

Fiatal „csillagászok” az ESO távcsövei mellett — egy oktatási program tudományos melléktermékeiről

1995. november végén negyven 16–18 éves diák vett részt tanárai vezetésével az ESO garchingi (Németország) irányító központjában egy egyhetes oktatási „munkalátogatáson”. Ők voltak a nyertesek az Európa-szerte meghirdetett Európa a csillagok felé című pályázatnak, amelyet az ESO szervezett az Európai Unió támogatásával a Tudományos és Technikai Kultúra Harmadik Európai Hete rendezvényei keretében.

November 14. és 20. között az ESO profi csillagászaival dolgoztak együtt abból a célból, hogy betekintést nyerjenek a legmodernebb csillagászati kutatások módszereibe és eszközeibe. Az egyhetes program során igen sikeres távirányított megfigyelés-sorozatot hajtottak végre az ESO 3,5 m-es NTT-jével (New Technology Telescope) és az 1,4 m-es CAT távcsövével (Coudé Auxiliary Telescope). A vezérlés műholdas kapcsolaton keresztül történt az ESO irányítóközpontja és a chilei La Silla obszervatórium között, melyek egyébként 12 ezer km távolságra vannak egymástól.

A látogatás első napján megejtett általános bevezetés után a résztvevők — érdeklődésük szerint — 6 csoportra lettek osztva. Néhányan a távoli galaxisok megfigyelését választották, mások a szoros kettőscsillagokat akarták közelebről szemügyre venni, míg egy csoport egy olyan csillagot akart megvizsgálni, amelyről azt tételezik fel, hogy protoplanetáris felhővel van körülvéve. Minden egyes csoportnak az ESO egy csillagásza segített eligazodni.

Ezek után következtek maguk az észlelések 3 éjszakán a garchingi konzolok mellett, először az NTT-vel, majd két éjjel a CAT-vel. A csoportok egyenként fél éjszakányi távcsőidőt kaptak. Habár az idő beosztása — mint ahogy az a „komoly” tudomány esetében is igaz — rendkívül nehéz volt, mégis mindenki jól feltalálta magát, miként az a későbbi adatfeldolgozás során kiderült.

A fiatal csillagászok észlelései kitűnő légköri körülmények között zajlottak. Az NTT-s mérések esetén a seeing 0,5 alatt volt, ami nagyon jó minőségű felvételek készítését tette lehetővé. A mérések jórészt a csillagászat fő sodrába tartozó, ugyanakkor nagyon érdekes területeire vonatkoztak, míg egyes új eredmények határozottan élvonalbeliek. Az ESO-s csoportvezetőkkel karöltve néhány hónapon belül több szakcikk várható ezen eredményekre támaszkodva. Nehéz olyan tapasztalatszerzést elképzelni, amely ennél is közelebről mutatná meg a fiataloknak a valós tudomány műhelytitkait.

Az egyhetes látogatást egy nemzetközi sajtótájékoztató zárta, amely után még díszvacsorán látták vendégül a diákokat, akik ezt követően visszatértek hazájukba, addigi diákéletüket folytatandó.

A kísérlet kiugróan pozitív értékelésű, hiszen teljesen eltérő társadalmi környezetből érkező fiatalok dolgoztak együtt, megmutatva a nemzetközi együttműködések nagymértékű hatékonyságát, illetve azok szerepét az európai integrációban.

A nemzeti első helyezettek díjnyertes kutatási programjai

Belgium: Freddy Allemeersch (tanár), Pieter De Ceuninck, Jeroen Staelens (Onze-Lieve-Vrouwecollege, Brugge)

Céljuk egy stabil bolygórendszer elméleti leírása volt, kiegészítve a rendszer Földről történő megfigyelhetőségének vizsgálatával. Egy 0,8 naptömegű csillagot helyeztek a centrumba, amely körül három Föld típusú bolygó és négy jupiterszerű gázóriás

kering. Az egész rendszert 10 parszek távolságra helyezték el. Részletesen leírták a bolygók fizikai tulajdonságait és többféle megközelítést adtak a bolygók detektálásához. Végkövetkeztetésük alapján az infravörös asztrometria és az asztrometria ad egyedül lehetőséget a bolygórendszer kimutatására.

