# Kezdő vagyok, mit csináljak?

Ebben a könyvben kezdő asztrofotósoknak szóló cikkeket gyűjtöttünk össze.


- Bach Zoltán: Hogyan kezdjem? Avagy mit, hogyan, mivel?
- Gyenes Imre: Egy kezdő asztrofotós eszközválasztó dilemmái
- Kiss Péter: Csíkhúzós fotók - a legegyszerűbben készíthető éjszakai képek
- Tóth Bence: Profi asztrofotós felszerelés választása kezdőként

# Bach Zoltán: Hogyan kezdjem? Avagy mit, hogyan, mivel?

## Mit érdemes tudnod az asztrofotózásról mielőtt belekezdenél?

Amikor az első távcsőbetekintés után, a kezdeti ámulatot követően azon veszed észre magad, hogy a megörökítés gondolatát nem tudod magadtól többé elhessegetni, akkor ajánlom írásomat gondolat ébresztő gyanánt. Semmiképpen sem akarlak lebeszélni az asztrofotózás műveléséről, viszont meg szeretnélek kímélni egy sor felesleges próbálkozástól, csalódástól és főleg anyagi kiadástól. Ezért összeszedtem pár alapvető gondolatot, ami a minimális kiindulás ahhoz, hogy eligazodj a különböző asztrofotók elkészítési módjai között.

A mai digitális világunkban teljesen normális igénye az embernek, hogy a látottakat megörökítse fotó vagy videó formájában. Ez az igény, illetve szokás a mindennapjaink része lett (lásd: közösségi platformok). Nappali, akár éjszakai, de kivilágított környezetünkben a fotózás eléggé leegyszerűsödött a kompakt fényképezőgépek, okostelefonok egyre jobb minőségű kameráival, amelyek szinte mindig kéznél is vannak. Na ez az, ami kevés lesz az asztrofotózáshoz még akkor is, ha első próbálkozás során sikerül a Holdat például a távcső okulárjába szuszakolt mobiltelefonnal megörökíteni. Az különböző asztrofotós témák más és más technológiát, eltérő komolyságú felszerelést igényelnek, de ezeknek mindegyike valamivel nagyobb ráfordítást kíván, mint a fentebb említett egyszerű eszközök használata.

Első lépésként gondoljuk, át, hogy mit is akarunk fotózni, mi érdekel minket, mik a lehetőségeink akár anyagi ráfordítás, akár az éjszakai égbolt minősége szempontjából, vagy hogy tervezzük-e, hogy kitelepülünk jobb ég alá. A kezdetekhez érdemes ismernünk tehát lehetőségeinket, és az asztrofotózás különböző módjait, amit a lehetőségeinkhez képest érdemes megválasztanunk. Természetesen később érdeklődésünk megváltozása, vagy lankadatlan lelkesedésünk okán további területeit ismerhetjük meg ennek a remek hobbinak, nagyobb, erősebb, más témákra is alkalmasabb műszereket fejleszthetünk akár.

# Vegyük sorra, milyen asztrofotózási módok vannak!

- Asztrotájkép

- Teleobjektíves vagy nagylátószögű égboltfotó
- Hold, bolygó, Napfotzás
- Mélyég fotózás

Ez az a lerövidített paletta, amivel első lépésként érdemes megismerkednünk, hogy eldöntsük, mi az ami a legtesthezállóbb nekünk. Természetesen nagyon sok változat, további alkategória is létezik, azokat máshol részletezzük majd.




Nagy eséllyel egy kis sétával vagy utazással jár ennek a kategóriának az űzése, mivel kicsi a valószínűsége, hogy lakóházad olyan területen helyezkedik el, ami alkalmas egy szép kompozíció beállításához. Az asztrofotózás többi kategóriájához képest aránylag minimális technikai felszereltséggel elkészíthetőek az asztrotájképek, szükséged lesz hozzá egy fotóállványra, egy hosszú záridőre alkalmas tükörreflexes fényképező gépre (ajánlott az átalakított gép), távkioldóra és egy lehetőleg jó minőségű nagy fényerejű, nagy látószögű objektívre. A 16-35 mm-es objektívek már szép kompozíciós lehetőséget biztosítanak a legtöbb esetben. Mi legyen a látómezőben? Ezt mindenki a maga ízlése szerint döntse el, sok jó példát találni a neten különböző oldalakon, a lehetőségek száma szinte végtelen, de az alapvetés, hogy a fotó kb. felét, de inkább kétharmadát az égbolt töltse ki.

