



Csillagászati hírek

Galaktikus szupernóvák

Az ESA INTEGRAL nevű műholdjának adatai alapján Roland Diehl (MPIEP) és kutatócsoportja a Tejútrendszerben fellelhető alumínium-26 izotóp radioaktív bomlásakor kibocsátott gammasugárzást vizsgálták. Ez a 740 ezer év felezési idejű ritka izotóp szupernóva-robbanások során keletkezik, a bomlásakor kibocsátott 1809 keV karakterisztikus energiájú gammafotonok szinte akadálytalanul áthaladnak a csillagközi tér gáz- és poranyagán, így felhasználhatóak az ^{26}Al izotóp eloszlásának vizsgálatára. Egy-egy szupernóva robbanása kb. tizedes naptömegnek megfelelő mennyiségű ^{26}Al -ot állít elő. Az INTEGRAL adatai szerint durván 2,8 naptömegnyi ^{26}Al látszik a Tejútban, azaz kb. 20 ezer szupernóvának kellett felrobbanni az elmúlt évmilliók során. A robbanások diffúz gammafénylést hagytak hátra, amelynek nagy része a Galaxis belső térségében észlelhető, ahol a nagy tömegű csillagok túlnyomó része előfordul. Eszerint a Tejútrendszer nagytömegű csillagai közül átlagosan 50 évente egy robban fel szupernóvaként. A kapott eredmények felhasználhatók a csillagok keletkezési ütemének meghatározására is: a számítások szerint a Tejútrendszerben évente átlagosan kb. 4 naptömegnyi gáz alakul át csillagokká. Figyelembe véve, hogy a csillagok nagy része a Napnál kisebb tömegű, várhatóan 7 ± 3 csillag jelenik meg esztendőnként. A vizsgálat megerősíti azt, amit a csillagászok már évtizedek óta gyanítanak: már régóta esedékes egy

újabb galaktikus szupernóva-robbanás. A legutóbbi ilyen jelenség, amiről adataink vannak, immár több mint 320 éve történt; ennek maradványa a Cassiopeia A rádió- és röntgenforrás. Természetesen ez a néhány száz év kozmikus időskálán rendkívül kicsiny időtartam, így pontos előrejelzés nem adható. A korábbi kutatások is arra mutattak, hogy évente néhány naptömegnyi gázanyag alakul át csillagokká, illetve az évszázadonként megfigyelhető szupernóvák száma 1–3 körül lehet. Az új módszernek nagy előnye, hogy közvetlenül saját Tejútrendszerünket vizsgálja, emellett pedig függetlenül megerősíti a közvetett eljárások eredményeit. (*SkyandTelescope.com 2006.01.04. – Molnár Péter*)

Száműzött csillagok

Warren Brown (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) és munkatársai az arizonai MMT Observatórium műszereivel két új hipersebességű csillagot találtak, amelyek idővel végleg elhagyják a Tejútrendszert. Mindkettő fiatal csillag, kb. négyszeres naptömeggel, és sorsuk az intergalaktikus térben magányos sodródás lesz. Az elsőként felfedezett, SDSS J091301.0+305120 jelzésű égitest tőlünk 240 ezer fényévre az Ursa Maiorban található, sebessége 555 km/s (2 millió km/h) A másik szökevény, a Cancer csillagképben levő SDSS J091759.5+672238, 180 ezer fényévnire található, 635 km/s (2,3 millió km/h) sebességgel távolodik. Brown és kollégái az első ilyen csillagot 2005-ben találták, majd ké-

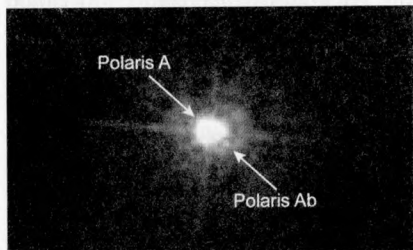
sőbb európai kutatócsoportok még kettőt fedeztek fel; ezek egyike valószínűleg a Nagy Magellán-felhőből szökött el. Az elméleti becslések szerint nagyjából ezer hasonló csillag lehet Galaxisunkban. Figyelembe véve, hogy a Tejútrendszerben legalább 100 milliárd csillag található, megkeresésük nehéz feladat. A csoport olyan égitesteket vizsgált, amelyek helyzetük és más tulajdonságaik alapján hasonlítottak a már ismert kidobódott csillagokhoz. Az elképzelések szerint ezek a csillagok a Tejútrendszer központi tartományából dobódtak ki. Mindegyik valaha kettős rendszer tagja volt, de egyik tagjuk a központi fekete lyukba hullott, míg a másik rendkívül nagy sebességgel kifelé lendült. Napjainkban is számos, a fentiekhez hasonló csillag létezik a galaktikus központ környezetében, nemrégiben pedig olyan csillagokat is találtak, amelyek igen elnyúlt elliptikus pályán keringenek a központi fekete lyuk körül. A számítások szerint ilyen pályákon mozoghatnak az egykori kettős rendszerekből a fekete lyuk közelében maradt csillagok. (*Spaceflightnow.com* 2006.01.26. – Molnár Péter)

A Sarkcsillag tömege

A tőlünk 430 fényévre elhelyezkedő +2 magnitúdós Sarkcsillag valójában három csillagból álló rendszer. A szabad szemmel is látható, legfényesebb komponens cefeida típusú pulzáló változócsillag. Két kísérője közül a fényesebb, 18 ívmásodpercre lévő Polaris B-t William Herschel fedezte fel 1780-ban. A harmadik komponens, a Polaris Ab sokkal közelebb kering, valószínűleg Nap típusú csillag. Mindeddig csak spektroszkópiai úton tudták kimutatni, közvetlen felvétel még soha nem készült róla. Nancy Evans (CfA) és kollégái a Hubble Űrtávcsővel most sikeresen örökítették meg a rejtőzködő csillagot, mint az a mellékelt felvételen látható. Az Ab komponensnek a

képekről kimért színe és fényessége, valamint a főkomponenssel alkotott pályadatai alapján elvégezték az első közvetlen tömegmeghatározást egy cefeida változóra. A Polaris tömege 4,3 naptömeg ($\pm 25\%$), ami az elméletileg várt értékhez közeli, így közvetett módon igazolja a cefeidákra vonatkozó teóriákat.

