

Digitális fotometriai tapasztalatok

Igazán szerencsésnek tartom magam, hogy a Polaris Csillagvizsgáló közelében lakom, ahol a kupolában a nagyrefraktor, valamint számtalan egyéb kisebb-nagyobb távcső csilapítja az éhes amatőr vagy látogató megfigyelési étvágját. Nem csoda, hogy komolyabb észlelési tevékenységem kezdetei is a Polarishoz kapcsolódnak. Évekkel ezelőtt kettőscsillag-észlelésbe fogtam, mivel ez a terület kiválóan illik a 2470 mm fókuszú nagyrefraktor adottságaihoz, és Budapest fényszennyezett egén is lényegében ugyanazt a felbontást lehetett elérni, mint bárhol másutt, jobb égbolt alatt. Észleléseimet az új idők szellemének megfelelően mindig fotografikusan, egy Canon 300D kamerával végeztem.

A kettősözés után a fotometria nehéz kenyérnek tűnt. Azonban a sokféle egyszerű cikksorozat a változócsillagászat fejezeteiből annyira érdekes volt, hogy nem lehetett kitérni a kihívás elől. Ráadásul Kiss László rovatvezető és más változósok nagy türelemmel fogadtak minden közeledést, így győződtem a kíváncsiság. Felkészültem a fotometria elméleti hátterének alapjaiból, összeaktam egy egyszerű rendszert fotózáshoz és hetekig-hónapokig távcsővel, szoftverekkel bíbelődtem. Ráéreztem a dolog ízére és egyre jobban tetszett. Nem zavart az sem, hogy vizuálisan nem észlelek és nem ismerek fejből egyetlen keresőtérképet sem. Bíztam benne, hogy fejlődni tudok és fogok. Feljárva a Polarisba bekapcsolódtam a Celestron-11 körüli rendszer kiépítésébe, miközben ténylegesen is bedolgoztam magam ebbe a területbe. Külön köszönet Tordai Tamásnak. Mire az ottani rendszer elindult, megérlelődött bennem, hogy egy komolyabb felszereléssel akár otthonról is érdekes és hasznos munkát végezhetnék. Az eszköz kérdése is hamarosan megoldódott.

A Polaris Vixen VISAC 200/1800-as Cassegrain-tubusáról bolygóészlelések kapcsán

olvashattunk tesztekéről a Meteor hasábjain, amikor megmérkőzött néhány súlycsoportbeli társával. Azt hiszem, mindenkinek megindul a fantáziája, ha ilyen eszköz kerül látókörébe. Megjegyzem, hogy akkortájt a „mindenki kistávcsöve”, azaz a 80/600-es ED volt hordozható felszerelésem központi egysége, mellyel különböző helyszínekről fotometrlgattam. Tudom, hogy ez az eszköz minden kiválósága ellenére nincs egy súlycsoportban a Vixennel (halvány célpontok megfigyelése terén), ám a módszertani lépések begyakorlása, a felvételezési technika, a feldolgozás menete szempontjából azonban értékes tanulási időszakot tett lehetővé. Nos, a Vixent kölcsönkaptam azzal a feltétellel, hogy dolgoznom kell vele, és cikket (cikket) kell írnom az eredményekről.



A Vixen VISAC 200/1800-as tubus

Maga a 200/1800-as optika komoly fotometriai változósra nem optimális, el sem kértem volna, ha nincs mellé egy reduktor. Ez elengedhetetlen ahhoz, hogy a vele való munkához elegendő legyen egy közepes teherbírású, vezetés nélkül használható mechanika. Azonban a 0,63x-os Celestron-reduktor birtokában jó eséllyel lehetett hasznosítani fotometriai célokra, mindössze be kellett fűzni a reduktort a fényútba. Felkerestem Rózsa Ferencet, oldja meg a problémát, nem mellesleg pedig takarítsa meg és tisztítja be az optikát.

