

Előszó

A Magyar Csillagászati Egyesület tarjáni táborában 2008-ban elhangzott egy előadás melyet Csák Balázs tartott a DSLR fényképezőgépek felhasználásáról a változócsillagok fotometriája területén. Ez már akkor felkeltette az érdeklődésemet a téma iránt, de aztán valamiért megfeledkeztem róla. Egészen a tavalyi évig, amikor is rábukkantam a www.citizensky.org oldalán egy DSLR fotometriai segédletre, ami ismét arra ösztönzött, hogy foglalkozzak a témával és elhatároztam, hogy lefordítom ezt a segédletet, hiszen sokan rendelkeznek ilyen vagy hasonló digitális fényképezőgéppel, talán a változócsillagok iránt is érdeklődnek, csak éppen magyarul nem volt a kezükben egy leírás, aminek alapján nekikezdhettek volna a változócsillagok fotometriájának. Időközben megjelent Dr. Kiss László és Molnár Péter fordításában az AAVSO „Vizuális Változócsillag-észlelők Kézikönyve”, ami nagyon hasznos olvasmány a változócsillag észleléssel most ismerkedők számára.

Dr. Kiss Lászlótól kértem segítséget a fordításhoz illetve a szöveg lektorálásához, lévén kezdő vagyok ezeken a területeken. Ezúton is szeretném megköszönni neki a segítséget, hogy az amúgy is sűrű időbeosztása ellenére, szakított időt a fordítás ellenőrzésére.

Az alábbi leírás használatához, azt javasoljuk, hogy a később megadott weboldalról töltsék le a példa file-okat a számítógépükre, és telepítsék fel az Iris általános célú csillagászati képfeldolgozó programot is. Vegyék maguk mellé a leírást, és az ott ismertetésre került lépéseket az olvasással párhuzamosan végezzük el a számítógépen is, mert így a műveletek jobban érthetőek és nyomon követhetőek lesznek.

Perkó Zsolt

DSLR(Digital Single Lens Reflex) fotometriai segédlet

Szerző: Brian Kloppenborg (2010. február 4.)
<http://www.citizensky.org/users/bkloppenborg>.

A fotometria arra az alapvető kérdésre keresi és ad választ, hogy „Milyen fényes?” és ha már fotometriát végzünk, akkor idővel arra az alapvető kérdésre is válaszolni tudunk, hogy „Hogyan változott a fényesség az időben?”. Ezekre az egyszerű kérdésekre a válaszok - a fénygörbék egyszerű vizuális vizsgálatával vagy más precízebb módszerek alkalmazásával - megadhatók, de a fő ok, amiért fotometriát végzünk, hogy további betekintést nyerjünk a különféle csillagászati objektumok viselkedésébe. Jelen leírás a csillagokra koncentrál, de az itt tárgyalt megközelítést alkalmazhatjuk bolygókra, aszteroidákra, üstökösökre, vagy esetleg galaxisokra is.

Az AAVSO már több dokumentumot (<http://www.aavso.org/public>) is kiadott, arról, hogy milyen fontos a változócsillagokkal végzett munka, így ezt itt a továbbiakban nem tárgyaljuk. E helyett egy viszonylag új, változócsillag-megfigyelési technikát szeretnénk bemutatni: a DSLR fotometriát. (Ebben a leírásban DSLR-t említünk mindenhol, azonban ez a technika az egyszerűbb digitális fényképezőgépekkel is alkalmazható.) Hasonlóan az egycsatornás és CCD fotometriához - amelyek drága érzékelőket és speciális csillagászati szűrőkészleteket alkalmaznak - a DSLR fotometria is jó minőségű adatokat tud szolgáltatni, viszonylag rövid idő alatt, szerény költségek mellett.

A „DSLR dokumentációs és redukciós munkacsoport” elkészített egy leírás-sorozatot (<http://www.citizensky.org/teams/dslr-documentation-and-reduction>), amely végigvezet bennünket a fényképezőgép beállításokon, a cél és összehasonlító csillagok lefényképezésén, az adatok feldolgozásán és az eredmények AAVSO-nak (American Association of Variable Star Observers) való elküldésén. Ezen a weboldalon további leírások vannak az adatelemzésről (<http://www.citizensky.org/content/getting-started-analysis>), melyek tudományos eredményeket szolgáltathatnak és amelyeket tudományos folyóiratokban publikálhatunk (<http://www.citizensky.org/content/get-started-publishing>).

Ahogy majd végig olvassuk ezt a leírást, az az érzésünk támadhat, hogy valami nincs rendben. A leírás végéig, a tényleges képkészítésről nem is esik szó. Ez szándékosan van így, mert mindegyik gyakorlott fotometrlista azt mondja, hogy a “frusztráció a rossz adatokkal kezdődik”. Ezért azt szeretnénk volna, hogy jó adatokkal dolgozzunk, hogy megkedveljük az eljárás egészét, mielőtt az első képkockákat elkészítenénk.

A leírás hat fő részből áll. Először egy szélesebb áttekintést adunk a DSLR fotometria koncepciójáról és arról, hogy mire van szükségünk, ha úgy döntünk, hogy saját magunk csináljuk (<http://www.citizensky.org/content/what-you-will-need>). Aztán egy áttekintést adunk az adatredukciós csomagokról (<http://www.citizensky.org/content/overview-reduction-packages>), amit a fotometriai fényesség képről való meghatározásához használunk. Aztán végigvezetjük az adatelemzés kezdő (<http://www.citizensky.org/content/starting-analysis>) és befejező (<http://www.citizensky.org/content/finishing-analysis>) lépésein, és végül bemutatjuk, hogy hogyan küldjük be az adatokat (<http://www.citizensky.org/content/submit-your-data-0>) az

AAVSO adatbázisába. Miután mindezzel készen vagyunk, megbeszéljük majd a képkészítés (<http://www.citizensky.org/content/intro-dslr-imaging>) módszerét és hogy a képkészítés folyamán és azután, mire is kell ügyelni.

Ha bármilyen kérdés merülne fel a leírás olvasása közben, kérem küldje be a fotometria fórumra (<http://www.citizensky.org/forum/science/photometry>), amit a csapatunk tagjai rendszeresen látogatnak.

- [Mire van szükségünk](#)
- [Redukciós csomag áttekintése](#)
- [Az elemzés indítása](#)
- [Az elemzés befejezése](#)
- [Bevezetés a DSLR fényképezésbe](#)
- [Adatok beküldése](#)

Mire van szükségünk?

Egy fényképezőgépre

Bár ez a leírás a DSLR fényképezőgépekre fókuszál, bármelyik digitális fényképezőgép megfelel, amelyik teljesíti az alábbi kritériumokat:

1. Képes a képeket RAW formátumban kezelni.
2. Kézi fókuszálással is működik.
3. Lehessen kézzel beállítani az expozíciós időt (akár több másodpercet is).
4. Legyen elég nagy látómezeje, hogy a változócsillag és az összehasonlító csillag is a képre kerüljön. Tipikusan az 50-90 mm-es objektívek a megfelelőek.

Összehasonlításképp, több Canon kompakt fényképezőgép is megfelel ezeknek a feltételeknek. Ezekkel azonban csak JPEG képeket tudunk a fotometriához felhasználni, így ezt nem javasoljuk. A JPEG képek nagyon kicsi dinamika tartományúak (256 szint), így az alacsony dinamikai tartomány miatt nehéz megfigyelni azokat a kicsi változásokat, amelyek egy változócsillagra oly jellemzők. Ellenben a legtöbb DSLR fényképezőgép ennek többszörösét kínálja (4096 vagy még több szintet).

Valaminek tartani kell a fényképezőgépet

Egy egyszerű fotóállvány is megteszi. Még egy zseb fotóállvány is megfelelő, ha elegendően stabilan tudja tartani a használt fényképezőgép súlyát. A leírásunk olyan fényes csillagokra koncentrál, amelyeknél az expozíciós idő tipikusan kevesebb, mint 10 másodperc, egy kis elhúzott csillagnyom, amúgy is segítségünkre van. A leírásunk alapján nem kell teleszkópot használnunk, vagy drága motorizált mechanikát, de ahogy gyakorlottabbak leszünk és elkezdünk halványabb csillagok fotometriájával foglalkozni, valószínűleg szükségünk lesz egy jobb mechanikára és távcsőre. A kép készítését megkönnyítheti egy kábeles távkioldó is.

Egy fotometriai elemző szoftvercsomagra

Miután már készítettünk néhány képet a fényképezőgéppel, ki kell nyernünk az információt belőlük.

A leírásunkban bemutatjuk az ingyenes (IRIS), a belépő szintű (AIP4WIN), és profi (MAXIMDL) redukciós csomagokat (Fordító megj.: Ez a fordítás csak az IRIS-t ismerteti). Mindegyik szoftver esetében bemutatjuk az adatredukciós eljárást. Néhányan az első résztvevőink közül hasznosnak találták Richard Berry AIP4WIN könyvét és a szoftvercsomagot is, amely alapvető kérdésekre adott válaszokat a képfeldolgozásról, annak elméletéről és gyakorlatáról.

A szoftvert futtató számítógépre

Szinte mindegyik elemző szoftver fut Windows alatt, de néhány futtatható Macintoshon és Linuxos gépeken is. Ellenőrizze a számítógépét, hogy megfelel-e az ön által választott szoftver követelményeinek. Habár nem elvárás, mégis arra kérjük, hogy az AAVSO-nak elektronikusan az interneten keresztül küldje be az adatait (e-mail helyett) ezzel is csökkentve a konvertálási hibákat.

Zavartalan égboltra

Habár nem kell, hogy teljesen zavartalan égboltunk legyen, de egy változócsillagot és legalább egy összehasonlítót mindenképp kell látnunk. A sötét vidéki égbolt nem feltétlenül szükséges.

Sikeres fotometriát tipikus városi fényszennyezés mellett is el lehet végezni. A sötétebb égbolt könnyebbé teszi az analízist, főleg akkor, amikor halványabb változók a célpontok.

A fényszennyezett városi ég a halvány csillagok fotometriáját szinte lehetetlenné teszi, de a fényesebb csillagok fotometriáját még mindig elvégezhetjük egy DSLR fényképezőgéppel.

Redukciós csomagok áttekintése

A csillagokról készült digitális képek minden olyan információt tartalmaznak, ami a célcillag pontos fényességének meghatározásához szükséges. Ennek a fényességnek a meghatározása több lépésben történik. A leírás ezekre a lépésekre a következőképp hivatkozik: első lépés az „elemzés indítása”; második lépés az „elemzés befejezése”.

Az elemzés indítása: Ebben a lépésben a három szoftvercsomag egyikét arra használjuk, hogy meghatározzuk a képeinkből a “nyers instrumentális magnitúdó értékét” (a csillagok fényességének mértéke, mely elsősorban a képkészítéshez használt fényképezőgéptől függ).

Az elemzés befejezése: A második lépés egy excel táblát alkalmaz, hogy kalibrálja az instrumentális magnitúdót és egy pontos V-magnitúdót adjon. Jelenleg az elemzés befejezése egy opcióval megoldott. Ez az ún. alap eljárás csak a színre kalibrálást támogatja, viszont nem tartalmazza a földi légkör fényelnyelő hatásaira való korrekciót. Ezt a hamarosan elkészülő kiegészítő eljárás fogja tartalmazni. A tervekben szerepel még egy ún. szakértői opció is, amely bemutatja a redukálás elméletét és lehetővé teszi saját korrekciós rutinok fejlesztését.

Képfeldolgozó szoftver

Azért, hogy kinyerjük a fényképekből a fényesség értékét, szükségünk van egy fotometriai redukciós csomagra. Az alábbiakban a három leggyakrabban használt csomagra koncentrálunk. Az egyik az teljesen ingyenes, a többi pedig megvásárolható szoftver. Létrehoztunk egy [fórumot ezekhez a szoftvercsomagokhoz](#), amihez a DSLR dokumentációs és redukciós munkacsoport jó pár tagja is csatlakozott, így bármilyen kérdés felmerül, az itt megválaszolásra kerül. Ha kiválasztottuk, hogy melyik csomaggal fogunk dolgozni, akkor [elkezdhetjük az adatok](#) elemzését.

IRIS

Az Iris egy általános célú csillagászati képfeldolgozó szoftver, melyet Christian Buil készített angol és francia nyelven is elérhető Windows és WINE alatt a Linuxon. Ez egy teljes értékű, gyakran frissített szoftver, melyhez nagyon sok „How to” („Hogyan csináljuk”) leírás készült. A program ingyen letölthető és használható.

Honnan lehet beszerezni:

A letöltés és installációs utasítások megtalálhatók [Christian Buil AstroSurf weboldalán](#).

AIP4WIN

AIP4WIN a Richard Berry, valamint James Burnell által írt „*The Handbook of Astronomical Image Processing*” („*Csillagászati képfeldolgozás kézikönyve*”) könyvükhöz mellékelt szoftverként került forgalomba. Ez egy nagyon alapos mű, mely tárgyalja a képek elemzését, asztrometriát, fotometriát és spektroszkópiát. Az ára mindössze \$100.00 (~24.000 Ft).

Honnan lehet beszerezni:

A könyvet és a mellékelt szoftvert a [Willmann-Bell Inc.](#) adta ki, vagy tőlük, vagy más könyvkereskedőktől lehet beszerezni.

MaximDL

A MaximDL egy teljes fényképezőgép-vezérlő alkalmazás komplett obszervatóriumi integrációval. Többféle verzió van forgalomban, attól függően, hogy mire van szükségünk. Ez a szoftver kereskedelmi forgalomban kapható és a legalacsonyabb árú verzió, mely tartalmazza a fotometria analízist, \$300.00-ba (kb. 80.000 Ft) kerül.

Honnan lehet beszerezni:

A szoftver dobozos példányban is beszerezhető, illetve letölthető a [Cyanogen Imaging Products](#) honlapjáról.

