

KISS LÁSZLÓ

Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2014. évi tevékenysége

A magyar csillagászat legnagyobb intézményének a beszámolási időszakban összesen 78 munkatársa volt, akik közül 42 dolgozott kutatói állományban (22 PhD/kandidátus, 10 MTA doktora és 1 akadémikus). A 35 év alatti kutatók száma 15 volt, ami egészséges koreloszlást jelent az utánpótlás szempontjából. Alapfeladatunk a tudományos kutatás, és emellett részt vettünk a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként, valamint jelentős aktivitást fejtettünk ki a tudományos eredmények minél nagyobb körhöz való eljuttatásában is. Mindezeket részben az akadémiai alaptámogatásból, részben pedig saját pályázati bevételekből finanszíroztuk.

Tudományos eredmények

Az intézet kutatói 2014-ben 150 tudományos közleményt publikáltak, ebből 85 referált nemzetközi szakfolyóiratban jelent meg. Publikációs tevékenységünk kapcsán kiemelandő, hogy cikkeink többségét a csillagászat legnagyobb hatású lapjai fogadták el közlésre, ami a nemzetközi élvonalhoz tartozás jó indikátora. Közleményeink teljes bibliográfiája elérhető a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisában (mtmt.hu).

A tudományos eredmények elsősorban csillagászati megfigyelések elemzésén alapultak. A 85 cikkből 7 publikáció volt tisztán elméleti, vagy áttekintő munka; a földfelszíni adatokra alapozott cikkekből 9 használt a Piszkéstetői Observatóriumban készült méréseket, további 12 pedig egyéb műszereket (debreceni napfoltkatalógus, HATNet, Légyszem, ESO, OPTICON, CHARA, Keck). Publikációink alapján egyértelmű, hogy az űrobservatóriumok uralták kutatásainkat: 12-12 cikk jelent meg a Kepler- és a Herschel-űrtávcső adataira alapozva, 8 cikk napszondák, 5 cikk marszondák, 4 cikk a CoRoT és a MOST űrtávcsövek, 2 cikk pedig a HST eredményeit mutatta be. A maradék bő tucatnyi közleményben irodalmi

eredmények újraértelmezését, illetve publikus adatbázisokra alapozott kutatásokat jelentettünk meg. Noha az űrcsillagászati módszerek alkalmazása elsődleges volt, a tudományterületek kellően változatosak egy pezsgő és folyamatosan megújuló kutatóintézetet mutatnak. Az alábbiakban a teljességre törekvés nélkül adunk ízelítőt a 2014-ben publikált tudományos eredményeinkből.

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Az intézet hagyományos kutatási témái közül a pulzáló változócsillagok vizsgálatai alakultak át a legmarkánsabban az elmúlt években. A klasszikus instabilitási sávba eső δ Scuti, RR Lyrae és cefeida típusú változók mellett megjelentek a fehér törpék, a vörös óriások és szuperóriások, illetve az olyan különleges csillagrezgések, amelyeket űrfotometriai adatokból lehetett felfedezni. Az utóbbiakhoz kapcsolódik az a friss vizsgálatunk, amelynek során felfedeztük a CoRoT műhold adataiban az első „szívdobbanásos” kettős rendszert: a szoros kettőscsillag egyik komponense csillagrezgéseket mutat az elnyúlt pályán keringő kísérő periodikusan változó árapályhatásai miatt. Meghatároztuk a kettős rendszer jellemzőit és becsült korát, amely 1 milliárd évnek adódott.

Az RR Lyrae-változók kapcsán folytattuk az átlagosan fél napos pulzációs periódusú és akár 1 magnitúdós amplitúdójú csillagtípus mindmáig biztos magyarázat nélküli jelenségének, a Blazskó-effektusnak a vizsgálatát. A több tíz vagy akár több száz napos időskálán változó amplitúdó és pulzációs fázis modulációját tanulmányoztuk a CoRoT- és a Kepler-űrtávcső adatai alapján mező RR Lyrae-kre, míg egy intenzív piszkéstetői kampány az M3 gömbhalmazhoz tartozó RR Lyrae-k vizsgálatát tette lehetővé.