Dánia: Joern C. Olsen, Henrik Struckmann, Uffe A. Hansen, Mogens Winther (tanár) (Soenderborg Amtsgymnasium)

Ez a csoport nagymennyiségű CCD-mérést hajtott végre 3 nyílthalmazról iskolai távcsövükkel. A nyílthalmazok HR-diagramját (szín-fényesség) és egyéb jellemzőket határoztak meg. Többek között igen pontosan sikerült megmérniük az NGC 6939 negyven csillagának B és V szűrőkön keresztüli fényességét. Ebből a halmaz távolságára 2500 parszek, korára 1800 millió év adódott, ami jó egyezésben van a profi eredményekkel. Egyik mellékszámításukban illusztrálták a csillagok fényének halványságát: megmutatták, hogy az égbolt legfényesebb csillaga, a Szíriusz, nem kevesebb, mint 437 236 év alatt tudna csak forrpontra melegíteni egy csésze kávé!

Finnország: Reima Eresma, Laura Elina Nykyri, Reetamaija Janhonen (Cygnaeues-Lukeo, Jyvaeskylae és Jyvaeskylae Lyseon Lukeo)

Ők egy 50 cm-es amatőr távcsővel galaxisok spektrumait tanulmányozták. Egy CCD spektrográf vette fel a spektrumokat, amelyeket később számítógépen dolgoztak fel. Megfigyelési programjukban 5 galaxispár szerepelt, amelyek sebességeit egyenként megmérték. Adataikból egyrészt ki tudták számolni a galaxispárok távolságát a Hubble-törvény alapján, másrészt a kettős galaxisok komponensei közti sebességkülönbségeket is meghatározták. Ez utóbbiból meg lehetett becsülni az egész rendszer tömegét. Összehasonlították az eredményül kapott értékeket a látható objektumok tömegével, ami azt az érdekes eredményt szolgáltatta, hogy a látható anyag az egész tömegnek csak 8%-át adja, tehát nagy valószínűséggel sötét anyag található a csillagvárosokban.

Franciaország: Rene Cavaroz (tanár), Vincent Hardy, Antoine Lesuffleur (Lycee Chartier, Bayeux)

Projektumuk egy működő napmegfigyelő rádió-interferométer megépítése volt, ami egy eléggé bonyolult eszköz, és segítségével meg lehet mérni a Nap hosszú hullámú sugárzását, illetve fel lehet térképezni a koronát, hogy honnan is érkezik pontosan a mért sugárzás. A vevő és az antennák 550 és 750 MHz körüli méréseket tettek lehetővé; maguk a diákok készítették el mindegyiket. A Napról érkező rádiósugárzást sikeresen megfigyelték (mint interferencia-gyűrűket) és részletesen dokumentálták munkájukat.

Németország: Dorothee Barth, Walter Czech (tanár), Uwe Kranz, Karin Wieland (Immanuel-Kant-Gymnasium, Leinfelden-Echterdingen, Baden-Württemberg)

A gondos tervezést követően szisztematikus CCD megfigyeléseket hajtottak végre a 14 magnitúdós Plútóról. Egy 30 cm-es távcsővel észleltek 18 éjszakán keresztül tavaly tavasszal és nyáron. Öt közeli csillag alapján kalibrálták a fotometriai célzatú méréseiket. Eredményeik szerint $\pm 0,2$ magnitúdós pontossággal sikerült megmérni a bolygó fényességét. A Plútó ebben az időszakban, az alkalmazott CCD szűrő nélküli fotometriai rendszerében, $0,7^m$ -s amplitúdóval változtatta fényességét. A felrajzolt fénygörbe periodicitása jó összhangban áll a Plútó 6,4 napos rotációs periódusával.

Görögország: Agni Ioannidi, Elena Katifori, Vassilis Samiotis, Vassillos Tzotzes (tanár) (Varvakio Experimental Lyceum, Athén)

Egy 1,56 naptömegű és adott sűrűségű csillagból indultak ki. Kiszámították a méretét, luminozitását, hőmérsékletét, a benne uralkodó nyomást és egyéb paramétereiket. A Titius–Bode szabállyal analóg módon felépítettek egy bolygórendszert a csillag körül. Ebből három teresztrikus bolygó, kettő pedig a Jupitertől is nagyobb gázóriás. A programban résztvevők kiszámolták a bolygók fizikai jellemzőit. Abban az esetben, ha a rendszer 30 fényévnél közelebb lenne, a legkülső bolygót a Hubble Űrtávcső ki tudná mutatni.