Az elemzés indítása

Mielőtt a saját képeink elkészítésébe és elemzésébe fognánk, azt javasoljuk, hogy használjuk az egyik leírásunkat és minta adatainkat, hogy megtanuljuk azokat a lépéseket, amelyek a nyers instrumentális magnitúdó megállapításához szükségesek. Két adatsort hoztunk létre erre a célra, amelyek minimális számú képeket tartalmaznak. A „Beginner” („Kezdő”) adatfájl ideális megfigyelési körülmények mellett készült képeket tartalmaz, és bármelyik „Final Reduction Method” („Végső redukciós metódus”-sal) redukálható. A(z) „Intermediate” („középhaladó”) adatok „nagyobb levegőtömeg” mellett készültek és az „Intermediate Level Final Reduction” („középhaladó végső redukciós”) metódus használatát igényli, hogy jó eredményeket kapjunk. Mind a két adatsor használható az AIP4WIN, IRIS vagy MaximDL valamelyikével, hogy kinyerjük az instrumentális magnitúdót. Leírásuk alább található.

Ha első alkalommal vágunk neki ennek a leírásnak, azt javasoljuk, hogy a [Beginner Data File - Kezdő adatfájl-t](#) használjuk. Ha ezzel már gyakorlatot szereztünk, csak akkor ajánljuk kipróbálni az [Intermediate Level Data - Középhaladó adatfájl-t](#). Bármelyiket is választjuk, **azt kérjük, hogy töltsse le a minta adatok egy másolatát és azt csomagolja ki (a megfelelő könyvtárba), mielőtt végig haladunk a leírás lépésein.** Szintén legyen nyitva a [standard stars - standard csillagok oldal](#) a háttérben, így tudunk rá hivatkozni, amikor szükséges.

Végső Redukciós Szint	Leírás	Méret (MB)
Beginner - kezdő	12db RAW Canon (CR2) fájl, 5 másodperces expozícióval készültek F/4,0 ISO 800 beállításon 2010. január 20-án.	74,8
Intermediate - középhaladó	9db RAW Canon (CR2) fájl, 5 másodperces expozícióval készültek F/4,0 ISO 1600 beállításon. Ezek az adatok ~ 2 levegőtömeg mellett készültek (azaz kb. 30°-os horizont feletti magasságnál), és ezért a középhaladó végső redukciós táblázatot igényli.	63,1

Az alábbi leírások lépésről-lépésre eljárásokat tartalmaznak a digitális képfeldolgozásról, aminek segítségével meghatározhatjuk az instrumentális magnitúdót, amit aztán a következő lépésben a „Final analysis” („végső analízisben”) felhasználunk. A leírások mindegyike feltételezi, hogy ismerjük a RAW formátumú képek számítógépre való letöltésének módját.

Redukciós Szoftverek
AIP4WIN
IRIS
MaximDL

Miután végigmentünk valamelyik redukciós csomag leírásának a lépésein, tovább léphetünk a következő lépésre, „[Az elemzés befejezése](#)”. Itt fogjuk létrehozni a kalibrált vizuális vagy V-magnitúdót a képünkön lévő változócsillaghoz.

IRIS-Kezdő

Ez a leírás lépésről-lépésre bemutatja a RAW formátumú digitális képek feldolgozását, hogy megkapjuk az instrumentális magnitúdót, amit aztán majd a következő lépésben fogunk felhasználni. Az adatok feldolgozását Excel-lel végezzük el. Az eljárás feltételezi, hogy a csillagmezőről készült sorozatfelvételek mellett sötétképek, flatképek és a fletek korrekciójához szükséges sötétképek is készültek. Az adatokat célszerű egy alkönyvtárba bemásolni a számítógépre. (Ez nagy mértékben felgyorsítja a feldolgozást).

Az IRIS nagyon hatékony képfeldolgozó szoftver, parancssoros futtatással és külön grafikus kezelőfelülettel is. Megpróbáljuk mindkét eljárást áttekinteni az alábbiakban.

A legfontosabb lépések:

1. IRIS inicializálása.
2. Képek betöltése.
3. Bias, Dark és Flat kivonás elvégzése.
4. Képek illesztése.
5. A zöld csatorna kiválasztása.
6. Apertúra-fotometria végrehajtása.

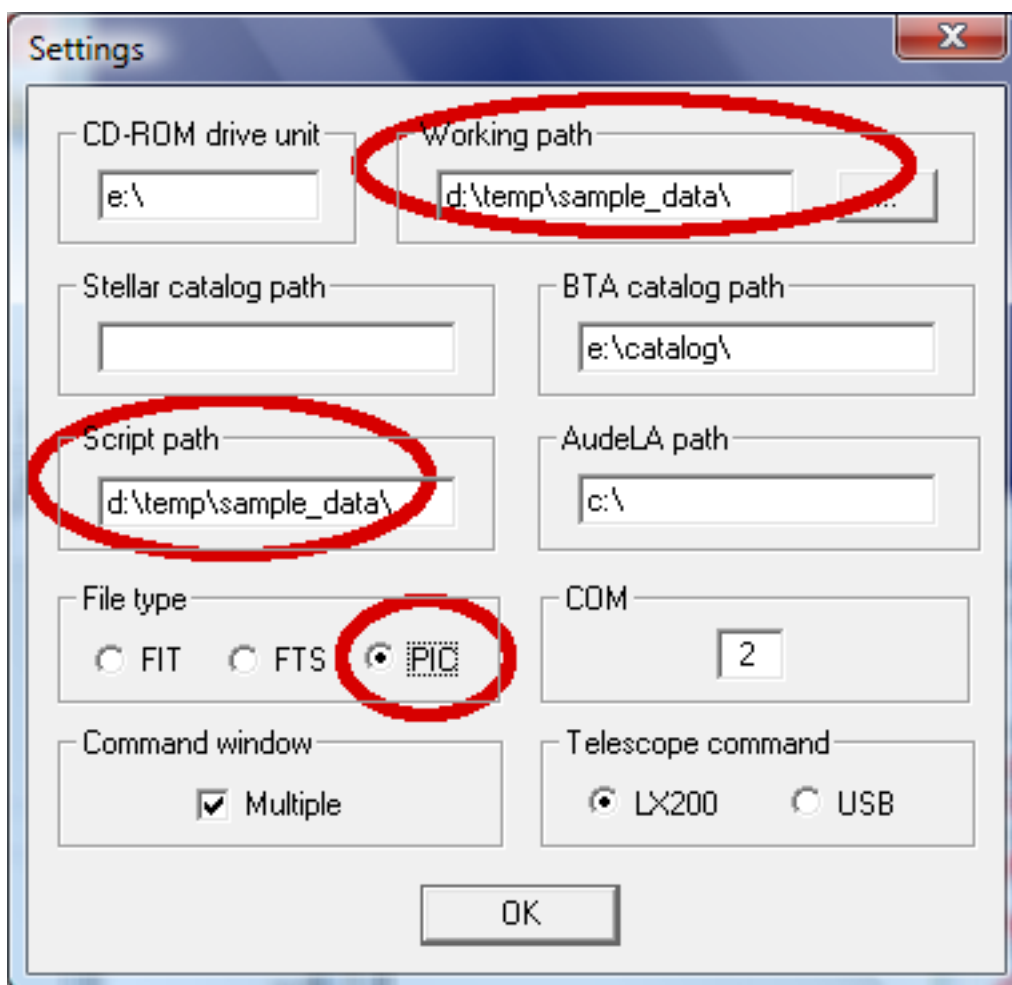
Ezek után az instrumentális magnitúdó értékét beírjuk egy excel táblázatba, az megadja a kalibrált magnitúdó értékét, amit aztán beküldhetünk az AAVSO-nak.

Néhány fontos megjegyzés:

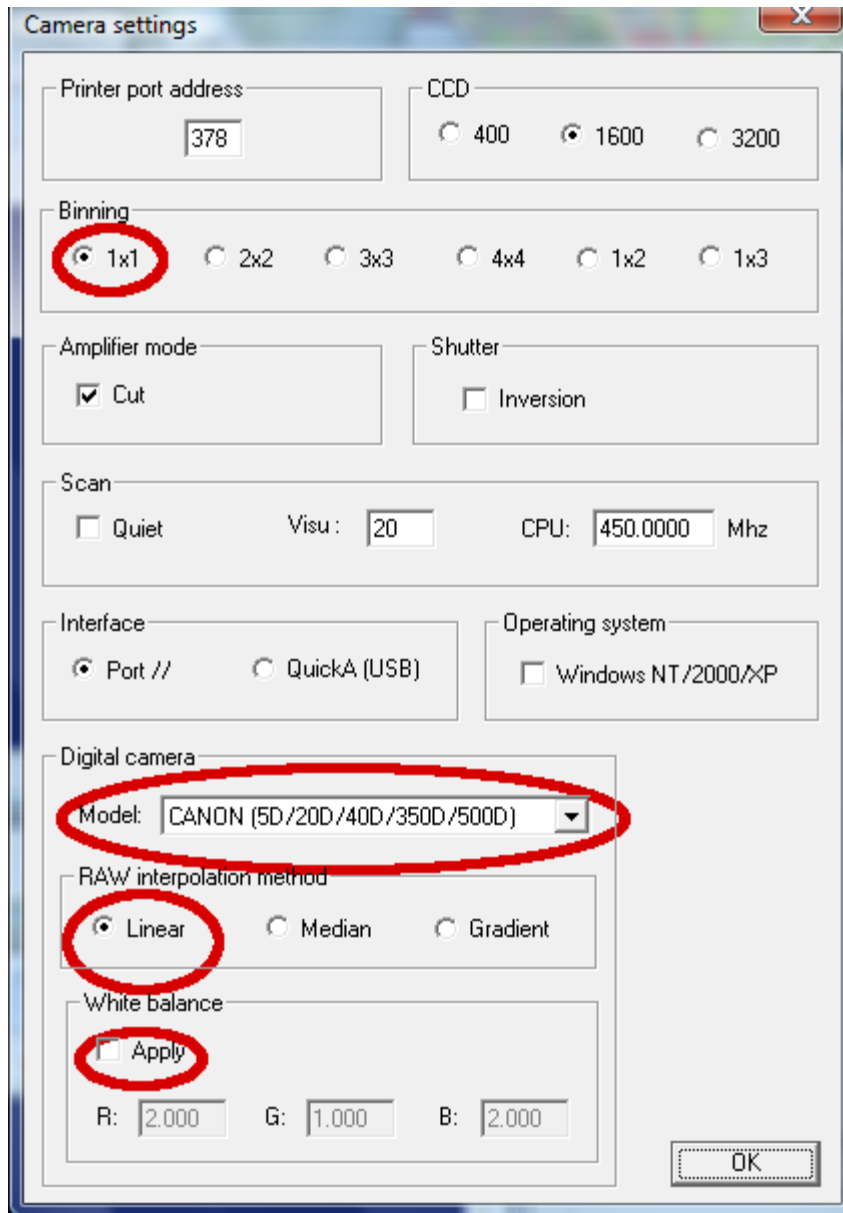
- Azt javasoljuk, hogy az IRIS-nek mindig a legutolsó verzióját használjuk (5.58 volt ennek a leírásnak a készítésekor), mivel számos új lehetőséggel bővíthetett, amik aztán könnyebbé teszik a RAW képekkel való munkát.
- Amikor képsorozatokat töltünk be, az IRIS néha szünetet tarthat az olvasásban, transzformációban, számolásban és képmentésben. A számításoknak csak a végeredménye fog megjelenni.
- Linux felhasználók figyelem. Ezt a leírást csak IRIS 5.58-al teszteltük Ubuntu 8.10-es gépen WINE alatt. Az egyetlen dolog, ami nem működik, az a képek fogd- és vidd módszerrel való kezelése a Windows Explorerben. Egy szkriptet kell írni a file-ok importálásához. **A convertraw parancsot kell használni a RAW képsorozatok betöltéséhez.**

1. lépés - Inicializálás:

1. Nyissuk meg az Open File>Settings menüpontot és a megjelenő ablakban töltsük ki a „working path” mezőt, ezzel tudjuk megadni a munkakönyvtárunk elérési útját (az a könyvtár, ahová a képeinket bemásoltuk), „Script path”-„Szkript elérési útvonala” mezőbe a szkript elérési útvonalát adjuk meg (**ha szkriptet akarunk használni..!** leginkább linux felhasználóknak van rá szüksége, de később mi is írhatunk), és a „File type”-„File típusa” mezőt kell beállítani (PIC-et kell választani a DSLR RAW esetén). Megjegyzés: az IRIS a RAW képeket CFA képekké konvertálja.