A CoRoT által észlelt blazskós RR Lyrae csillagoknál is megtaláltuk a perióduskettőződésre jellemző jeleket: a váltakozó, kis és nagy maximumokat és a fél-egész frekvenciákat, amelyek a Kepler-űrtávcső adataiból már korábban adódtak. A perióduskettőződés időnkénti megjelenése, illetve a további frekvenciák amplitúdójának rendkívüli változékonysága nagyon komplex fizikai folyamatokat sugall, a radiális rezgések mellett feltehetően nemradiális rezgések is jelen vannak.

Tizenöt Blazskó-effektust mutató RR Lyrae csillag fénygörbéjét redukáltuk újra és vizsgáltuk a Kepler-űrtávcső adatai alapján. A szisztematikus hibákat az egyedi pixelek vizsgálatával szűrtük ki, így a valaha mért leghosszabb folytonos és a legpontosabb egyedi mérésekből álló adatsorokat kaptuk. Ezek a publikussá tett adatok még hosszú évekig egyedülállóak lesznek. A minta 80%-a (12 csillag) többszörösen moduláltnak mutatkozott. Ez az arány sokkal magasabb bármely korábban publikáltnál.

Az M3 RR Lyrae csillagairól kiterjedt felmérést készítettünk a Piskés-tetői Observatórium Schmidt-távcsövével. Felfedeztük, hogy a tíz kétmódusú változó közül 4 mindkét radiális módusa nagy amplitúdójú Blazskó-modulációt mutat. Kiderült, hogy a modulált csillagokra a normál rezgések periódusaránya különbözik a többinél mérhető aránytól. A gömbhal-mazokhoz tartozó csillagok esetében az ilyen vizsgálatok jelentőségét az adja, hogy jó közelítéssel azonos korú és kémiai összetételű csillagok vizsgálhatók együttesen, szemben a galaktikus mezőhöz tartozó heterogén mintákkal.

A Blazskó-effektushoz hasonló moduláció jelentkezik más csillagtípusokban is. A V473 Lyrae az egyetlen cefeida a Tejútrendszerben, amely nagyon hasonló amplitúdó- és fázisváltozásokat mutat. A moduláció vizsgálatához összegyűjtöttünk minden elérhető fotometriai megfigyelést és radiálissebesség-adatot. A vizsgálat megerősítette, hogy a csillag a második radiális felhangban pulzál. A több mint 40 évet lefedő adatsor segítségével sikerült kimutatnunk egy második, körülbelül 14,5 éves periódusú modulációs ciklust is a csillagban.

A fiatal pulzáló szuperóriás cefeidák vizsgálatában új módszereket vezettünk be. Immáron több műszer is rendelkezésre áll optikai spektroszkópián alapuló hazai radiálissebesség-mérésekre, amelyeket a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium kutatóival együttműködve folytattunk a fényesebb északi cefeidákra. A V1344 Aquilae spektroszkópiai kettősségének kimutatása után az FN Aquilae is spektroszkópiai kettősnek bizonyult. A Hubble-űrtávcső ACS műszerével pedig az RS Puppis különleges cefeidát vizsgáltuk meg. A csillag érdekessége, hogy reflexiós köd veszi körül, amelynek fényessége változik, ahogyan a csillagról érkező sugárzás kifelé terjed. A köd néhány csomósodásának fényváltozását vizsgálva a cefeida fényességváltozásához viszonyított fáziskésésből megállapítottuk a cefeida távolságát: 1910 ± 80 pc. Ez a 4,2%-os bizonytalanság rendkívül pontos érték egyéb vizsgálatok eredményeivel összehasonlítva.

A csillagkeletkezési területek legnagyobb tömegű csillagai a vörös szuperóriások, amelyek több száz napos pulzációs periódusokkal végzik félszabályos rezgéseiket. A Per OB1 asszociáció két vörös szuperóriásáról interferometriai méréseket végeztünk a csillagok minél pontosabb fizikai jellemzése céljából. Az RS Per és T Per infravörös H-sávban végzett észleléseihez a Michigan Infra-Red Combiner műszert használtuk a CHARA interferometriai távcsőhálózaton. A csillagok felszínét első közelítésben peremsötétetett korongokkal modelleztük, majd Bayes-algoritmussal meghatároztuk a csillagfelszíneken található foltok legvalószínűbb számát. A számított effektív

hőmérsékletek a vörös szuperóriásokra a közelmúltban bevezetett forróbb hőmérsékletskálát támasztják alá. Vizsgálataink alapján a közeli-infravörösben a csillagfluxus 3-5%-a forró foltokból származik.