A reduktor beillesztése – bármily meglepő – nem ment elsőre. Többféle hosszúságú és menetelésű közdarab ellenére csak vizuálisan tudtunk élesíteni, fotografikusan nem. Hiába, ezen a területen nem árt, ha valaki konkrét számításokat tud végezni, hova fog esni a fókusz, ha egy adott geometriai kombinácót építünk ki. Ilyet mi nem tudtunk, maradt a próbálkozás. Hamar kiderült, hogy a reduktor saját foglalatja jelenti a legnagyobb problémát. Kioperáltuk belőle, miáltal kiptotyogott az illesztőgyűrűk többsége. Megszületett egy olyan variáció, amivel gond nélkül lehet vizuálisan és fotografikusan is észlelni. A módosított tubus végére a Canon 300D-t, alá a Celestron CAM Goto mechanikát raktam, mely 20 cm tubusátmérrőg használható.

Kalibrációk

Első lépésként az eredő fókuszot határoztam meg. Tesztcélpont a Morlet-féle kalibrációs listából választott STF 2277 rendszer AB komponense volt, paraméterei: $PA=126,5^\circ$, $S=26,81''$, széles, eltérő pár.

A tesztmérés során közepes nyugodtság és közepes-jó átlátszóság volt. A 6 db kép kimérése után az átlagos képskála $1,122''/\text{pixel}$ -nek adódott, ami 1325 ± 15 mm-es fókuszot jelent. Ez éppen $f/6,6$, láthatóan több, mint amennyi a számítás szerint várható volt ($f/9,0-0,63=f/5,8$). Nem értettem, amíg Szarka Levente fel nem világosított, hogy a 0,63-as faktor csak 100 mm képsíktávolságnál érvényes. Megmértem, 40 mm körül van a mi szerelésünkben.

Második lépésben a világosképeket vettem fel. Ez a fotometriai mérések minőségének legfontosabb, egyben legtöbb hibalehetőséget rejtő tényezője, ezért érdemes pár szót ejteni róla. Aki részleteiben minden korrekciót ismerni szeretne, keresse fel az AAVSO-honlapot.

Kifogástalanul derült nyáresti alkonyban több tucat képet lőttem el 45–50 fok horizont feletti magasságba, ide-oda mozgatott irányok mellett. Ez utóbbi alapvető ahhoz, hogy az esetlegesen felbukkanó csillagokat a

medián átlagolás kibabálja a képekből.

Az exponálási időt úgy kell megválasztani, hogy a kép telítési szintjének 50%-ánál legyen. A 12 bites DSLR gépeknél ez 2000 ADU intenzitást jelet, ami a garantáltan lineáris sáv teteje. Elfőlt a töltésátcsorgást gátló elektronika (anti-blooming) valamiképp elvesz a linearitásból. Esetünkben a kívánt jelszint eléréséhez pár századmásodperc elégségesnek bizonyult. Ilyen rövid záradéknél lényegében nem szükséges sötétképet készíteni, mivel az összes korrekció a kiolvasási zaj levonásával megoldódik. Ennek ellenére mindhárom képtípust (flat, dark, bias) sorozatban felvettem, és a világosképeken minden korrekciót szabályosan elvégeztem, majd medián átlagoltam.

A flat készítésénél a korrekciók levonása után van egy normálási lépés, amelynek szintén van hatása a világosképre. A normálás azt jelenti, hogy a világoskép átlagos intenzitása egy általunk megválasztott érték lesz, amit egy konstans szorzási művelettel hozhatunk létre. Irodalmi hivatkozásokban 5000 ADU átlagérték szerepelt a DSLR kamerákra, én is erre normáltam. Azonban kíváncsiságból elvégeztem egy feles és egy kétszeres értékre normálást is (2500 és 10000 ADU). Anélkül, hogy részletesen belemennék mit is jelent a különböző normálás jelzeme, hogy a nagyobb normálérték a változós képek feldolgozásánál – csekély mértékben – simább, zajtalanabb képet eredményezett. Ezért jelenleg a 10000-es normálértéket használom, bár majdnem ugyanolyan jó lenne az 5000 is.

Térjünk vissza az optikához! A vártnál nagyobb fókusz egy szempontból jó: kisebb a vignettáció. Ne felejtjük el, nagyméretű képszenzor esetén egyre fontosabbá válik ez a kérdés is. A világoskép $f/6,6$ fényerőnél tekintélyes mértékben vignettált, sőt láthatóan a juszírozás sem tökéletes, a fénynyaláb tengelye kissé excentrikus. Persze a világoskép-korrekció orvosolni fogja a helyzetet, erre találták ki. De nem lehet bármeckorra korrekciót hibátlanul megoldani, ezért a kisebb hiba mindig jobb. Az is látszik a képeken, hogy a portalanítás egész jó lett, mindössze néhány szemcse esik a fényútba.

