

## Asztrotájképek készítése \*

III. rész

### Mélyég asztrofotózás a gyakorlatban

Előző két írásomban bemutattam az asztrofotózás műfaját általában, felsorolva annak különböző válfajait, majd kitértem az asztrotájképek készítésének gyakorlatára. Ezúttal a tulajdonképpeni asztrofotózásról, más néven mélyég asztrofotózásról szeretnék megosztani néhány tapasztalatot, bevezetve ezzel az olvasót a tudományos fotózás eme fantasztikus birodalmába. Mélyég fotó alatt olyan fényképet értünk, amelyen kizárólag égi objektumok jelennek meg, olyan módon, ahogyan emberi szem sohasem láthatja őket. Szeretnék rövid áttekintést adni a szükséges felszerelésről, a képek rögzítésének menetéről és a képek digitális feldolgozásáról a teljesség bárminemű igénye nélkül, mintegy kedvcsinálóként.

Akinek netán kedve támadna kipróbálni a gyakorlatban, amúgy is rengeteg nyomtatott és elektronikus leíráson kell majd átrágnia magát, kezdve a távcsövek felépítésétől és működésétől az égbolt alapos ismeretén át a digitális képrögzítés és feldolgozás elméletéig és gyakorlatáig. Jelen írásomban bemutatok párat szerény eredményeimből is mintegy bizonyításaként annak a ténynek, hogy az asztrofotózásról szólva manapság nem kell rögtön óriástávcsövekre, űrtávcsövekre, szakcsillagászokra és szuperszámítógépekre gondolni, megfelelő mennyiségű elszántság birtokában bárki szép fotókat készíthet a saját udvarából, netán erkélyéről is.

### Mélyég asztrofotográfia – Deep Sky Astrophotography

Az éjszakai égbolton fellelhető objektumok legfontosabb jellemzője a nagyon alacsony felületi fényesség, magyarul roppant halvány célpontokról van szó – gondoljunk csak arra, hogy első ránézésre az éjszakai égbolt teljesen feketének tűnik. A mellékelt fotón látható objektumok közül szabad szemmel a távcső okulárjában kizárólag a csillagok látszanak, a színes ködöket egyáltalán nem érzékeljük. A második nagyon fontos tényező ezen objektumok állandó, egyenletes sebességű mozgása az égbolton, mivel egy forgó golyóbis felületéről nézzük őket. E két tényező határozza meg a szükséges felszerelés milyenségét és minőségét, e két tényezőt próbáljuk kompenzálni felszerelésünkkel. Emiatt nagyon hosszú ideig kell exponálnunk, hogy elegendő fényt gyűjtsünk össze a fényérzékeny felületen, és ezidő alatt folyamatosan, nagyon pontosan kell követnünk a célpontot eszközeinkkel. Hogyan lehetséges mindezek megvalósítása?



*Lófej köd az  $\alpha$  Orionban*

\* A cikkben szereplő fényképek nagyobb méretben megtekinthetők a <http://goo.gl/4zuRJ4> linken

### *Állvány*

Felszerelésünk legelső és „legelső” eleme, ezen fog nyugodni minden további eszköz. A nyugvást itt a szó legszorosabb értelmében kell venni, ugyanis az állványnak roppant stabilnak kell lennie, hogy rajta remegésmentesen tudjuk tartani a teljes felszerelést, hiszen a legkisebb remegés is életlenné teszi majd a fotónkat. Mozgatható állványként nagyon jó acél háromlábakat lehet beszerezni, melyeket szilárd talajra kell elhelyezni tökéletesen vízszintesen. Ha már hosszabb munkára szeretnénk berendezkedni, érdemes egy állandó állványt építenünk, beton talapzatba rögzített acélcsőből, vagy beton talapzattal egybeöntött beton oszlopot építve udvarunkba - ha ezt a családunk megengedi nekünk. Egy ilyen oszlop ugyanakkor a majdani kis csillagvizsgálónk központi eleme is lehet, ha végül erre adjuk a fejünket.