A HST eredményei szerint a Polaris Ab mindössze 3,2 milliárd km-re kering a Sarkcsillag körül, ami $0,02$ -nek felel meg. Tovább nehezítette a megfigyelést a két égitest fényességkülönbsége, mivel a Polaris Ab pislákolását szinte teljesen túlragyogja a szuperóriás Polaris. Az új eredmény segít a távolságmérésre használt cefeidákon alapuló távolságmérők pontosabb kalibrálásában. A mellékelt felvételt a HST ACS detektora rögzítette. (*SkyandTelescope.com* 2006.01.10. – Molnár Péter)



A csillagok többsége magányos

A csillagászok között elterjedt az a vélemény, hogy a csillagok legalább fele kettős. Charles Lada (CfA) vizsgálata alapján ez téves elgondolásnak tűnik, mivel csak a fényesebb, nagytömegű csillagokra igaz. A statisztikákból ugyanis sokáig kihagyták a Tejútrendszer legnépesebb csillagtípusát, az M színképosztályba tartozó vörös törpéket, amelyek a Tejútrendszer összes csillagának több mint 70%-át teszik ki. Több kutatócsoport (Berkeley Egyetem, Geoff Marcy; STScI, Neil Reid; Grenoble-i Asztrofizikai Laboratórium, Xavier

Delfosse) megfigyelései azt mutatják, hogy a magányos csillagok aránya a vörös törpék kétharmadát is kiteszi. Ezek az eredmények egybeesnek a jelenleg a Georgia Egyetemen folyó, a Nap szűkebb környezetét vizsgáló RECONS program eredményeivel, amely szerint 171 vörös törpe közül mindössze 43 mellett találtak további törpecsillag társat a Nap 10 parszekes (32,6 fényév) környezetében. A vizsgálat vezetője, Todd Henry szerint ez csak alsó határ, de az bizonyos, hogy a kettősök aránya sokkal kisebb a vörös törpék, mint a nagyobb tömegű csillagok között.

Mindennek hatása lehet a bolygók előfordulási gyakoriságával foglalkozó elméletekre is, ugyanis a bolygók valószínűleg könnyebben alakulhatnak ki egyedi csillagok, mint kettősök körül. Ugyanakkor Henry Todd és munkatársa, Deepak Raghavan arról számolt be, hogy a jelenleg ismert 131 exobolygós csillag közül 29-nek legalább egy csillagtársa van. A tág kettős rendszerek mintegy fele adhat otthont bolygóknak. Bizonyos modellek (Alan Boss, Carnegie Intézet) szerint pedig egy távoli kísérőcsillag jelenléte akár segítheti is a bolygók kialakulását azáltal, hogy a protoplanetáris korong gázanyagában helyi sűrűsödéseket okoz. Jack Lissauer (NASA Ames Kutatóközpont) csoportja szerint Föld méretű bolygók éppúgy létrejöhetnek szoros kettősöktől távoli pályákon, mint tág kettőscsillag-rendszerek csillagai körül húzódó közeli pályákon – a kép tehát még messze nem tisztá. (*Skyand Telescope.com 2006.01.27. – Spy*)

Neutroncsillag érdekességek

A rövid lefutású gammavillanások akkor következnek be, amikor két neutroncsillag, avagy egy neutroncsillag és egy fekete lyuk ütközik és összeolvad. Erre a korábbi feltételezések szerint olyan kettőscsillag-rendszerekben kerül sor, ahol

mindkét tag élete végén szupernóvaként felrobban, és egy-egy neutroncsillagot hagy hátra. Ezek később egymáshoz közeledhetnek, végül összeolvadhatnak, kiváltva a robbanást.

Egy újabb javaslat szerint azonban neutroncsillag-párosok korábban egymástól független égitestekből, véletlen találkozás alkalmával is keletkezhetnek. Az utóbbi lehetőségre a figyelmet Jonathan Grindlay (CfA) és kollégái hívták fel. A több százezer–egymillió tagot számláló gömbhalmazok belső vidékein igen nagy a csillagsűrűség. A zsúfoltság itt akkora, hogy köbfényvenként akár 100 csillag is előfordul, míg például a Nap környezetében ugyanez az érték 0,1 csillag/köbfényév körüli.

Kiindulásként egy olyan páros szükséges, amely egy neutroncsillagból és egy körülötte keringő normál csillagból vagy fehér törpéből áll. Ha ekkor, egy ezektől független neutroncsillag megfelelő irányból és sebességgel érkezik, kedvező körülmények esetén érdekes partnercserre történhet. A kisebb tömegű normál csillag vagy fehér törpe kilökődik a rendszerből, és az újonnan érkezett neutroncsillag kerül a helyére. Megfelelő pályaelemek esetén pedig bizonyos idő után a két neutroncsillag egymásba spirálozhat, összeolvadásukkal rövid gammavillanást létrehozva. A kutatók számítógépes szimulációkkal próbálták megbecsülni, milyen gyakran keletkezhetnek így neutroncsillag-párosok. Az eredetileg is együtt keletkezett csillagokból létrejött neutroncsillag-párosoknál közel százszor gyakrabban következhet be összeolvadás és gammavillanás, mint a fentiek szerint, véletlenül egymásra talált kettősöknél. Azon párosoknál, amelyek életüket születésükről együtt töltötték, a tagok tengelyforgása jól szinkronizálódhatott a keringésükhöz. Összeolvadásuk pillanatában, a körülöttük kialakuló korong miatt, igen kes-

keny nyalábba fókuszálódik a robbanás sugárzása, és a jelenség csak abból az irányból látható, amerre a nyaláb mutat. Ezzel ellentétben a később született neutroncsillag-párosoknál a két tag mozgása nem feltétlenül áll ilyen összhangban. A robbanás nyalábjá ezért feltehetőleg gyengébben fókuszálódik, az esemény sugárzását tehát több helyről lehet észrevenni. Mindezt összevetve számításuk alapján a megfigyelt rövid gammavillanások közel 10–30%-a a gömbhalmazokban így született párosok összeolvadásával történhet. A fenti elgondolás bizonyításához természetesen további észlelések szükségesek, eddig ugyanis még csak néhány rövid gammavillanás pozícióját sikerült olyan pontossággal megállapítani, hogy forrásuk helyét biztosan megbecsüljük. (CfA PR 06-12 – Kru)

