

A Nova Del 2013 spektroszkópiai észlelése

A 2013. augusztus 16. előtti éjszakán olvastam a riasztást az elmúlt évek legfényesebb északi növőjáról, és a hirtelen jött alkalomhoz Juhász András ajánlott fel távcsöves technikát. Ugyan a Star Analyser 100-as transzmissziós rács (röviden: SA100) nekem már két éve megvolt, ezelőtt még soha nem fotóztam ilyen jellegű objektumot, valamint soha nem dolgoztam fel a színeképeket mérési igényességgel. Azelőtt megelégedtem a vizuális-mélyeges feldolgozással, amellyel a nóva akkor így nézett ki (RA motor kikapcsolással):



A kép bal szélén a nóva nulladrendű elhajlási képe látható, ami megegyezik egy sima digitális felvétellel. Jobb oldalon a rács első spektrális rendjében látszik maga a színekép, amiben a kis felbontás ellenére is azonosítható néhány emissziós vonal (legtisztábban a H α vonal a jobbra eső vörös oldalon)

Felismertem, hogy ugyan maga az eszköz olcsó és egyszerű, de lehetőségem nyílt összehasonlítani saját észleléseimet mások adatsoraival, ezáltal kísérletezni és tanulni amatőr eszközökkel és különféle távcsövekkel. Eleinte még abban is reménykedtem, hogy kisebb távcsőre váltok, de mint utóbb kiderült, itt is a tükörátmérő a meghatározó (bár vannak korlátok).

Fontos tisztázni, hogy a használt eszköz nem teljes értékű spektrográf. Ezért pl. nem lehet egyszerűen ismert hullámhosszakon vonalas színeképet kibocsátó spektrállámpával kalibrálni. Emellett kifejezetten pontszerű leképezésre van szükség, ahol ezt az 1,25"-os rácsot bárhova elhelyezhetjük a fényútban. A kis felbontás miatt nehezebb a pontos hullámhosszakat azonosítani. Az első tesztek követően a rács mögé helyeztem még egy 3,8 fokos prizmat is, amely miatt a kék felé besűrűsödik a jel. Ezt a prizmat kartonpapírral beékelve rögzítettem közvetlenül a rács mögé, és néha utána is igazítottam.

Legelső észlelésemet a tatai Posztoczky Károly Csillagvizsgáló területén kezdtem 2013. augusztus közepén, a többi szintén

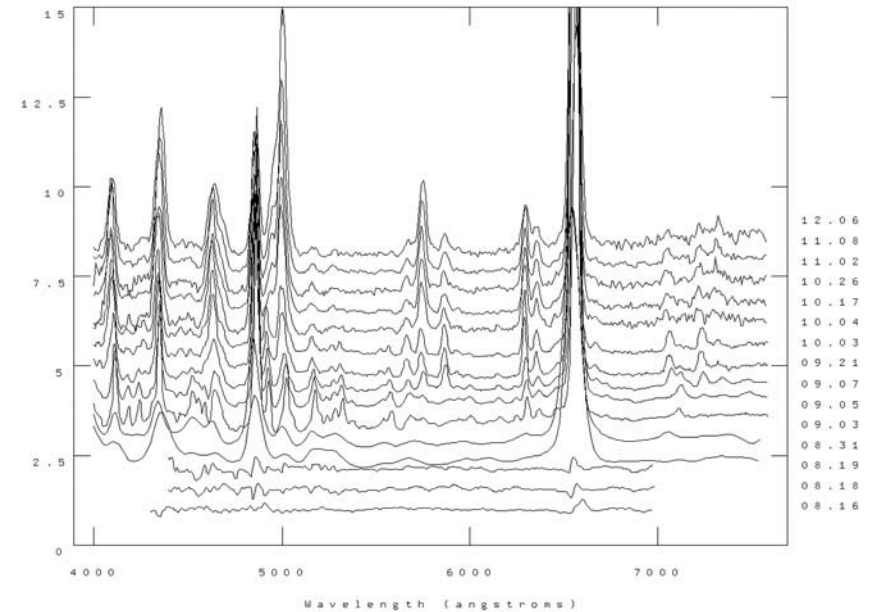
Tatán, de már otthon végeztem, egészen 2013. december 6-ig. Az első utáni észlelést egy 80/600-as apokromáttal kezdtem, „asztrófotózásra átalakított” Canon EOS 400D-vel – olvasván egy hibás UV/IR blokkzűrő ajánlását –, de tapasztalva, hogy mennyire megnehezíti a kalibrációt a korlátolt tartomány, a már meglévő saját átalakítású 350D-re váltottam (ennek kicsit gyengébb a flat-je, de nagyobb spektrumot tudtam rögzíteni). Október elején Szeri László barátom készített egy monokrom 1000D-t, és azzal folytattam az ész-

