

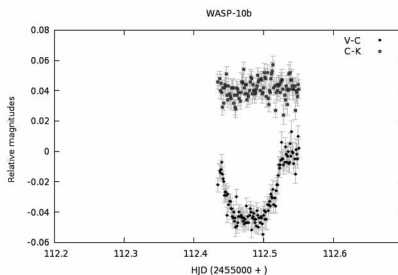
# Hogyan észlelek változókat?

A 2015. január 7-én a Nature-ben a V404 Cygniról megjelent tanulmány társszerzősége kétségkívül mérföldkő egy CCD-vel dolgozó változóészlelő életében. Ennek kapcsán talán nem árt, ha egy kis visszatekintéssel kezdem a CCD-s fotometriai észleléseimet bemutató cikkemet.

## Kezdetek

A kezdetekben, 1999–2000 környékén az Amakam kamerával kezdtük a fotometriát Nagy Zoltán A. barátommal. A CCD-s fénymérés az ő ötlete volt, de nekem is hamar megjött a lelkesedésem a téma iránt, főként, hogy nem kellett egyedül botorkálni a téma útvesztőiben. Nagyobb amplitúdójú változócsillagokkal, W UMa típusú fedési kettősökkel indítottuk a méréseket. Akkortájt a szoftveres lehetőségek is kezdetlegesebbek voltak, az IRAF-ot csak hírből ismertem, a kiméréseket még „kézzel” a QuantumImage nevű képfeldolgozó szoftverrel végeztem (észlelőtársam a fejlettebb Lázár József-féle CCDMasterrel), az adatok kis száma miatt ez még nem okozott problémát, akárcsak a képteltologatás elmaradása sem. Ha valami nagyon „fapados” volt, az a CCDOPS program akkori verziója, ott csak kézzel lehetett kiszámolgatni és végrehajtatni a képek eltologatását, úgyhogy inkább kihagytam ezt a lépést, és egyenként, egérrel mértem ki azt a pár képet is. A Papp István által gyártott AmaKam kamera lelke egy Texas Instrument TC255 CCD-chip volt, párhuzamos porton csatlakozott a számítógéphez, eleinte DOS-os, majd később Windows-os programmal vezéreltük. A képérzékelő csip nagyon szép, zajszegény képet adott, és bár az elektronikája csak 15 bites volt (32000 ADU környékén túlsordult), nagyon ígéretes volt fotometriai célokra, szép görbék születtek akkortájt. Egy baja volt csak – kicsi volt a felbontása és látómezeje...

Később a Polaris Csillagvizsgálóban az akkoriban sztárnak számító Meade Pictor kamerát használtuk, ám a szoftver és a képletöltés lassúsága miatt továbbra is inkább asztrofotóztunk. Ebben szerepe volt az kamerához mellékelt RGB-szűrősorozatnak is, amivel már színes képek készítésére is mód nyílt. Ne feledjük, akkortájt jelentek meg az első Canon DSLR-fényképezőgépek, a digitális asztrofotózás még inkább a CCD-kamerákkal rendelkezők területe volt.



A WASP-10b fénymenete 2009. október 7/8-án. C11, ST7-E. Egyike a Polarisban készült legszebb exobolygó-fénygörbének

Az AAVSO felajánlásának köszönhetően egy SBIG ST7-E kamera került hazánkba, előbb Kereszty Zsolthoz, majd miután műszerparkja bővülésével jobb típusra válthatott, Kiss László közbenjárására a Polaris Csillagvizsgáló kaphatta meg a használati jogot. (Később Zsolt jóvoltából egy AO-7 adaptív optikával is szélesedett a műszerarsenál a C11 végén, ami nagy segítséget jelentett a pontos követésben, és a szebb csillagkorongok fotózásában.) Kiss Lászlótól is sok segítséget kaptunk, és ő ajánlotta az adatábrázoláshoz és a W UMa minimumidőpontok pontos kiméréséhez szükséges n-edfokú polinomok illesztésének, majd annak minimumértékeit kiszámolni és kimérni képes gnuplot programot, a kimérés pontos módjával együtt. Ennek a programnak további előnye, hogy nagy mennyiségű adat-