Aktív jelenségek csillagokon

A csillagfoltok hatása a forgási periódussal változó fényességben és színképvonalprofilokban tanulmányozható. Miként a pulzáló csillagok kutatásában, úgy az aktív csillagok vizsgálatában is fontos szerepet kaptak az űrfotometriai mérések. A Kepler-adatbázis adataiban 39 gyorsan forgó ($P_{\text{rot}} \sim 1$ nap) kései típusú csillag négy évnyi fénygörbéjét elemeztük. Idő-frekvencia analízis segítségével 300-900 nap hosszú aktivitási ciklusra utaló jeleket találtunk. A ciklusokat a differenciális rotáció és a ciklus során a pillangó-diagramhoz hasonlóan változó foltszélesség, és így az ezek miatt változó mérhető forgási periódus segítségével mutattuk ki. Ezek az eredmények a rotáció-ciklushossz diagram eddig kevésbé tanulmányozott, a gyorsan forgó csillagokat tartalmazó részét egészítik ki.

Erősen aktív csillagok több évtizedes folyamatos fotometriájából megfigyelhető, hogy a hosszú távú fényességváltozás mértéke a legmélyebb minimumtól a maximális fényességig akár 1 magnitúdó is lehet. Ekkora fényváltozás már túl nagy ahhoz, hogy teljes mértékben magyarázható legyen a csillag felszínén levő foltok és fáklyamezők megjelenésével és eltűnésével, ahogy azt a Napon láthatjuk. Vizsgálatainkhoz három csillagra 30-40 év alatt gyűjtött többszín-fotometriát használtunk fel, amelyek többségét automata távcsövek mérték. A csillagok effektív hőmérsékletét a fotometriai színindex-hőmérséklet összefüggésből határoztuk meg. Eredményeink azt mutatják, hogy a teljes fluxusváltozásnak csak egy része (30-50%-a) magyarázható hőmérséklet-változással. Felvetettük, hogy az aktivitási ciklusok alatti erős és változó mágneses tér miatt a csillagok sugara is változik, ami magyarázhatja a három vizsgált csillagon tapasztalt anomális fényesség- és luminozitásváltozást.

Napaktivitás

A Napon zajló jelenségek tanulmányozására a központi csillagunkat folyamatosan észlelő műholdak adatai mellett a hosszú időt lefedő napfoltkatalógusunk is kiválóan alkalmas. Kutatásainkkal mind a rövid időskálájú és nagy energiafelszabadulással járó eseményeket, mind a 11 éves napfoltciklust egyaránt lefedtük.

Előbbire jó alkalmat szolgáltatott a 2011. június 7-i látványos protuberanciारobbanás (Coronal Mass Ejection, CME), amely során a Solar Dynamic Observatory Atmospheric Imaging Assembly (SDO/AIA) észlelései

egy kifényesedést mutattak a kiterjedő CME és egy szomszédos aktív vidék találkozásánál. Magnetohidrodinamikai szimulációval és mágneses topológia modell alapján bebizonyítottuk, hogy a CME mágnesesen átkötődött a szomszédos aktív vidék mágneses terével, és a kifényesedés az átkötődési régió körüli in situ plazmafűtés eredményeként jött létre.

A szoláris aktív hosszúságokról publikált cikkünkben leírtuk azt az eljárást, amellyel a legmegbízhatóbban lehet azonosítani a kiemelkedő aktivitású szoláris hosszúsági sávokat (aktív hosszúságokat) és hosszúságbeli vándorlásuk követését. Az aktív hosszúság körülbelül 7 éven keresztül előretartó, ezután ugyanennyi ideig hátráló mozgást végez, nem mutat ciklusfüggést, és kimutatható a flip-flop jelenség. A legfontosabb eredmény az, hogy az aktív hosszúsági sávban a foltok felbukkanásának időbeli változása 1,3 éves ingadozást mutat, ami a konvektív zóna alsó határánál észlelt hasonló periódus miatt azt a magyarázatot kínálja, hogy az aktív hosszúsági sáv közvetlen kapcsolatban állhat a konvektív zóna aljával, míg a többi aktív vidék valószínűleg magasabb rétegekből származik.