lelést. Augusztus végén kipróbáltam egy 150/600-as asztrográfot, mert kíváncsi voltam, hogy nagy látómezőn képes lenné-e vizuálisan kiszűrni alacsony felbontáson egy ilyen nóvát. Ez utóbbi felvételt extrém nehéz volt korrekciótól feldolgozni, még több hónapos rutinszerzés után is.

Végül 2013. szeptember 5-től a 250/1000-es asztrográfra váltottam, amivel az adatok minősége nagyon sokat javult.

Kalibrációk

A felvételeket a digitális képrögzítésben megszokott módon korrigáltam a bias, dark és flat korrekciókkal. Utóbbiakhoz a flatképeket a távcsövön levő blende levételével készítettem. A nehezebb dió a hullámhossz-kalibráció volt, amit végül is ismert hullámhosszú vonalas színeképű csillagokkal oldottam meg. Ilyen célokra a legjobbak az A színeképtípusú égítetek (pl. Vega), mert a hidrogén Balmer-sorozatának vonalain kívül gyakorlatilag semmi nem látszik a spektrumukban, azoknak pedig jól ismert a hullámhossza – így aztán megoldható a képeken



A Nova Del 2013 spektrumának változásai 2013. augusztus 16. és december 6. között

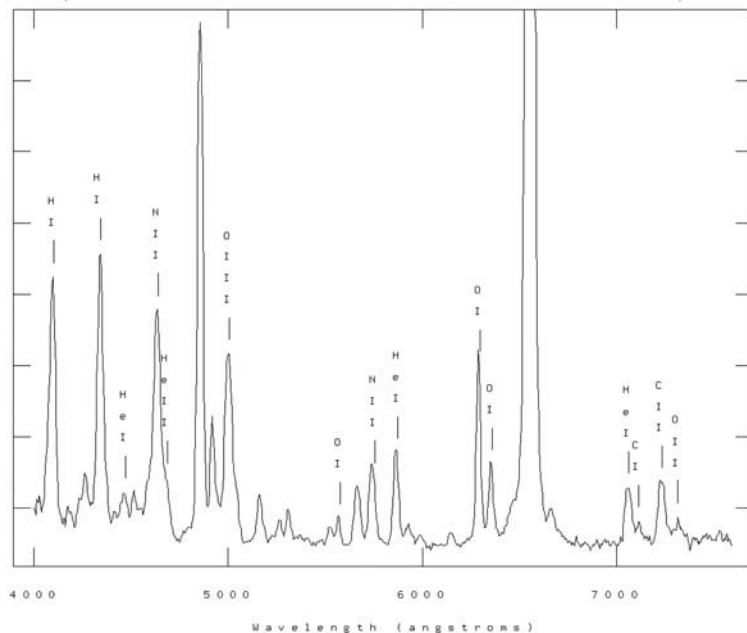
ből a pixel-koordinátáról hullámhosszra átváltás. A hullámhossz-kalibrálást az első két észlelésnél a Vegára végeztem, utána pedig mindvégig az i Delphinit használtam.