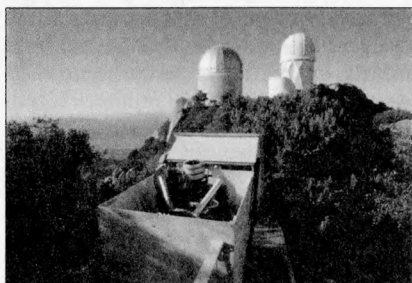
A Terzan 5ad jelű, nemrég felfedezett milliszekundumos pulzár a rádiócsillagászok megfigyelései szerint a jelenleg ismert leggyorsabban pörgő neutroncsillag. A felfedezéssel egy 1982 óta fennálló rekord dőlt meg, a korábbi csúcstartó 642 fordulatra képes másodpercenként. Az újonnan talált rekorder másodpercenként 716-szor perdül meg a tengelye körül, azaz alig 1,4 ezredmásodpercre van szüksége egy fordulathoz. A számok érzékeltetéséhez gondoljunk arra, hogy a Formula-1-es versenymotorok fordulatszámja percenként legfeljebb 19500, vagyis másodpercenként 325. A legtöbb pulzár rotációs periódusa a másodperces-perces tartományba esik, és a magányos pulzárok az évmilliók során többé-kevésbé egyenletesen lassulnak, mivel különböző kölcsönhatások révén veszítik forgási energiájukat. Más a helyzet a szoros kettős rendszerekben, ahol a pulzárok társcsillagai fejlődésük során felfúvódnak, és így a pulzár anyagot kaphat kísérőjétől. Az átadott gázyang perdülete pedig folyamatosan gyorsítja a neutroncsillag forgását, és a folyamat

végeredményeként szélsőségesen gyors forgású milliszekundumos pulzárok keletkeznek, amelyek néhány ezredmásodperc alatt fordulnak meg egyszer tengelyük körül. A Scott Ransom (NRAO) által vezetett csoport a Nyugat-Virginiában levő, 100 m átmérőjű Green Bank-i rádióteleszkóppal a Sagittarius csillagkép irányában, kb. 28 ezer fényévre lévő Terzan 5 jelzésű gömbhalmazt vizsgálták. A halmazban ugyanis sok milliszekundumos pulzár keletkezhetett, mivel a gömbhalmazok központi részén nagy a csillagsűrűség, így gyakoriak a kölcsönhatások. Ilyen alkalmakkor egy neutroncsillag kettős rendszerekkel is kapcsolatba kerülhet, így szereve új társat magának. A kutatócsoport által most felfedezett 30 pulzárral együtt immár 33-ra nőtt az ismert objektumok száma a Terzan 5-ben, ami már lehetővé teszi részletes modellszámítások végzését a kialakulásukhoz vezető fizikai folyamatokról. (SkyandTelescope.com 2006.01.12. – Mol-nár Péter)

A magyar exobolygóvadász

A több mint 140 ismert exobolygórendszer közül, amelyekben eddig összesen 170 bolygót találtunk, különösen fontosak azok, ahol a bolygó a látóirányunk síkjában kering. Ekkor a bolygó időnként átvonul a csillag előtt, és a fénycsökkenést (ami egy Jupiter kategóriájú bolygó esetén is csak századmagnitúdónyi) már kisebb távcsövekkel is lehet észlelni. Jelenleg 9 fedést is okozó bolygót ismerünk, ezek egyike a közelmúltban felfedezett HD 189733b, amelynek központi csillaga az új eredmények alapján kettős. E sorok írásakor 22 kettős vagy többszörös rendszert ismerünk bolygókkal. Utóbbiak közül egyik exobolygó sem mutat fedéseket, a fenti kivételével. Az exobolygók csillagok előtti áthaladásait, azaz bolygó-transzitokat kisméretű autonóm távcsövekkel

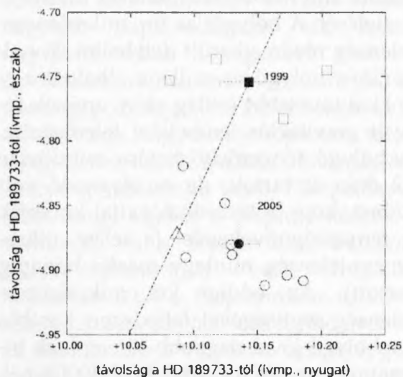
kereső HAT (Hungarian Automated Telescope) projekt munkatársai (Bakos Gáspár és Pál András) a cambridge-i Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics kutatóival együtt kimutatták, hogy a HD 189733b jelű bolygó csillaga is egy többszörös rendszer tagja. Így jelenleg ez az egyetlen pontos pálya- és tömegadattal bíró bolygó, amely nem magányos csillag körül kering. Maga a kísérőcsillag korábban is ismert volt, mint a főcsillagtól kb. 11 ívmásodpercre, nyugat-délnyugati irányba található, annál mintegy 4 magnitúdóval halványabb vörös törpe.



Az előtérben a HAT egyik egysége Kitt Peak Observatóriumban

A régebbi és a 2005-ös felvételek összehasonlításával azonban kiderült, hogy a két csillag sajátmozgása hasonló, a pontos spektroszkópiai vizsgálatok pedig megerősítették, hogy fizikailag is egy párt alkotnak. A csillagokról az arizonai Whipple Observatóriumban 1,2 méteres távcsővel készült felvételeket a régebbi mérésekkel összevetve kimutatták, hogy a vörös törpecsillag közel kör alakú pályán, az égbolt képzeletbeli síkjában, mintegy 3200 év alatt kerüli meg a főcsillagot. Az exobolygó pedig az égbolt síkjára merőlegesen mozog (emiat látunk fedéseket a fénygörbéken), a társcsillag pedig majdnem pontosan az égbolt síkján mozog; azaz a két pálya

egymásra merőleges. További földi és űrtávcsöves mérésekkel kimutatták, hogy a rendszer infravörös többszögárzást bocsát ki, ami vagy egy csillag körüli porkorongra, vagy egy halvány és optikailag nem felbontható további vörös kísérő jelenlétére utal.