Technikai kivitelezése: ennél a módszernél nem követjük az égbolt látszó elmozdulását ezért relatíve rövid expót lövünk magasabb ISO értékkel, ajánlott a 1600, de profibb gépek esetén még a 3200-as ISO is használható. Az expozíciós időt úgy állítsuk be, hogy a csillagok még ne mutassanak elmozdulást a fotón, nagyított nézetben sem. Ez olyan 15 másodperc és fél perc között van. A legtöbb esetben a kész fotó ennél a módszernél 1db jól sikerült nyers képből készül. Az egymásra halmozás (stakkelés) itt nem alkalmazható mivel vagy a csillagok húznának csíkot vagy az előterük mosódna el. A nyers képet utómunkával dolgozzuk fel élvezhető szép fotóvá. Részletesebb, jobb felbontású asztrotájképek készülhetnek még mozaik technikával, erről máskor írunk részletesebben.

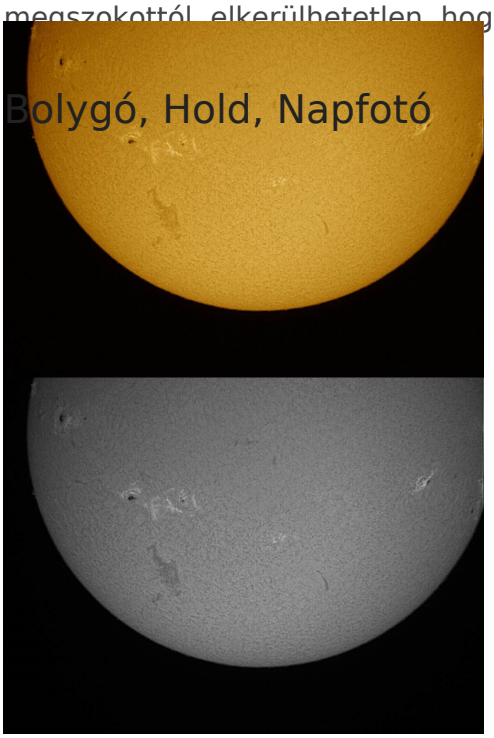
## Teleobjektíves vagy nagy látómezős égboltfotó (Tejút fotó):



Mivel itt csak az égbolt egy része szerepel, akár fotózhatunk otthonról is, amennyiben legalább közepes minőségű vidéki egünk van. Ennél a fotózásnál már nem árt némi égbolt ismeret, tudnunk kell merre is irányítsuk fényképezőgépünk lencséjét, hogy a kívánt objektum a látómezőnkbe kerüljön.