A Bayer-mátrixot az összegzés után úgy kezeltem, hogy a jelerősség szerint súlyoztam a csatornákat, és önmaga jelerőssége által súlyozottan összeátlagoltam, így fekete-fehér képet kaptam, amit aztán így már lehetett hullámhosszra kalibrálni. Sajnos lustaságból nem bontottam utána vissza csatornákra, mert így összegezhettem volna immáron ismerve a hullámhosszt és a kamera karakterisztikáját. Hozzáteszem, hogy a debayerizálást csak képösszezéskor hajtom végre illesztés után, csak a nyers pixeleket figyelembe véve és ahova tényleg esik adat, mindenféle közelítés nélkül, súlyozott mediánnal. A dcraw trükkös debayerizáló algoritmusait teljesen elhagytam. Mindezek csak saját megoldások, mai szoftverekkel standard receptet végigkövetve is meg lehet mindent csinálni, engem viszont programozóként érdekelt a saját feldolgozás.

Hullámhosszt a 0. rendre illesztettem, ez okozott az elején kis elcsúszást, nem ügyeltem eléggé arra, hogy pontosan ugyanoda pozicionáljam a képet, ezért a 0. rend kómakorrektor nélkül máshogy torzul. A rács elé helyeztem 2,7 fokos prizma a 0. rendet aszimmetrikussá is tette, ahogyan azt kitolta a tengely alól.

Intenzitás-korrekciót Bayer-mátrixos esetben 24–32 közötti rendű polinommal végeztem, a hidrogén vonalainak közötti szakaszokra (ezen spektrumvonalak közvetlen környékét az instrumentális kiszélesedés és alacsony felbontás miatt szinte lehetetlen értelmesen kalibrálni).

Az október elején szerzett monokrom 1000D esetén könnyebb lett volna a dolog, viszont 5000 angström (500 nanométer) környékén furcsa éles csúcs jelenik meg, és a H α -H β között is hullámos az érzékenysége. Itt is polinommal közelítettem, hasonló eljárással, de magasabb rendű polinomot kellett használni (a rács-szenzor közti távolságtól függően).



Részletes vonalazonosítás a 2013. október 3-i spektrumban

Égi háttér

Idősor (2013. augusztus – 2013. december). Már az első hetekben fejtörést okozott a háttér feljövetele, különösen teliloldkor. Használható megoldásra csak október elején leltem, mikor aszimmetrikus elrendezést és dupla blendézést alkalmaztam (a távcsövön is egy függőleges nyílás + rács előtt közvetlenül).

A színes mellékletben látható a 150/600-as asztrográffal a T-gyűrűbe helyezett ráccsal készült 2013. szeptember 3-i kép. A bal oldalon látszik a -1. rend, középen a tárgycsillag a 0. rend, és jobbra a teljes spektrum az 1. rendben. Közeli infrában – a beégett H α pötty után – vizuálisan látszik még két oxigénemisszió, de azt a részt nem tudtam hitelesen kalibrálni, illetve elkezd keveredni a feljövő 2. renddel. Fokuszálni a H α – H β közötti régióra próbáltam mindig szemre, de azokon túl fokozatosan szétesik a képalkotás (a többi renddel együttvéve).

A kalibrációnak jót tett, hogy külön téglalapot jelöltem ki és vontam le az azon belüli oszlopok mediánját, teliholdnál és/vagy blendés háttérnél ez sokat lendített a reprodukálhatóságon (az iraf apall task-ja ezt nem hajtotta végre az egész háttérre valamiért).

Az időjárás és különféle elfoglaltságaim miatt nagyon egyenetlen lett a sor, a legelső három alkalom után következett egy kéthetes folyamatos borultság, utána pedig szép tember első hetében szabadságon voltam, ezért ott besűrűsödött a sorozat. Utána már csak 1–2 hetente készítettem felvételeket, közben automatizálva és finomítva a feldolgozást, illetve összehasonlítva az ARAS-ra feltöltött amatőr, de igen drága műszerparkkal készült anyagokkal.

