

# Amatőr spektroszkópia: bevezető lépések

A spektroszkopikus észlelések iránti érdeklődésemet egy rácsos spektroszkóp, a Star Analyser 100 fotovizuális használata keltette fel. Ez a lehető legegyszerűbb belépő a csillagászati színeképek világába: akár okulárba is betekerhető az eszköz, mint egy speciális szűrő, majd betekintéskor, vagy képrögzítéskor feltűnik a rács által előállított színek minden egyes égitest képe mellett közvetlenül. Az érdeklődésem akkor fordult komolyra, amikor a kitört a Nova Del 2013 (V339 Del), és sokféle technikával volt alkalom összehasonlítani a végeredményt (l. Meteor 2014/7–8.). A fordulópontot a valós feldolgozás jelentette, külső – nem saját – igényt megcélözva, hogy rendszeren feldolgozott spektrumot kapjak.

2014 nyarán megérett bennem az elhatározás, hogy bejelentkezzek az Astronomical Ring for Access to Spectroscopy ([http://www.astrosurf.com/aras/Aras\\_DataBase/DataBase.htm](http://www.astrosurf.com/aras/Aras_DataBase/DataBase.htm), ARAS) programba, ennek a népes közösségében ugyanis körbeér az észlelés–feldolgozás–felhasználás–visszajelzés folyamat. Mindez, de különösen a szakmai visszajelzés azért fontos, mert így válik úgymond „rentábilissá” a beruházás a sokkal komolyabb műszer- és időigényű réses spektroszkópiába, amelyben egy konkrét programcsillag képét a távcsővel egy spektrográf műszer belépő részére képezzük le, hogy aztán a rés képeről a rács és kollimáló optika előállítsa a rés nélküli (angolul slitless) spektrumoknál általában jelentősen nagyobb felbontású színeképet. Az ARAS programjába történő bekapcsolódással és a komolyabb műszer beszerzésével nagy átlagban egy-egy egész hétvégi éjszaka észlelhetővé vált, így állandó jellegű hobbiként fogható fel eme tevékenység: nem számít, hogy fent van-e a Hold, vagy páras/szomogos/enyhén fátyolos-e az ég, műszeregyüttesünkkel valós professzionális igénynek felelünk meg, cserébe az ARAS ellát mindenféle információval. Így

apránként művelődhetek, és megtudhatom, hogy mennyire és miben hasznos az adott észlelés. Ma ennek a tevékenységnek a nemzetközi központja Franciaország, ott alakult ki ennek az észlelés-típusnak a tömegkultúrája, így ahhoz érdemes igazodni (a téma vezéralakja Christian Buil francia amatőr, aki professzionális szinten úzi immár évtizedes időskálán a csillagok spektroszkópiáját, nem mellesleg pedig az IRIS általános csillagászati képfeldolgozó program fejlesztője).



Észlelőhelyem a 250/1000-es Newtonnal

Az általam kiválasztott észlelési program főbb csillagai szimbiotikus változók (AG Dra, CH Cyg, CI Cyg, CH Cyg, RS Oph, V694 Mon, BX Mon, Z And, AX Per, T CrB...) és persze tranziensek (nóvák, kataklizmiikus változók), illetve alkalmi projektek (pl. üstökösök, egyéb égitestek). Az ARAS programjában szerepel az emissziós B színeképtípusú (Be) csillagok követése és felfedezése (havi-félévi gyakorisággal ez utóbbi is elő-

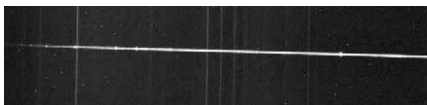
fordul amatőrök által), de ehhez eddig még nem csatlakoztam. Mindemellett radiálissebesség-mérésekre is kiválasztottak néhány követendő csillagot, amihez a lehető legnagyobb spektrális felbontásra és legstabilabb műszerekre van szükség.

A feldolgozást könnyen meg lehet tanulni a szintén Christina Buil által fejlesztett ISIS (Integrated Spectrographic Innovative Software) program wikipédia-oldalai alapján. A szoftver használatának elsajátítását megkönnyítik letölthető példaanyagok, amelyekkel tényleges észlelés nélkül is megtanulhatjuk a számítógépes spektroszkópiai képfeldolgozás alapjait.

Kedvcsinálól hadd mutassak egy saját példát, amelyet a szimbiotikus változó CI Cygniről készített spektrumokkal illusztrálok, különféle felbontáson, saját eszközökkel és nyers képekkel. (A csillag érdekességeiről I. még: Meteor 2012/5, Szimbiotikus változók II.)