A felszerelésünknek az alábbi minimumokat kell megütnie: DSLR, lehetőleg átalakított fényképezőgép, nagy látószögű vagy teleobjektív, távkioldó és minimum egy óragéppel ellátott ekvatoriális mechanika. Itt már mindenképpen követnünk kell az égbolt látszó elmozdulását. Nagyon fontos a minél pontosabb pólusra állás is. Mielőtt a kívánt égterületre fordítanánk felszerelésünket, érdemes egy fényesebb csillagon beállítani az élességet. A fókusz beállításához nagy segítség a fényképezőgép élőkép funkciója, esetleg, ha van, lehetőségünk egy laptopon megjeleníteni, az megkönnyíti a dolgunkat. Akkor jó a fókuszunk, amikor a legnagyobb nagyítás mellett a csillaguk a legkisebbre összehúzódik és nincs színezős halója sem! Ezután ne nyúljunk az élesség állító gyűrűhöz, sőt esetleg rögzítsük azt a biztonság kedvéért, majd álljunk a kívánt objektumra vagy égterületre. Indítsuk el az óragépet, és csináljunk néhány, 1-2 perces teszt fotót, ellenőrizzük az élességet és az objektum megjelenését. Ha tetszik, amit látunk, csináljunk minél több azonos záridejű, azonos ISO értéken készült felvételt anélkül, hogy elmozgatnánk a látómezőt. A kérdés az, hogy milyen hosszú záridőt használjunk? Ez nagyban függ a gép alatt lévő mechanikától és az objektívünk fókusztávolságától és fényerejétől. Minél nagyobb telét rakunk fel annál pontosabb követésre lesz szükségünk. Tapasztalataim alapján például egy Star Adventurer mechanika 200-as telével, jó pólusra állás esetén 4 perces expóidők mellett tudja az eget bemozdulás-mentesen követni. Az ISO értéket az alapján válasszuk, hogy a megengedett expozíciós idővel a felvétel hisztogramja legalább a grafikon alsó harmadáig, feléig csússzon fel. Azaz bármilyen tetszetős is, de ne legyen fekete a kép háttere, mert az információveszteséget okoz a képfeldolgozásnál! És hány kattintást kell készítened? Az expók számokat tekintve, azokból soha nem elég, és ezt komolyan mondom. Persze van egy ésszerű határ, de minél több időt szánunk egy adott objektum fotózására, annál könnyebben és szebben kidolgozható képet fogunk a legvégén kapni. Ne felejtsük el, hogy ez már komoly asztrofotózás, sok részexpozícióból. Tehát szükségünk lesz a feldolgozás folyamán korrekciós képekre is. Csinálj min. 10-10db dark, flat és flatdark képet,

és itt is érvényes a több az jobb. Ennél a kategóriánál a képfeldolgozás már jelentősen eltér a megszokottól, elkerülhetetlen, hogy megismerkedj a csillagászati képfeldolgozás alapjaival is.



## Bolygó, Hold, Napfotó

Ez a megörökítési forma szinte mindenhonnan és mindig végezhető. Itt nem okoz fejtörést a fényszennyezés, a fotózni kívánt objektumok fényesek. Sokkal több problémát jelent a légkör nyugodtsága, de a jó seeinget türelemmel és egy kis szerencsével ki lehet fogni. Technikailag hasonló, de mégis merőben más, mint az előző fejezetben leírt teleobjektíves fotózás. Hasonlóképpen elég egy stabil, óragéppel ellátott mechanika, kompromisszumokkal akár még egy Dobson-távcső is megfelel, a lényeg, tudja követni a kívánt objektumot. A fényképezőgép helyett egy kis CCD vagy még inkább egy modern csillagászati CMOS kamerára lesz szükségünk, az objektív helyett egy minél nagyobb nagyításra alkalmas távcsőre, és esetleg nyújtó lencsékre. Ez ugye a bolygók esetében lesz hasznos, ahol a 3 méteres fókusz nem is számít soknak! Hogy Newton vagy lencsés távcsövet válassz? Mindegyiknek van előnye és hátránya, de ezt máskor tárgyalnám, talán a pénztárca a legnagyobb befolyásoló tényező a távcső választása esetén. Ha csak kisebb nagyítást tudunk elérni, akkor a Hold fotózása adhat sikereket és megannyi kráter és Holdfelszín-részlet felfedezését a számunkra. Nagy különbség a többi asztrofotózási módszertől, hogy a bolygófotózáskor videó felvételt készítünk, ami nem hosszabb, mint 1-2 perc, de arra kell törekedni, hogy az minél több képkockából álljon. Erre a légköri nyugtalanság miatt van szükség, 1-2 perc alatt lesz több ezer képkockánk, ami közt biztosan lesz pár száz, amit majd utómunkával össze tudunk rakni egy szép, részletes fotóvá. Javasolt feldolgozó program a kezdőknek Registax, haladóknak Pimp és AS!2/3, ingyenesen letölthető szoftverek. Nap fotózása esetén „SOHA NE FORDÍTSD A FELSZERELÉSED ARRA ALKALMAS SZŰRŐ HASZNÁLATA NÉLKÜL A NAP FELÉ ÉS VÉLETLENÜL SE NÉZZ A TÁVCSŐBE, MÉG A KERESŐTÁVCSŐBE SE!” Szóval, szakboltokban olcsón kapható napfólia használatával a hasonlóképp tudunk napfoltokat megörökíteni, mint éjszaka a Holdon a krátereket. A speciális Hidrogén alpha tartományba való napfotózást most külön nem tárgyalnám. Az elv megegyezik a korábbiakkal, csak a távcső egy speciális Naptávcső.