A spektrumsorozaton alulról felfelé növekszik az idő, valamint a kontinuumot levontam. A hidrogén alfa vonala eleinte tényleg kis gödör és enyhé púp volt (ez a klasszikus P Cygni vonalprofil), amely idővel egyre intenzívebbé vált a spektrum többi tarto-

Dátum	Távcső	Blende	Rácstáv. (cm)	Expozíció	Kamera
08.16.	200/1000 T	szellőzőlyuk	8	18 x 10 s ISO 1600	400D
08.18.	80/600 L	2 x 4 cm csík	12	19 x 5 perc ISO 400	400D
08.19.	80/600 L	2 x 4 cm csík	12	10 x 5 perc ISO 400	350D
08.31.	150/600 T	2 x 7 cm ovális	5	13 x 1 perc ISO 100	350D
09.03.	150/600 T	2 x 7 cm ovális	18	20 x 150 s ISO 400	350D
09.05.	250/1000 T	2 x 25 cm csík	18	20 x 2 perc ISO 400	350D
09.07.	250/1000 T	2 x 25 cm csík	18	23 x 2 perc ISO 400	350D
09.21.	250/1000 T	2 x 25 cm csík	18	19 x 2 perc ISO 400	350D
10.03.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	18	8 x 4 perc ISO 800	1000D
10.04.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	18	10 x 5 perc ISO 800	1000D
10.17.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	18	21 x 5 perc ISO 800	1000D
10.26.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	18	21 x 3 perc ISO 800	1000D
11.02.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	12	15 x 3 perc ISO 800	1000D
11.08.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	12	14 x 5 perc ISO 800	1000D
12.06.	250/1000 T	2 x 25 cm + belső	12	24 x 3 perc ISO1600	1000D

Az észlelések adatait összefoglaló táblázat. „Belső” = belső blende közvetlenül a rács előtt, aszimmetrikus elrendezés. Október 26-án telihold zavart, december 6-án szélvihar

mányához képest, ezért erősen kilógott már később a dinamikai tartományból (a vonal teteje gyakorlatilag ábrázolhatatlanná vált). Talán a leglátványosabb változás az OIII (5007 angstrom) gyors megerősödése és a H β vonal intenzitásbeli lehagyása decemberre.

átalakított Astronomik MC Klarglass-al, Canon EOS 1000D: Szeri László-féle első kísérleti debayerizált prototípus, minden fajta szűrő vagy védő előlap nélkül.

Tanulságok

Eleinte sokat koncentráltam a leképezés és elrendezés – többnyire vizuális – optimalizálására, emiatt a technika folyton változott, de közben tanulnom is kellett a feldolgozást, melyet időnként más-más paraméterekkel újra kellett generálnom – csak lassan közelítettem hasonló diagramokhoz, mint amit a publikációkban láttam. Az időszak is hektikus, megtörtént, hogy egy hétvégén két alkalommal is észleltem, de volt olyan időszak is, hogy hetekig nem volt rá lehetőségem. A keletkezett észlelési anyagból sokat kellett válogatni.

Míndeközben megismertem mások eredményeivel, és beolvasgattam a szakcikkekbe, valamint idővel feliratkoztam egy angol levelezőlistára. Ezekkel együtt úgy ítélem, mélyebb bepillantást nyertem távoli, napi szinten változó eseményekbe.

Remélem, más is hasznát veszi eme első tapasztalatoknak, és mindenkit bátorítok a csillagászati spektroszkópia kipróbálására!

Somogyi Péter

Elemzés

Kiválasztottam egyet a legjobban sikerült észlelések közül (2013. október 3.), utána pedig végigfutottam a The Astronomer's Telegram (ATEL) cikkeit. A körlevelekben említett színképi jellemzők alapján a következő vonalakat tudtam azonosítani (balról jobbra): H I (4101 Å), H I (4340 Å), He I (4471 Å), N II (4639 Å), He II (4686 Å), H I (4861 Å) tetőig skálázva, O III (5007 Å), O I (5577 Å), N II (5755 Å), He I (5876 Å), O I (6300 Å), O I (6363 Å), H I (6563 Å) kilóg, He I (7065 Å), C I (7115 Å), C II (7235 Å), O II (7320 Å).