A V404 Cygni 1938-ban fedezték fel, majd 1989-ben detektálták újra a GINGA műhold műszerei. Kettős rendszer, amelyet egy 9 naptömögű fekete lyuk és egy, a Napunknál valamivel kisebb tömegű csillag alkot. Hozzávetőlegesen 7800 fényévre van tőlünk, így a főkomponens az egyik legközelebbi fekete lyuk. 26 évvel az 1989-es kitörés után, 2015. június 15-én a SWIFT/Burst Alert Telescope (BAT) jelezte a röntgenfluxus hirtelen emelkedését, majd egy nappal később a Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) műszerei is megerősítették. Az első riasztást követően elindult egy globális, földrészeken és időzónákon átívelő fotometriai észlelőakció, amelyben a SWIFT röntgenműhold adatai mellett a VSNET (Variable Star NETWORK) keretében közreműködő obszervatóriumok és észlelőhelyek többszín-fotometriai adatait, valamint a TAOS (Taiwanese-American Occultation Survey) közvetlenül a kitörés után készült méréseit is felhasználták.

Az észlelt gyors és nagy amplitúdójú változások 100 másodperctől 2,5 óráig terjedő időskálán ismétlődő szabályos mintázatokat mutattak. Hasonló ismétlődő fényességváltozásokat eddig csak röntgentartományban észleltek fekete lyuk-kettősöknél. Az egyidejűleg készült röntgen- és optikai adatok közötti jó korreláció arra utal, hogy ugyanaz a jelenség áll a fényváltozások mögött. Az adatok spektrálanalízise azt mutatja, hogy a hirtelen és mély elhalványodások nem az akkréciós korong által okozott abszorpció következményei. A rövid időskálájú fluktuációk közvetlenül tükrözik az akkréciós korong vagy annak csomósodásai által keltett sugárzás változásait. A V404 Cyg megfigyelt optikai polarizációja nem mutatott kimutatható változásokat, így szinkrotronsugárzás sem lehet a fényváltozások eredete. A látható tartománybeli fluxus valószínűleg a röntgensugárzás koronganyag általi elnyelése, majd hosszabb hullámhosszakon történő újbóli kibocsátásának következménye.

A megfigyelt ismétlődő változások alapján a tömegátadási ütem legalább tízszer kisebb lehet, mint ahogyan azt korábban gondoltuk. Ez azt mutatja, hogy nem az akkréciós ráta mértéke a kritikus tényező a belső korong-instabilitás szempontjából, hanem sokkal inkább a rendszer keringési periódusának hossza.

Az eredményeket részletező cikk a Nature 2016. január 7-i számában jelent meg.

nál már jóval gyorsabb, mint a táblázatkezelők grafikonmodulja – azóta is ezt a remek, sokoldalú, szkriptelhető és pontos grafikonmeglátást használom.

A C11–ST7-műszeregyüttesel hosszú években keresztül az exobolygók izgalmas világában merültünk el. Öt évvel az első szakcsillagászati mérés után 2000-ben volt a világon az első amatőr exobolygótranszit-mérés (Nyrölä Obszervatórium, Finnország), itthon pedig Kereszty Zsolt után a Polarisban (Nagy Zoltán A., Balogh Emese és jómagam) 2006-ban rukkolhattunk elő ezzel (XO-1b). A transzit két század magnitúdónyi fényességcsökkenésének sikeres kimérése jó vizsga volt számunkra.