A napfoltok flerek előtti dinamikájáról publikált vizsgálatunk a flerelőrejelzés új lehetőségét vetíti előre. Az általunk definiált foltközi mágneses fluxusgradiens – a potenciáltértől való eltérés lehetséges nyomjelző adata – olyan jellegzetes fler előtti viselkedést produkál, amely alkalmasnak látszik a várható fler adatainak becslésére. Az említett paraméter néhány napig erőteljesen növekszik, majd a maximum után csökkenni kezd, és néhány (jellemzően körülbelül 8) óra múlva bekövetkezik a fler.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A csillagközi anyagból kialakult struktúrák vizsgálata változatos kutatásokat tesz lehetővé, komplex numerikus modellezésektől egészen az optikai, infravörös és rádiócsillagászati megfigyelésekig. Részletes szimulációkkal megvizsgáltuk, hogy egy protoplanetáris korongban az örvények hogyan hatnak gravitációsan egy olyan bolygóra, amelyik az örvény felé vándorol vagy az örvényben keletkezett. Megmutattuk, hogy a bolygó kezdeti távolságától függetlenül a bolygó helyzete rögzül az örvényhez képest, illetve kimutattuk, hogy egy igen kis tömegű bolygó is elhagyja az örvény középpontját, de csapdába esik. A bolygók csapdázódása miatt az örvények folyamatos bolygóképző helyek lehetnek. Részben ehhez kapcsolódóan megvizsgáltuk a fiatal (1-5 millió éves) protoplanetáris korongok infravörös tartományban kisugárzott szén-monoxid-vonalainak keletkezését. Számításaink szerint a korong a bolygó hatására globálisan excentrikussá válik, ami a vonalprofil alakját eltorzítja. A talált spektroszkópai jelenség segítségével vizsgálhatók a bolygókeletkezési elméletek jóslatai.

A kitöréseket mutató fiatal csillagok egyik nevezetes példánya, az EX Lupi rendszerében egy 5 éves radiálissebesség-monitorozás és egy 14 napos optikai-infravörös mérősorozat alapján kimutattunk egy stabil, 7,417 napos periódusú sebességelet, amelynek teljes amplitúdója 4,4 km/s. A periódus jól illeszthető egy 0,6 naptömegű központi csillag körül keringő kis tömegű objektummal, amelynek becsült minimális tömege $15 M_{Jup}$, pályája pedig 0,24-es excentricitású. Realisztikus csillagfoltok nem illeszkednek a megfigyelésekhez. A számított modell szerint a rendszerben egy akkréciós oszlop kering, szinkronban a kísérő mozgásával. Ha a magyarázat helyes, úgy a kísérő tömege az úgynevezett barnatörpe-sivatagba esik.

Három új eruptív fiatal csillagot azonosítottunk a Lynds 1340 molekulafelhőben. Egyikük a csillagot övező gázfelhők morfológiája alapján 6-8 ezer éve esett át nagy kitörésen, kettő pedig az elmúlt évtizedekben változtatta nagy amplitúdóval a fényességét. Eredményeink azt mutatják, hogy a fiatal csillagok kitörésének időtartama és amplitúdója nem szükségszerűen függ a csillag fejlettségi állapotától.

Exobolygórendszerek

A PLATO az ESA 2024-ben indítandó exobolygó-kereső missziója, amelyet 2014. februárban fogadott el az Európai Űrügynökség. Az egyedülálló távcsőrendszer célja a bolygórendszerek fejlődésének vizsgálata a lehető közvetbolygók felfedezése, a bolygóparaméterek (sugar, tömeg, sűrűség, kor) pontos mérésével. A magyar hozzájárulás sarokpontjai – egyebek mellett – a képeken telítésbe menő csillagok fotometriája, exoholdak keresése és a klasszikus pulzáló változócsillagok vizsgálata lesznek.

Analizáltuk a Kepler-13b bolygó teljes Kepler-adatsorát (928 nap), hogy megerősítsük az exobolygó csillag előtti átvonulása hosszának szekuláris fejlődését, és azonosítsuk a csillagtól származó forgási és aktivitási jeleket. Kimutattuk a tranzit időtartamának, mélységének és aszimmetriájának lassú változását, amely a pályaprecesszióra, végeredményben a gazdacsillag forgására vezethető vissza. Igazoltuk, hogy minden harmadik tranzit nagyon hasonló vetületű csillagkorong előtt zajlik le, ami megerősíti a pontos 5:3 rezonanciát a csillag forgása és a bolygó keringése között.