A világoskép elkészülte után akár kezdetünk vadászni az égbolton változók után! Már ha van elképzelésünk arról, hogy mit szeretnénk, illetve mit érdemes a rendelkezésre álló eszközökkel észlelni.

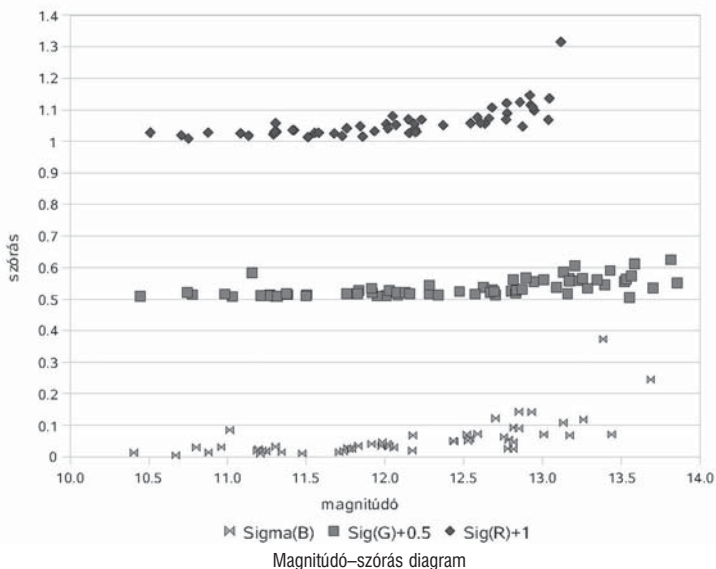
A „mit érdemes?” kérdéséhez álljon itt egy valós mérés statisztikája, mely a Vixennel készült. A diagram egyazon égterületről (TUMi és környezete) felvett sorozatképek (5 db 30 s) statisztikáját mutatja be.

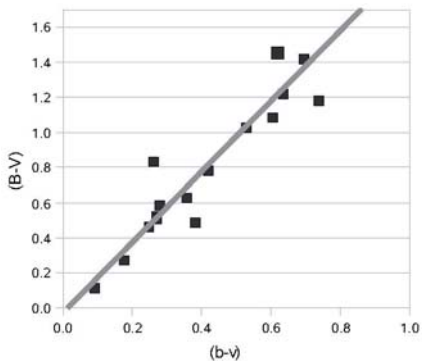
A diagram alapján kijelölhető az optimális határfényesség minden egyes színsávban, csak a szórással szemben támasztott elvárásainkat kell rögzíteni, és azonnal adódik, hogy legfeljebb milyen halvány lehet a célpont. Persze több képpel lehet javítani a szórásstatisztikán. Láthatóan a G-sáv jóval zajtalanabb a másik kettőnél. Ennek oka a DSLR-gépek Bayer mátrixában rejlik: a pixelek fele G, negyede-negyede pedig B és R szűrőjű képpixel. Amiből több pixel van, az több fotont rögzít felvételezéskor, tehát jobb lesz a jel-zaj viszony is. Kiemelendő azonban, hogy R-sávban fokozott szóródás lép fel. Ez is érthető, a városi környezet fényszennyezése leginkább ebben a sávban kártékonykodik.

A standard fotometriai együttthatók kérdése már igazán a minden részletkérdést szem előtt tartó észlelők terepe. Részleteket Kereszty Zsolt tollából olvashattunk a 2006. év nyári számaiban, de az AAVSO-honlapot is célszerű említeni.

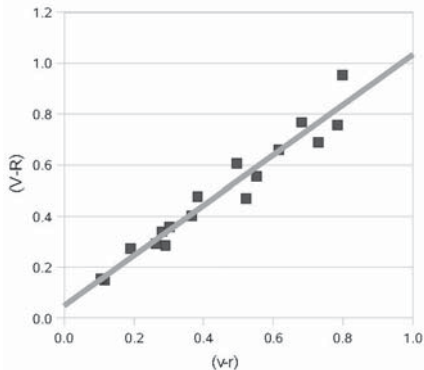
Anélkül, hogy az együttthatókhoz vezető, kezdetben kissé rögös út elemzésében elmerülnék, a rend kedvéért röviden bemutatom a Canon 300D+Vixen rendszer kalibrációs együttthatóit, melyeket elsősorban Landolt-objektumokon fotóztam.