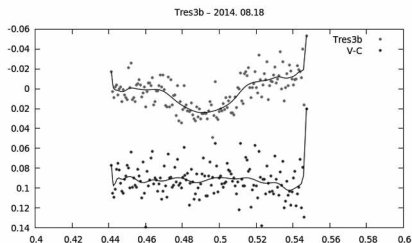
Két év és tucatnyi mérés után rá kellett azonban jönni, hogy a rendszerint teljes éjszakát igénylő mérések (több órás transzitok, pluszban az elhalványodás és a visszafényesedés pontos időpontjának detektálásához szükséges be-, és kivezető adatsorok megfelelő hosszúságban, általában együttvéve szintén több órán keresztül) a jó égen kívül sok időt és sok befektetett energiát (utazásokat, éjszakai utazásokat) igényelnek. Mindezek nem álltak arányban az észleléseknek ezen az amatőr szinten elérhető tudományos hasznosságával; illetve, ha a továbbblépéshez szükséges még rendszeresebb és még pontosabb észleléseket terveztünk volna, ahhoz az eddigieknél is jóval több energiát és pénzt kellett volna befektetni nemcsak a megfigyelések, hanem a műszerek, a mechanika továbbfejlesztésére is; arról nem is beszélve, hogy sem az MCSE Változócsillag Szakcsoportja, sem az AVVSO nem foglalkozott és nem foglalkozik ma sem az exobolygó-átmenetek mérésének programjával és feldolgozásával. (Ezen szervezetek helyett többek közt a Cseh Csillagászati Társaság TRESKA-projektje foglalkozik ezzel.)

Ekkor jött Fidrich Róbert barátom, aki javasolta a törpenóvák észlelését. Ő már sok éve kapcsolatot tartott a VSNET-csoporttal, így az éppen aktuális, kutatási szempontból fontos célobjektumok kiválasztása és az észlelések megfelelő helyre történő eljuttatása nem okozott gondot. Az UGSU, UGWZ

törpenóvák egy nagyságrenddel nagyobb, jellemzően kéttized magnitúdós fényváltozásokat, szuperpúpokot mutatnak sokkal rövidebb idő alatt, így néhányszor 0,05–0,08 napos periódussal már fél éjszaka, vagy pár óra is elegendő egy sikeres, és tudományos szempontból jobban hasznosítható megfigyeléshez. Egyik első szép eredményünk a HT Cas 2010 őszi megfigyelése volt, a fedési jelenségeket is mutató rendszer látványos fényváltozása újabb lökést adott a megfigyeléseknek. Az észleléseink révén több tudományos cikkben lehettünk társszerzők, melyek az arxiv.org-on találhatóak T. Kato és munkatársai szerzőségével, ezek a tanulmányok a PASJ-ben, a Japán Csillagászati Társaság kéthavi tudományos szaklapjában jelentek meg.

Eleinte csak a VSNET levelezőlista archívumán keresztül figyeltem a kommunikációt, aztán idővel feliratkoztam a Vsnet-alert levelezőlistára, és így sokkal könnyebben és folyamatosabban tudtam nyomon követni az épp szupermaximumban levő, vagy más okból fontos észlelendő objektumok listáját, ill. az észlelésekkel kapcsolatos kéréseket és információkat. Egy évnyi közreműködés után így tudtam rögtön az elején bekapcsolódni a V404 Cygni mérésébe, bár az időjárás az elején (és még később sokszor) nem tette lehetővé a folyamatos nyomon követést. Ezért a júniusi kitörés alkalmával csak négy éjszaka anyagait tudtam beküldeni. A leveleket, felhívást olvasva tudatosult bennem, hogy milyen érdekes és fontos célpont ez; ezért igyekeztem minden lehetséges alkalommal V-szűrős képeket készíteni, ráadásul minél jobb időfelbontással, ahogy azt külön kihangsúlyozták. Az első komolyabb adatsor sajnos még hosszabb integrálási idővel készült, ám kielemezve az elkészült fénygörbét és a lehetőségeket, a következő estén már nagy merészen jóval rövidebb, 20 másodperces integrálási időt állítottam be, az első letöltődő képeken ellenőrizve, hogy a jel/zaj arány megfelelő-e – és így a célokna már megfelelő fénygörbén a rövid időskálájú változások is jól láthatóvá váltak. A harmadik és a tanulmány szempontjából utolsó

adatsor egy tekintetben érdekes. Szerencsére van egy másik adatsor is ebből az időszakból, így a fénygörbén látható kis oszcillációk léte megerősítést nyert, ami a szakcikk egyik megállapításának alapját adta.