### *Montura*

A montura, régies nevén óragép, egy kéttengelyű, motorizált és számítógéppel vezérelhető mechanikus eszköz, amely mozgatja a távcsövet. Asztrófotós célra kizárólag az úgynevezett ekvatoriális montura alkalmas, ennek két tengelye közül egyiket beállításakor párhuzamosítjuk a Föld forgástengelyével - ezt nevezzük rektaszcenziós tengelynek (míg a rá merőlegeset deklinációs tengelynek),



*Lagúna-köd a Nyilasban*

így ezen a tengelyen tökéletesen követni tudjuk majd az égbolt látszólagos mozgását. A montura tengelyének pontos beállítását pólusra állásnak nevezzük. A montura alapvető paramétere a teherbírás, azaz mekkora terhet képes megmozgatni hibahatáron belül. Általában a nagyobb teherbírású monturák pontosabbak is, természetesen áruk is ezzel egyenesen arányos. Asztrófotós célokra érdemes beszerezni egy saját célszámítógéppel ellátott monturát

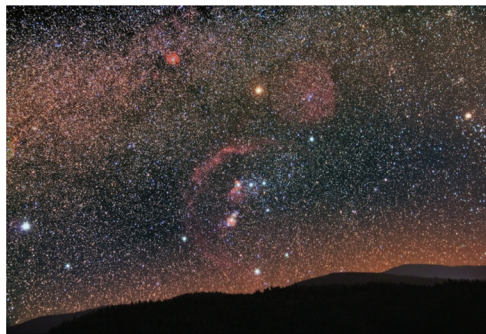
– ezt az asztrófotós szlengben GoTo-nak nevezik (az első ilyen vezérlőegységen a parancsot egy „GoTo” – menj oda – feliratos gombbal kellett kiadni). A vezérlőegység nagyban megkönnyíti a munkát, mivel szükségtelenné teszi a külső számítógépet és a bonyolult szoftvereket és interfészeket.

### *Távcső*

Asztrófotós célokra csakis a legjobb optikai tulajdonságokkal rendelkező távcsöveket használhatjuk. Ezeket korrigálták mind a szférikus, mind a kromatikus aberrációkra, így leképzésük szinte tökéletesnek mondható. Amatőr asztrófotósok leggyakrabban a tükrös távcsöveket – reflektorokat használják, mert ezek ár-minőség aránya a legmagasabb, azaz a legalacsonyabb áron biztosítanak nagyon jó képminőséget. Itt is, mint a fotós optikák mindenikénél, a nagyobb átmérő és a nagyobb fényerő nagyobb árat jelent (fényerő = fókusz-hossz/átmérő).



*Fiastyúk*



*Orion csillagkép – nagy látószögű asztrofotó – az arányok és a látószög érzékeltetése végett utólag a táj külön kiexponált részlete is a képre van montírozva*

relhetjük direkt a monturára, így azon távcső nem is lesz, esetleg a távcsőre erősítjük rá párhuzamosan, ún. fiahordó (piggyback) módon. Ezzel a módszerrel nagy égboltrészetet foghatunk be, ezért az így készült képeket nagy látószögű asztrofotónak nevezik (wide field astrophotography).

#### *Autoguider*

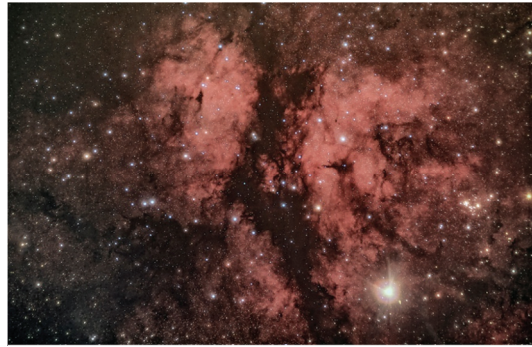
Az asztrofotós monturák ugyan mindig követik az égbolt látszólagos mozgását, a követés pontossága azonban mindig hibákkal terhelt. Ezek a hibák egyrészt a montura belső felépítéséből adódnak – alkatrészek mikron méretű pontatlanságai és ugyanilyen mértékű kottyanásaik – másrészt a montura felszerelésekor adódó pontatlanságok okozzák, főleg ami a vízszintezést és a pólusra állást illeti. Ezen pontatlanságok következményeként a képek készítése során a képmezőben a csillagok lassan „oldalazni” fognak, és pontszerű csillagok helyett rövidebb-hosszabb csíkok lesznek láthatóak, ugyanakkor a kép többi eleme homályossá válik, vagyis az egész kép bemozdul. Ezt kiküszöbölendő szükségünk van egy optikai visszacsatoló rendszerre, amit autoguider-nek nevez a szakirodalom. Az autoguider tulajdonképpen egy kisebb, gyengébb minőségű távcsőre felszerelt webkamera, amit egy kis célszámítógép vezérel. Az autoguiderben megjelölünk egy tetszőleges, látómezőben levő csillagot, ennek minden kicsi elmozdulását monitorozza és visszajelzi a vezérlőegység a montura vezérlésének, folyamatosan korrigálva ez által annak mozgását.