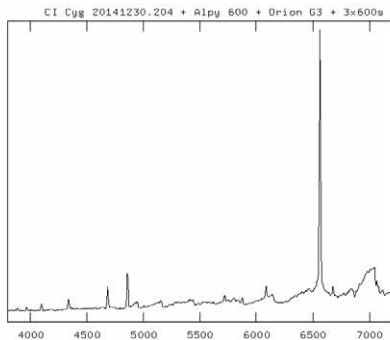
CI Cyg 20141230.204 (250/1000 Newton, Orion G3 mono CCD, Alpy 600 spektrográf)

Nyerskép, 1x10 perc expozíció, szabadon skálázva, kivágottan:

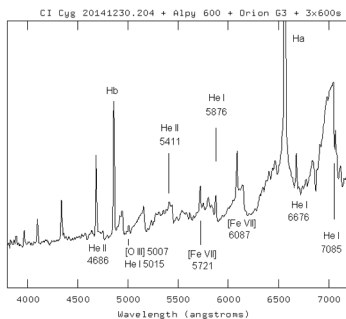


Az enyhén ferde csík a CI Cygni spektruma, amelyben azonnal feltűnnek az alapvető spektrális jellemzők: néhány erős emissziós vonal, mint a „kígyó által elnyelt egerék”, kidudorodó fényesedések a folytonos színeképből. Emellett láthatóak széles besötétedések is, amelyeket a vörös óriás komponens molekuláris elnyelési sávjai okoznak. A feldolgozáshoz nem szükséges a nyaláb beforgatása, a képelemző szoftver tökéletesen lekezeli a színekép beazonosítását és a szükséges hullámhossz-kalibrációt (azaz a képen belüli pixelkoordináta átváltását angstromban vagy nanométerben kifejezett hullámhosszra). Az eredeti felvételen is alig-alig látszó függőleges vonalak a fényzenyezésből erednek.

Az ISIS által előállított feldolgozott spektrum:



A fontosabb vonalak már a műszer szerényebb felbontása ( $R=\lambda/\Delta\lambda\sim 600$ ) mellett is felismerhetőek, és ha a jobb szélén látszó H-alfa emissziós vonal tetejét kiengedjük az ábrázolt diagram felső határán, akkor jobban láthatóak lesznek a további vonalak:



A fenti ábrán feltüntetett vonalak (H-alfa, H-béta, semleges és ionizált hélium, többszörsen ionizált és tiltott átmenetekhez tartozó oxigén és vas vonalak) egy tipikus szimbiotikus változó főbb jellegzetességeit mutatják, amelyek a CI Cyg esetében néhány naphetes időskálán változnak. A változások oka a szimbiotikus rendszerekben egymás körül keringő felfúvódott vörös óriás és forró fehér törpe időben változó kölcsönhatásai, melyek lehetnek pusztán geometriai eredetűek, a keringés következtében, illetve fizikai változások által előidézettek (pl. változó tömegátadási sebesség esetén). Az ARAS-hoz kötődő

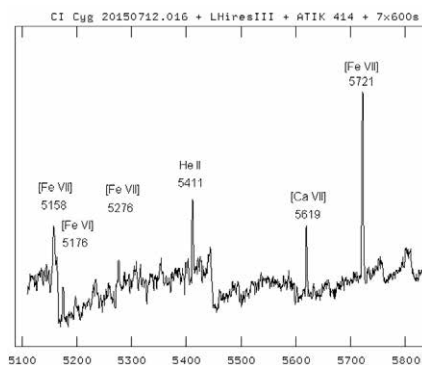
profi csillagászok számára a CI Cyg esetén a hatszorosan ionizált és tiltott [Fe VII] vonal a legfontosabb, mint az ionizációs viszonyokat nyomjelző atomi átmenet. Megjegyzem, hogy a vonalazonosítást Francois Teyssier honlapja alapján hajtottam végre (<http://www.astro-surf.com/aras/surveys/symbiotics/cicyg>).

A múlt év márciusában nagy előrelépést tettem: közepes és nagy felbontásra váltottam egy Lhires III spektrográf beszerzésével. A következő ábrán a CI Cyg közepes felbontáson (600 vonal/mm rács, 23 mikronos rés, R~3000) látható, de az előzőnél kb. ötször nagyobb felbontásnak köszönhetően csak egy 720 angströmnyi szelet fért az érzékelőre. A bemutatott felvétel 2015. július 11/12-én készült a jól bevált 250/1000-es Newtonnal (+APM Barlow, hogy az optimális f/10-et elérjem), illetve az új ATIK 414 Exm detektorral.