Az ALCCD5.2 kamerával 2010. augusztus 18-án megfigyelt exobolygó-átmenet fénygörbéje. A számlott trendvonal mutatja a szabályos, kádszerű fényváltozást

Visszatérve az itthoni észlelések kezdetéhez, pár év polarisos megfigyelőmunka után otthon is próbáltam az észleléseket folytatni. Ezt elsősorban a még korábban vásárolt nagyobb távcső (25 T) tette lehetővé, bár az első évben inkább a kisebbik, 15 cm-es Soligor-reflektort használtam. A korábban használt Meade Pictor kölcsönkamerát is megpróbáltam üzembe helyezni, de sajnos Windows alatt nem akart már működni, még az eredeti konfigurációban sem. Ekkor észrevettem, hogy Linux alatt életjeleket mutat a kamera. Sikertült is hosszú hetek-hónapok alatt kifejleszteni egy linuxos szkriptet, amivel aztán teljesen stabilan lehetett használni szűrőváltóval együtt a 16 bites SCSI-interfészen keresztül a készüléket. El is kezdtem észlelni vele, de sajnos egyéb hátrányos tulajdonságai, a képletöltés lassúsága, a kamera és a vezérlőegység között soros kábelrel megoldott kapcsolat miatt, a szilikagél sűrű és nem egyszerű szerése miatt ez nehézkesnek tűnt. Az eredmények sem voltak nagyon jók a zajos elektronika, és nem utolsósorban az utolsó osztályú, tokozatlan csip hibás, hőmérséklet- és fényfüggő pixeleinek tömkelege miatt. Hiába vont az ember sötétképet, a levonás után is nyersképeknek nézett ki az eredmény, annyira zajos volt a kép – sajnos ilyen volt mindig is. Úgyhogy

fotometriára csak nagyobb fényváltozások esetén használható valamennyire...

A Canon DSLR- és CCD-kamerákkal való próbálkozások után 2014 nyarán egy ALCCD5.2 nevezetű CCD-kamera alkalmi áron történő vásárlása adta meg az újabb lendületet az itthoni CCD-s megfigyelések folytatására. Eleinte tartottam attól, hogy az egyszerű kamera és az interline kiolvasású csip nem lesz használható fotometriai célokra, de az első képek letöltése után hamar bebizonyosodott, hogy aggályaim feleslegesek voltak, a kamera nagyon jól használható. A gyors USB-s kapcsolat révén nagyon gyorsan lehet a képeket letölteni, a két kép közötti hőtudó alig egy-két másodperc időtartamú, a végső ráállásban, pozicionálásban meg nagyon jól segít az élőkép funkció, mely gyakorlatilag videokamerás érzést ad, olyan gyors az 1–20 milliszekundumos képek tartományában. A videofelvételek készítésére kihelyezett másik gyári szoftverrel a csillagfedések megfigyelésére is nagyon jól alkalmazható lesz. Kiemelkedően jó tulajdonsága a 16 bites dinamika szinte teljes tartományában használható linearitása. ABG-s kamera lévén tús túlcsoordulást nem mutat a szaturálódott objektumokon; (ettől ABG-s (Anti Blooming Gate), azaz túlcsoordulásgátlós), ennek ellenére a linearitási tartomány a tesztek alapján egészen a 60000 ADU-értékig húzódik! Néha előfordulhat, hogy csíkosnak tűnik a kép, azaz látszanak a páratlan és a páros sorok; ez akkor történhet meg, ha a letöltés pillanataiban a számítógép túlságosan leterhelt – elképzelhető, hogy az interline architektúra és az egyszerűbb áramkör miatt alkalmazandó szigorúbb időzítési követelmények pillanatnyi nem teljesítése miatt van ez. Miután a számítógép csak a vezetéssel és a CCD-képletöltéssel foglalkozik, másra nincs használva, ez a probléma egyáltalán nem jelentkezik. A kis kamera érezhetően érzékenyebb, mint a C11-en használt ST7. Az ALCCD5.2-vel végzett első észlelések között exobolygó-transzitot is sikeresen abszolváltam, a százmagnitúdó szórású szép fénygörbe teljesen meggyőzőtt a kis kamera használhatóságáról.