Két rövid megállapítást teszek. Egyrészt látszik, hogy B sávban a DSLR gépek erősen a zöld felé eltoltt szűrőablakkal rendelkeznek a definíciós Johnson-rendszerhez képest, Tbv értéke nagyságrendileg kettes szorzóval nagyobb az elméletitől (1,96). Ennek az eltolásnak nyilvánvalóan az az oka, hogy a kék felé haladva a képszenzorok érzékenysége gyorsan romlik, ami a hétköznapi fotós életében nagy gond lenne, ha a tervezők ezt hagynák. Nem hagyják, hullámhosszban feljebb viszik a sáv szűrőablakát. Másrészt látható, hogy G és R sávban eléggé hasonló érték jön ki bármely más tudományos kamerához viszonyítva ($T_{vr}=1,07$).





A Canon 300D+Vixen VISAC rendszer kalibrációs együtthatói



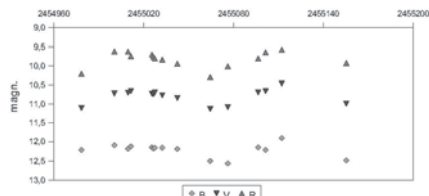
Észlelések

Alapelve, hogy bonyolult jelenségek vizsgálatát nem szabad azonnal felvállalni. El kell fogadni, hogy először a biztos kötelezőt kell hibátlanul teljesíteni. Ezen elvek mentén lehet megtalálni a munkamódszer gyenge pontjait, sőt tévedéseit. Tesztméréseknek hívtam első ténykedéseimet.

Kezdetben kizárólag néhány mira szerepelt az étlapon. Szentendrei észlelőhelyem sajátossága, hogy délies irányba nem érdemes célozni. Egykettőre eldöntöttem, hogy circumpoláris célpontokat választok, így egész évben fotózhatok. A pólus környékét szemeltem ki, és 50 fok deklinációig távolodtam el. Ez még így is elég tágas, és mivel a környező épületek, fák bizonyos időszakban mégiscsak takarást okoztak, ezért tovább szűkítettem. Kiválasztottam az Ursa Minort, abban pedig 60 fok DE felett néhány mirát (S, T, U UMi). A T UMi eleve rendkívül érdekes volt a periódus változása miatt, ezért kifejezetten kerestem. A másik kettő rajta volt az MCSE változólistán, mint jól dokumentált változó.

Az észleléseket mindig 30 s expozícióval készítettem, ez a leghosszabb programozott záridő, de egyúttal jól etalált, célszerű érték is. Az érzékenység kezdetben szintén a maximumon állt (ISO 1600), azonban hamar kiderült, hogy a zajtartalom a Canon 300D-nél annyira megugrik, hogy nem éri meg használni. Így visszaléptem ISO 800-ra, és jelenleg is ezt használom.

Egy-egy csillagról olyan sorozatokat vettem fel, hogy a képek utólagos összegzése után legalább két eredménykép legyen kimérhető. Ez megint csak a saját elveim szerint van így; bár lehet a mérések hibáját kalkulálni is, a tényleges szórás a mérési eredményekben ettől eltér. Másrészt régi szabály, hogy egy mérés – nem mérés.