Ez a műfaj az asztrofotózás talán legnehezebben kivitelezhető válfaja, és biztosan az egyik legköltségesebb. Szükségünk van precíz tájékozódási tudásra az égbolton, technikai ismeretekre és ennél is több kitartásra. Nagy a valószínűsége, hogy ez a téma keltette fel az érdeklődésedet, de ne feltétlenül ezzel kezdj! jó, ha már van képfeldolgozási alapismereted és pontosan tudod mit, mért teszel. Ezt nem elrettentésként írom, de tapasztalat, hogy sokan belevágnak és pár hónap múlva a drága felszerelés az adok-veszek rovatokba köt ki, mert csalódott a használója. Szükséged van 1-2 év tapasztalatra, és amikor már tényleg tudod, hogy mit szeretnél fotózni, akkor rakd bele a sok erőforrást és pénzt is. Ez utóbbi sajnos elkerülhetetlen.

A technikai minimumok: átalakítatott DSLR fényképező vagy CCD kamera, egy nagy fényerejű távcső (F/4, F/5) kezdésnek mondjuk egy 150/750 Newton, kóma korrektor, precíz, pontos mechanika (nem árt a GOTO) és pontos követés.  A követés vagy guiding megvalósítására szükségünk lesz egy vezetőtávcsőre és egy kis CCD kamerára, laptopra, a vezetés végző szoftverekre, vagy ezt egy az egyben kiváltó, a munkánkat megkönnyítő Mgen autogiuiderre. Mivel az expozíciós időnk hosszabb (5-10) perc, a égbolt mozgásának pontos követése elengedhetetlen. A szép fotó elkészítéséhez jó és sötét ég kell! Tehát vagy szerencsések vagyunk és lakóhelyünk megfelel ennek a kritériumnak, vagy ki kell településünk. Persze tudom, a legtöbben, akik az asztrofotózásba beleszerettek, akarnak egy saját készítésű, szép mélyégfotót a szoba falára.

Tehát hogy is készül? Ebben az esetben már igen szűk a látómezőnk ezért érdemes azt már otthon elgondolni és megtervezni, hogy is fog mutatni a kiválasztott szerencsés mélyég objektum a látómezőben.  A terepen még a világosban kezdjük meg a munkát, fontos, hogy itt már sok kábelünk van, nincs annál dühítőbb, amikor kapkodva kell összeszerelni a felszerelést, vagy amikor mindent összeraktunk és a fotózás indításakor megy el az áram vagy feszül meg egy kábel a tubus mozgása miatt. Az akkumulátorok legyenek feltöltve, legyen nálunk a memóriakártyánk, a felszerelést még otthon ellenőrizzük. A terepen való összeszerelést követően álljunk minél pontosabban pólusra, ellenőrizzük a távcső jusztírozását, szereljük fel a kamerát és a vezetőtávcsövet és annak kameráját. Jó, ha van külön kereső távcsövünk, hogy ne keljen a vezetésre használt csövet mindig újra párhuzamosítani a fő műszerrel. Ellenőrizzük az áramellátást, és amikor megfelelő a sötétség az objektumra állást követően komponáljuk (forgassuk) az objektumot az elképzelésünk szerint, rövid expókkal vagy csillagok alapján. Ellenőrizzük a fókuszt, alkalmazzuk a fókusz beállításához a Bahtinov maszkot. Keressünk a vezetőtávcső látómezejébe egy jól követő csillagot, kalibráljuk be a vezetést és kezdjük meg a