## Műszerek

Az észleléseket jelenleg egy Fornax 50-es mechanikán nyugvó 250/1200-as Newton távcsővel végzem, a kamera a fentebb ismertetett belépőszintű ALCCD5.2, más néven QHY6. A CCD-kamera érzékelője egy Sony EXview ICX259AL interline csip, nagy kvantumhatásfokú (QE), pixelmérete 6,5x6,25 mikron, felbontása 752x582 pixel. Ezt vezetőkamerának (guider kamerának) is lehet használni a beépített ST-4 csatlakozó révén; Peltier-elemmel és nagy, csendes futású ventilátorral is fel van szerelve. Sajnos rövid használat után a kamera szilikagélje nedvességgel telítődött, és a hűtéskor kicsapódó pára látszott a képeken. Nem nagyon volt kedvem kiszedni a szilikagélt, és a művelettel járó plusz por bejutását elősegíteni, ezért aztán úgy döntöttem, megnézzük, mit tud a kamera hűtés nélkül. (Azért majd pótolva lesz valamikor a mulasztás.) Ezt a nagyon alacsony sötétzaja tette lehetővé – még a meleg nyári éjszakákon is egészen jó képet adott, olyat, amit más kamerák (ST7) csak bekapcsolt hűtéssel (kb. +5 fokok csiphőmérséklet alatt) képesek. A júniusi V404 Cyg-észleléseket is hűtetlenül végeztem; az alacsony zaj miatt ez egyáltalán nem látszott meg a fénygörbékben. Persze, hűtve még kisebb a zaj, de a lényegen ez már nem sokat változtat, sikeres észleléseket lehetett végezni. Sajnos ez az alapmodell nincs hőmérséklet-szabályozással ellátva, így ügyelni kell megfelelő hőmérsékletű sötétképek készítésére és alkalmazására. Am az alacsony sötétzaj azt is jelenti, hogy kisebb, pár fokos hőmérsékletváltozások esetén sincs gond, ha a nem megfelelő hőmérsékletű sötétképet tudtam alkalmazni; a tapasztalatok szerint levonáskor minimális hiba keletkezik, a mérésbe nem szól bele.

A mechanikát vezetéssel használom, ez a periodikus hiba minimalizálása mellett biztonságot ad a hosszabb idősorok esetén is, az észlelő (majdnem) biztos lehet abban, hogy órák alatt sem mészik jelentősen odébb a kimérendő csillagkörnyezet a kisebb pólushiba miatt. Persze ez nem jelenti azt, hogy az észlelő ne nézzen rá időnként

