendszer peremén

A Jupiter esetében közismertek a trójai kisbolygók, amelyek az óriásbolygó pályáján keringenek, a gázóriást 60 fokkal megelőzve, illetve lemaradva tőle. Ezekben a pontokban a bekerült kisebb testek hosszabb ideig is stabilan megmaradhatnak a két nagy tömegű égitest (ebben az esetben a Nap és a Jupiter) gravitációs rendszerében.

A jelek szerint azonban trójai kisbolygók a Naptól jóval messzebb is előfordulhatnak. A University of British Columbia kutatói szerint a 2011 QF99 például az Uránusz (eddig egyetlen ismert) trójai kisbolygója, amely a Nap körül az óriásbolygó „előtt” halad. A felfedezés azért érdekes, mert a kutatók korábban valószínűtlennek tartották ebben a külső térrészben trójai kisbolygók létezését, tekintettel a közelben levő óriásbolygók gravitációs zavaró hatásaira.



Annak eldöntésére, hogy a mintegy 60 km átmérőjű égitest valóban az Uránusz pályáján halad-e, és tekinthető-e trójai kisbolygónak, a kutatók igen kiterjedt Naprendszer-szimulációt futtattak. A meglepő eredmények szerint bármely időpillanatban a Jupiter és a Neptunusz közötti szórt korong objektumainak akár 3%-a is az Uránusz vagy a Neptunusz trójai kisbolygójaként kering a Nap körül. Ez az érték sokkal magasabb, mint az eddigi becslések.

A szimulációk szerint ezek az átmeneti objektumok időről időre a két külső gázóriás Lagrange-pontjaiba kerülhetnek, ott trójai kisbolygóként keringenek, majd bizonyos idő múlva akár ki is szabadulhatnak onnan.

A modellek szerint a 2011 QF99 néhány százmillió évvel ezelőtt vált az Uránusz trójai kisbolygójává, és körülbelül 1-3 millió év múlva meg is szűnik trójai kisbolygóként keringeni: ekkor kentauro típusú objektumként folytatja életét a Naprendszerben.

A külső bolygók trójai kísérőinek és a külső térségekben keringő objektumok további kutatása is fontos, hiszen ezek bepillantást engednek a Naprendszer jelenleg is folyó fejlődésének folyamataiba, illetve az égitestek vándorlásának megértését segíthetik elő.

*Space Daily, 2013. szeptember 3. – Mpt*

## Bakos Gáspár és a HATNet csapat Magyar Örökség-díjas

2013. szeptember 21-én az MTA székházának dísztermében ünnepélyes külsőségek között adták át a Magyar Örökség-díjakat a legújabb kitüntetetteknek. Exobolygófeldezéseiről ezt az elismerést érdemeltek ki Bakos Gáspár és a HATNet program is.

Bakos Gáspár már egyetemi hallgatóként kidolgozta – legalábbis fejben – az exobolygókereső programját. Ő az addig uralkodó radiálissebesség-mérő eljárás helyett azt a módszert választotta, amelynél a csillag fényességének időbeli lefutását vizsgálva olyan halványodásokat keres, amelyeket a bolygó okoz, amikor keringése során átvonul a csillaga előtt, és kitakarja a csillag felületének egy kis részét.

Az exobolygók fotometriai kimutatása nem egyszerű feladat. Bakos Gáspár a programjának végrehajtásába újonnan gyártott saját távcsövekkel kezdett bele. Ezek elkészítése egy magyarokból álló kis csapat szakmai jártasságára és lelkesedésére épült. Kiket Bakos Gáspár felkért az együttműködésre: Lázár József szoftverfejlesztő, Papp István elektromérnök és Sári Pál gépészmérnök, a Magyar Csillagászati Egyesületből ismerték egymást. A meglévő szakértelem mellett persze a műszerek előállítási költségét is elő kellett teremteni. Hazai forrás híján az akkor már az USA-ban élt Bohdan Paczyński lengyel csillagász támogatta a projekt elindulását. Bakos Gáspár pedig a csillagász diploma