A mellékelt ábrán a HD 189733B elmozdulása látható az elmúlt 6 év során: a jelenlegi mért pozíció (teli kör) nem sokkal tér el egy, az égbolt síkjában, körpályán keringő (hipotetikus) kísérő becsült pozíciójától (háromszög). (Pál András – hitek.csillagaszat.hu 2006.02.08.)

Fagyott más-világ

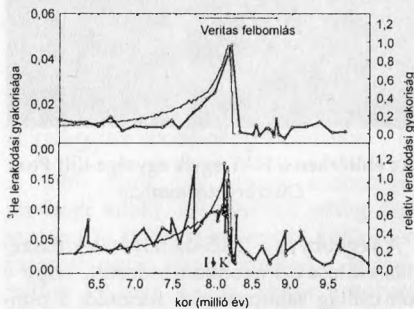
Minden eddiginél kisebb tömegű planétát sikerült egy fősorozati csillag körül találni, amely az eddig felfedezett leghi-degebb exobolygó is egyben. Az OGLE-2005-BLG-390Lb jelű bolygó csupán ötszörös földtömegű és mintegy 3 Cs.E. távolságban csillagától. Központi csillaga pedig a Napnál ötször kisebb tömegű, a Földtől 20 ezer fényévre, a Tejútrendszer centrumához közel található vörös törpe. Igen hideg planéta, felszíni hőmérséklete mindössze kb. $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$, azaz alig haladja meg a Plútóét, épp ezért csak ritka légkörre lehet. Ha a planétának szilárd felszíne van, talán a Kuiper-öv objektumaira ha-

sonlító, noha azoknál jóval nagyobb. Központi csillagát nagyjából 10 év alatt kerül meg, alig valamivel kevesebb idő alatt, mint a Jupiter a mi Napunkat. Az égitestet 2005. július 11-én azonosították az OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) kutatói, ami után egy 7 távcsőből álló nemzetközi hálózat kezdte el észlelését. A bolygót az ún. mikrolencsejelenség révén sikerült detektálni. Ennek során a bolygó és csillaga elhaladt egy sokkal távolabbi csillag előtt, aminek fényét gravitációs lencseként felerősítette. A bolygó fényerősítő hatása mindössze 12 órán át tartott, de ez elegendő volt ahhoz, hogy a távcsőhálózattal kimérjék a fényességnövekedést (a teljes mikrolencsejelenség mintegy másfél hónapig tartott). Az eddigi két mikrolencsejelenség segítségével felfedezett korábbi exobolygó jóval nagyobb tömegűnek bizonyult az OGLE-2005-BLG-390Lb-nél, tömegük többszörösen meghaladta a Jupiterét. Elképzelhető, hogy ez az új kereső módszer nyitja meg az utat a kisebb tömegű, a Földhöz hasonló égitestek felfedezéséhez. (ESO PR 03-06 – Szulágyi Judit)

Ősi meteorzápor

Évente átlagosan 20 ezer tonna meteorikus anyag záporozik bolygónkra, amelynek finom szemcséi lassan halmozódnak a felszínre. Az óceánok mélyén, a közel folyamatosan keletkező üledékek vizsgálatával ennek az anyagnak időbeli változását is rekonstruálhatjuk. Ken Farley (SWRI) és a CALTECH, valamint a prágai Károly Egyetem munkatársai óceáni üledékekben mérték a 3-as héliumizotóp eloszlását, amely elsősorban meteoritokban jut bolygónkra. Az Indiai és az Atlanti-óceánban, két egymástól távoli ponton vizsgálva 8,5 millió éve egyszerre ugrott az átlagos mennyiség közel négyszeresére az izotóp gyakorisága, majd közel 1,5 millió év alatt csök-

kent a korábbi szintre. A jelenséget létrehozó meteorzápor az egyik legnagyobb ilyen esemény volt az elmúlt 80–100 millió évben, amelynek kiváltó oka egy kisbolygó szétbomlása lehetett. Ettől nagy mennyiségű, mikrométeres szemcseméretű por került a bolygóközi térbe, és egy része a Földhöz is eljutott. A számítógépes szimulációk alapján a megfigyelések összeegyeztethetők egy kb. 150–200 km-es kisbolygó feldarabolódásával a fő kisbolygóövben. A szétört égitest nagyobb darabjai ma is a kisbolygóövben keringenek. A hasonló megjelenésű és pályájú objektumok feltehetően ősi szülőégitestjét nevezik Veritas kisbolygónak. Ennek kb. 8,5 millió évvel ezelőtti szétbomlása sok port termelt, amiből bolygónkra is jutott. Ez lehetett az elmúlt 80–100 millió év legnagyobb ilyen szétbomlási eseménye.



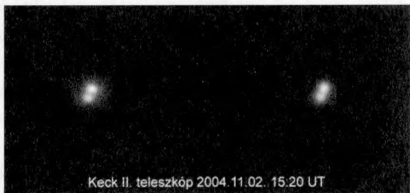
Ábránk függőleges tengelyén a 3-as Héliumizotóp gyakorisága látható a bolygónkra hulló anyagban. Balra 10^{-15} mol/cm²/1000 évben, jobbra pedig emellett relatív nagyságrendben látható a fluxus

William F. Bottke, Luke Dones, és Harold Levison (SWRI) néhány éve már azonosított egy hasonló, de kisebb szétbomlási eseményt. A 832-es sorszámú, Karin kisbolygóhoz hasonló pályán keringő 13 égitest mozgását időben visszafelé modellezve rámutattak, hogy azok mintegy

5,8 millió évvel ezelőtt, közel azonos pályán voltak. Ekkor törhetett szét a kb. 25 km-es „ős-Karin” kisbolygó, és kezdtek el távolodni egymástól a darabjai. Ez azonban nem váltott ki a fentihez hasonlóan erős meteorhullást a Földön. (SWRI News 2006.01.18. – Kru)

Üstökösmag vagy kisbolygó?