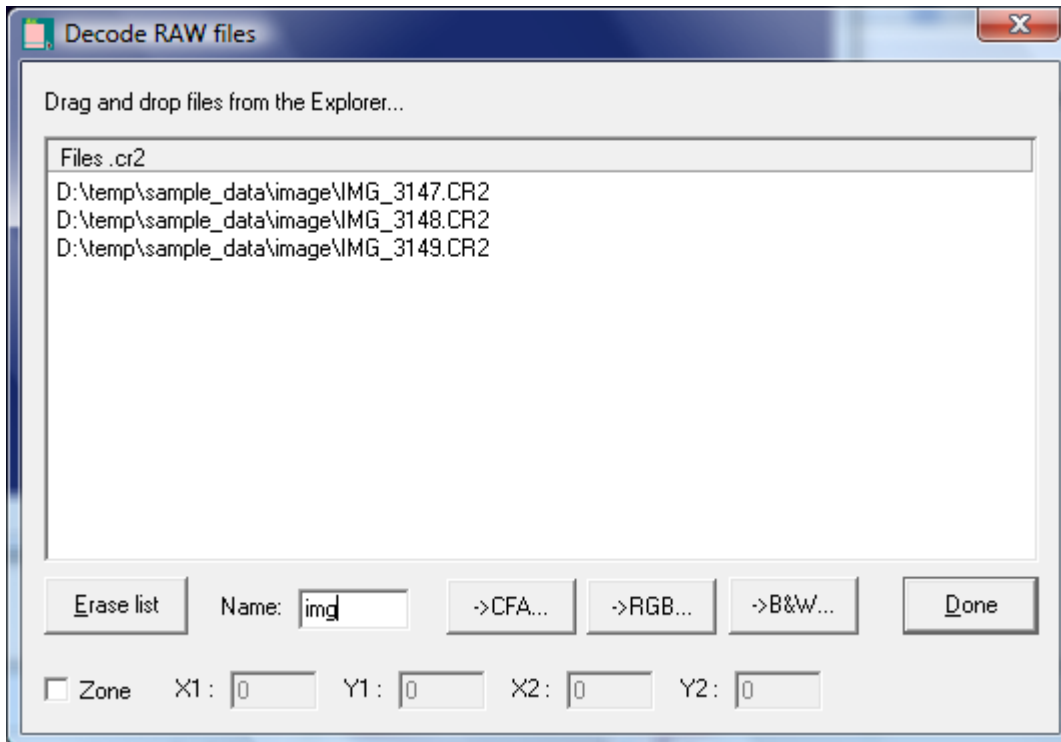


2. Nyissuk meg a „Camera Settings” menüpontot (fényképezőgép piktogrammal ellátott nyomógomb) és hagyjuk meg az alapértelmezett beállításokat, kivéve a következőket: „Binning 1x1” legyen kiválasztva, „Digital camera – Model” (válasszuk ki a fényképezőgépünknek megfelelő típust) és a „RAW interpolation method – linear” legyen. Ha az IRIS verzióinkban van ilyen, akkor a „White balance – Apply” jelölő négyzetben NE legyen „pipa”.



2. lépés - Betöltés:

1. Kattintsunk a „Digital photo -> Decode RAW files” menüpontra. Ez megnyit egy ablakot, amibe a Windows intézőből (a fájl böngészőből) fogd- és vidd módszerrel bemásolhatjuk a fájlokat. Fogjuk meg, és másoljuk ide a DSLR RAW képeinket (pl. a Canon: *.CR2 fájlokat).



1. Ez a párbeszéd ablak lehetővé teszi, hogy nevet adjunk a csillagokról készült képsorozatnak („Name:”), fenti példában ez „img” lett. Miután bemásoltuk az ablakba a képeket, és megadtuk a képsorozat nevét, nyomjuk meg a „->CFA” gombot, hogy a képek dekódolásra kerüljenek.
2. Ezt az eljárást meg kell ismételni a csillagmezőről készült képeken kívül (lásd előbb, a sorozat nevének az „img” nevet adtuk), a dark frame-ekkel (javasolt név a képsorozatnak „dark”), flat field képekkel (javasolt név a képsorozatnak „flat”) és a bias képekkel is (ez opcionális).
3. Most már rendelkezésünkre áll egy sorozat a csillagmezőről, dark-okról, flat-ekről és opcionálisan a bias képekről, abban a munkakönyvtárban, amit az 1.1 lépésben definiáltunk.

3. lépés - Előfeldolgozás > Bias, Dark, Flat:

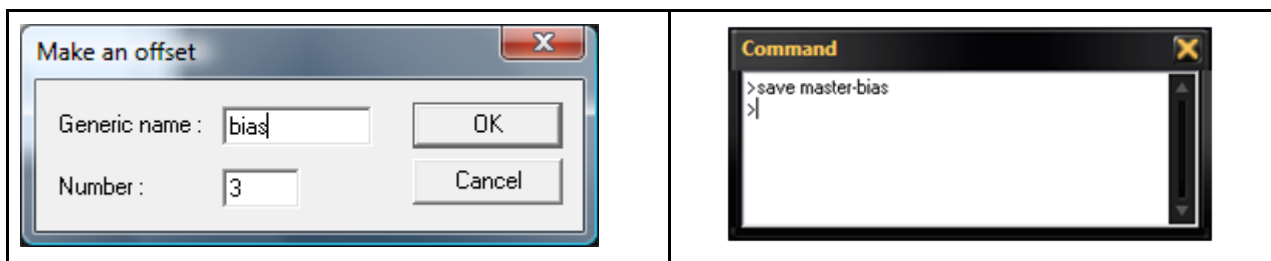
A CCD kameráktól eltérően, a DSLR fényképezőgépek nem teszik lehetővé, hogy a felhasználó szabályozhassa a CCD érzékelő hőmérsékletet, és hogy már a kép készítése során master dark kivonást alkalmazzon.

Emiatt külön sötétképeket kell készíteni. Az IRIS sajátossága, hogy külön bias képeket is vár a feldolgozáshoz, noha a sötétkép maga tartalmazza a bias struktúrát. A problémát áthidalhatjuk egy hamis bias képpel (lásd később).

3.1.1 Szabályos Bias kép létrehozása

A bias master kép létrehozásához válasszuk a Digital Photo menüpontot és a legördülő menüből válasszuk ki a „Make an Offset...” menüpontot (Bias frame). Írjuk be a megfelelő sorozat nevét (amit a 2. lépésben használtunk, pl „bias”) és a bias képek számát, majd kattintsunk az „OK” gombra. Aztán kattintsunk a „command line” gombra (a „camera” gombtól balra lévő gomb.) és írjuk be a következőt:

> Save master-bias (vagy bármilyen név amit szeretnénk), vagy használjuk a „File/Save...” menüpontot.



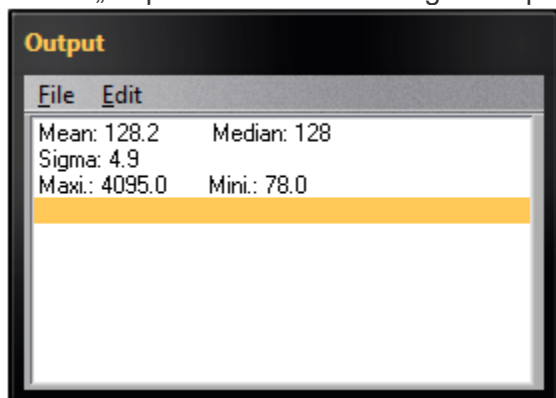
3.1.2 "Hamis" Bias kép generálása

Bizonyos DSLR/DSC fényképezőgépek használják a „system offset”, ami a fényképezőgép analóg/digitál konverterébe van beépítve. Ez az offset fogja a fekete szintet megadni (ami ideális esetben 0) és azt egy magasabb értéken kódolja (normál esetben a 12-bites fényképezőgépek esetében 128, a 14-bites fényképezőgépek esetében pedig 256 vagy 1024). Az eredmény, ami egy generált érték, kevesebb is lehet, mint a zéró pozíció offset értéke, vagy más szavakkal negatív fényesség is megengedett. Az IRIS azonban nem tudja kezelni ezt a paramétert, még akkor sem, ha a fényképezőgép típusa ismert számára, ezért nekünk kell meghatározni ezt az értéket, egy mesterséges bias kép generálásával.

A legkönnyebb módja, ha a dark frame-ek valamelyikét betöltjük és megnézzük a fekete szintjét. A fekete szint meghatározásához használjuk a parancs ablakot és írjuk be a következőt:

```
> stat
```

Az ún. „output window”-ban az egész képre vonatkozó átlagértéket fogjuk látni.



Ezzel megkapjuk az egész képre vonatkozó átlagértéket (pl. a fenti ablakban Mean: 128.2). Ezt az értéket használjuk, a fekete nullpont kiinduló értékének. Ha nem szeretnénk a parancs ablakot használni, akkor válasszuk ki az egérrel a kép egy fekete részét. Kattintsunk a bal egér gombbal, rajzoljunk egy dobozt, jobb klikk és válasszuk a „statistics” menüpontot. Az IRIS kiszámítja a bekeretezett terület átlagértékét, amit szintén használhatunk a fekete nullpontjaként.

Most hozzuk létre a mesterséges bias frame-t. Használjuk a parancs ablakot és írjuk be, hogy:

```
> fill value
```

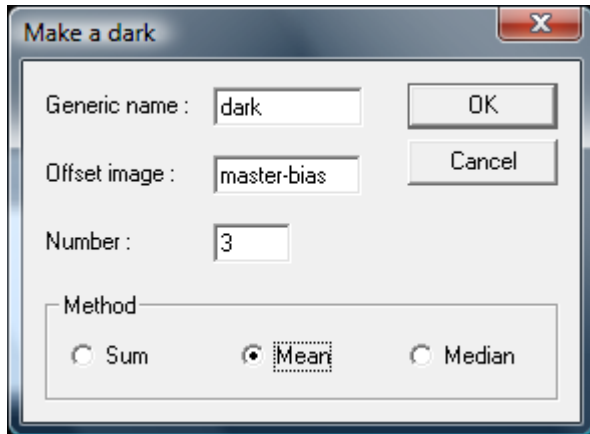
Ahol a „value” a fekete nullponti kiinduló értéke (Mean) fentebbről. Most mentjük el a master bias képet. Ehhez írjuk be a következőt.

```
> save master-bias
```

Kész is vagyunk.

3.2 Master Dark:

Most létre kell hoznunk egy master dark képet. Ehhez válasszuk ki a Digital Photo legördülő menüjéből a „Make a Dark...” menüpontot. Töltsük ki a „generic name” mezőt , és az „offset image” mezőt. A „generic name” mezőbe a korábbi lépésben elkészített, dark sorozatnak adott nevet kell beírni. Az „Offset image” mezőbe pedig az előbb létrehozott „master bias” frame nevét, valamint a „Number” mezőbe meg kell adnunk a dark sorozatban lévő képek számát. Válasszuk vagy a „mean” vagy a „median” metódust (egyformán jól működik mindkettő), és nyomjuk le az OK gombot.



Aztán írjuk be a következő parancsot a parancs ablakba:

> save master-dark



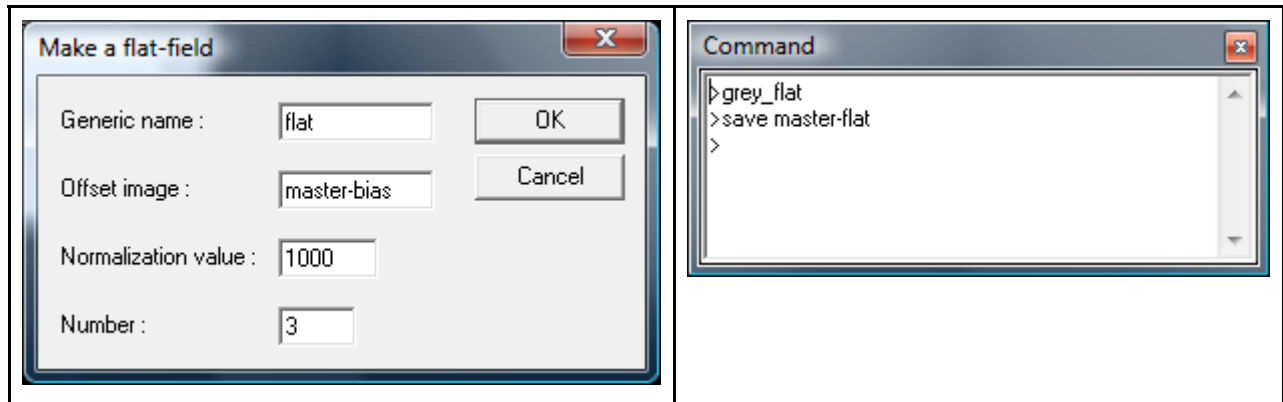
Vagy válasszuk a File/Save parancsot a file menüből.

3.3 Master Flat:

A flat eljárás kötelezően végrehajtandó a lencsék vignettálásából eredő hibák csökkentéséhez. A 30~40% mértékű vignettálás elég gyakori és nagy differenciális magnitúdó hibát tud okozni a referencia csillagok és a célcsillag helyzetétől függően.

A „master flat” kép létrehozásához válasszuk ki a Digital Photo legördülő menüjéből a „Make a flat-field...” menüpontot. Töltsük ki a „generic name” mezőt, és az „offset image” mezőt. A „generic name” mezőbe a korábbi lépésben elkészített, flat sorozatnak adott nevet kell beírni. Az „Offset image” mezőbe pedig az előbb létrehozott „master bias” frame nevét.

A „Normalization value” mezőbe írjunk be egy tetszőleges számot 1000 és 5000 között, valamint a „Number” mezőbe meg kell adnunk a flat sorozatban lévő képek számát. Majd nyomjuk meg az OK gombot.



Mielőtt elmentjük a kapott képet, írjuk be a következő parancsot:

```
> GREY_FLAT
```

a parancsablakba, hogy normalizáljuk a vörös és kék CFA-flat-et. Aztán mentjük el a képet „master-flat” néven.

3.4 A dark frame kivonásának tökéletesítése:

Ez a funkció automatikusan detektálja a küszöbszint feletti forró pixeleket. Kell némi gyakorlat a szükséges küszöbszint meghatározásához, de egy megfelelő kezdőérték 100 és 200 között van egy 12 bites, és 500 egy 14 bites fényképezőgép esetében.

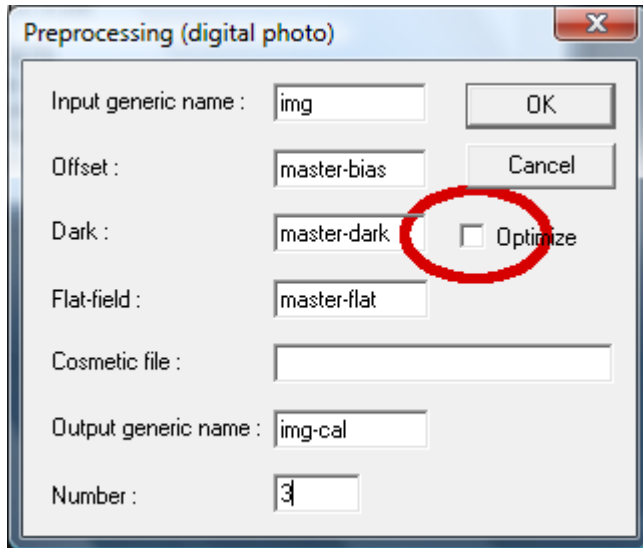
Nyissuk meg a master dark frame-t (amit a 3.2 lépésben hoztunk létre) és írjuk be a következőket a parancsablakba:

```
> find_hot cosme number
```

ahol a „number” a választott küszöbérték és a „cosme” pedig a file neve, ahová az eredményeket tároljuk (nekünk tetszőt választhatunk). Ellenőrizzük az output ablakot (ez automatikusan megnyílik). Ha nem detektál forró pixeleket, akkor megfelelően változtassuk a küszöbértéket.