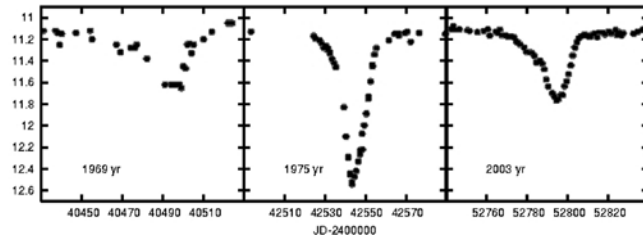
A színkép infravörös tartományában a földi légköri elnyelések is erősen megjelennek, ezek jellemzően az oxigénhez és vízgőzhöz tartoznak. Lényeges információ még az ábra értelmezéséhez, hogy a vonalak szélessége túlnyomórészt instrumentális, azaz a rács felbontása nem elegendő az egyedi vonalprofilok részleteinek feloldásához.

A kamerák adatai: Canon EOS 400D átalakított (Baader BCF filter), Canon EOS 350D

Észleljük az EE Cephei fedését!

Az ϵ Aurigae néhány évvel ezelőtti fedése után most a második legismertebb hosszú periódusú fedési változócsillag minimumának észlelésére indult nemzetközi kampány. Ezúttal az EE Cephei idén nyáron bekövetkező fedésének nyomon követésére szólították fel a csillagász közösséget a lengyel Kopernikus Csillagászati Központ munkatársai.

Az EE Cep egy különleges, hosszú periódusú (5,6 év) fedési változó, amelyet a XX. század közepén fedeztek fel. Egyes fedéseinek mélysége és hossza jelentősen eltérő. Míg 1958-ban a fedés mélysége 2 magnitúdó volt, 1969-ben csupán 0,6 magnitúdó, míg az eddig megfigyelt fedések időtartama egy hónap (1992) és valamivel több, mint két hónap között (1969) alakult.



Az EE Cephei erősen eltérő mélységű minimuma 1969-ben, 1975-ben és 2003-ban

A rendszer egy Be típusú csillagból és egy sötét porkoronggal körülvett láthatatlan kísérőből áll. Jelenleg mindössze két olyan hosszú periódusú fedési változót ismerünk, amelyeknél a rendszeres elhalványodásokért egy sötét porkorong felelős: az EE Cep mellett a széles körben tanulmányozott ϵ Aur a másik ilyen rendszer.

Az EE Cephei 2003-as, illetve 2008/2009-es fedésekor szervezett észlelési kampány megerősítette, hogy a változó esetében a fedést egy sötét porkoronggal körülvett halvány objektum okozza. A fő komponens egy gyorsan forgó Be típusú csillag, amely jelentősen sötétebb

az egyenlítője mentén, és világosabb a pólusoknál.

Néhány, a korábbi kampányok során nyert következtetés megerősítésre és további tanulmányozásra szorul:

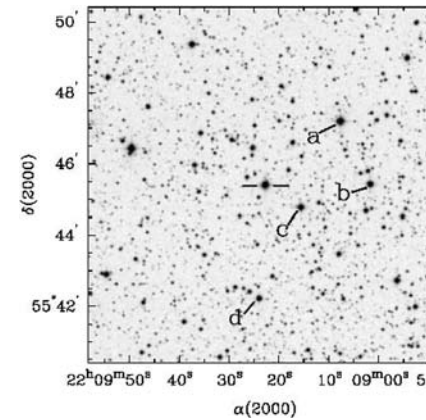
- egy komplex, feltehetőleg több gyűrűből álló struktúra az EE Cep korongjában,
- a legutóbbi két fedés során a fénygörben megfigyelt bemélyedés (vagy púp) magyarázata, vagyis az, hogy a Be csillag sarki régióit eltérő időben fedi el a korong,
- a korong precessziójának feltételezett periódusa ($\sim 11-12 P_{orb}$), a 2014-ben bekövetkező fedés előre jelzett 2 magnitúdós mélysége.