Írország: Declan MacCuarta (tanár), Colm McLoughlin (St. Peter's College, Wexford, Co. Wexford)

Az α Centauri kettőscsillag A-komponense, egy naptípusú csillag körüli hipotetikus bolygórendszert tanulmányoztak. A kísérő csillag jelenléte miatt egyes bolygópályák instabilak. Négy bolygót helyeztek 300 millió km-en belülre a főkomponens köré, ebből három Föld-típusú (a harmadik teljesen hasonló a Földhöz), a negyedik pedig egy kisebb gázbolygó. Igen bonyolult üstökőpályák alakulhatnak ki egy ilyen összetett gravitációs mezőben. Az Űrteleszkóppal akkor lehetne detektálni valamelyik bolygót, ha az a csillag előtt haladna át, és az okozott fényességcsökkenést mérnék.

Olaszország: Pasquale Ciarletta, Francesca D'elia, Ada Fortugna (tanár), Alfredo Pudano (Liceo Scientifico 'Leonardo da Vinci', Reggio Calabria)

Ez a csoport egy rácsos spektrográfot épített közönséges optikai elemek felhasználásával. A Nap spektrumát standard spektrállámpákkal kalibrálták és több, feltűnő abszorpcióvonalat azonosítottak: a H α vonalat 656,2 nm-nél, a Na-D vonalat 589,0-589,6 nm-nél és a magnézium triplettet 517,5 nm közelében. Főleg vizuális és fotografikus rögzítési technikát használtak. Tervezték fényes csillagok spektrumának a megfigyelését is, de a rendelkezésre álló idő rövidnek bizonyult.

Hollandia: Alex De Beer, Klas Huijbregts, Ruud Nellen (Norbertuscollege, Rosendal)

A holland diákok egy képzeletbeli naprendszer alkottak Ngnz'i néven. A központi csillag kicsit nagyobb a Napunknál, és hasonló távolságban helyezkedik el a Tejútrendszer közepétől (31700 fényévre). A Naptól kétszer ekkora távolságban, 63400 fényévre helyezkedik el a rendszer. 300 millió km-re a központi égitesttől egy 3 év keringési idejű kettős bolygó kering. Egy másik bolygón az élet kialakulásához kedvező feltételek uralkodnak, ami oda vezetett, hogy a békákhoz hasonló intelligens lények fejlődtek ki. Két külső gázóriás egészíti ki a bolygórendszert.

Spanyolország: Aritz Atela Aio, Julen Sarasola Manich (tanár), Jon Huertas Rodriquez (Txorierra Batxilergoko Institutua, Derio Bizkaia)

A csoport egy 20 cm-es, f/8-as Newton-reflektort épített. Különböző objektumokon végrehajtott teszt-megfigyelésekkel illusztrálták a távcső kitűnő leképezését. Ezek után összeállítottak egy olcsó CCD kamerát. A Jupiter-holdak megfigyelésével, azok Jupiterhez viszonyított relatív pozíciói mérésével meghatározták a Jupiter tömegét és átlagos sűrűségét.

Svédország: Rahman Amanullah, Kjell L. Bonander (tanár), Tomas Opperstrup, Christin Wiedemann (Saltsjöbadens Samskola, Saltsjöbaden)

Egy másik Univerzumban három hős találkozik a távoli Magarthea bolygón. Egy itt található számítógépes adatbankban felfedeznek egy leírást az Ikaros III bolygórendszeréről, keletkezéséről és fejlődéséről. A rendszer közepén egy A típusú csillag, az Ikaros található; felszíni hőmérséklete 9700 K, várható élettartama 500 millió év. Három bolygó kering körülötte, amelyek részletesen ismertettek. Kettő kicsi, sűrű, egy pedig gázbolygó. Kiderül, hogy a rendszer csak 26 fényévre van a Földtől, ahonnan nem is lenne nehéz megfigyelni. A csillag rövid élete miatt nem valószínű, hogy élet fejlődhetne ki valamelyik bolygón.