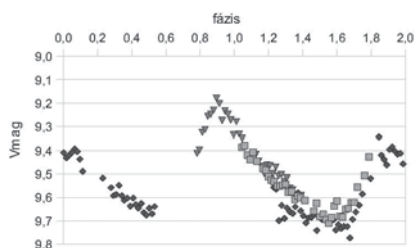
A T UMi mira-változó fénygörbéje

Demonstrációs célból a T UMi-t mutatom be. Fénygörbéje (standardizált) a három sávban nagyon jó megjelenésű adatsor annak ellenére, hogy az utolsó maximum nem lett leképezve. Az AAVSO-nál nyilvántartott adatok szerint 7,8–15,7 magnitúdó között 301 napos periódusú óriáscsillag, M4–M6 színképtípussal. Ránézésre látszik, hogy valami nagy változás zajlik le, hiszen az amplitúdó 1 magnitúdóra apadt, fénygörbéjében pedig 100–120 napos ciklushosszak is jelentkeznek (független adatok alapján a domináns periódus valahol 230–240 nap körül stabilizálódott). A jelenség oka a szakma szerint a csillag maga körüli energiatermelési instabilitás. Az adataim hitelességét jól jellemzi a

(B–V) színindex, mely a színeképtípust determinálja. Az index 1,40–1,55 között változik, ez kb. M1–M4 osztályt jelent. Észlelését természetesen nagy figyelemmel folytatom. A csillaggal kapcsolatban I. Kiss László Pillantás egy csillag belsejébe: a T Ursae Minoris periódusváltozása c. cikkét (Meteor 2003/2., 38–44. o.).

A nyilvánvalóan jól működő DSLR kamera teljesítményén felbuzdulva tettem egy kitérőt a fényes félszabályosok felé (V UMi, Z UMa, Y UMa, RY UMa, RY Dra), de ezen a terepen a távcső teljesítménye nem érvényesült, ezért hamar váltottam.

A Meteor hasábjain kiváló cikkek jelentek meg rövid, néhány órás periódusú pulzáló változócsillagokról, elsősorban RR Lyrae-kről és δ Scuti változókról. Az SZ Lyn praktikus célpontnak látszott, fényessége 9,1–9,7 magnitúdó között jár, kellemes célpont. Sötétedés után már 50 fok horizont feletti magasság táján volt elérhető, így több estén is célba vettem. Minden alkalommal kiváló átlátszóság és jó nyugodtság fogadott. Kiméréskor csak a zöld és kék sávokkal foglalkoztam, miután összehasonlított a TYCHO katalógusból kellett előkeresni, és ott R sáv nincs. Az eredmények (számomra) látványosan bizonyították, hogy a DSLR gépekkel komoly méréseket lehet végezni. Adataim immár fázisba rendezve láthatók.

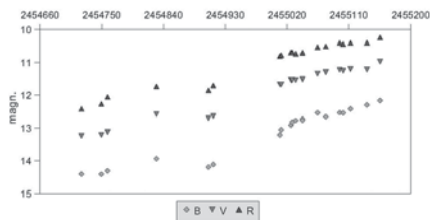


Az SZ Lynx fénygörbéje

Ennyi „előkészítő tanfolyam” után „gyakorló fotometráló” státuszba neveztem ki magam, és befejeztem a könnyű célpontok méréséjét. A legizgalmasabb irányba fordultam, ahol a változozás csupa meglepetés és félig megválaszolt kérdés, és ahová

megérkezni olyan öröm, amely egyúttal a legnagyobb kihívást is jelenti az elszánt amatőr számára. Az eruptív és kataklizmikus változókat vettem célba.

Első célpontom a Z UMi volt, és azóta is folyamatosan követem. Minimumában (18 magnitúdóig halványodik) túl kemény dió, ám hosszantartó felfényesedésébe bekapcsolódva hálás célponttá vált. Közel egyéves háromszín fénygörbéjének első felét a 80/600 ED-vel vettem fel.



A Z UMi RCB típusú változó visszafényesedése 2009 folyamán

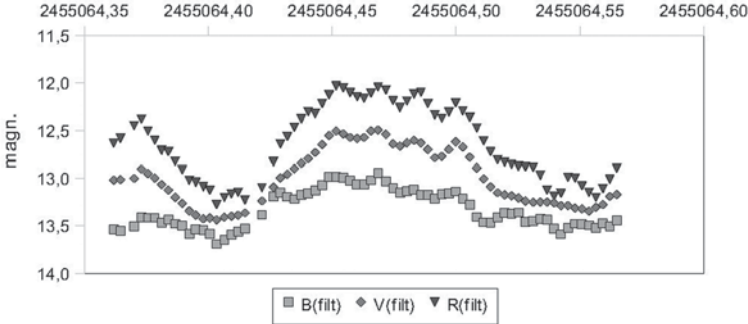
Látható a finom, lassú fényességnövekedés, amely irodalmi adatok szerint 10,8 Vmag táján fog tetőzni. Az adataimat összevetettem az AAVSO adatbázissal, kiváló az egyezés, még a JD=2 454 860 táján jelentkező visszaesés is korrekt, valós jelenség.