A leggyakrabban használt tükrös távcsövek fókuszhossza 600-1200mm között mozog, átmérőjük pedig általában 150-250mm. A lencsés távcsövek viszonylag ritkábban fordulnak elő az amatőr asztrofotós arzenálban, mivel áruk jelentősen magasabb. Erre a célra csakis az apokromatikus lencsével felszerelt távcsövek alkalmasak, az üvegfületeik speciális sokszoros bevonattal vannak ellátva, és sok lencsetagból épülnek fel, akár csak a fényképezőgépek objektívjei. A lencsék és tükrök kombinálásával összerakott ún. katadioptrikus távcsövek képminőségben, fókuszhosszban és persze árban is a legmagasabb szintet képviselik az amatőr asztrofotózás világában, általában igen ritka jószágok.

A kiváló minőségű objektívjeinket is használhatjuk mélyég fotózásra, ilyenkor nem távcsövet használunk, hanem a lencsénk lesz a „távcső”. Erre a célra az APO jelzésű objektívek a legmegfelelőbbek, illetve a professzionális teleobjektívek, melyek minden aberrációra korrigálva vannak. Ebben az esetben a fényképezőgépet felsze-

### *Képrögzítő*

Amatőr asztrofotósok általában cserélhető objektíves tükörreflexes digitális fényképezőgépet – DSLR-t – használnak képrögzítésre, mivel ennek több előnye is van. A csillagászati célra kifejlesztett CCD-kamerák ugyan szélesebb spektrumot tudnak rögzíteni és kisebb a képzajuk is, de van pár hátrányuk. Először is a fényképezőgép önálló működésre képes, míg az asztro-CCD csak számítógéphez csatlakoztatva működik, és az ára is jóval magasabb, ugyanakkor DSLR gépünket normál fényképezéshez is használhatjuk, ami az asztro-CCD-ről nem mondható el. Igényesebb asztrofotósok átalakítatják DSLR gépüket asztrofotós célokra: a szenzor előtt levő infravörös szűrőt eltávolítva ugyanolyan széles spektrumban fog rögzíteni a gép, mint a CCD-kamerák. A fényképezőgép-vázat (objektív nélkül) speciális adapterrel a távcsőre szereljük, az okulár helyére, teszt-



*Pillangó-köd a Hattyú csillagképben*

képekkel, vagy Live-view üzemmódban élesre állítjuk és máris indulhat a munka. A DSLR géppel készült képek nagy előnye, hogy valódi színekben ábrázolják a lefényképezett égi objektumokat, természetesebb hatást keltve. Itt is van lehetőség speciális szűrőkön keresztül hamis színeket használó képeket készíteni, mint a monokróm CCD kamerákkal, de ennek inkább tudományos értéke van, mint esztétikai. A hamis szín egyáltalán nem pejoratívan értendő, csak annyit jelent, hogy a valóságban más színűek azok az objektumok, mint a végső fotográfián. Ez azért van így, mert a képeket fehérfelete formátumban rögzítették, és csak feldolgozásuk során rendeltek hozzájuk különböző színeket.