**Nagy-Britannia: Michael Ching, Richard Field (tanár)
(Oundle School, Peterborough)**

Ebben a programban pulzáló változócsillagok tanulmányozása szerepel. Megvizsgálták a pulzációelméletet, a pulzáló csillagok helyét a HRD-n, illetve a távolságuk meghatározását periódusukra alapozva. Ha a megfigyelésekből ismerjük a csillag periódusát, akkor a periódus-fényesség relációból tudjuk a csillag abszolút fényességét, amiből kiszámíthatjuk a távolságát. Egy RR Lyr típusú változócsillagot fotometráltak is, a várt fényváltozást sikerült kimutatni.

Az ESO-beli eredmények rövid összefoglalása

Az alábbi összefoglaló a hat csoport 1995. november 20-ai ismertetője alapján készült. A későbbiek során még részletesebben feldolgozzák adataikat. Mindegyik csoportnak egy fiatal ESO-s csillagász segített, mint csoportvezető, míg az észlelések során Lex Kaper és Marcus Kissler csillagászok, illetve Vicente Reyes és Jesus Rodriguez (Garching) és Hernan Nunez, Jorge Miranda és Victor Merino (La Silla) éjszakai asszisztensek működtek közre. Az adatok elemzésére a MIDAS szoftvercsomagot használták, amihez az ismertetést a téma szakértője, Rein Warmels adta.

Mivel az utolsó éjszakán mérő két csoportnak (3A és 3B) nem volt elég ideje a beszámoló kidolgozására, ezért az övük kevésbé részletes, mint a többieké.

1A csoport: Amanullah, De Beer, Huertas Rodriguez, Huijbregts, Kranz, Olsen, Opperstrup; csoportvezető: Jari Ronnback és Frederic Courbin

Az NTT EMMI műszerét használták a „Kölcsönható galaxisok” elnevezésű programhoz. Ezek olyan galaxisok, melyek annyira közel vannak egymáshoz, hogy az alakjuk eltorzul a közeli galaxis(ok) gravitációs hatásától. Egyesek éppen az összeütközés állapotában figyelhetők meg.

Nyolc galaxisról készültek CCD felvételek; 7 csak R, 1 pedig V és R szűrőn keresztül. A programban különböző típusú galaxisok szerepeltek (elliptikus + elliptikus, elliptikus + spirális, stb.) különböző mértékű kölcsönhatással (ütközés, egymás mellett elhaladás, stb.). Az észlelési körülmények rendkívül jók



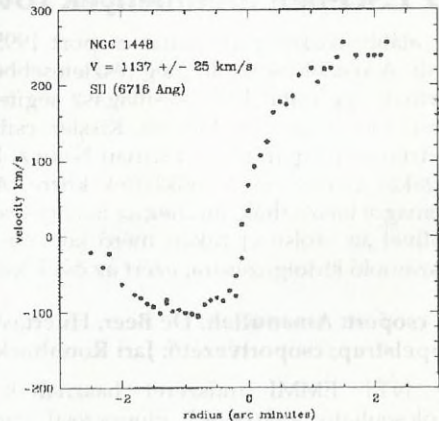
voltak, 0,5–1,2-es seeinggel, ami valószínűsíti, hogy egyes objektumokról a valaha készült legjobb képeket sikerült felvenni.

A diákok osztályozták a galaxisokat és próbálták meghatározni a kölcsönhatás formáját. Egy látványos képes atlasz várható a megfigyelési anyagra alapozva.

1B csoport: Barth, Bonander, Ching, Ciarletta, Eresma, Wiedemann, Wieland;
csoportvezető: Paul Goudfrooij és Frederic Courbin

A csoport tagjai két különleges galaxisról készítettek rövid expozíciós idejű direkt képeket, illetve hosszú expozíciójú spektrumokat az NTT + EMMI műszeregyüttessel. A két objektum az éléről látszó torzult spirális NGC 1448 és a keresztező porsávval rendelkező elliptikus NGC 1947 volt. Egy IRAS szuperfényességű galaxist is észleltek. Az éjszaka vége felé az addigal is jobb seeing (egészen 0,3-ig) uralkodott, ezáltal olyan részletek rögzítését megengedve, amelyek korábban teljesen ismeretlenek voltak. Például az NGC 1947 külső régióiban olyan porsávokat fedeztek fel, amelyeket korábban még nem jegyzett fel senki!