A HATNet (Hungarian-made Automated Telescope Network) projekt sűrűn mintavételezett fotometriai idősorai felhasználásával a Praesepe (M44/NGC 2632) exobolygókat is tartalmazó nyílthalmaz 381 csillagára végeztünk Fourier-analízist. Tíz δ Scuti és más típusú változó detektálása mellett azonosítottunk 180 rotációs (csillagfoltos) változót is. Ezek a csillagok elég szoros periódus-szín relációt követnek az F-G-K színképosztályokban. Az adatok alátámasztják azt a korábbi eredményt, amely szerint

a girokronológiai kormeghatározás azonos korra utal a Hyadok és a Praesepe összevetésekor. A két forró jupitert tartalmazó csillag közül a rövidebb keringési periódusú bolygó központi csillagának mintegy 2 nappal rövidebb a forgási periódusa, mint a hasonló színű többi csillagé. Az eredmények arra utalnak, hogy a csillag-bolygó árapályerők kölcsönhatása lényeges lehet a forró jupitereket tartalmazó rendszereknél.

Publikáltuk négy, a HATNet projekt által felfedezett forró jupiterre vonatkozó analízist és a bolygórendszerek paramétereit. Fontos kiemelni, hogy a négy rendszer közül többnél további bolygók létezése is gyanítható a radiális sebességek alapján.

A Naprendszer égitestjei

Kisbolygók, üstökösök, Neptunuszon túli égitestek, a Mars, a Rosetta-szonda és laboratóriumi meteoritelemzések fémjelzik az intézetben a Naprendszerrel kapcsolatban folyó kutatásokat. Geokémiai laboratóriumtól optikai és infravörös teleszkópokig, illetve helyszíni megfigyeléseket végző űrszondákig terjednek a mérési adatok forrásai.

A Herschel-űrtávcsővel észlelt égitestek albedói és színei alapján két elkülönülő csoportot sikerült azonosítanunk a Neptunuszon túli populációkban. Az észlelt bimodalitás bizonyíték arra, hogy a fiatal Naprendszerben létezett egy összetételbeli elkülönülés a közeli (körülbelül <30 CSE) és a távoli égitestek keletkezésekor.

A Siding Spring-üstökös 2014 novemberében 40 000 km-re haladt el a Marstól, és a csóvája súrolta a vörös bolygó felszínét. Az üstököst korábban a Herschel-űrtávcső PACS kamerájával figyeltük meg. A kóma analízisével becslést adtunk a portömegre és a porkeletkezési rátára, és a várthoz képest több nagy szemcsét találtunk a kómában. Becslésünk szerint az aktivitás 6 hónappal a PACS-mérések előtt, a Naptól 8 CSE távolságban kezdődött.

Sikerült űrszondás optikai és infravörös mérések segítségével megállapítani, hogy a Mars északi cirkumpoláris zónájában tavasszal mikroszkopikus méretskálán a vízjég és az ásványi felületek között előfordulhat az úgynevezett interfaciális folyékony víz. Modellszámításokkal kimutattuk, hogy az ilyen térségekben a főleg nyáron képződő és a légkörből kiülepedő H_2O lassan, de lebomolhat, megváltoztatva a kémiai környezetet.

Részt vettünk a Rosetta-űrszonda OSIRIS kamerájával a 67P/Churyumov–Gerasimenko üstökös magjának megfigyelésében és a forgási paraméterek meghatározásában. Azt találtuk, hogy a 67P tengelyforgási ideje jelentősen megváltozott a 2009-es perihéliuma idején, valószínűleg a szublimáció által keltett forgatónyomaték miatt. Nincs jele egyszerre több periódus létének a fénygörbékben, ami arra utal, hogy az üstökös mag

jelenleg egyszerű forgásállapotban van, a forgástengelye a legnagyobb főtéhetetlenségi nyomaték tengelye. A Philae leszállásának és hosszú időtartamú munkájának előkészítésére meghatároztuk a 67P üstökös magjának Nap általi megvilágítási viszonyait.

Kimutattuk az NWA 2086 meteorit kondrumaiban az egykori forró, ásványátalakító fluidhatást, emellett a vas-oxidok szöveti előfordulása alapján azt is demonstráltuk, hogy a kérdéses meteorit eredeti forrásrégiója valószínűleg mélyebben volt a szülőégitestben a Mokoia és Bali meteoritokénál, de nem olyan mélyen, hogy jelentős termális átalakulás történjen benne.