megszerzése után az USA-ban kezdte meg a kutatómunkát, és vitte sikerre a HAT-projektet (HAT = Hungarian Automated Telescope), amelyben kis távcsövek gyakorlatilag autonóm módon észlelik az égbolt bizonyos területeit, a kapott adatokat számítógépre továbbítva. A hatalmas adattömeg kiértékelésére sem voltak bevált módszerek. Ezek kidolgozásában vállalt jelentős szerepet az évtizedek óta csillagászati idősorok elemzésével foglalkozó Kovács Géza. Az adatok kiértékelésében pedig számos fiatal magyar csillagász vesz részt a projekt amerikai közreműködői mellett.

A HAT további távcsövekkel bővült, így a HAT-ból HATNet lett Budapesten, Arizonában és a hawaii Mauna Kea csúcán működő távcsövekkel, az égbolt déli felének észlelésére pedig létrejött a HAT South projekt, amelynek távcsöveit chilei, namíbiai (Dél-Afrika) és ausztrál obszervatóriumok fogadták be. Mindehhez további pénzforrás kellett, amit ekkor már elnyert amerikai pályázatok költségvetése biztosított. A fényességadatokból kimutatott jelöltekről azonban meggyőző módon igazolni kell, hogy azok tényleg exobolygók. Ehhez spektroszkópiai megfigyelések is szükségesek, amelyeknél megint előny, hogy Bakos Gáspár a Harvardról (illetve újabban Princetontól) pályázik távcsőidőre.

A HATNet projekt teljesítményének hiteles megítéléséhez álljon itt néhány kifejező számadat. Az első fedési exobolygó 2000-ben vált ismertté. Bakos Gáspár kutatócsoportjának sikersorozata 2006-ban kezdődött a HAT projekt első exobolygójának felfedezésével. A Naprendszeren kívüli bolygókkal kapcsolatos kutatási eredmények naprakész nyilvántartása, az on-line elérhető The Extrasolar Planet Encyclopaedia (<http://www.exoplanet.eu>) szerint jelenleg 95 különféle projekt keretében keresnek exobolygókat földi távcsövekkel. Ezek közül legalább egy exobolygót 15 projekt keretében fedeztek fel, tehát eddig csupán minden hatodik projekt volt sikeres. Ez a statisztika azonban egybenemossa a különféle módszerekkel végzett kutatásokat. Ha csakis a fényességmérésen alapuló keresőprogramokat tekintve 36 pro-

jektből mindössze 4 büszkélkedhet exobolygófeldezéssel. Legtöbbet (65-öt) az angol SuperWASP keretében találták, és a második helyen következnek a HATNet 46 csillag körül keringő 53 bolygó felfedezésével. Teljesítményéért Bakos Gáspár 2011-ben megkapta az Amerikai Csillagászati Társaság fiatal csillagászoknak odaítélhető Newton Lacy Pierce-díját.

Hogy mennyire fontos a csillagászatban az exobolygók keresésének témája, azt legjobban az mutatja, hogy kifejezetten fotometriai vizsgálatokat végző űrtávcsöveket – azaz igen költséges eszközöket – is bevetettek a távoli bolygók kimutatására. A Kepler űrtávcső működésének négy éve alatt a 155 biztos exobolygón kívül 3000-nél több exobolygó-jelöltet talált.



Az eddig felfedezett 942 exobolygó tulajdonságai alapján nyilvánvaló, hogy a bolygók és bolygórendszerek keletkezésére vonatkozó korábbi modellek lényeges átdolgozásra szorulnak. Az ismertté vált exobolygók lát-szólag nagy száma ellenére a Földünkhöz hasonló bolygót még nem fedeztek fel, csak jóval nagyobbakat. A Föld és a földi élet keletkezésének megértéséhez viszont saját bolygónk minél több „ikertestvérét” kell megtalálni. Ezért is olyan népszerű kutatási téma napjainban az exobolygók keresése.

Gratulálunk a kitüntetett magyar hivatásos és amatőr csillagászoknak!

*Szabados László*