A 617-es sorszámú Patroclus kisbolygó egy viszonylag nagy méretű égitest a Trójai kisbolygók csoportjában. Sokáig egy kb. 150 km-es magányos égitestnek tartották, de 2001-ben a Gemini teleszkóppal rámutattak, hogy valójában két aszteroidából áll. Egy 76 és egy 70 km-es objektumot tartalmaz, amelyek 680 km-re keringenek egymás körül, 4,3 napos periódussal. Feltehetőleg egy nagyobb égitest kettészakadásával jöttek létre, amelyet talán a Jupiter árapályereje tépett darabokra. A páros dinamikai szempontból a földközeli kisbolygóknál megfigyelt kettős aszteroidákra emlékeztet, amelyet a Föld, a Vénusz vagy a Mars árapályereje szakított szét, amikor túlságosan közel haladtak el mellettük.



A 10 méteres Keck II teleszkóppal és annak NIRC2 detektorával vizsgálták a Patroclust a közeli infravörös tartományban. A 2004 novemberében és 2005 májusában készült megfigyeléseket egy nemzetközi kutatócsoport végezte, Franck Marchis (University of California, Berkeley) vezetésével. Megállapították, hogy a kisbolygópáros sűrűsége mindössze $0,8 \text{ g/cm}^3$ körüli, azaz kisebb a vízjégnél. Eszerint belsejük az üstökös-

magok laza, részben a porózus hóra emlékeztető anyagához hasonlíthat, ahol a térfogat felét-harmadát üregek teszik ki. A korábbi elgondolások alapján a Trójai kisbolygók a velük szomszédos fő kisbolygóövben keringő társaikhoz hasonlítanak. A Patroclus kis sűrűsége azonban arra utal, hogy anyaga inkább nagyobb naptávolságban állt össze, nagyjából abban a régióban, ahol az üstökösmagok születnek. A születési és jelenlegi pozíciója közti különbséget az is alátámasztja, hogy kettős objektum, talán a Jupiterhez közeli korábbi elhaladás árapályereje szakította ketté. Elképzelhető tehát, hogy egykor a Naphoz közelebb vándorolt, és a Jupiter által befogott Kuiper-objektummal van dolgunk. Mindezen felül a Naprendszer születésének kezdeti, kb. 500–650 millió évében az enyhén kifelé vándorló óriásbolygók is közreműködtek a mai helyzet kialakításában. Ha ez a többi Trójai kisbolygóra is igaz, akkor kialakulásukra új magyarázat szükséges. (UC Berkeley News 2006.02.01. – Kru)

Jég egy üstökösmagon

Míg az üstökösök kómájában rutinszerűen találnak H_2O molekulákat, a mag felszínén azonban még egyszer sem sikerült úrszondás vagy földi mérésekkel közvetlenül, szilárd halmazállapotban megfigyelni. A Deep Impact szonda mérései alapján Jessica Sunshine (Science Applications International Corporation) és kollégái akadtak a régóta keresett anyagra. A közepes és nagy felbontóképességű kamera képei alapján három, a környezeténél kb. 30%-kal jobb fényviszszaverő képességű vidéket jelöltek ki. Ezek a területek az ultraibolya tartományban fényesebbek voltak, mint a közeli infravörösben, és közülük kettő különösen hidegnek mutatkozott. A sztereóképek vizsgálata alapján az egyik ilyen terület kb. 80 méterrel van a kör-

nyezet szintje alatt. A spektrum egyéb jellemzőinek, valamint a területek színének elemzése együttesen arra utal, hogy a kérdéses vidéken szilárd vízjég található. A három régió a kb. 17 négyzetkilométeres mag felszínének együtt 0,5%-át teszi ki, az itt előforduló anyagnak is mindössze kb. 4-6%-a lehet tiszta vízjég. A három vidék egyike sem ott mutatkozik, ahol a Deep Impact lövedéke a felszínbe csapódott. A magon azonosított felszíni vízjég mennyisége nem elegendő a kómába kijutott vízmolekulák biztosításához. Ez tehát azt bizonyítja, hogy korábbi modelljeink közül azok helyesek, amelyek szerint a mag aktivitása során a felszín alól kiáramló anyag táplálja a kómát, és a távozó gázok elsősorban nem a felszínről származnak. Ezt erősíti meg, hogy a lövedék robbanása után sok H_2O -t lövellt a kómába az üstökös, ami feltehetőleg a felszín alól származott. A mag aktivitása során tehát illékony jégben szegény, „kiszáradt” kéreg keletkezik a felszínen – ezért látunk ott kevés vízjeget. (UIMd News 2006.02.02. – Kru)

Montsec: amatőr észlelőállomás Spanyolországban

Az egyre növekvő fényszennyezés miatt az Agrupación Astronómica de Sabadell (Sabadelli Csillagászati Egyesület) vezetői úgy döntöttek, hogy a tagság számára biztonságos és fényszennyezéstől mentes helyszínen olyan észlelőépületeket alakítanak ki, amelyekben elhelyezhetik saját, állandó felállítású műszereiket. Az egyszerű kivitelű, letolható tetejű egységekben az észlelőmunkához szükséges legfontosabb technikai feltételek is adottak (elektromos áram, internet kapcsolat stb.).

A Montsec-masszívumot törvény védi a fényszennyezéstől, ezért ezen a területen alakítják ki a Montseci Csillagászati

Parkot. A hegytetőn épül fel a Csillagászati Observatórium, itt egyetemi kutatások folynak majd. A déli lejtőn kap helyet egy olyan bemutatóhely, ahol az érdeklődő nagyközönség számára kínálnak programokat. Ennek közelében alakítja ki a sabadelli egyesület az amatőr-csillagászok számára épülő észlelőközpontot, melynek koncepciója már első pillantásra is igen meglepő.