A Meteor 2008. májusi számában az AM Herculis nagyon részletes, több oldalas cikk mutatta be, természetesnek tartottam, hogy ez legyen az első komoly célpontom az immár fókuszredukált Vixen 20C-vel. Nyári szabadságolás idején Balatonfüredről vettem célba, bár egy kősa, rövid sorozattal korábban már leképeztem a 80/600 ED-vel is, csaknem sikertelenül, mivel akkoriban éppen halványabb állapotában tartózkodott (szó szerint tartózkodott, a hússzoros összegzés hatására éppencsak megjelent valami gyenge fénykorongocska, amit 15,2 magnitúdónak mondott az IRIS). Nos, július 29-én a szokásos gyors mira étlap után közel zenitben várta az AM Her, hogy életébe bepillantást nyerjek. Az észlelésre nem készültem előzetes fénygörbe-adatokkal, így nem tudtam, melyik állapotában fogom nyomom követni. A rövid nyári éjszakát végigfotóztam egészen kiválóan kivirradtig, összesen mintegy

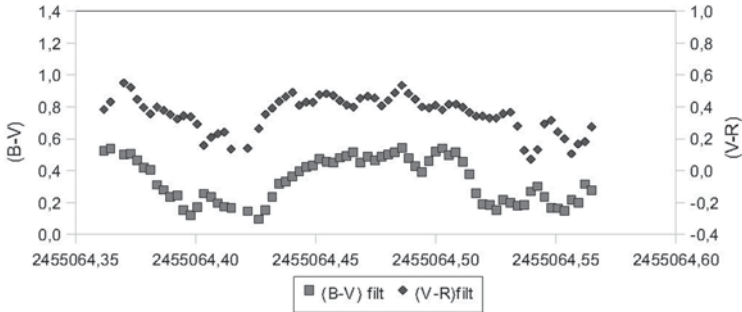
4 óra regisztrátumot készítve. Ez éppen 444 db 30 s-os felvételt eredményezett. Fényes állapotban értem utol, és csodás részletekre derült fény

A többörös feldolgozást kétféle összegzéssel (3x, 6x) végeztem el, az eredeti képek

1 magnitúdós járást. A zöld sávú görbét a változós rovat 2009. novemberi Meteorban publikálta is, ezért most más adatsorokat mellékelek, kiegészítve egy második, ezúttal augusztus 20-i mérés adataival (436 db 30 s expozíciós idejű felvétel).



Az AM Herculis fényességváltozása 2009. augusztus 20-ának éjszakáján



Az AM Her 2009. augusztus 20-án: színindexek

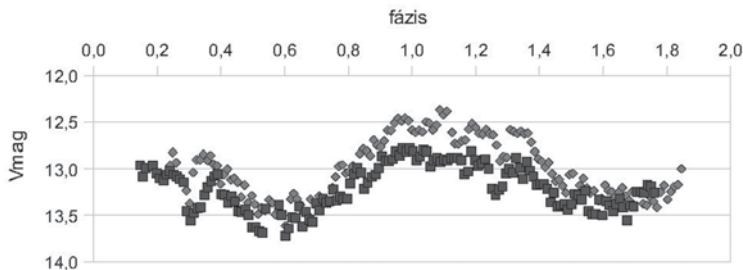
viszonylag zajos adatsorokat eredményeztek. Utólag a hatszoros összegzést tartottam meg, az ebből kapott 74 db adatpont mintegy 1 magnitúdónyi változást rajzolt ki nagyjából 3 órás periódusidővel. Nyilvánvalóan a kettős orbitális periódusa jelent meg, ami a katalógus szerint 0,1289 nap (3,1 óra). A görbe lefutása helyenként tizedmagnitúdónál nagyobb szóródással jelentkezett, ez azonban valódi szórás, nem mérési hiba (különbéle oszcillációk a fizikai rendszerben). Mintha minden frekvencián változna a rendszer összfényessége, miközben a háromórás periódus karakteresen rajzolja a szinuszgörbére emlékeztető

Az egyedi adatsor (2009. augusztus 20.) háromszínből felvett fénygörbéje látványos színváltozásokat mutat. Az jobb láthatóság kedvéért 3 pontos futó átlagolással szűrt görbéket mutatok be.