Extragalaktikus kutatások, gammakitörések

Feldolgoztuk egy feltételezett kettős aktív galaxismag (AGN) nagy felbontású rádióinterferométeres méréseit, amelyek az Európai VLBI Hálózat (EVN) készültek 1,6 és 5 GHz-en. A forrást optikai színképvonalai alapján sorolták a valószínűsíthető kettősök közé. A rádiómérésekkel csak egy kompakt objektumot sikerült kimutatni, tehát ha van is kettős az aktív galaxisban, akkor is csak az egyikük rádiósugárzó. Emellett tanulmányoztunk egy másik, feltételezhetően szintén kettős szupernagy tömegű fekete lyukat. Ebben a kutatásban a másodlagos fekete lyuknak az elsődleges fekete lyuk anyagkifújására kifejtett gravitációs perturbáló hatását modelleztük. A forrás szabadon elérhető rádióinterferométeres adatait értelmeztük.

A legnagyobb publikus gammakitörés-mintában $1,6 < z < 2,1$ vöröseltolódásnál statisztikusan szignifikáns csomósodást mutattunk ki. Ez a többlet a szögeloszlásban nem magyarázható meg ismert kiválasztási hibákkal, és ennek következtében nagyon valószínűtlen, hogy csak a véletlen hozza létre. A hatalmas szerkezet tízszer olyan messze van, mint a Sloan „Nagy Fal”, nagyjából tízmilliárd fényév távolságban.

Műszerfejlesztés

Az intézeti Herschel-csoport a vezetője annak a nemzetközi projektnek, amelynek célja, hogy a ESA Herschel űrobszervatórium PACS műszerének az archívumban található térképein azonosítsa a pontforrásokat, és az eredményekből egy egységes fotometria pontforrás-katalógust állítson össze. 2014-ben befejeződtek a megvalósíthatósági tesztek, és elkészült az automatikus feldolgozó szoftver. Emellett folyamatosan részt vettünk a Herschel PACS kalibrációs feladataiban, beleértve a műszerek párhuzamos módban készült térképeinek hivatalos tesztelését.

Megvizsgáltuk a mikro-elektromechanikus (MEMS) gyorsulásérzékelők alkalmazhatóságának lehetőségét, amivel pontos visszajelzés kapható egy távcső helyzetéről. Ezen érzékelők használata teljesen független visszajelzést ad az általában használt elektronikai, optikai vagy mechanikus rendszerektől. Célunk az ívperc alatti pontosság elérése volt. Mivel az általunk választott érzékelő gyárilag néhány fokos pontosságra képes, szükséges volt kalibrálni ezeket az eszközöket a kitűzött pontosság eléréséhez. Kidolgoztuk és publikáltuk a teljes kalibrációs eljárást, valamint azt, hogy hogyan illeszthetők be ezek az érzékelők a már működő rendszerek mellé, növelve a távolról vezérelhető vagy autonóm távcsövek működésének biztonságát és megbízhatóságát.

Megépítettük az ország első hexapod-alapú, digitális zenitkamera-rendszerét. Ez egy olyan kombinált csillagászati-geodéziai mérőműszer, amelynek segítségével a függőön-elhajlást lehet pontosan kimérni. A zenitkamerák lelke egy precíziós dőlésmérő szenzorpár. A munka során meghatároztuk, hogy egy hexapod-alapú, így limitált forgástartományú zenitkamerának mi lehet az elvárt pontossága a teljes (180 fokos) elforgatású „klasszikus” zenitkamerákhoz képest. Eredményeinket nemcsak ezen hexapod-alapú zenitkamera esetén lehet alkalmazni, hanem minden olyan esetben, ahol a műszerezettség dőlését valamilyen formában korrigálni kell (például elektronikus teodolitok, graviméterek vagy más, hexapod-alapú távcsövek esetében).

Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A csillagászat azon kevés természettudományok egyike, amelyre a szélesebb közvélemény is figyel. Eredményei rendre megjelennek a nyomtatott és elektronikus sajtóban. Az érdeklődés fenntartásában, az új eredmények szélesebb megismertetésében és a külföldi szakmai eredmények szakszerű tolmácsolásában az intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel vesznek részt. 2014 során a tudománykommunikációs aktivitásunkat egy konzorciális TÁMOP-pályázat támogatta, amelyet a tudományos eredmények disszeminációja témakörben nyertünk el a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriummal és a Vas Megyei TIT Egyesülettel együttműködésben. Az intézetből közel egy tucat kutató vett részt a projekt megvalósításában, amelynek fontosabb tevékenységei a beszámolási időszakban: (i) csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartás a Piskéstitői Observatóriumban; (ii) a www.csillagaszat.hu csillagászati híroldal vezetése; (iii) rendszeres előadások a konvergenciaregiókban