A sabadelliek bázisa 5700 m²-en terül el. A tagság és az érdeklődő amatőrök számára nem kevesebb, mint 31 egyforma kialakítású észlelőházikót állítottak itt fel, egy további épület pedig az egyesületi észlelőmunkát szolgálja. A hordozható távcsövek számára egy nagyobb betonozott területet is készítenek, így könnyítve meg az észlelők számára a műszerek telepítését. Az egyesületi észlelőházban hamarosan felállítják a szervezet rovottávcsövét, melyet a sabadelli központi observatóriumban található kontrollszobából használhatnak a tagok.

Az Agrupación Astronómica de Sabadell Spanyolország legfontosabb csillagászati csoportja, taglétszáma ezer fő. A szervezet példaszerűen kialakított sabadelli központi épületében kiállítóterem, előadóterem, könyvtár, irodák, műhely és jól felszerelt csillagvizsgáló várja a csillagászat iránt érdeklődőket. (www.astrosabadell.org – Mzs)

A Meade RCX-400-as...

...avagy high-tech forradalom a félprofesszionális távcsőgyártásban?

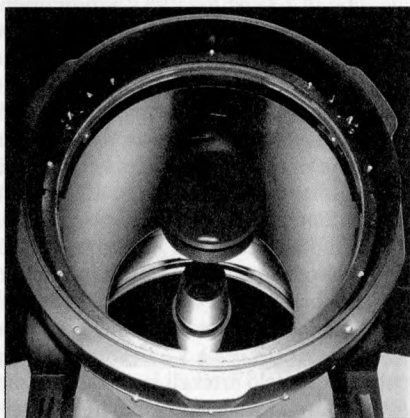
A Meade 2005 tavaszán dobta piacra a Ritchey–Chrétien optikával ellátott RCX-400 típusú távcsőrendszerét, először 10", 12", 14" átmérőkkel (25, 30, 35 cm), majd 2006 elején a 16" (40 cm) átmérőjű műszerrel. A rendszert nem titkoltan az LX 200 távcsőrendszer mellé egy magasabb szintű kategóriának szánták, különös tekintettel az új és látványos fejlesztésekre, valamint az RC optikára. A távcső 2005-ben elnyerte a Popular Science Magazine „legjobb ez évi újdonság” díját.

A Corona Borealis Csillagvizsgálóba 2005 novemberében érkezett meg az új 35 cm-es RCX-400-as műszer az Astrotech Kkt. gyors és szakszerű szervezésében. A cég szállítás előtt optikussal és további szakemberekkel külön bevizsgáltatta a Meade Europe németországi központjának laborjában a műszert. Jelen összefoglaló az RCX-400 távcsőrendszer működésébe nyújt bepillantást, összehasonlítva azt az általam korábban használt és megismert LX200GPS távcsővel.

Az optika és a fókuszálás

Az RCX-400 f/8-as optikai rendszere a Meade szóhasználatával élve „továbbfejlesztett Ritchey–Chrétien” típusú, melyet a nagy és valóban kómamentes, sík látómezőhöz terveztek, lényegében ponszerű spotdiagrammal. A segédtükröt tartó korrekciós lemez felel részben az előbbieket megvalósításáért, speciálisan erre a feladatra tervezve. További érdekesség, hogy felülete eltér a hagyományos Schmidt-korrekciós lemezek negyedrendű felületétől.

Az optikai rendszert a korrekciós lemez kézivezérlőjéről történő nagyon egyszerű és akár többsebességes jusztyrozásával állíthatjuk be, ami kb. 5–10 percet vesz igénybe, és a fókuszálás után sem állítódik el észrevehetően. A kissé intra- vagy extrafokált képen látható gyűrűket kell ekkor koncentrikussá tenni. Nagy könnyebbség az LX200GPS-sel szemben, hogy az imbuszkulcsok helyett itt motorosan jusztyrozhatunk. Az optikai felületeket többretegű titánium- és szilícium-dioxidból álló és 550 nm-en kb. 91%-os átteresztésű UHTC bevonattal látták el. A műszerhez alapesetben egy kb. 1 kg tömegű Meade Series 5000-es 24 mm-es 85°-os 2"-os okulárt adnak, amely, ismerjük el, monumentális darab! A kényelmes betekintést 2"-os zenittükör szolgálja. Az okulár a látómező széle felé szépen rajzol, a kényelmes betekintést a menettel állítható gumi szemkagyló fokozza.



Az RCX-400-as korrekciós lemez

A kereső 8x50-es, okulároldali fókuszálással, ellentétben a korábbi LX200GPS-ek kényelmetlenebb objektív fókuszálási módszerével.

A rendszer nagy előnye, hogy a tükörtámolygást, amit az LX200GPS-nél már megszüntettek és, a régebbi Schmidt-Cassegrain típusú távcsövek jellemző problémája volt, a fix főtükör-felfogatással az RCX-400-nál megoldották. A csillag a fókuszálás során egy helyben marad (632x-es nagyítás), a különböző fókuszálási sebességek mellett is.

A Meade mérnökei a fókuszálást enkóderes léptetőmotorral oldották meg. Ez azt jelenti, hogy a kézi vezérlőről vagy vezérlő szoftverrel a korrekciós lemezt mozgatják nagy pontossággal, azaz vele együtt a segédtükört is. A sebesség a nagyon finomtól (kb. 0,005 mm/s) egészen a durváig (kb. 1 mm/s) állítható. A fókuszáló elektronikát megtaníthatjuk a különböző fókuszshelyzetekre (összesen 9 db), így akár a többféle szűrőt használó CCD-kamera, vagy szemüveges és nem szemüveges személyek is kényelmesen előhívhatják a korábban eltárolt fókuszpozíciókat.

Az $f/8$ -as fókusz a 0 mm-től kb. +180 mm-ig állítható, ami elegendően széles tartomány. Egyedül az $f/3$ -as reduktor vette le a fókusz tartományt kb. 65 mm-re, ekkor viszont a rendszer effektív nyílászórány $f/2,4$ lett. Az ilyen állásban készült CCD-felvételken (kb. 0,5 fokos látómező!) nem tapasztalható lényeges elrajzolás a széleken.