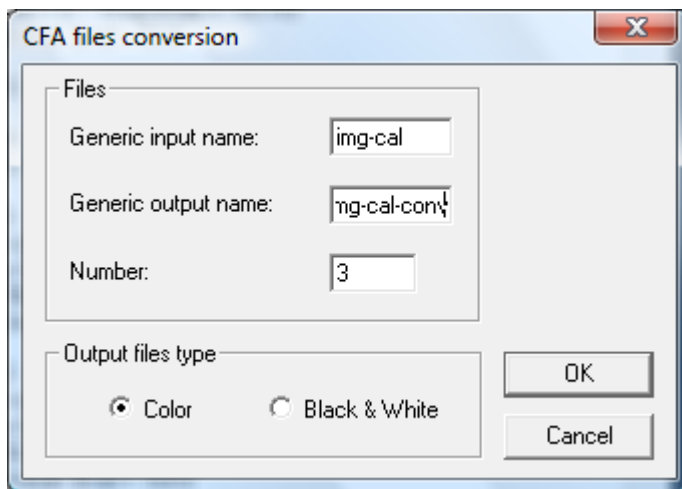
3.5 Az előfeldolgozás befejezése

Menjünk a Digital Photo>Preprocessing menüpontba. Az „Input generic name” mezőbe a csillagmezőről készült képsorozat nevét (img) írjuk, az „Offset” mezőbe a „master bias” kép nevét, a „Dark” mezőbe a „master dark” kép nevét, a „Flat-field” mezőbe pedig a „master flat” kép nevét írjuk. A „Cosmetic file” mezőbe a 3.4 lépésben létrehozott „kozmetikázó fájl” nevét (cosme) adjuk meg. Az „Output generic name” mezőbe adjunk meg egy sorozat nevet (pl. 'img-cal') a „Number” mezőbe pedig a csillagmezőről készült képek számát. NE PIPÁLJUK KI a „dark optimize” opciót (ezzel tovább tartana a feldolgozás).

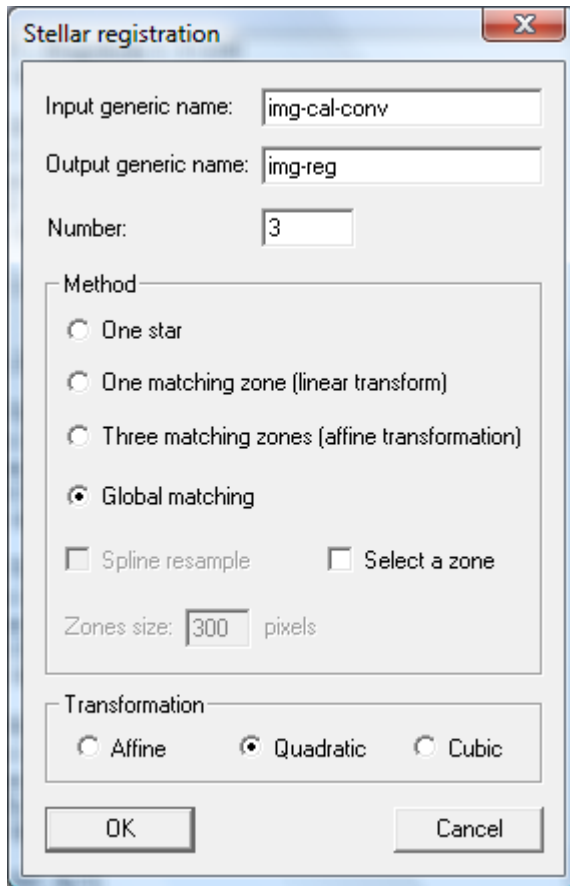


4. lépés - Képek illesztése:

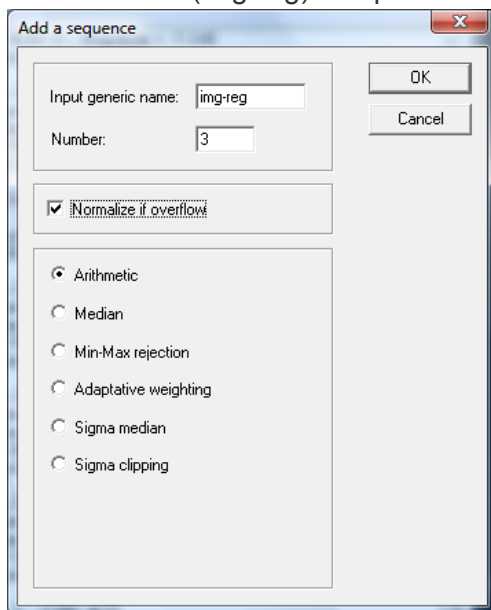
1. Válasszuk a Digital photo>sequence CFA conversion menüpontot és a „Generic input name” mezőbe írjuk be a sorozat nevét, amit a 3.5 lépésben adtunk neki ('img-cal'). A „Generic output name” mezőbe adjunk meg az output fájl nevét ('img-cal-conv') és a képek darab számát, majd az „Output files type”-nál a „Color” opciót választjuk.



2. Menjünk a Processing tab>Stellar registration menüpontba. A megjelenő ablakban az „Input generic name” mezőbe a 4.1 lépésben megadott nevet ('img-cal-conv') írjuk, az „Output generic name” mezőben adjunk nevet az output sorozatnak (pl. 'img-reg') és adjuk meg a darabszámot. Válasszuk a Global matching and Quadratic transformation-t, majd kattintsunk az OK gombra.



3. Képek illesztése: Processing tab>Add a sequence és adjuk meg a 4.2 lépésben adott sorozat nevet (img-reg) a képek számával együtt és a metódus legyen „arithmetic”.

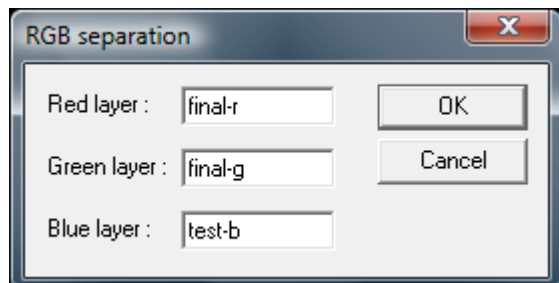


4. Mentsük le a képet egy nekünk tetsző néven.

5. lépés - Zöld csatorna kiválasztása:

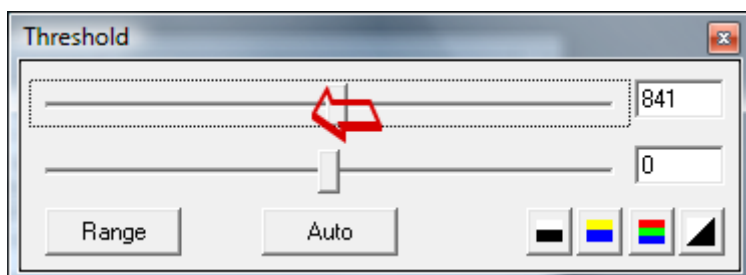
Az IRIS új verziója (pl. 5.57 vagy újabb) tartalmaz egy új és gyors módszert a zöld csatorna leválasztására az RGB csatornákból:

A **Digital Photo** menüből válasszuk az **RGB Separation** menüpontot. Aztán csak gépeljük be a szín csatorna fájl nevét (pl. final-r, final-g, final-b) és kész is vagyunk. Kattintsunk az OK gombra a csatornák szétválasztása megtörtént.

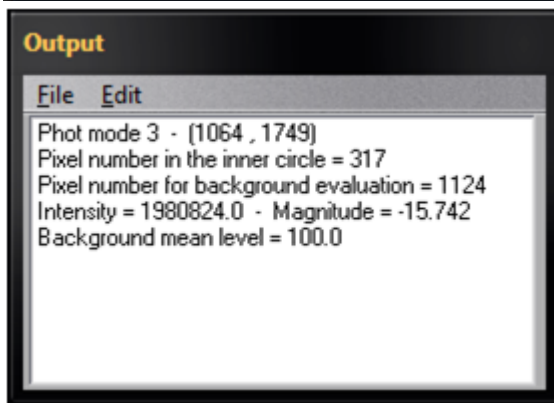
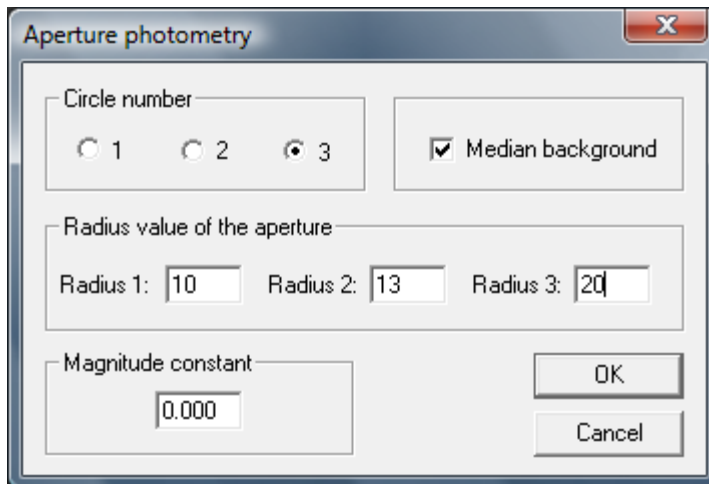


6. lépés - Fotometria:

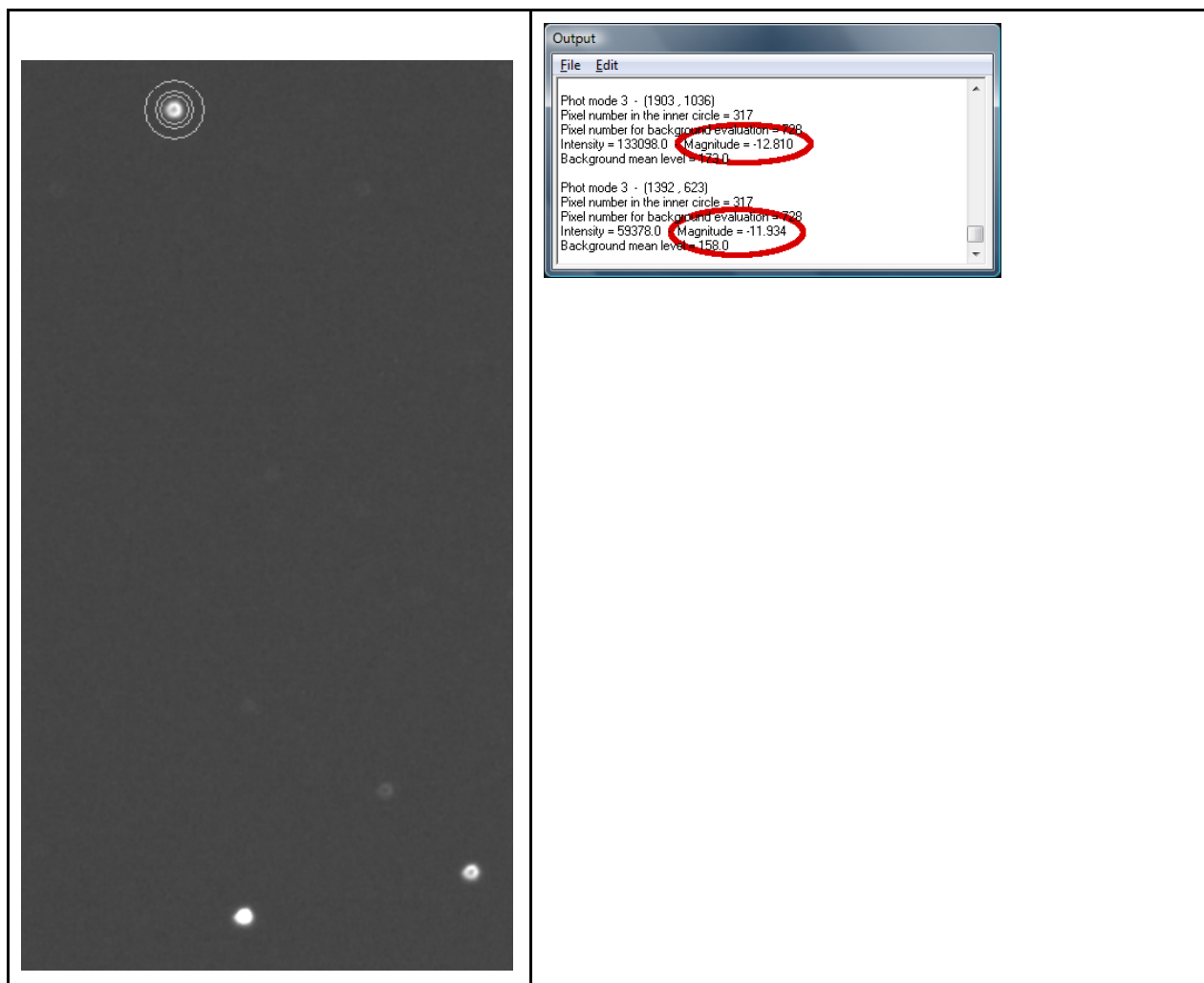
Nyissuk meg a 5. lépésben elmentett „G” képet („final-g”). A példa képeken, a Capellát (α Aur) és az ϵ Aur-t könnyű megtalálni. A csillagok láthatóságát a **Threshold** ablak felső csúszkájának a balra való mozgatásával tudjuk növelni, addig, amíg a csillagok elég kontrasztosnak nem tűnnek. Ez csak a megjelenítést változtatja meg, magát a képet nem.