A következő ábrán a (B-V) és (V-R) színindexek láthatók. Jól látszik, hogy a fényesséssel párhuzamosan a színindexek nőnek, mintha a rendszer fizikailag hűlne. Hogy valójában mi történik, ezt még meg kell konzultálnom a téma szakértőivel.

Végül a két időpont (2009. július 29. és 2009. augusztus 20.) V sávú adatainak fázisba rendezett görbéit mutatom be. A 0,3 és

1,3 fázisnál koherensen megjelenik egy kb. tízperces időtartamú minimum. Különösebb illesztgetés nélkül is azonnal látszott, hogy éppen a katalógus szerinti orbitális periódust jelölik ki, alakja fedésre emlékeztet. A két görbe kissé eltérő lefutása a rendszer finoman változó belső tulajdonságait emeli ki.



Az AM Herculis fázisdiagramja jól mutatja a rendszer 3,1 órás keringési periódusát

Azóta az AM Her mellé klasszikus törpenóvák kerültek programomba, ezekről azonban mindeddig nem készítettem idősor fotometriát. Amint elkapok egy kitérést, ez is meg fog történni. De az AM Her továbbra is elsősorú célpontom marad, mivel kettős személyiségének eddig csak egyik felével volt szerencsém megismerkedni. Bár láthatósága folyamatosan romlik, esetleg a halvány állapotba történő átmenetet és előbb-utóbb magát a halvány állapotot meg tudom figyelni.

A Vixen mellett szerzett általános fotometriai tapasztalataimat a következőkben foglalhatom össze:

1. A DSLR fotometria a vizuális megfigyelésnél pontosabb, és az adatmennyiséggel arányosan egyre pontosabb adatgyűjtést biztosít, köztes helyet foglal el a tudományos CCD-fotometria és a vizuális megfigyelés között. Hátránya a nagy tárolási hely- és feldolgozási időigény, valamint a feldolgozás alapos betanulása. Az ég alatt óránként nagyjából 1 Gbyte adat keletkezik, és minden ég alatt töltött órát legalább kétszeres (de időnként többszörös) feldolgozási idővel kell kiegészíteni. E kérdésben sok függ az előkészítettségen, a gondosan kidolgozott képkorrekciós lépésektől kezdve a változóhoz kész

számítási sémák, transzformációs táblázatok meglététől, ezeket kezűgyben tartva a feldolgozási idő jelentősen csökken.

2. A DSLR-fotometria nem a szép fotók készítéséről szól, a következők miatt. Az RGB sávokban egyidejűleg végzett fényképezés során előjön a Bayer-mátrix kedvezőtlen

hatása, ti. az egyes sávokban „lyukas” képek készülnek, amelyeket a feldolgozó szoftver interpolál folytonos képpé. Az interpoláció csak annyira jó, amennyire a hozzá tartozó adatok pontosak. Itt jön a gond. Ha élesre fókuszált kamerával dolgozunk, előfordulhat, hogy a csillagprofil az egyes sávokban nem karakteres Gauss-görbét eredményez. Ez ellen az észlelő kissé defokuszált távcsővel védekezhet, szétkenve a csillagprofilat a lehetségesnél nagyobb foltra. A defokuszálásnál tapasztalataim szerint 6–7 pixel félérték szélességű csillagprofil jelenti az optimumot, efelett feleslegesen gyenge lesz a csillag képe, ezalatt meg a „tűeffektus” rontja az interpolációt. Az enyhe defokuszálás miatt a fotóink nem szépek, nem lehet őket csak úgy mutogatni, dicsérni. Adatokká válnak.