A távcsőtubus

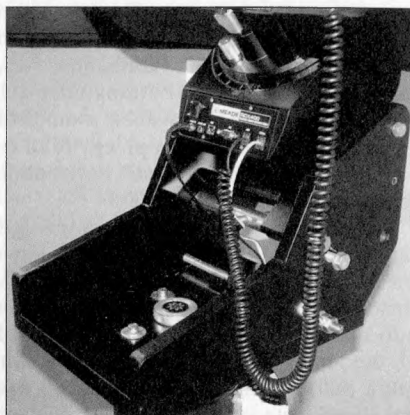
A tubus könnyű szénszál, ún. kevlár anyagból készült, mely rendkívüli merevséget biztosít. A nem teljesen zárt tubust ventilátor segíti a termikus egyensúly elérésében, ami a tapasztalatok szerint a 14"-os műszernél kb. 30–45 percet vett igénybe. A tubust további alumíniumöntvény korrekciós lemez és főtükörtartó merevíti, melynek hátoldalán kapott helyet az OTA (Optical Tube Assembly, vagyis maga a tubus az angolszász terminológiában) összes elektronikája, amit külön az okulártartó mellett helyeztek el. Itt kapott helyet a 3 db USB HUB, autoguider port, kézivezérlő port, okulár-megvilágítás portja, és egy olyan ACCY feliratú port, amelyet a Meade mérnökei napjainkban nem létező, de később kifejlesztésre kerülő eszközöknek tartanak fenn... Mindezeket a CCD-kamerát használó megfigyelő értékeli leginkább, hiszen nem kell félni a téli időszakban lemervedő, és a távcső finom mozgásába beleszóló kábelek káros hatásától, azokat bedugathatjuk közvetlenül az OTA-ba, ilyen pl. a DSI PRO CCD-kamera is a Meade fejlesztésében. A tubust alumíniumsapka zárja le, ami nagyon fontos a por- és rovarvédelem szempontjából, ugyanis részben nyitott.



A szénszál anyagból készült tubus

A mechanika

Az RCX-400 mechanikája az LX200-as sorozatban már bevált villás mechanikából és az alaptartozék háromlábából áll. Külön rendelhető a pólusállító ék. A háromláb rendkívüli merevséget tesz lehetővé, mert a rudazatot egy belső szál is erősíti, szállítása, tárolása összecukott állapotban könnyen megoldható. Az alapdoboz és a villa alumínium öntvényből készült, a talpcsavar fogadó háza acél. Az RA tengely osztott köre nóniuszos, a deklinációé nem. Mindkét tengelyen van manuális rögzítés és finommozgatás, ez utóbbit működés közben tilos használni. A tengelyek hajtása enkóderes léptetőmotorok segítségével, csiga-csigakerék, illetve fogaskerék kapcsolattal történik. A hajtóművek szerelhető módon, az alapdobozban és a villákban kaptak helyet. A távcső



Az RCX-400-as vezérlő panelja

egésze érzékeny a kiegyensúlyozásra, ami két irányban tologatható ún. 3D ellensúlyok segítségével és villással oldható meg. A jól kiegyensúlyozott műszernek egy 24 perces cikluson keresztül betanítható a Periodikus Hiba Korrekció, azaz más néven a PEC, mely gyárilag előre beállított értékeket is tartalmaz. Ennek további finomítása a használat során javasolt. Méréseim szerint a meridián környékén a gyárilag beállított és nem kiegyensúlyozott távcső $\pm 8''$ körüli periodikus hibát mutatott 8 perc alatt, amit azért egy autoguider könnyen kiküszöböl. A tovább finomított PEC-ről egyelőre nincs információ. A Meade honlapján találunk a periodikus adatokat le és feltöltő, rendkívül látványos szoftvert.

A mechanika a 14"-os tubusnál (kiegyensúlyozva) a széllal szemben álló kupolában merevnek bizonyult, a széllökések okozta tranziensek kb. 3–4 s alatt lecsengenek (316x). A Yahoo levelezőlistáin a felhasználók a 10"-os, illetve 12"-os verziót még stabilabbnak írták le. A Meade által forgalmazott UltraWedge nevű pólusállító ék gyakran nem bizonyult elégnek a szükséges stabilitás eléréséhez (főleg a 14"-oshoz), ezért a csillagvizsgálómban a FORNAX által gyártott 20 mm vastag acéllemezekből készült hiperstabil (45 kg-os!) éket használom, ami lényegében hibamentes, és könnyen jusztrózzhatjuk vele Scheiner-módszerrel a pólus beállítását.

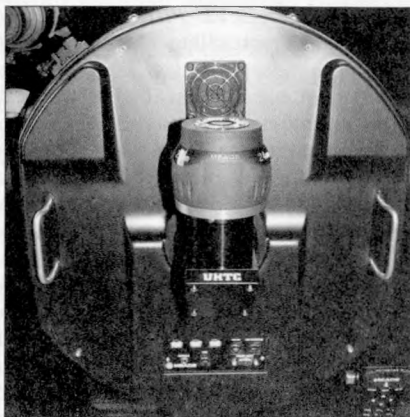
A GoTo avagy a számítógépes objektumbeállítás és pólusra állás

A távcsőrendszer normál beállítási pontossága $\pm 2,5$ ívperc, ami a High Precision Pointing üzemmódban 1 ívpercre fokozható, többi úgy működik, hogy a távcső a tényleges beállítás előtt kiválaszt egy csillagot az objektum kb. 10 fokos körzetében, amelyet a megfigyelő az LM közepére állít, így a beállítás ténylegesen 1' körüli lesz. A pontos GoTo az állandó felállítású műszernél pontos pólusra állást igényel. Ez a GPS üzemmódban csupa keleti kényelem, és nem is kell szabályozgatnunk semmit. Igaz, ez ekvatoriális módban további állítgatást igényel. A távcsőmozgatás maximális

sebessége $8^\circ/s$. Ezen mozgatási sebességnél a motorok egyértelműen csendesebbek, mint az LX200 Classicnál, bár javasolt a $3^\circ/s$ üzemmódot használni, mert az jobban kíméli a mechanikát.