1. Menjünk az **Analysis->Aperture photometry** menüpontba. A minta képek esetében az alapértelmezett apertúra értéket fogjuk használni, de a saját képeink esetében meg kell változtatnunk ezt az értéket, így át kell, hogy nézzük, hogyan kell az apertúrát méretezni. Ha a kört ráhelyezzük bármelyik objektumra, akkor az output ablakban értékeket kapunk az „Intensity”-re vagy intenzitásra és a „Magnitude”-ra vagy magnitúdóra (egyéb más paraméterekkel együtt). Ezek közül az egyik fontos érték a „magnitude” - magnitúdó (vagy „Intensity” - intenzitás amelyik tulajdonképpen ugyanazt takarja). A „Magnitude constant” értékét hagyhatjuk 0-án is, de meg is adhatjuk. Azonban ez csak opció, hogy egy hozzávetőleges eredményt lássunk, mielőtt az excel táblában elvégeznénk a kalkulációt (Megj.: A kalibrációs részben szereplő excel tábláról van szó). Az excel tábla azonban ugyanúgy megfelelő eredményt fog adni, ha megadjuk a „Magnitude Constant” értékét, meg akkor is, ha nem. Ha azonban meg akarjuk adni, akkor a következő képletet kell használni a kiszámításához. $Magnitude\ Constant = Catalog\ Magnitude - (előjellel)\ Instrumental\ Magnitude$.



2. Most keressük meg azokat az összehasonlító csillagokat, amiket használni akarunk (lásd [table of comparison stars - összehasonlító csillagok táblázata](#)). Aztán nyissuk meg az **Analysis>Aperture photometry** menüpontot (vagy válasszuk **Analysis>Magnitude Constant**-t, ha már aktiváltuk az „Aperture photometry tool-t”). Ha már aktiváltuk a menüpontot a fentebbi képnek megfelelően, akkor az egérmutatónk átalakul, és egy három koncentrikus körből álló, célkereszttel ellátott kurzorunk lesz, valamint az „Aperture photometry” menüpont előtt egy „pipa” jel lesz látható. Most ellenőrizzük az összehasonlító csillagot (pl. η Aur) és jegyezzük fel a kimeneti értékeket egy táblázatba vagy papírra három tizedesjegy pontossággal. Ismételjük meg ezt az eljárást mindegyik összehasonlító csillagra, amit használni akarunk. Végül válasszuk ki az epsilon Aurigae-t, hogy megkapjuk az instrumentális magnitúdó értékét.



1. Ismételjük meg a fotometriai lépéseket mindegyik képre, és rögzítsük mindegyiknél az instrumentális magnitúdó értékeket.

Megjegyzés:

Amíg ugyanazt az objektívet és DSLR fényképezőgépet használjuk, nem kell újra meg újra megcsinálni a master-flat és master-bias képeket minden egyes megfigyelés alkalmával! Mentsük el őket és újra fel tudjuk használni majd, és a 3.1 és 3.3c lépéseket kihagyhatjuk.

Készen vagyunk!

Most, hogy megkaptuk az instrumentális magnitúdó értékeket, ki kell számolnunk a kalibrált magnitúdó értékeket. A DSLR dokumentációs és redukciós munkacsoport készített egy excel táblázatot, ami segítségünkre lesz az [elemzés befejezésében](#).

Az elemzés befejezése

Most, hogy megkaptuk az instrumentális magnitúdó értékeket mind a változó csillagra, mind az összehasonlító csillagokra, a következő lépés a „kalibrált magnitúdó értékek” meghatározása.

Kalibrációs segédlet

Kezdő

Ha a kezdőknek összeállított képsort töltöttük le, akkor ezt a segédletet használjuk. Ebben a segédletben a kalibrált vizuális vagy V-magnitúdót fogjuk kiszámolni a légköri korrekció nélkül. Ez a módszer csak olyan összehasonlító csillagok esetében alkalmazható, amelyek 10 fokon belül vannak a változócsillagtól és a zenittávolságuk 35 foknál kisebb (55 foknál nagyobb horizont feletti magasság).

Középhaladó

Ez a segédlet a középhaladó szintű képsorhoz készült. A középhaladó segédlet ugyanúgy végig vezet bennünket a kalibrált magnitúdó meghatározásának folyamatán, mint a kezdő segédlet, csak ez figyelembe veszi a légkör fényelnyelő hatását a fotometriai megfigyelésekben. Bemutatjuk a levegőtömeg fogalmát és elmagyarázzuk, miért kell figyelembe venni az elemzésben. Azt javasoljuk, hogy minden megfigyelő ezt a segédletet használja, mielőtt beküldi a megfigyelést az AAVSO-nak.

Kalibrációs standardok

Az alábbiakban néhány hasznos kalibrátort mutatunk be az epsilon Aurigae-n végzett DSLR fotometriához. Ezek az értékek a *Homogeneous Means in the UBV System* (Mermilliod 1991)-ből származnak. Az értékeket a [VizieR](#) használatával kaptuk a II/168 katalógusból.

Változócsillagok:

Csillag	HD	RA (°)	DEC (°)	(B-V) Cat
ε Aur	31964	75,49223	43,82331	0,540

Összehasonlító csillagok (lásd az alábbi táblázat AAVSO ID hivatkozásait).

Star	AAVSO	HD	RA (°)	DEC (°)	V Cat	(B-V) Cat
η Aur	32	32630	76,62872	41,23447	3,172	-0,178
ζ Aur *	38	32068	75,61953	41,07584	3,755	1,224
λ Aur	47	34411	79,78531	40,09905	4,705	0,624
5 Aur	60	31761	75,07641	39,39470	5,960	0,410

ω Aur	50	31647	74,81421	37,89024	4,952	0,040
ρ Aur		34759	80,45173	41,80457	5,218	-0,149
μ Aur		33641	78,35716	38,4845	4,851	0,187
ζ Aur	50	35186	81,16309	37,38535	5,010	1,416
58 Per	43	29095	69,17262	41,26481	4,255	1,225
θ Aur	26**	40312	89,93028	37,21258	2,645	-0,081

* Megjegyzés: A ζ Aur egy fedési kettős. Kerüljük a használatát.

** Megjegyzés: A θ Aur-t a vizuális megfigyelők előnyben részesítik. Nézzük meg [ezt a referencia térképet](#) hogy hol helyezkedik el.

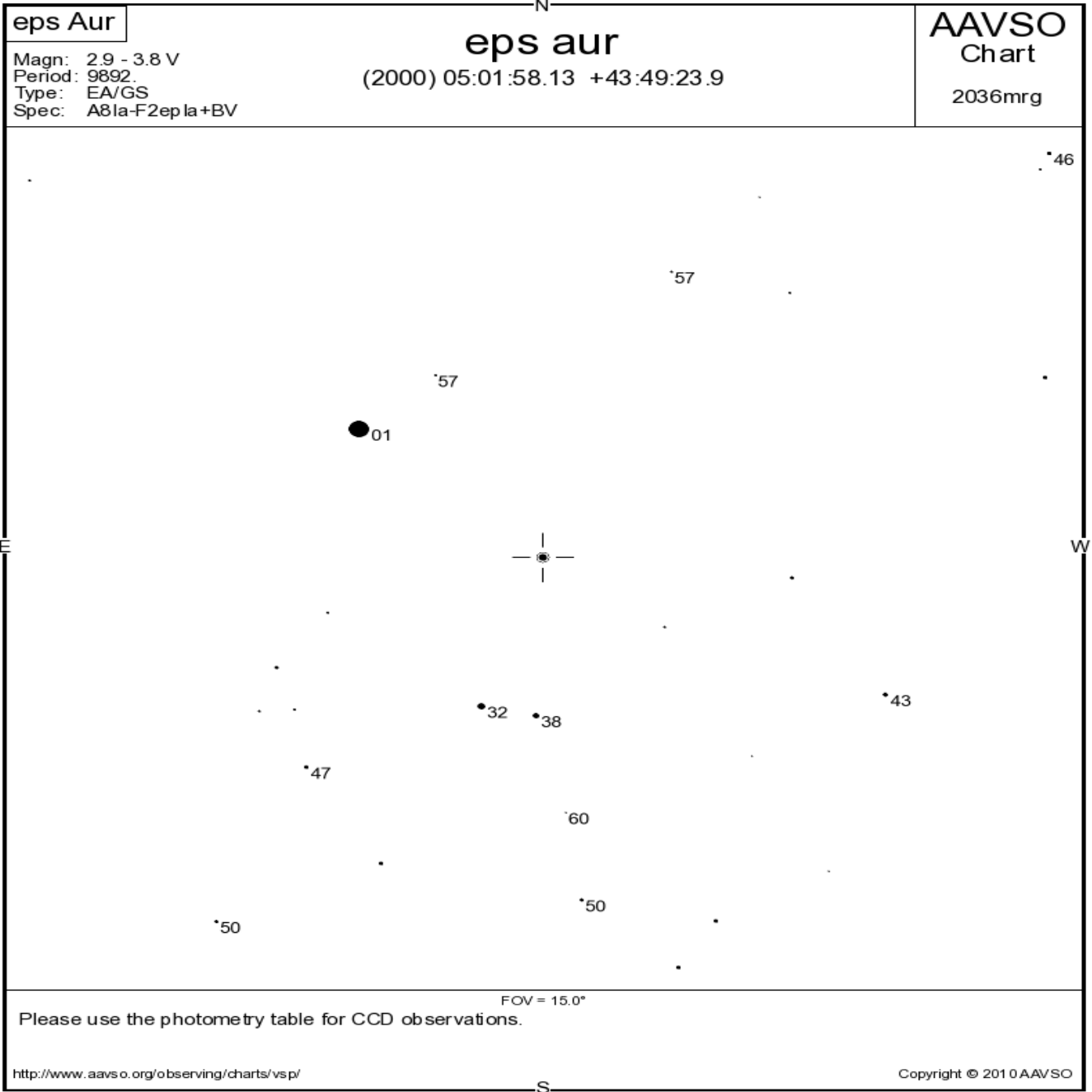
Csillagtérképek:

Segítenek a képeken a csillagok megtalálásában, használhatjuk az AAVSO csillagtérképét (lentebbi kép), vagy egy letölthető PDF dokumentumot, amely egy valódi DSLR képet használ.

DSLR térkép:

Ezt a dokumentumot „bikeman” készítette DSLR Dokumentációs és redukciós munkacsoport tagjaként. [Innen letölthető a PDF dokumentum.](#)

AAVSO térkép:



Kalibráció: Kezdő

[bkloppenborg](#) : 2010. február 20.

Az alábbiakban azokat a lépéseket ismertetjük, amelyek a fotometriai adatok elemzésének a véglegesítéséhez kellenek.

Mire van szükségünk:

- A változócsillagok instrumentális magnitúdóira.
- Legalább két összehasonlító csillag (hat az elvart) instrumentális magnitúdójára.
- Internet kapcsolatra (katalógusértékek kikereséséhez).
- Excel vagy OpenOffice Calc programra

Kalibrált magnitúdók kiszámítása

Először is azt kell kiemelnünk, hogy ez a segédlet azon változók kalibrálásához használható, amelyeknek a zenittávolsága 34 foknál kisebb és összehasonlító pedig 3 fokon belül vannak. Ezen a határon túl a légkört már figyelembe kell venni, hogy korrektül kalibráljuk az adatainkat. Ha az adataink nem felelnek meg ezen követelményeknek, akkor használjuk a középhaladó segédletet. A DSLR dokumentációs és redukciós munkacsoport által csatolt adatok itt épp megfelelőek lesznek.

1. lépés:

1. [Töltsük le a redukció kezdőknek file-t.](#)
2. Az Observer-hez írjuk be a nevünket, a Julián-dátum (JD) kiszámításához használjuk az [USNO Julian Date Converter](#)-t, és a megfigyelés idejét UTC/GMT-ben adjuk meg.

Mint láthatjuk, az excel táblázat sárga, zöld és narancs színű cellákat tartalmaz. A zöld színű cellák katalógusból kikeresett értékeket, a sárga színű cellák az instrumentális magnitúdó értékeket (amit mi adunk meg), a narancssárga színű cellák pedig a kalibrált V magnitúdó értékeket tartalmazzák, amiket majd elküldhetünk az AAVSO-nak.

2. lépés:

Mint már azt korábban is említettük, a DSLR fényképezőgépek mind a három színben rögzítik az értékeket: vörös, zöld, és kék színben. Az előző részben a Bayer mintázat zöld részét emeltük ki, mivel leginkább ez felel meg a fotometriai V-szűrőnek. A probléma csak az, hogy hiába közelíti meg, mégsem pontosan ugyanaz. Itt kiszámítjuk a szükséges korrekciós tényezőt, hogy a fényképezőgép zöld szűrőjét átkonvertáljuk a V-szűrőbe.

További olvasnivaló: Transzformációs egyenletek

A csillagászok már alkottak egy transzformációs egyenletet, ami számol ezzel a különbséggel:

$$V = v - e * (B-V) - z$$

Ez az egyenlet leírja, hogy a katalógusban lévő V-magnitúdó (nagy V) hogyan változik a különböző paraméter értékek függvényében. Balról jobbra ezek a következők:

- V = (nagy V) a csillag katalógusbeli V magnitúdó értéke
- v = (kis v) a csillag instrumentális magnitúdója
- e = szín transzformációs koefficiens(együttható) (bővebben később)
- $(B - V)$ = a csillag katalógusbeli szín indexe.
- z = a használt fényképezőgép null-pont eltolása a standard V szűrőtől.

A csillagok kalibrációjához a nagy betűs változók (V és B) ismertek, és a mérésekkel a v instrumentális magnitúdó szintén ismert. Ezáltal az egyenletben csak az e és z érték maradt ismeretlen. Legkevesebb két kalibrátorral és egy kis algebrai bűvészkedéssel, meghatározhatjuk a transzformációs koefficiens és a null-pont eltolást is.