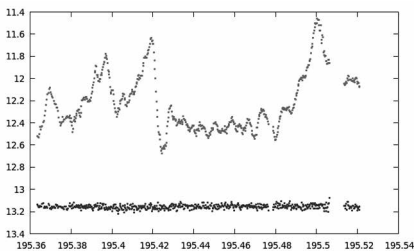
a képekre. A távcső jelenleg nincs állandó felállítási helyen, ezért minden alkalommal ki kell tolni az állványt a teraszra, feltenni rá az ellensúlyokat, tubust; majd az észlelés végeztével fordított sorrendben elpakolni mindent. Természetesen ez az állapot nem túl kényelmes, hosszú távon nem nagyon folytatható, ezért folyamatban van a fix észlelőhely – „távcsőkuckó” – kialakítása, ez valószínűleg a tavasz vagy nyár folyamán befejeződik. A kikapolás és az elpakolás szerencsére nem vesz túl sok időt igénybe, mert úgy alakítottam ki a folyamatokat és a műszer kellékeit, hogy nagyobb egységekbe szerveztem ezeket, nem kell sok alkatelmet fel-, és leszerelni, szállítani külön-külön. A távcsőállvány lábaira kerekeket szereltem, ezeken gurítva kényelmesen, cipekedés nélkül tudom a fűtetlen tárolóhelyiségből a teraszra tolni. A járólapok hézagaiban látható csavartalpnymok fölé pozicionálva, a támasztócsavarok kihajtásával elég pontosan pólusra áll a mechanika. Azért nem teljesen tökéletesen, az így adódó minimális pólushibát a vezetéssel lehet korrigálni. Természetesen a vezetés sem csodaszer, mert a nem tökéletesen beállított pólus mellett a képeken hosszú órák után jól érzékelhető középpont körüli elfordulás jelentkezik. De bizonyos határokon belül a referenciakép hasonló pontjától való egy-két pixeles elmozdulás szerencsére a kimérőszoftvernek nem jelent gondot; megkeresi minden egyes kimérendő csillag pontos középpontját, és úgy illeszti rá az apertúrákat. Állandó helyen való felállítás után ez a fajta hiba is megszűnik, mert akkor már érdemes lesz nagyon pontosan pólusra állni pl. a King-módszerrel. Az ellensúlyok felszerelése után egyedül a távcsőtubus – rajta a szűrőváltóval és kamerával – az, amit cipelni kell és feltenni a nyitott tubusgyűrűkre. Az észlelőszámítógép szintén egy hordozható kis fürdőszobai kereken guruló kelléktartón helyezkedik el, a tápegységekkel, elosztóval, egyéb szükséges kellékekkel együtt. A kikapolás utolsó fázisaként a számítógép USB-portjaiból lógó kábelek csatlakoztatása a kamerákhoz, a 230 V-os hosszabbító és a 12 V-os mechanika

tápkábeleinek csatlakozóinak, tubusfűtések, ethernet kábel csatlakoztatása marad hátra. A bekapcsolás és az operációs rendszer indítása után szinte azonnal használatra kész a távcső.

## Észlelési technika

Az észleléssorozat elején és végén is készítek sötétképeket, és ha szükséges, friss világosképek rögzítésére is sor kerül (vagy az alkonyati ég, vagy a pólós módszer használatával; az opálos plexibúrával ellátott teraszlámpa fénye 3-4 méter távolságból már elég egyenletes). Jelenleg az észlelés végén dolgozom fel a képeket – ámbár ha szükséges, észlelés közben is megteszem. Egyszer már kipróbáltam, hogy minden képet elkészülte után azonnal kimérjen és ábrázolja az újabb pöttyöt a fénygörbén egy szkript, de még nem eléggé kiforrott. Némi bővítés és igazítás, „kódreszelés” hiányzik még, de előbb-utóbb az is meglesz. Most azonban az észlelés utáni feldolgozás sem nagy munka, általában 10–15 perc alatt beküldésre kész adatfájl és grafikon jelenik meg a képernyőn és a háttértárolón. A kimérésre több szoftvert használok. Az alapvető redukciónkra, a sötétkép-levonásra és a világoskép-korrekciónra, és az esszenciális képösszeigazításokra a gcx nevezetű programot használom. Nyílt forrású, a kódba bármikor bele lehet nyúlni, ha új funkció kellene, de egyelőre ilyesmire nincs szükség. A képek referenciaképekhez történő igazítását nagyon jól elvégzi, mert a csillagok azonosítását követően alakzatokat (aszterizmusokat) ismer fel és tárol el a memóriában, és ezeket használja fel a többi képeken található ugyanolyan aszterizmusok elhelyezkedése alapján a képek eltologatásának mértékének megállapításában – ez rendkívül hatékony módszer. Nincs szükség bonyolult beállításokra; egyedül csak a SNR-ben kifejezett küszöbszintet kell csak néha feljebb vagy lejjebb venni, a csillagok számától függően. Egyszer a gcx-szel történő feldolgozás után elvégeztem az IRAF-fel is ezeket az alapvető redukciónkat és a képigazítást (imalign tasmal): a kimért eredmények

gyakorlatilag azonosak voltak – csak a szórás tartományán belül mozogtak nagyon kicsit a pontok a grafikonon; tehát a gcx jól használható és pontos alkalmazás. A FITS-képek fejlődésében történő változtatásokat egy saját fejlesztésű kis bash szkripttel kezdtem, mert a kamera gyári szoftverje sajnos nem túl jó ilyen szempontból: nem szabványos időadatokat tesz be, az UT-t nem ismeri; így a szerencsére meglévő minimális dátum- és időadatokból kell átkonvertálni szabványos, az IRAF által megkövetelt formában UT-be, és további FITS-kulcsszavakkal bővíteni. Majd