### *A képek rögzítése*

Egy APS-C szenzorral ellátott DSLR fényképezőgéppel, ISO800 érzékenységen f/5 fényerejű távcsövön keresztül 5-10 percet kell exponálnunk, hogy láthatóvá váljon egy mélyég objektum. Ilyen hosszú expozíció során többféle probléma fog fellépni. Először is a szenzor melegedik és emiatt jelentős képzajt termel. (Az óriástávcsövek professzionális szenzorait emiatt folyékony nitrogénnel hűtik.). Másodszor: ilyen hosszú idő alatt a különböző hőmérsékletű légrétegek mozgása jelentős elmosódást eredményez a képen (mint a délibáb jelenségénél). E két jelentősebb képtorzító effektus kiküszöbölésére az amatőr csillagászatban két egyszerű megoldást alkalmazunk.



*Északi Trifid köd - összesen 27 órás expozíció*

A homályosságot úgy küszöböljük ki, hogy sok kockát exponálunk ugyanarról az objektumról, minél többet, annál jobb, és a képfeldolgozás során ezeket egy speciális asztroszoft segítségével kiátlagoljuk, csak a konstans módon megjelenő képelemeket hagyjuk meg. Ily módon a végső fotón szép éles csillagok és tiszta kontúrok jelennek meg. Ha jó minőségű, részletgazdag képet akarunk elérni, minimum 20-25 képkockára van szükségünk, ez természetesen függ az ábrázolt objektumtól is – minél halványabb, annál hosszabb expókra és annál több képkockára lesz szükségünk. Leghosszabban rögzített képemhez 160 darab 10 perces képkockát készítettem, ez több mint 27 órát tesz ki összesen, amit nyolc éjszakán át gyűjtöttem be.

A szenzorban keletkező képzet kiküszöbölésére ún. sötétképeket készítünk. Ez azt jelenti, hogy teljesen lezárt fényutakkal (távcsőre felhelyezett sapka, objektívra felhelyezett kupak) készítünk ugyanolyan ISO-val ugyanolyan hosszú expókat – általában 4-5 darabot – és ezeket a sötétképeket digitálisan kivonjuk mindenik képkockából, még átlagolásuk és összeadásuk előtt.

A képeket mindig RAW-formátumban rögzítjük, hogy végül a teljes információ mennyiség rendelkezésünkre álljon, ne veszítsünk el semmit belőle a rögzítés során.

#### *A képek digitális feldolgozása*

A képek feldolgozásának elmélete és gyakorlata roppant komplex számítástechnikai feladat, aminek a taglalása messze meghaladja jelen írásom kereteit. Itt csak nagy vonalakban utalok a lényegre. Aki nekivág ennek a feladatnak, a szoftver betanulása során majd lépésről lépésre megérti az elméletet is, Így jártam jómagam is.

A használt programok száma nap mint nap növekszik, egyre-másra jelennek meg jobbnál jobb asztroszoftok, mégis mindig egy régebbi programot ajánlok mindenkinek: nekem az IRIS névre keresztelt nyílt forráskódú, ingyen letölthető és ingyen használható program vált be a legjobban, manapság is ezt használom, a fenti asztrofotóim mindegyikét ezzel a programmal dolgoztam fel.

Az asztrofotós szoftverek mindegyike elvben ugyanazokat a lépéseket követi: az egyes nyers fotók zajszűrése, esetleg egyéb fajta korrigálása, a képek illesztése (csillagonként megfeleltetik az összes képet az első képhez viszonyítva), a képek átlagolása és összeadása (stacking), a végső kép feldolgozása (részletek láthatóságának beállítása, méretre vágás, fehéregyensúly beállítása, háttérgradiensek korrigálása).

**Dr. Münzlinger Attila**

## **LEGO robotok**

IV. rész

### **III.1.9. A hangfal programozása**

A *hangfal blokk* (Sound Block) segítségével szóltathatjuk meg az EV3-tégla beépített hangfalát.

A 34. ábrán látható hangfal blokk részei:

- 1. A blokk módjának kiválasztó gombja (mode selector)
- 2. Szövegdoboz az állománynevek számára
- 3. Bemeneti adatok