3. Nemcsak Vixen VISAC kvalitású optikákkal, kistávcsövekkel is érdemes fotometrálni. Ha a mechanika megengedi a félperces expozíciókat, egészen bizonyos, hogy egyetlen felvétel is eléri a vizuális határfényességet (fényerőtől függ), összegzéssel pedig jócskán kiterjeszhető a megfigyelésre alkalmas tartomány. Például a 80/600-as refraktorttal, Canon 300D-vel 13 magnitúdó táján járt a városias környezetben felvett félperces határfényesség és a képek számának nagyjá-

ból háromszorozásával rendre egy további magnitúdóval javult a határfényesség. Eszerint 14–15^m táján még jól mérhető adatunk lehet 8–10 perc összes exponálás után. Amatőr berkekben ez kiváló érték, sőt fényerős optikákkal (defokuszálással) még ennél is hatékonyabb munkára lehet számítani.

4. A célpontok kiválasztásánál a távcső felbontóképességét is mérlegelni kell. Nem érdemes olyan célpontot választani, amely sűrű csillagmezőben gyakorlatilag mérésre alkalmatlan környezetben található. A távcső fókusza alapvető a szelektivitás tekintetében. Ha valaki a jobb felbontás érdekében fókusznyújtással kacérkodna, inkább felejtse el. Kétszeres fókusz mellett negyedakkora felületi fényességet nyer, ami mintegy másfél magnitúdónyi csökkenést von maga után.

5. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy fotometrálni jó égbolt alatt célszerű. Finom cirruszok, apró ködfoltok jelenléte, melynél egy vizuális észlelés még elvégezhető, szóba se jöhet. Tapasztalati alapon mondom: válto-

zó átlátszóság mellett már a nyers, transzformálatlan adatsorok szórása akár egy-másfél tized magnitúdó is lehet. A pontosságunkra kereszteret vehetünk.

Végül köszönetet szeretnék mondani néhány amatőrtársamnak akik munkámat segítették. Legelőször is Mizser Attilának, aki lehetővé tette, hogy a kiváló Vixen-optikát rendszeresen használhassam. Köszönetem fejezem ki Kiss László asztrofizikusnak, aki további háttérinformációkkal orientált és ösztönzött munkám folytatására, nem sajnálva az energiát olykor számára közismert tények megbeszélésére. Nem utolsósorban köszönöm Kovács István amatőrtársamnak azt a napi információs kapcsolatot és nagyon hatékony konkrét technikai segítségét, amivel nagyban hozzájárult a távcső melletti és adatokkal bíbelődő asztal melletti lét gördülékennyé tételéhez, részben új technikai utak megnyitásához.

Stickel János



Makszutov.hu

Távcső- és mikroszkóp bolt

Orion SkyQuest

dobson távcsövek

SkyQuest XT 6 - 150/1200 dobson
79 000 Ft

SkyQuest XT 8 - 200/1200 dobson
109 000 Ft

SkyQuest XT10 - 250/1200 dobson
159 000 Ft

SkyQuest XT12 - 300/1500 dobson
249 000 Ft

IntelliScope vezérlés felára
36 000 Ft

Ajándék hűtőventilátor (csak XT8, XT10 modellek)

Általános jellemzők:

- » IntelliScope kézivezérlő 14 000 objektum adatával
- » 2"-es Crayford fókuszírózó (XT8, XT10, XT12)
- » 25 mm és 10 mm Plössl okulár
- » 6x30 amici prizmás kereső (XT6)
- » 9x50 amici prizmás kereső (XT8, XT10, XT12)

Orion Optics

minőségi newton optikák

- » Suprax (Schott) üveganyag
- » Zygo interferogram
- » garantált pontosság
- » opcionális Hilux (96%) bevonat
- » optikai szett (fő- és segédtükr)

Választható méretek:

- 150 mm: f5 - f8 - f11
- 200 mm: f4.5 - f6 - f8
- 250 mm: f4.8 - f6.4
- 300 mm: f4 - f5.3
- 350 mm: f4.5
- 400 mm: f4 - f5 - f6

Választható pontosságok:

- L/4 - L/6 - L/8 - L/10 pv

Igény esetén tubusba szerelve is. Aktuális árainkért kérjük kezesen bennünk emailben vagy telefonon!

Postacím:

Budapest, 1096 Thaly Kálmán u. 34.
(Klinikák metro megálló mellett)

Telefón:

1/707-85-12
20/5-981-941

Nyitva:

hétfő-péntek
11-17h

Web:

<http://www.makszutov.hu>
info@makszutov.hu