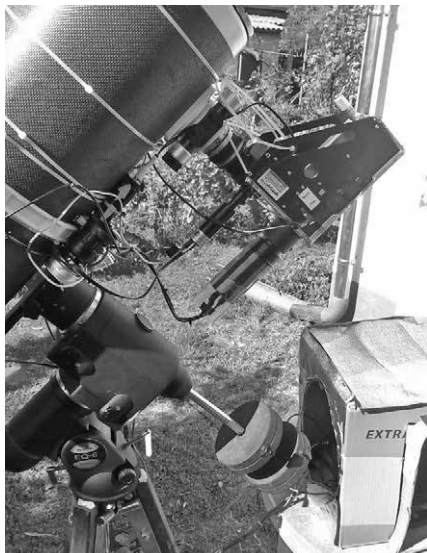
Először a nyerskép, 7x10 perc expozíció összegeve:



A kétdimenziós felvételtől kinyert spektrum:



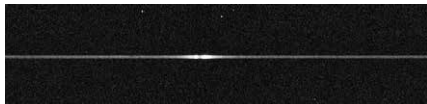
Az emissziós vonalak azonosítását Francois Teyssier végezte el, ezúton is köszönöm neki a segítséget.



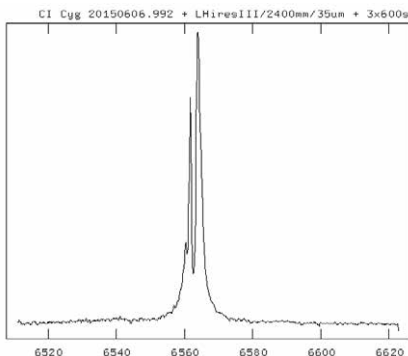
Az Lhires III a primer fókuszba szerelve

Emellett szemügre vettem a színek legfényesebb vonalát, a hidrogén Balmer-sorozatának alfa vonalát 6562 angströmmön. Ehhez az LHires legnagyobb (standard) felbontását használtam.

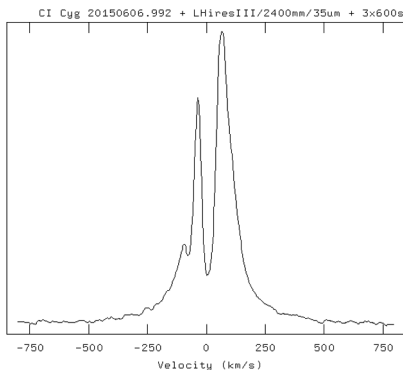
Először a 3x10 perces expozíció összege:



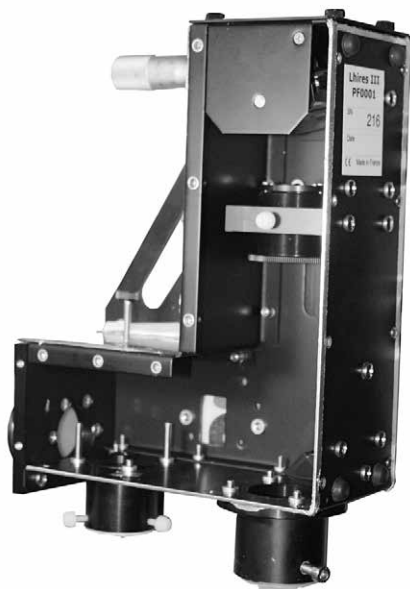
A kinyert teljes spektrum, R-13000-es felbontást kapva (a 35 mikronos réssel):



Érdeemes még a vonalalak értelmezése előtt átváltani a hullámhosszakat sebességekre, amihez a H-alfa laboratóriumi hullámhosszától számított különbségeket kell Doppler-eltolódásként értelmezni. Így a vonal két oldalán közeledési, a vörös oldalon távolodási sebességeket kapunk:



Jól látszik a forró komponensről származó és az egész rendszert övező forró gázfelhő több száz km/s-os sebességű leáramlása, ami miatt az emissziós vonal jelentős kiszélesedése (legalább 500 km/s-ig kiterjedő) szárnyakat mutat. Középen két erős abszorpció, amelyek részben a hideg csillagkomponenshez, részben a leáramló gázfelhőben fellépő fényelnyeléshez (P Cygni-vonalprofil) társíthatók. Megjegyzésre érdemesnek tartom, hogy a CI Cygnihez hasonlóan halvány objektumnál az ARAS-on belül én alkalmaztam először ezt a felbontást, utánam a többi észlelő már az eShel műszerrel kezdték követni. Tudni kell, hogy az eShel nagyjából az egész optikai spektrumot (430–720 nm) lefedi hasonló, R-11 000-es felbontással és kb. hasonló zajjal, viszont tipikusan



Pillantás a Shelyak LHires III spektrográfiájába

egy Celestron 14-gyel (35 cm-es Schmidt-Cassegrain-teleszkóppal) az én 10 hüvelykes tükrömhöz képest. Éppen ezért alaposan mérlegelni kell, hogy mikor melyik észlelési mód a legcélszerűbb.

Eddigi tapasztalataim nagyon kedvezőek, és az ARAS nemzetközi közösségében való részvétel segített fenntartani a téma iránti lelkesedésemet, így újabbnál újabb megfigyelési programokba kapcsolódtam be. Az ezek során elért eredményeimről időnként be fogok számolni a Meteor olvasói számára is.

*Somogyi Péter*