A spektrográf rése rendben a galaxisok középre, az NGC 1448 hossz tengelyére és az NGC 1947 porsávjára lett állítva. Erős emissziós vonalakat detektáltak ($H\alpha$, ionizált nitrogén (N II), ionizált kén (S II)) mindkét galaxisban; ezek az intersztelláris gázfelhőkből származnak.



Az NGC 1448 galaxis (balra) és rotációs görbéje (jobbra)

A vonalak pontos hullámhosszát ismerve meghatározhatjuk a galaxisok látóirányú sebességét. Az ifjú kutatókból álló gárda a publikált értékekhez közelít, 1100–1200 km/s-ot talált mindkét galaxis esetében. Továbbá ezen vonalak hullámhosszváltozásának mértéke a galaxis középpontjától kifelé haladva a rotációs görbe menetét jelzi, azaz hogy milyen sebességkülönbség tapasztalható egyre távolodva a galaxismagtól. A teljes változás amplitúdója 400 km/s volt a két galaxisban. A sebesség-gradiens igen meredek a középső tartományban, ami nagy központi tömeg jelenlétére utal. A számszerű eredmények néhány milliárd naptömegről árulkodnak.

2A csoport: D'elia, Hardy, Janhonen, Lesuffleur, Nellen, Nykyri, Pudano;
csoportvezető: Jacco van Loon

Öt kései típusú óriás és szuperóriás csillag nagy diszperziójú spektrumát vették fel a CAT-vel és egy echelle spektrográffal. Ezek a csillagok életük végső fázisához értek. A legnehezebbek, azaz a szuperóriások „hamarosan” szupernóvákká fognak válni, míg a könnyebbek, az óriások, fehér törpékké alakulnak a planetáris köd fázison keresztül. A csoport célja annak eldöntése volt, hogy melyik csillag hogyan fog fejlődni, ehhez pedig pontosan kellett osztályozni őket.

A spektrumok két spektrumtartományt fogtak át, a H α vonalat 656,2 nm-nél, és az ionizált kalcium Ca II vonalát 854,2 nm-nél. A kalcium vonala adja meg a pontos klasszifikációt: minél mélyebb és szélesebb a vonal, annál nagyobb a csillag luminozitása. Az öt csillag közül a T Microscopii és a v Eridani esetében találtak gyenge és vékony Ca II vonalat, azaz ezek óriás csillagok; a többiek nagyobb luminozitásúak, főleg az α Orionis. Csillagászati fogalmakban gondolkodva, az utóbbi valószínűleg már közel áll a szupernóva fázishoz. Egy ismeretlen emissziós vonalat is találtak ennek a csillagnak a színeképében; érdekes probléma lesz a pontos azonosítás, ami későbbre maradt.

2B csoport: Allermersch, Cavaroz, Czech, De Ceuninck, Ioannidi, Katifori;
csoportvezető: George Dudziak

A csoport a CAT-vel a β Pictorist figyelte meg, amelyről közismert, hogy por- és gázburok veszi körül. A legújabb észlelések szerint valószínűleg ebben a pillanatban is aktív bolygókeletkezés zajlik le a burokokban. A spektrumvonalak gyors változásairól szóló beszámolók láttak napvilágot; eredetük feltehetően a csillagra hulló anyagban (üstökösök?) rejlik. A 2B-be tartozó diákok ezt a kérdést kívánták közelebbről megvizsgálni.

Tizenkét nagy diszperziójú és nagy jel/zaj viszonyú spektrumot vettek fel (1–5 és 11–15 perc expozíciós időekkel). A vizsgált hullámhossz tartomány a Ca II abszorpciós vonalát fedi le (854,2 nm). A vonal profilja igen összetett szerkezetű a β Pictoris-nál. A vonal közepén egy kicsiny bemélyedés látható, ami a csillag előtt levő korong további abszorpciójának eredménye. Két földi eredetű víz-vonal is éppen ebbe a tartományba esik, tovább honyolítva a vonal alakját.