Az előrejelzések szerint az EE Cep fedése 2014. augusztus 23. környékén következik be $JD_{(Min)} = 2434344,1 + 2049,94 \times E$ efeme-

ridák alapján. A kampány során elsősorban UBV(RI)C szűrős fotometriai adatokat várnak, de érdemes nyomon követni a fedést DSLR kamerákkal és vizuálisan is. Éjszakánként legalább egy-egy mérés szükséges, lehetőség szerint 0,01 magnitúdó pontossággal. A fedés várható hosszúságát figyelembe véve érdemes mielőbb elkezdenni az észleléseket, és egészen október végéig folytatni azokat.

Ha valaki tud infravörös (JHK) méréseket, ill. spektroszkopikus megfigyeléseket végezni, a fedés előtt, alatt és után, az különösen hasznos lenne. Ez ugyanis lehetővé tenné az EE Cep kísérőjének (korong

Csillag neve	Jelölése a térképen	U	B	V	R	I
BD+55°2690	a	10,86	10,68	10,38	10,09	9,87
GSC-3973:2150	b	11,31	11,47	11,23	10,99	10,81
BD+55°2691	c	11,59	11,47	11,22	10,96	10,75



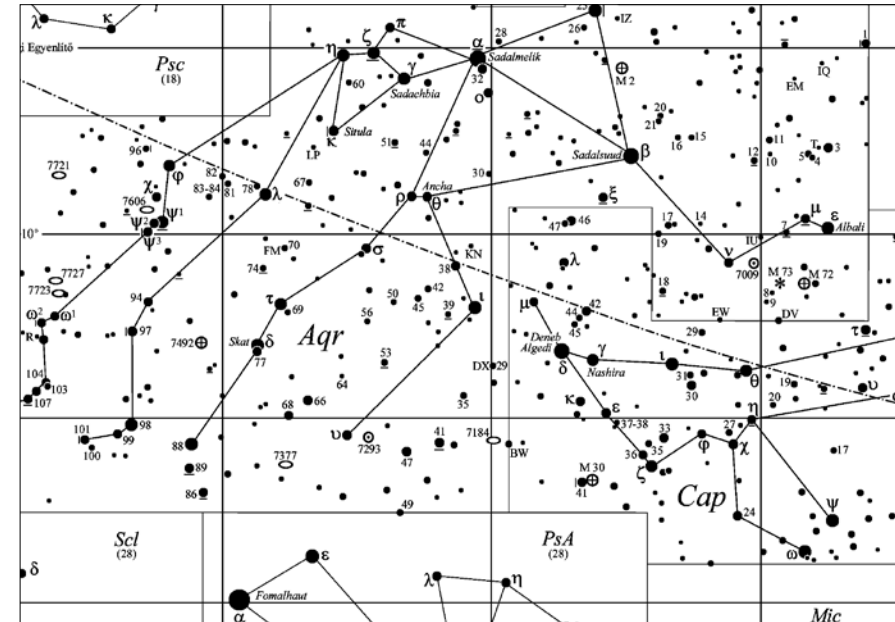
és/vagy központi csillag(ok) kimutatását. Az elmúlt két évtized során a fedések előtt és után I sávban mintegy 0,2 magnitúdós változásokat figyeltek meg, ami arra utal, hogy egy sötét test jelentősen hozzájárul az ebben a sávban kibocsátott sugárzásához. A változások a korong térbeli irányváltozásaihoz köthetők. JHK sávban a hűvösebb komponens dominálja a megfigyelt fényességet.

Fotometriai észlelésekhez a mellékelt térképen szereplő összehasonlíthatókat ajánljuk.

Az EE Cep észlelési kampány honlapja: <https://sites.google.com/site/eecep-2014campaign/>

Fidrich Róbert

Pleione Csillagatlasz. A magyar amatőr csillagászok évtizedek óta használják ezt a klasszikus atlaszt, amely a teljes égboltot ábrázolja 7,0 magnitúdós határfényességig. Kapható a Polarisban, ára tagoknak 500 Ft.



Részlet a Pleione Csillagatlasz 19. számú térképlapjából