A vezetést tetszés szerint $0,01x$ és $1x$ csillagsebesség között állíthatjuk, ami igencsak megkönnyíti az Autoguider dolgát. Lehetőség nyílik továbbá a motorok és az enkóder beállítására pl. egy földi te-reptárgy segítségével, ami horizontális üzemmódnál lehet hasznos.

Első körben a pólusraállítás minőségét úgy fokozhatjuk, hogy a beállítás előtt a mechanikát nagyon pontosan 90° -os deklinációra állítjuk. Ezt egy nagy nagyítást adó okulárral és pl. a Polarissal érhetjük el, úgy, hogy a szálkereszt közepére állítjuk a csillagot, majd a távcsövet 180 fokkal elfordítva a jelentkező hibát a deklinációs finommozgatással elfelezzük. Ezután 180 fokkal visszaállítjuk a kiinduló helyzetbe a távcsövet, majd a pólusállító ékkel (nem finommozgatás!) a Polarist a szálkereszt közepére helyezzük, és iteratív jelleggel addig ismételjük a korrekciókat, míg a hiba tovább már nem csökkenthető, majd bekapcsoljuk a rendszert, és az Easy Alignment funkcióval pólusra állunk, nem mozdítva közben a deklinációs beállításunkat. További pontosítás pl. Scheiner-módszerrel lehetséges. Ilyen beállítással használtam a csillagvizsgáló LX200GPS-ét kb. $2''/10$ perc deklinációs hibával.



A zenittükör és a hatalmas Meade Series 5000-es 24 mm-es okulár

Kényelmi szolgáltatások:

- A korrekciós lemez beépített páramentesítő fűtést tartalmaz, mely állítható teljesítményű, és hőmérsékletméréssel is ellátott. A külső hőmérsékletet a villáskarba épített hőmérő méri.
- A távcső automatikus, „emberkéz nélküli” beállításáról 16 csatornás GPS vevő, elektronikus iránytű és elektronikus szintező libella gondoskodik. Ha a műszert automatikus horizontális üzemmódban használjuk, az néhány perc önszabályozó mozgás és „gondolkodás” után startra kész. A GPS vevő zárt kupolában kissé bonyolultabban használható, ugyanis speciális gyártótól vásárolhatunk hozzá külső GPS antennát, és a távcső vevő egységét átalakítva tudunk vele később észlelni.
- Az SMT, azaz a Smart Mount Technology, szabad fordításban „okos mechanika”, rendkívül szellemes találmány. A mechanika gyártási, beállítási, sőt pólus beállítási hibáit is egyszerre korrigálja. Elsősorban a permanensen felállított távcsövekhez tervezték, hordozható verzióhoz kérdéses a használata. Arról van ui. szó, hogy a távcső a megfigyelőtől kb. 40 különböző csillagot kér az okulár LM-jének közepére állítani a GoTo során. A beállítási hibákból kiszámolja az eltéréseket, és a későbbiekben korrigálja azokat. Az eljárás számítási módszere ugyanaz, mint a hawaii Keck- távcsövek esetén használt módszer.

- Parkoló állás: a mechanikát az éppen aktuális és beállítható parkolóállásban állítja le a rendszer (ezt máshol Home pozíciónak nevezik, de itt mást jelent), és így a következő indításkor csak az időt és dátumot kéri, majd minden ott folytatódhat, ahol végződött az előző észlelésünkör.
- Az Autostar II kézivezérlő segítségével, felhasználóbarát menüpontokon és több száz funkción keresztül vezérelhetjük a távcsövet, a nemzetközi standardnak tekintett LX200-as vezérlő protokollon keresztül. A vezérlő 180 000 db objektumot tartalmaz, többek között a teljes Messier, Caldwell, NGC, IC, UGC, Hickson, PK, Gleason, Landolt katalógust. Bővült a csillagok listája a Hipparcos/Tycho adatainak egy részével, a legnépszerűbb Hold-alakzatok „Lunar 100-as” listájával, aktualizálható pályaadatú műholdakéval, kisbolygókkal és üstökösökkel. Készíthetünk saját katalógust kedvenc objektumainkról, és a kezdők élvezhetik az éjszaka leg szebb objektumait bemutató automata show-t is. A Meade honlapjáról elérhető legújabb frissítéseket is tartalmazó Autostar II szoftvert könnyen betölthetjük a kézivezérlőbe a mellékelt program segítségével.

A vizuális és CCD-kamerás látvány

Mint sokan mások, én is ezt vártam leginkább, miközben azon morfondíroztam: „milyen látványt nyújt vajon a legendás Ritchey-Chrétien optika?”. Nos, a minőségjavulás a korábbi és szintén 14"-os Schmidt-Cassegrainem után szembeötlő. Ami rögtön látszik, hogy a csillagok kisebbek lettek, és nem olyan maszatosak, mint az SCT-nél. Az ϵ Lyrae közepes égen szépen jött, úgy, hogy a csillagok közé még két csillagkorong befért volna. A Szaturnusz Encke-rése is elsőre látszott. Az M15 centruma gyönyörűen bontott, és a nagy átmérőnek hála határfényesség is van bőven, sőt, a látómező szélén nyoma sincs elrajzolásnak. Természetesen mindez a megfelelő juszttírozás után látható.

A CCD-képeken a csillagok kisebbek lettek, és a mély-eges felvételeken is finomodtak a részletek az LX200-as társának felvételeihez képest. Az AO-7-es SBIG adaptív optikával készült M1 képen a pulzár és társcsillaga nagyon szépen és távol látszik egymástól.

A 14"-os RCX-400-as távcsővel készült további képek és eredmények megtekinthetők a Corona Borealis Csillagvizsgáló honlapján: <http://kereszty.csillagaszat.hu>



Az M1 a 35 cm-es RCX-400-assal. 5x3 perc expozíció az SBIG AO-7 adaptív optikai eszköz segítségével

KERESZTY ZSOLT
CORONA BOREALIS CSILLAGVIZSGÁLÓ, GYÓRÚJBARÁT
E-mail: cbo@axelero.hu