Rendezzük át a fenti egyenletet, az alábbi módon:

$$V - v = -e * (B-V) - z$$

Ebben helyezzünk el néhány zárójelet:

$$(V - v) = (-e) * (B-V) + (-z)$$

Ez úgy néz ki mint az egyenes egyenlete.:

$$y = m * x + b$$

Ez esetben, $y = (V - v)$, $m = (-e)$ és $b = (-z)$. Ha a kalibrátorokat ábrázoljuk, amikben a V,B és v értékek ismertek, és egyenest illesztünk rájuk, akkor megkaphatjuk az egyenes meredekségét és tengely metszéspontját és ezzel megoldottuk “e”-re és “z”-re! Természetesen vannak más megoldások is problémára, de ezen a módon párhuzamosan tudjuk meghatározni az “e” és a “z” értékét, mindenféle számolgatás nélkül.

Mielőtt ezt a problémát megoldanánk, ismernünk kell V, B, és v értékét a kalibrációs csillagok esetében. Ha visszaemlékszünk, a v az általunk megmért összehasonlító csillag instrumentális magnitúdója, így csak a V és B értékét kell megtalálnunk. Tehát beírjuk ezeket az értékeket a táblázatba a kalibrációs táblák felhasználásával. Ha mindig ugyanazokat a csillagokat figyeljük meg a fényképezőgépünkkel, ezt a lépést csak egyszer kell megcsinálnunk, és a későbbi kalibrációs menetekben újra használhatjuk ezeket az adatokat.

Mint korábban jeleztük, mi már [választottunk kalibrációs csillagokat](#) az olvasó számára.

[Keressük ki](#) a csillaghoz tartozó V Cat és a (B-V) Cat értékeket a Target Star, Check Star és Comparison Star táblázatban és írjuk be az értékeket a megfelelő zöld cellákba. Amikor készen vagyunk, valami hasonlót kell látnunk, mint az alább is látható:

5					
6	Target Star Table				
7	Star	(B - V) Cat			
8	eps Aur	0.540			
9					
10	Check Star Table				
11	Star	V Cat	(B - V) Cat		
12	lam Aur	4.705	0.624		
13					
14	Comparison Star Table				
15	Star	I Mag	V Cat	(B - V) Cat	D Cat
16	lam Aur		4.705	0.624	-4.705
17	rho Aur		5.218	-0.149	-5.218
18	mu Aur		4.851	0.187	-4.851
19	ome Aur		4.952	0.400	-4.952
20	sig Aur		5.010	1.416	-5.010
21	58 Per		4.255	1.225	-4.255
22					

3. lépés:

Most, hogy kitöltöttük a V és B-V értékeket, egyszerűen csak be kell írunk a sárga cellákba a „Comparison Star Table” – „Összehasonlító csillagok táblázata” részbe az összehasonlító instrumentális magnitúdóit, amit a segédlet korábbi részében már megkaptunk. Amint kitöltjük ezeket az értékeket, azt vehetjük észre, hogy a „Transformation Coefficient” – „Transzformációs együttható” grafikon ezzel párhuzamosan változni fog. A „legjobb illeszkedés” egyenes megjelenik a grafikonon az adatpontokkal együtt. Ennek az egyenesnek a meredeksége a Transformation Coefficient (TC) vagy transzformációs együttható. Az y tengellyel való metszéspontja pedig a nullpont.

További olvasnivaló: Meredekség és metszéspont

Az összes érték beírása után a grafikon változása befejeződik. Két függvényt használunk (SLOPE és INTERCEPT, MEREDÉKSÉG és METSZ) hogy megkapjuk a meredekséget és az y tengellyel való metszéspontját az egyenesnek. Ez egy kicsit megkönnyíti az analízist. Vegyük észre, hogy a grafikonon megjelenített egyenes meredeksége és a „Transformation coefficient (TC)” táblázatban az “m”-től jobbra lévő cellában lévő értékek megegyeznek. Továbbá a grafikon metszéspontja, a TC tábla “b” cellájától balra van.

4. lépés:

Most már beírhatjuk az ellenőrző csillag és a változócsillag instrumentális magnitúdóját abból a célból, hogy kiszámoljuk az ellenőrző csillag V-magnitúdóját és a változócsillag V-magnitúdóját. Írjuk be az ellenőrző csillag instrumentális magnitúdó értékét a sárga cellába a „Check I Mag” oszlopban és a változócsillag instrumentális magnitúdó értékét is írjuk be a sárga mezőbe az „I Mag” oszlopban.

További olvasnivaló:

Itt van az egyenlet amit a korábbiakban már említettünk:

$$V = v - e * (B-V) - z$$

A (B-V)-t korábban definiáltuk, az 'e' és 'z' értékét a grafikonból határoztuk meg / TC táblából. Így kitölthető a Target és Check Star Calibrated Magnitudes táblázat. Az "IMAGES" oszlopba írjuk be a képek sorszámát, és az instrumentális magnitúdókat (I Mag) a sárga oszlopokban lévő, ellenőrző és összehasonlító csillagokhoz. Ha több képünk is van, akkor a "Check V Mag" és "V Mag" oszlopban lévő képleteket másoljuk le a következő sorba.

5. lépés:

Most kiszámoljuk az ellenőrző csillagok „Check V Mag” oszlop és „V Mag” oszlop átlagát és szórását:

1. Közvetlenül a „Target and check Star Calibrated Magnitudes” táblázat alá a B oszlopba írjuk be az „Average/Átlag” szót. Ez alá a cella alá pedig írjuk be a „StdDev” rövidítést (standard deviation/szórás). A táblázatunk most így fog kinézni, mint ez:

34	m = Slope (Transformation Coefficient Value)				
35	b = Intercept (Zero Point offset)				
36					
37	Target and Check Star Calibrated Magnitudes				
38	IMAGES	Check I Mag	Check V Mag	I Mag	V Mag
39	3147-3176	6.929	4.694	5.945	3.719
40	3147-3156	6.925	4.690	5.939	3.713
41	3157-3166	6.932	4.697	5.943	3.717
42	3167-3176	6.929	4.694	5.956	3.730
43		Average			
44		StdDev			
45					

2. Most a check V-mag oszlop alá közvetlenül, írjuk be hogy „=Average(” (az idézőjelek nélkül) és aztán jelöljük ki a Check V Mag oszlopban lévő narancssárga cellákat, majd írjunk be egy záró zárójelet „)”. (Figyeljük meg, hogy a C39-től a C42-ig lévő cellák narancssárgák és a zárójelek közé C39:C42 van írva.) Ha a mi táblázatunk is hasonlóan néz ki, akkor nyomjunk entert-t és máris kiszámolásra került az átlagérték.

36					
37	Target and Check Star Calibrated Magnitudes				
38	IMAGES	Check I Mag	Check V Mag	I Mag	V Mag
39	3147-3176	6.929	4.694	5.945	3.719
40	3147-3156	6.925	4.690	5.939	3.713
41	3157-3166	6.932	4.697	5.943	3.717
42	3167-3176	6.929	4.694	5.956	3.730
43		Average	=average(C39:C42)		3.719
44		StdDev			
45					

3. Most pedig kiszámoljuk a szórását az adatokból. A cella alá, amiben éppen most számoltuk ki az átlagot, írjuk be, hogy „=Stdev(” aztán jelöljük ki a cellákat és zárjuk be a

zárójelezést. Az egyenlet hasonlóan fog kinézni, mint az alábbi táblázatban. Ha minden sorban, akkor nyomjuk le az enter-t. Az adatok szórása (az átlagtól való eltérés mértéke) ekkor kiszámításra kerül.

- Ismételjük meg az előbbi három lépést a „V Mag” oszlopra is (vagy másoljuk a „Check V Mag” oszlop alól a „V Mag column” oszlop alá a két cella tartalmát..

36					
37	Target and Check Star Calibrated Magnitudes				
38	IMAGES	Check I Mag	Check V Mag	I Mag	V Mag
39	3147-3176	6.929	4.694	5.945	3.719
40	3147-3156	6.925	4.690	5.939	3.713
41	3157-3166	6.932	4.697	5.943	3.717
42	3167-3176	6.929	4.694	5.956	3.730
43		Average	4.694		3.719
44		StdDev	=stdev(C39:C42)		
45					

Gratulálunk! Sikerült meghatározni a változócsillag kalibrált értékeit.

6. lépés:

Most nézzük meg, hogy mi az értelme az eredményeinknek. Emlékszünk, hogyan számoltuk ki az ellenőrző csillag átlagát és szórását? Ezt az oszlopot tudjuk arra használni, hogy a számításunk jó vagy pedig hibás. Hasonlítsuk össze az ellenőrző csillag „Average V mag” értékét (amit most számoltunk ki) az ellenőrző csillag katalógusértékével (a B12 cellában). Elfogadható egyezést kell mutatniuk, +/- 0,01 magnitúdón belülit. Ha nem, akkor kérjük, hogy értesítse a fórum Photometry szekcióját, hogy problémája van a segédlettel és megpróbálunk segíteni. Gratulálunk, ezzel a segédlet ezen részével végeztünk. Kérjük, csinálja végig a [Középhaladó szintű segédletet](#), hogy megtanulja, hogyan vegye figyelembe a légköri korrekciót. Ha ki akarjuk hagyni, akkor közvetlenül a [Képkészítés](#), vagy az [adatbeküldés](#) résznél is folytathatjuk a segédlet olvasását.

Kalibráció: Középhaladó

[bkloppenborg](#) írása. 2010. február 20.

Az alábbiakban útmutatást találhatunk arra vonatkozóan, hogy a fotometriai adataink analízisét hogyan fejezhetjük be. Végigvezetjük azon az eljáráson, aminek segítségével az instrumentális magnitúdó értékeket átkonvertálhatjuk kalibrált magnitúdó értékekké, miközben figyelembe vesszük a légkör fénygyengítő hatását. Feltételezzük, hogy a [Kezdő segédletet](#) már végigvette és ezért már tudja, hogyan kell a számos szükséges mennyiségeket kiszámolni. A redukálás után adataink készen állnak arra, hogy beküldjük az AAVSO-nak.

Mire van szükségünk:

- A változócsillag instrumentális magnitúdójára.
- Legkevesebb három összehasonlító csillag instrumentális magnitúdójára (hat az elvárt).
- Internet kapcsolatra (katalógus-értékek kikeresésére).
- A megfigyelésünk dátumára, idejére és helyére.
- Excel vagy OpenOffice Calc programra

Kalibrált magnitúdók kiszámítása

A kezdő segédlettől eltérően, ez a dokumentáció jobban megfelel az egymástól távolabb lévő változó és összehasonlító csillagokhoz, amelyek zenittávolsága 85 foknál kisebb. Ez a segédlet bevezeti az „Air Mass” – „Levegőtömeg” fogalmát és végig vezet bennünket, hogy hogyan korrigáljuk jelenlétét az adatainkban. Ez a segédlet speciálisan a „középhaladó” minta adatokhoz illeszkedik, habár használható a „kezdő szintű” minta adatokhoz is, ugyan olyan jól mint az általunk gyűjtöttekhez. Megkíséreltük megtartani a „kezdő szintű” segédlet egyszerűségét, annak érdekében, hogy megkönnyítsük az átmenetet a komplikáltabb eljárások felé. Az 1. és 2. lépések fájlokat és háttér információkat is adnak majd ehhez. Valószínű, hogy ezeket majd csak egyszer kell elolvasni. A 3. és az azt követő lépések, olyan lépések, amit minden alkalommal el kell végezni, hogy megfelelő legyen a fotometriai korrekciónk.

1. lépés:

1. Töltsük le az „Intermediate-level”-„Középhaladó szintű” redukciós táblázatot ([Excel](#), [OpenOffice](#)) és nyissuk meg.
2. A B12 és B13 cellába írjuk be az észlelőhelyünk földrajzi szélességi és hosszúsági adatait. (A példa adatokat a Readme file-ban találjuk). A koordináták meghatározásához használhatunk egy GPS készüléket vagy a Google Maps-t (Helyezzük a megfigyelő helyünket a térkép közepére és kattintsunk a link gombra. A szélességi és hosszúsági adatok az URL-ben kerülnek kódolásra. Ez az URL „ll=”-vel kezdődik. A Mt. Evans obszervatórium pl. a következő URL-en található ll=39.586963,-105.641012 így a szélesség értéke 39,586963, a hosszúság pedig -105,641012)

Ha már használtuk a kezdő szintű redukciós táblázatot, akkor néhány különbséget vehetünk észre. Például néhány cella színe megváltozott. A táblázatban a kék cellák azokat az adatokat tartalmazzák, amiket nekünk kell beírni a megfigyelési adatainkból. A zöld cellák katalógus adatokat tartalmaznak. A sárga cellák pedig olyan adatokat, amiket ellenőriznünk kell a redukció

során, a narancssárgák pedig a redukciós eljárás végeredményeit fogják tartalmazni, amit majd beküldhetünk az AAVSO-nak, ha azok megfelelőek.

2. lépés:

A [Kezdő segédletben](#) bemutattuk a transzformációs tényező és a nullpont eltolás fogalmát. Itt a levegőtömeg kalkuláció alkalmazásával figyelembe fogjuk venni, hogy az atmoszféra milyen hatással van az adatainkra.

A Wikipédián van egy nagyon jó leírás arról, hogy [mi a levegőtömeg, mi a hatása, és hogyan számolhatjuk ki](#), így ezzel a továbbiakban nem fogunk foglalkozni. Az alapelv az, hogy a fény a légkörön való áthaladás során egy kicsit szóródik. Köztünk és a csillag közti több levegő, azt jelenti, hogy nagyobb lesz a szóródás. Szerencsére több légköri modell is létezik a hatás leírására, csak módosítanunk kell az egyenleteinket, hogy figyelembe is vegyük.