(Mini Mindentudás Egyeteme); (iv) utazó planetáriummal látogatás iskolákban, nagyobb településeken; (v) csillagászati konferencia és tudomány-kommunikációs továbbképző workshop szervezése műszaki-természettudományi szakos egyetemisták és doktoranduszok bevonásával; (vi) diákverseny szervezése és lebonyolítása középiskolások számára (Prométheusz 2014). Mindettől függetlenül folytattuk a korábbi években megszokott ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket is (évente százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk).

Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel (Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma). A közös kutatások mellett részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. A 2014-es tanévben több mint két tucat kurzust tartottunk az ELTE-n, az SZTE-n, a Nyugat-magyarországi Egyetemen és a Debreceni Egyetemen.

A hosszabb ideje meglévő és folyamatosan gyümölcsöző nemzetközi együttműködések (CoRoT, Gaia, IRSES, KASC, Cesar, eHEROES, CHEOPS projektek) túl 2014-ben bekapcsolódtunk két EU-s COST Action végrehajtásába (asztrobiológia és „big data” témákban). Az év során számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre (NASA Hubble-űrtávcső, VLT, ALMA, ESO) nemzetközi együttműködésben. A benyújtandó pályázatok közös kidolgozásában együttműködtünk az MPA Heidelberggel és az STScI Baltimore-ral. Szoros együttműködés volt a Princeton University-vel (HATNet) az exobolygók kutatásában. Rendszeres megfigyeléseket végeztünk a Kanári-szigeteken az EU FP7 OPTICON programja támogatásával.

Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettünk részt: *New challenges in Earth- and environmental sciences in the Big Data era* (Szombathely, 2014. május 16–17.), *V. Fényszennyezés Konferencia* (Szombathely, 2014. június 13.), *Library and Information Services in Astronomy VII* (Nápoly, Olaszország, 2014. június 18–20.), *The Space Photometry Revolution, CoRoT-KASC joint meeting* (Toulouse, Franciaország, 2014. július 6–11.), *Nuclei in the Cosmos conference* (NIC XIII.) (Debrecen, 2014. július 7–11.), *OPTICON Space Awareness Con-*



Ötven csillagász doktorandusz hallgató több mint húsz európai országból: a *Scientific Writing for Young Astronomers* négynapos rendezvényének csoportképe a tihanyi Limnológiai Intézet vendégháza előtt.

ference (Rozhen/Szófia, Bulgária, 2014. szeptember), *Scientific Writing for Young Astronomers* (Tihany, 2014. augusztus 24–28.), *Fiatal csillagász és asztrofizikus kutatók találkozója VII* (Budapest, 2014. szeptember 17–19.), *A tudományos közlés művészete* (Tokaj, 2014. április 25–27. és Szombathely, 2014. szeptember 26–28.), *Astromineralogy Workshop II.* (Budapest, 2014. szeptember 29.), *Modern Analytical Methods Applied to Earth and Planetary Sciences* (Sopron, 2014. november 1.), *Planetáriumok és bemutató csillagvizsgálók szerepe az oktatásban III* (Pécs, 2014. november 17.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek a Belga Királyi Obszervatóriumban, a Sheffieldi Egyetemen (Egyesült Királyság), a Princetoni Egyetemen (Egyesült Államok), az ESO központjában (Gar-



ching, Németország), az MPI für Astronomie-ban (Heidelberg, Németország) és Laboratoire d'Astrophysique-ban (Marseille, Franciaország). Vendégkutatókat fogadtunk Franciaországból, Németországból, az Egyesült Királyságból és az Egyesült Államokból. Az MTA támogatásával vendégprofesszorként három hónapra fogadtuk Erdélyi Róbertet, a Sheffieldi Egyetem professzorát.

2014-ben két új OTKA-pályázat indult el, illetve nagy sikerként könyvelhetjük el, hogy az MTA támogatásával két új Lendület-kutatócsoport alakult, Kóspál Agnes és Maria Lugaro vezetésével. A Csillagászati Intézet tagja lett az EU FP7 Opticon konzorciumnak, amelynek keretében új technológiájú, deformálható tükrök fejlesztésében veszünk részt.