A spektrumokat gondosan kalibrálták és összehasonlították egymás közt. Egy átlagos spektrumot is meghatároztak, amellyel az összeset elosztották. Kimutattak az átlagtól való eltérést a korong abszorpciójának vörös oldalán, ami határozottan nagyobb, mint a mérési hiba. Ezeket az eltéréseket lehet, hogy a behulló anyagfelhők okozzák, de az előzetes adatfeldolgozás alapján ezt nem lehetett biztosan állítani. Érdekes eredmények várhatók a spektrumok további elemzése után.

3A csoport: Atela Aio, Fortugno, Hansen, Sarasalo Manich, Staelens, Winther;
csoportvezető: Rene Mendez

Két planetáris ködöt kívántak tanulmányozni nagy diszperziójú CAT spektrumaik alapján. Itt a fény legnagyobb része néhány emissziós vonalban bocsátódik ki és ezek alakja és pontos hullámhossza lényeges információkat árulhat el magukról a szülő objektumokról. Például meg lehet határozni a ködön belüli gáz mozgását.

Az első planetáris köd a jól ismert NGC 7293 volt. Az első spektrumok felhasadt S II vonalat mutattak; a két vonalkomponens a köd elülső és hátulsó részéről érkezik,

eltolódásukat a Doppler-effektus okozza. A különbség 13 km/s-nak adódott, ami fontos kiegészítő adat a köd megfigyelt geometriai tágulásának képéhez. Az érték jól illik a korábban levezetett 50 ezer éves korhoz. A számított távolság 120 parszek, közel a katalógusokban található adathoz. A másik megfigyelt objektum az NGC 1535 volt, ami sokkal fiatalabb, kb. 3500 éves.

Az adatok feldolgozása folyamatban van, további eredmények várhatók.

3B csoport: Field, MacCuarta, McLoughlin, Samiotis, Struckman, Tzotzes;
csoportvezető: Fernando Comeron

Ez a csoport mért az utolsó éjszaka második felében; céljuk spektroszkópiai kettősök megfigyelése volt. A csillagokat spektrumaik időszakos változásaival lehet detektálni. Például a pályamenti mozgás periodikus radiálissebesség-változásokat okoz. Továbbá a két csillag különböző hőmérséklete a kombinált spektrumban is tükröződik, másrészt pedig a csillagok közti gázáramok is kimutathatók.

A γ Doradus feltételezett kontakt fedési kettős két spektrumát vették fel három óra különbséggel. Meglepő módon semmi változást nem tapasztaltak, ami legalább is megkérdőjelezi a csillag besorolását.

Hét további spektrumot vettek fel négy β Lyrae típusú fedési kettősről. Három esetén a kettős természetet sikerült kimutatni a vonalak megkettőződésével, azonban a PU Puppis esetében csak egy vonalat találtak. A csillagok közti gázáram jeleit sehol nem sikerült kimutatni.

(ESO PR 17/95, Ksl)



Még nincs számítógépe?
Van, csak nem működik?
Vagy kinőtte a meglévőt?
A megoldás: **Tóth és Társai BT.**

Számítógépek egyedi igények szerinti kiépítésben

Meglévő gépek felújítása, karbantartása

Processzor, merevlemez csere, memóriabővítés

Hangkártya, CD-ROM installálás

Budapest területén 50 000 Ft feletti vásárlásnál ingyenes üzembehelyezéssel

Jogtisztasági szoftverek telepítése

Harver-szoftver szaktanácsadás

Számítógépvásárlásnál A Magyar Csillagászati Egyesület tagjai számára a rendelkezésre álló összes szabadterjesztésű csillagászati programot és képet telepítjük (kb. 35 Mb)

A programokat és képeket 200 Ft lemezenkénti áron, vagy felbélyegzett, megcímezett válaszborítékkal együtt elküldött lemezeken is postázzuk.

Megrendeléseiket Tóth Tamás várja!

1193 Budapest, Komjáti u. 15/a.

Telefon/fax: 282-2685

06-20-468-615

E-mail: tta@iris.elte.hu