A teljes kalibrációs egyenlet a következő alakú:

$$V = v_i - k'X_i - \varepsilon * (B-V)_i - Z$$

Ebben az i index az éppen vizsgált csillag sorszáma, az összefüggés pedig azt adja meg, hogy hogyan torzulnak el a valós fényességértékek (V magnitúdók) a légköri és műszereffektusok által. A képletben szereplő paraméterek:

- V = (nagy V) a csillag katalógusban szereplő V magnitúdója
- v = (kis v) a mért instrumentális magnitúdó
- $-k'$ = a légköri kioltási (extinkciós) tényező
- X = a csillaghoz tartozó levegőtömeg
- ε = színfüggő korrekciós tényező
- $B-V$ = a katalógusban szereplő $B-V$ színindex
- Z = a fényképezőgép nullponti eltolási értéke a standard fotometriai rendszertől

A kalibrációs csillagok nagy betűs változói (V és B) ismertek, és a megmért instrumentális magnitúdó értékeik (v) szintén ismertek. A levegőtömeg X , kiszámolható (bővebben később) a megfigyelés helyszínéből, dátumából, idejéből, és a célcsillag koordinátáiból. Ezek után három konstansunk marad, ami még nincs meghatározva, ε , Z , és $-k'$. A [légköri kioltási tényező](#) $-k'$, azt írja le, hogy mennyi fény (magnitúdóban kifejezve) veszik el levegőtömeg egységenként (a mértékegysége ezért magnitúdó/levegőtömeg).

Azok számára, akik tanultak geometriát, a fenti egyenlet átrendezve nagyon hasonlít a sík egyenletére a térben:

$$(V-v)_i = -k'X_i - \varepsilon * (B-V)_i - Z \quad z = Ax + By + C$$

ahol az x és y pozíciók és a konstansok (A , B , és C) a pont magasságát adják meg. Esetünkben a konstansok $-k'$ (A), ε (B), és Z (C). Mivel három ismeretlenünk van az egyenletben, lineáris algebra segítségével meghatározzuk az együtthatókat legalább három kalibrációs csillagra, de mi van akkor, ha az egyik kalibrációs csillagot rosszul mérjük? Rossz együtthatókat kapunk! Jó lenne, ha több csillagot tudnánk megmérni egyszerre és ebből vezetnénk le az együtthatókat. Szerencsére van egy eljárás, amit legkisebb négyzetek módszerének hívnak, s ezzel megkaphatjuk a megfelelő együtthatókat. Nevét arról kapta, hogy az eltérések

négyzetösszegét igyekszik minimalizálni. Az eljárás matematikai hátterét a „Haladó redukciós segédletben” ismertetjük (és a DSLR Dokumentációs és Redukciós Munkacsoport megfelelő JAAVSO cikkében), ezért csak annyit kell megjegyeznünk, hogy ez az eljárás minimalizálja annak esélyét, hogy a távol eső adatpontok szignifikánsan megváltoztassák az együtthatókat. Az adatok kalibrálása nagyon hasonló a kezdő segédletben lévőhöz, kivéve, hogy most a levegőtömeget ki kell számolnunk.

3. lépés:

Írjuk be a csillagok nevét és a megfelelő zöld cellákba pedig írjuk be a [kalibrációs standardok oldal](#)-ról a megfelelő értékeket. Amikor készen vagyunk, az alábbi ábrán látható táblázathoz hasonlót kell kapnunk:

16										
17	Comparison Star Table									
18	Star	I Mag	RA (deg)	DEC (deg)	V Cat	(B - V) Cat	X (Air mass)	X*(B-V)	D Cat	
19	eta	3.065	76.63	41.23	3.172	-0.178	1.678	-0.30	0.107	
20	zeta	3.781	75.62	41.08	3.755	1.224	1.657	2.03	-0.026	
21	lambda	4.740	79.79	40.10	4.705	0.624	1.789	1.12	-0.035	
22	rho	5.186	80.45	41.80	5.218	-0.149	1.761	-0.26	0.032	
23	58 Per	4.196	69.17	41.26	4.255	1.225	1.518	1.86	0.059	
24	59 Per	5.127	70.73	43.37	5.310	0.010	1.513	0.02	0.183	
25										
26	Check Star Table (enter I mag in line 91)									
27	Star	I Mag	RA (deg)	DEC (deg)	V Cat	(B - V) Cat	Air mass	D Cat		
28	omega	4.898	74.814	37.89	4.952	0.040	1.712	0.054		
29										
30										
31	Target Star Table (enter I mag in line 91)									
32	Star	I Mag	RA (deg)	DEC (deg)	(B - V) Cat	Air mass				
33	eps Aur	3.586	75.492	43.82	0.540	1.598				
34										

A [Középhaladó-szintű redukciós file](#)-ban az ε Aurigae-hez elég közel levő kalibrációs csillagok vannak feltüntetve. Persze ezt módosíthatjuk az általunk kedvelt csillagokkal, de ügyeljünk arra, hogy minden szükséges adatot pontosan rögzítsünk (színindex, magnitúdó, égi koordináták) Más megfelelően kalibrált csillagokat is kikereshetünk a [Kalibrációs Standardok](#) oldalról.

4. lépés (ez és a következő lépések: minden megfigyeléssel töltött éjszakára érvényesek):

A megfigyelés dátumát és idejét **UTC/GMT-ben** írjuk be a táblázat tetejéhez közel lévő B8-G8 cellákba. A nyári időszámítást is vegyük figyelembe, amikor a helyi dátumot és időt GMT-be konvertáljuk. Megjegyzés: A pontos kioltási tényező meghatározásához a megfigyelés idejének legalább néhány perc pontosnak kell lennie. Ha a fényképezőgépünk időbélyegét használjuk, akkor bizonyosodjunk meg arról, hogy a DSLR órája pontosan van-e beállítva.

5. lépés :

Most töltsük ki a kalibrációs csillagokhoz tartozó rektanszcenzió(RA), deklináció(DEC), katalógus szerint V, katalógus szerinti B-V értékeket, a kalibrációs standardok oldalról. Ezeket az értékeket a C19-F24 cellákba írjuk. Ismételjük meg ezeket a lépéseket az ellenőrző csillagra(C28-F28 cellák), és a cél objektumra (C33-E33 cellák).

6. lépés:

Most, hogy a katalógusértékeket kitöltöttük, a kalibrációs csillagok instrumentális magnitúdóira van szükségünk. Írjuk be ezeket az értékeket a B19-B24 cellákba. Ha készen vagyunk, a táblázat automatikusan kiszámolja az adathoz illeszkedő legkisebb négyzetet. Ez a legkisebb négyzet érték a 40. és 44. sor között lévő „Planar Fit Table w/ Extinction” és „Lin Regr. w/o Extinction” nevű táblázatba kerül. A számítás mögött megbújó matematikai tartalmat a „Haladó segédlet”-ben fogjuk tárgyalni, ha egyszer megírásra kerül. Addig is nyugodtan kérdezzen a fórumokon bennünket.

7. lépés:

A -k', ε és, Z kiszámolása után beírhatjuk az ellenőrző csillaghoz és a célobjektumhoz tartozó instrumentális magnitúdó értékeket a „Target and check star Calibrated Magnitudes” táblázatba (a táblázat automatikusan kiszámolja az ellenőrző csillaghoz és a célobjektumhoz tartozó levegőtömeg értékeket). Itt használjuk fel a -k', ε, és Z értékeket a csillagok kalibrált V magnitúdóinak a kiszámításához, az eredeti kalibrációs egyenlettel:

$$V = v_i - k' X_i - \epsilon * (B-V)_{\text{cat}} - Z$$

8. lépés:

Most számoljuk ki az ellenőrző csillag átlagos és a standard eltérését a „Check V Mag” oszlopban és a „V Mag” oszlopban, ugyanazt az eljárást kell követni, mint a „Kezdő segédletben”.

9. lépés:

Végül meg kell győződnünk arról, hogy vajon értelmes eredményeket kaptunk-e. Hasonlítsuk össze az ellenőrző csillag átlagos és standard eltérését a katalógusértékekkel. Ha a katalógusérték az átlagérték, +/- standard eltérésen belül van, akkor nagyon jó eredményt kaptunk és így a cél objektum kalibrált magnitúdó értékét érvényesnek tekinthetjük. Ha nem így lenne, akkor kérjük, hogy a fórum „Fotometria szekciójába” jelezze, hogy problémája van a segédlettel és mi megpróbálunk segíteni.

Gratulálunk, elkészültünk az adataink kalibrálásával. Az alábbiakban van még néhány hasznos információ, aminek segítségével eldönthetjük, hogy az adataink megfelelő minőségűek-e.

Ha már olvasta őket, akkor olvassa el a [Bevezetés a DSLR fényképezésbe](#) fejezetet és végül a hogyan [küldjük be adatainkat](#) fejezetet.

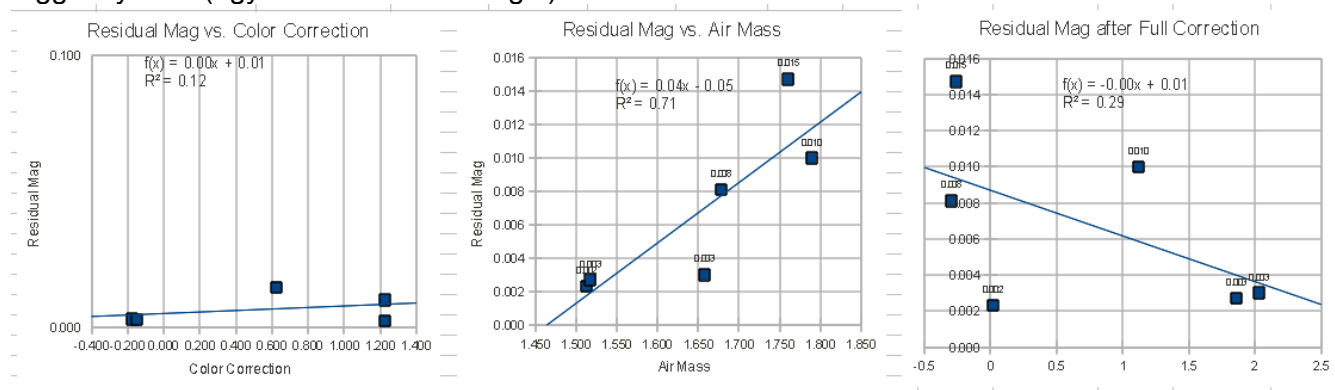
Alábbiakban néhány olyan tulajdonságát beszéljük meg a táblázatnak, ami megkönnyíti a hibás adatok beazonosítását.

Grafikonok:

Három grafikont helyeztünk el a táblázatban, amelyekről látható, ha a táblázat normálisan működik:

- **Maradék magnitúdó vs. Szín korrekció**
- **Maradék magnitúdó vs. Levegőtömeg**
- **Maradék magnitúdó vs. Teljes korrekció**

Ezekon a diagramokon a legfontosabb paraméter az illesztett sík egyenletének levonása után maradt pontthalmazok szórása (R^2) és az esetleges tendenciák valamely paraméter függvényében (egyenesek meredekségei).



Ha az R-négyzet kicsi (azaz kisebb mint 0,7), akkor valószínű, hogy semmilyen mögöttes hatás nem maradt az adatokban. Ha úgy találjuk, hogy az R-négyzet nagyobb mint 0,7, akkor az adatok másodrendű hatásokat mutathatnak. Pl. a fenti képen láthatjuk, hogy úgy tűnik, valami visszamaradt a levegőtömeg korrekcióban. Ez várható volt, mert a levegőtömeg korrekció lehet elsőrendű (X1) és másodrendű (X2) korrekciós tényező, de mi csak az elsődleges tényezőt vettük figyelembe a táblázatban. (Hagyni akartunk valamit a "Haladó segédletbe" is :-)) Fordítsunk egy kis figyelmet az egyenes meredekségére is. Ha a meredekség közel nulla (azaz leginkább vízszintes egyenes), akkor az azt jelenti, hogy a másodlagos korrekció minimális hatással lehet.

Beépített ellenőrzések

A táblázatban van néhány beépített indikátor, amelyek segítenek az adataink minőségének a meghatározásában. Ha háromnál több kalibrációs csillagot használunk, akkor nem fog mindegyik tökéletesen illeszkedni a kiszámított kalibrációs tényezőre. Ha azt látjuk, hogy egy csillag rosszul illeszkedik a grafikonra, akkor ellenőrizzük a "Data Quality Check" táblázatban felsorolt csillagokat. Ebben láthatjuk a kalibrációs csillag kiszámított V-magnitúdó illeszkedési értékét, valamint a katalógusértéktől való eltérését. Néhány kísérlet után úgy találtuk, hogy a megfelelő DSLR adatok maximális hibája 0.01-0.05 magnitúdó lehet. Ha a hibáink lényegesen nagyobbak, kérjük vegye fel a kapcsolatot velünk a fórumokban és mi segítünk megkeresni, hogy mi okozhatja a problémát.

49				
50	Data Quality Check			
51	Comp Star	Fit Value	Error	
52	eta	3.1639	0.008	
53	zeta	3.7580	0.003	
54	lambda	4.6950	0.010	
55	rho	5.2327	0.015	
56	58 Per	4.2577	0.003	
57	59 Per	5.3077	0.002	
58				
59	comparison stars fit error (max)		0.015	
60	check star mag error		0.004	
61	Air mass plausibility check		OK	
62				

Kioltási korrekció tiltása

Amennyire csak lehetett, megpróbáltunk hibamentes táblázatot készíteni, de a legkisebb négyzetek alacsony levegőtömeg esetén elég érdekes illeszkedési függvényeket produkálnak. Ha tudjuk, hogy a zenit közelében (azaz a zenittől kevesebb mint 30 fokra) történt az észlelés, próbáljuk meg kikapcsolni a kioltási korrekciót, oly módon, hogy a B47-es cellába nullát írunk. Ez lehetővé teszi, hogy a táblázat a "Kezdő szintű" táblázatnak megfelelően működjön, ami nem alkalmazza a levegőtömeg korrekciót. Kétszer is ellenőrizzük, hogy a hiba értékek csökkennek és megfelelőek lesznek.