A V404 Cyg fénygörbéje 2014. június 21/22. éjszakáján. A rövid, 20 másodperces integrálási időnek köszönhetően jól látszanak a rövid távú fényváltozások is

az IRAF-ban folytatom a JD-, HJD-időadatok kiszámításával és beszurálásával. Az IRAF képmegjelenítőjében, a DS9-ben a csillagok kijelölése után egyből folytathatom a tulajdonképpeni kiméréssel. A qphot tасzk, majd a txdump egy házilag szkriptelt változatának futtatásával (nem kell annyit gépelni) az adatok már rendelkezésre állnak. Emészthető formába való öntésre megint csak egy, Csák Balázs által a Meteorban közétett, majd általam „felturbóztott”, továbbfejlesztett awk-szkript szolgál, ami egyéb bash szkriptekkel kiegészítve azonnal feltölthető AAVSO-formátumú adatfájlt hoz létre. Gyakorlatilag ez úgy néz ki, hogy meg a csillagok kijelölése során egy fájlban rögzítem egyúttal a használt öh-k pontos fényességét, a fotometriai táblázat (térkép) azonosítóját, a kontrollcsillag címkejét (vagy AUID-jelzését) és egyéb szükséges adatokat; majd a qphot tасzkos kimérés után egy parancsot, a szkript nevét kell csak begépelni a parancssorba. Az előbbi

segédadatokat tartalmazó fájl felhasználásával a szükséges kivonások és ensemble-átlagolások automatikus végrehajtása eredményeképpen a beküldendő AAVSO-adatfájl és az azt ábrázoló grafikon egyből létrejön.

Nem igényel tehát hosszadalmas munkát a képek feldolgozása, ezt szinte öröm végezni; az észlelő rettenetesen kíváncsi a végeredményre, hogy vajon az objektum hogy viselkedik ezúttal. Mint írtam, az észlelés közbeni kép- és adatfeldolgozás is készen van, némi finomítást igényel még, és akkor az is használható lesz. Előnye az, hogy már a méréssorozat közben lehet látni, meddig érdemes folytatni, érdemes-e egyáltalán. Így a szuperpúpok teljes egészen rögzíthetők, nem fordulhat elő az, hogy egy izgalmas adatsorozat túl korán, idő előtt szakad meg, és lemarad az utolsó (rendszerint a második, harmadik) szuperpúp vége. Az összegyűlt képek között egy éjszakan belüli, vagy több éjszakan át tartó egyéb változások után kutatva kiváló eszköz erre még a VaST, a fehérorosz fejlesztésű program.

Távlati fejlesztési lehetőség egy automatikus és egyúttal távészlelési lehetőségeket is lehetővé tevő szoftverrendszer, az RTS2 telepítése és adaptálása a meglévő szoftverkörnyezethez, afféle robottávcsővé fejlesztve a meglévő műszert. Elképzelhető az is, hogy az RTS2 sok lehetőségét egyelőre nem kihasználva csak félautomata, kvázi robottávcső-szintet célok csak meg; esetleg csak a saját meglévő szkriptgyűjteményt fejlesztem csak tovább.

A változócsillagok CCD-s megfigyelése, mérése mára számomra rutinészleléssé vált. Nagyon tetszik az a folyamat, amikor a CCD-képekből adattömeg keletkezik, hosszú számsorok, hogy aztán majd ezekből ismét kép készülhessen – a fénygörbe ábrája. Mindenkit csak biztatni tudok erre a nem is túl nehéz vagy túl körülményes észlelési mód művelésére, és remélem, hogy a jelenleg is észlelő CCD-s és DSLR-es amatőr csillagászok, amatőr fotometristák szűk köre tovább bővíthet.

Tordai Tamás