5			
6	Apply Extinction Correction?		
7	1=True,0=False		1
8			
9			

Többszörös mérések

A fentiekben tárgyalt excel tábla használható több alkalommal is, elsődlegesen egy éjszakán belül elvégzett többszörös mérésekre. Viszont fontos tudni, hogy a légköri elnyelés éjszakáról éjszakára erősen változhat, ezért a kalibrációs méréseket és számolásokat minden éjre külön érdemes elvégezni.

Bevezetés a DSLR fényképezésbe

Mielőtt belevágnánk a saját képek készítésébe és elemzésébe, azt javasoljuk, hogy a minta adataink egyikével tanuljuk meg a lépéseket, amik az instrumentális magnitúdó meghatározásához szükségesek. Ezen leírás "Az elemzés kezdete" című részében található link ezekhez az adatokhoz.

A DSLR fotometriában használt képkalkoló eljárások többsége ismerős lesz azok számára, akik már belekóstoltak az asztrofotózásba. A fotometria célja nem az, hogy szép képet csináljunk, hanem, hogy pontosan rögzítsük a képen lévő csillagok egymáshoz viszonyított relatív fényességét. Ez a pontosság először is úgy érhető el, hogy mindegyik képet kalibráljuk, a fényképezőgép elektronikai és optikai rendellenességeinek a kiküszöbölésével, másrészt pedig "stack-eljük", összegezzük a felvételeket. Az összegzés vagy "stacking (stack-elés)" növeli a jel (a csillag fotonjai), zaj(háttér fotonjai) viszonyát és kiátlagolja a légköri változások hatásait.

A fotometria projektünket képsorozat készítéssel (kb. 10 db) kezdjük, hívjuk őket "dark-oknak" vagy sötétképeknek. Ügyeljünk rá, hogy minden képet "RAW" formátumban rögzítsünk. A sötét képeket a fényképezőgép elektronikai rendellenességeinek a csökkentésére fogjuk használni. Készítésükkor egyszerűen hagyjuk fent az objektív védősapkáját és így készítsünk felvételeket. Így csak a belül generálódott elektronikai zajok kerülnek rögzítésre, mint amit pl. a "hot" pixelek okoznak (hot v. forró pixel = fényes maximális intenzitású pixel a képen). A sötétképeket akkor készítsük el, amikor a fényképezőgép már elérte a kinti környezeti hőmérsékletet, így a fényképezőgépünket kb. 30 perccel a képek készítése előtt állítsuk fel odakint.

Tapasztalt észlelők szerint nem szükséges a sötétképek elkészítése, ha az expozíciós idő 5 másodpercen belül van. Továbbá az is lehet, hogy a fényképezőgépünknek eleve van automatikus zajcsökkentő funkciója. Ennek a használata a sötétkép-készítést szintén szükségtelenné teszi.

Az optikai hibák egy másik képsorozat (kb. 10 db) használatával kezelhetők, amit "flat képeknek" hívnak (flatkép = világoskép). A világosképek egy üres felületről készülnek, mint pl. egy egyenletesen megvilágított fehér habszivacs tábla. Mivel a célpont üres, a világosképek kiemelik az optikai hibákat, mint pl. kosz az objektíven, vagy torzítások, pl. a vignettálás.

A szoftver feldolgozza ezeket a sötét- és világosképeket, és kiküszöbölve velük a tökéletlenségeket előállítja a csillagmező kalibrált képét.

Számos különböző technika létezik a világosképek készítésére. A fénydoboz és a világos égbolt alkalmazása a két legelterjedtebb technika. Én egy egyszerűbb megoldást alkalmazok. Én egy fehér habszivacsot fotózok le egy gyengén megvilágított szobában. A gyenge megvilágítás lehetővé teszi, hogy körbe mozgassam a fényképezőgépet, amíg egy hosszabb (kb. 5sec) expozíciójú képet csinállok. Ez a mozgás eltünteti a fényképezett felületen lévő esetleges hibákat. Fontos hogy a felület egyenletesen legyen megvilágítva és az optikai út (lencsék, fókusz, f érték, stb.) ugyanaz legyen, mint amikor a csillagokat fényképezzük.

A sötét- és világosképekkel a kezünkben itt az idő, hogy kimenjünk és a csillagmezőt fotózzuk. Egy fotóállványra és távkioldóra van szükségünk. Egy derékszögű képkereső is nagyon hasznos lehet, különösen akkor, ha a zenit környékét fotózzuk. A választott fókusztávolság olyan legyen, hogy megfelelő látómezőt biztosítson és ne csak a célcillag legyen benne, hanem legyenek összehasonlító csillagok is. Ezeket az összehasonlító csillagokat fogjuk használni a „Transformation Coefficient – transzformációs együttható” kiszámításához és a változó csillag végső “V” magnitúdójának a meghatározásához.

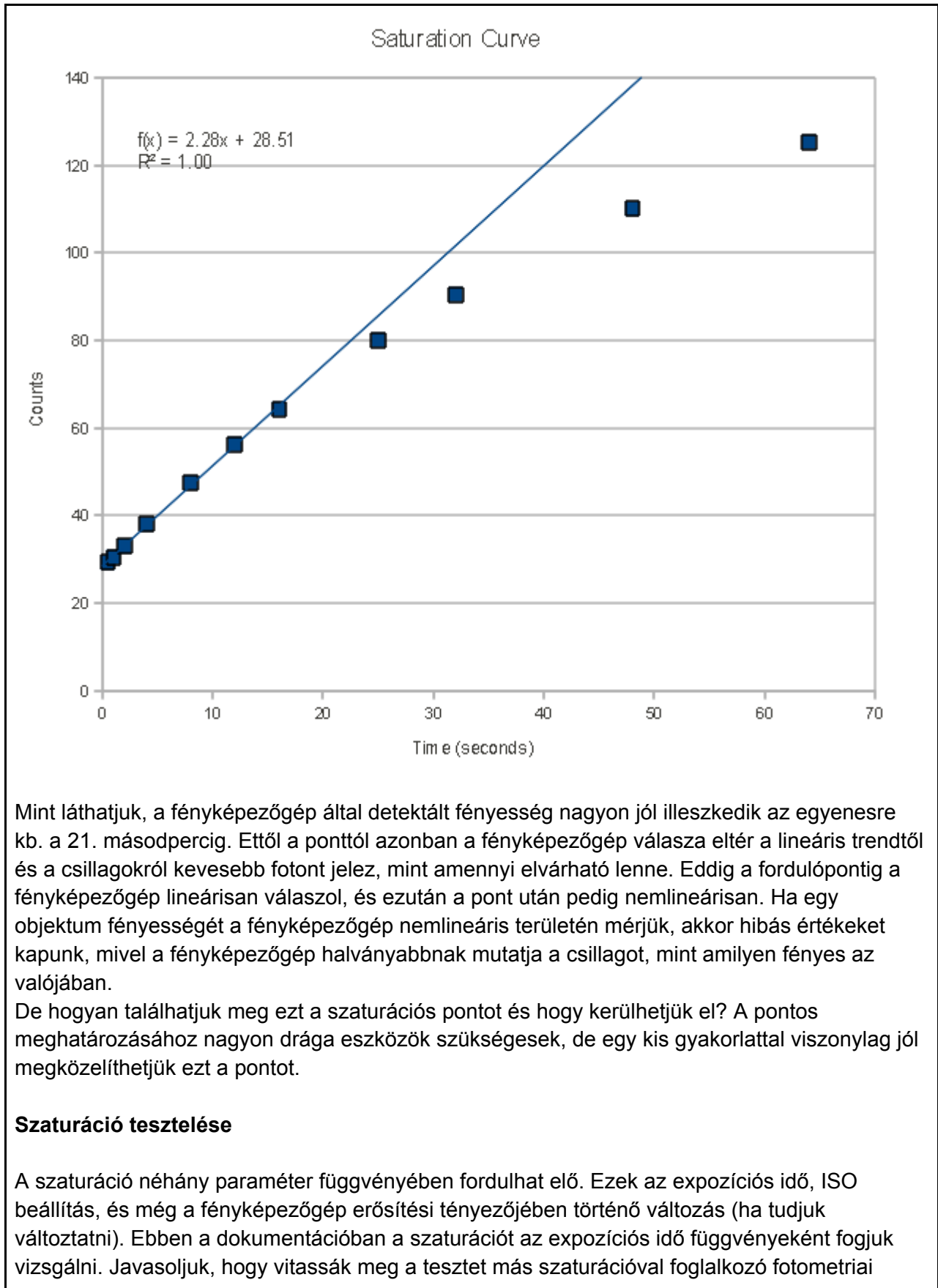
A célcillagok megtalálása nagy kihívás is lehet, mert általában elég halványak ahhoz, hogy a keresőben látszódjanak. Én általában egy fényes csillagot próbálok keresni, és a látómező méretének ismeretében, egy csillagtérkép segítségével meghatározom, hogy hová helyezzem a fényes csillagot a keresőben, hogy a célcillag is benne legyen.

Ha sikerült a kívánt csillagot megtalálni, akkor az a legjobb, ha némileg defókuszáljuk a fényképezőgép objektívjét, hogy a csillag képe több pixelre szétterüljön. Ezt úgy csinálom, hogy a fókuszt “manualra/kézire” állítom, és elfordítom a fókuszállítót amennyire csak lehet az “infinity/végtelen” irányba. A végtelen állás ténylegesen egy kissé fókuszon kívül van.

A munkához teljesen megfelelő, ha 10-30 db képet csinálunk maximális nyílás mellett ISO 800-as érzékenységen. Az expozíciós idő attól függ, hogy a célcillagunk hány magnitúdós. Kezdeként 5 másodperccel próbálkozunk. Az expozíciós idő kiválasztásának a kulcsa az, hogy megelőzzük a csillagok túlexponálását. A legjobb, ha a szenzor pixeleinek maximális értékének 80%-nál kisebb értéken tartjuk a szaturációt. Ez biztosítja, hogy a fényképezőgép a lineáris tartományban dolgozzon (lásd a linearitás és szaturációs tesztet). A csillagokhoz tartozó maximális pixel értéket az elemző szoftverrel tudjuk meghatározni, amit a következő lépésben tárgyalunk, “Kezdjük az analízist”.

Linearitás és szaturációs teszt

Fontos ismernünk, hogy a fényképezőgépünk hogyan reagál a fényre és mikor lesz szaturált. Amikor a fényképezőgép már szaturál, akkor a továbbiakban már nem lineárisan reagál a további bejövő fotonokra és hibás kiolvasást fog eredményezni. Mit értünk lineáris alatt? Az alábbi ábrán elmagyarázzuk:



fórumokon. A linearitást az expozíciós idő függvényében a következőképp teszteljük:

1. Állítsuk fel a fényképezőgépünket egy fotóállványon egy sötét szobában, vagy éjszaka odakint. Keressünk egy fényforrást, ami kompakt, szinte pontszerű, mint a természetben. Egy távoli utcai lámpa, vagy egy LED fénye is tökéletesen megfelel ez esetben.
2. Csináljunk felvételsorozatot növekvő expozíciós idővel. Kezdjük a legrövidebb expozíciós idővel (a legrövidebbel, amit a fényképezőgép csak megenged) és növeljük az időt a maximális értékig, ami még lehetséges a fényképezőgéppel.
3. Töltsük le a képeket a fényképezőgépből és fotometriai redukciós szoftverrel határozzuk meg a fényesség értékeket (lehetőleg RAW egységekben a magnitúdó helyett).
4. Egy táblázatkezelő programmal rajzoljuk ki ezeknek a pontoknak a grafikonját. Az x tengely feleljen meg az expozíciós időnek, az y tengely pedig a pixel fényesség értékeknek. Egy hasonló ábrát kell kapnunk, mint amit ennek a fejezetnek az elején láthattunk.
5. Most figyeljük meg az adatokat és a grafikon. Látjuk, hogy hol kanyarodik el a grafikon a lineáris trendtől? Ha igen, akkor ez a szaturációs pontja a fényképezőgépnek. Ismételjük meg ezt a tesztet minden olyan ISO értékkel, amit majd használni szeretnénk a DSLR fotometriában. Rögzítsük az eredményeket, hogy a jövőben könnyen felhasználhassuk őket.

Az előbbieken meghatározott fényesség- és időértékek ésszerűen csak egy első becslést adnak a fényképezőgépünk nemlinearitási tulajdonságairól. Tartsuk észben ezeket a számokat, amikor az analízist csináljuk. Ha a pixel fényességértéke megközelíti ennek az értéknek a 80-90%-át egy tipikus felvételen, akkor óvatosan kell kezelnünk az adatokat, vagy meg kell ismételnünk a mérést rövidebb expozíciós értéken vagy alacsonyabb ISO beállításon.

Küldjük be az adatainkat

Végül küldjük be az adatainkat az AAVSO adatbázisa számára. Ezt a www.aavso.org oldalon lehet megtenni. Kattintsunk a „Data” fülre, majd a „WebObs (Submit Your Data)” menüpontot válasszuk. A következő oldalon további választási lehetőségek jelennek meg. Kezdőknek a „Submit observations individually” menüpontot javasoljuk. Ahhoz, hogy adatokat tudjunk beküldeni, mindenképp kell, hogy rendelkezünk egyedi AAVSO azonosítóval.

Gratulálunk! Ennél a pontnál már elég felkészültek vagyunk, hogy kimenjünk és csináljunk néhány képet a saját fényképezőgépünkkel és a saját adatainkon hajtsuk végre az elemzést.

Ha segítségre van szüksége, nyugodtan tegye fel a kérdéseit a "[Fotometriai fórumokban](#)”.

Megjegyzés: Kérjük, hogy a minta adatokból kapott értékeket ne küldje be, mert azokat már Tom Pearson beküldte az adatbázisba.