fotózást. Az aranyszabály, miszerint a több jobb, ez esetben fokozottan érvényes! A mélyégfotózásánál nem sok a 10 óra expozíciós idő, jómagam átlag 20 órát fotózok egy objektumra. A korrekciós képeket ne felejtsük el, fontos a Dark kép esetében a nyersekkel azonos hőmérséklet. A Flat képeket csinálhatjuk még szürkületben vagy a hajnali égbolton csak még az előtt, mielőtt szétszedjük a fényútba lévő eszközeinket. A fotók feldolgozási módja megegyezik a teleobjektíves fotózásnál alkalmazottakkal. A sok nyerskép kalibrációja, korrigáló képekkel a különböző zajok levonása, a kalibrált képek illesztése és átlgolása, majd és valamilyen fotó programmal (pl. PS) a halvány területek kiemelése, a színek megerősítése, szaturálása. Ez nagyságrendileg ugyanannyi időbe telik, mint a terepmunka, amit az égbolt alatt töltöttünk el.

Bármelyik műfajt választjuk, a legfontosabb a kitartás, és ne feledjük, hogy halvány, szabad szemmel alig,vagy egyáltalán nem látható dolgokat akarunk megörökíteni. Az asztrofotózást nem tanítják egyetlen iskolába sem, éppen ezért a legnagyobb segítség a közösség, a tapasztaltabbak tanácsai, de a legjobb iskolát a saját magunk útján tudjuk bejárni. Viszont egy sikeres fotó minden fáradozást feledtet, amikor tudod, hogy fényév ezreket utaztál a kozmoszban és az megjelenik a Te saját készítésű felvételeden!

# Gyenes Imre: Egy kezdő asztrofotós eszközválasztó dilemmái

Ha úgy érezzük, megfertőződtünk az asztrofotózás iránti szenvedéllyel, már az elején el kell döntenünk eme nemes időtöltésnek melyik ágát (asztrotájkép, hold-, bolygófotózás, esetleg napfotózás (csak speciális erre szolgáló eszközzel!), vagy netalán mélyégfotózás, vagy ezeket mind) óhajtjuk művelni, és ehhez kell felépítenünk az eszközparkunkat:

Elsősorban kell valamilyen optikai eszköz, képalkotó szerkezet (hiszen fotózni szeretnénk) és kellenek szoftverek amikkel a kész képeket fel fogjuk dolgozni. Ezzel a rövid összefoglalóval a hardware (vagyis az optika és a fényképezőgép) kiválasztásában szeretnék segítséget adni, amiben nem rég jómagam is nyakig benne voltam (és még vagyok is).

Leginkább a mélyeges fotók tudják megfogni és rabul ejteni szépségükkel és változatosságukkal az óvatlan szemlélőt, így legtöbbünknek ez a végső cél lebeg a szeme előtt.

Ehhez a tevékenységhez viszont szükség van egy - két apróságra...

## Először is egy távcsőre:




*Apokromatikus távcső*

Döntenünk kell, hogy legelőször egy tükrös távcsőre vagy egy apokromatikus lencsés refraktorra ruházunk be. Döntésünket az alábbi kérdések megválaszolása után tudjuk meghozni:

- **hol lakunk?** Ha városban, akkor a sötét éghez ki kell településünk szinte mindig. Ha vidéken és kertünk is van, onnan is fotózhatunk, esetleg egy kis csillagdát is felépíthetünk a későbbiekben. Ha mindig szállítani kell a felszerelést egy apokromát kompaktabb megoldás, a Newton nehezebben viseli a szállítást és nehezebb is, bár egy 150/750-es távcső kicsi, könnyű és kezdésnek jó választás lehet. (Egyébként az asztrofotósók nagy része 200/800–as, fényerős Newtont használ.)
- **mennyi pénzt** tudunk a távcsőre áldozni? A tükrös távcső jelentősen olcsóbb mint egy színi hibáktól mentes lencsés apokromát.
- **mit akarunk** fotózni (naprendszer, vagy mélyég)? Naprendszerhez hosszú fókusz kell a lehető legnagyobb nagyítás miatt, mélyéghez nagy fényerő szükségeltetik.
- Szívleljük meg azt a tanácsot, hogy egy gyengébb felszerelés következtében gyengébben sikerült kép miatt még senki nem akarta abbahagyni a fotózást, hisz mindig tudunk fejlődni, viszont egy fizikumához illetve szállítási lehetőségeihez mérten **túl nehéz**, és vesződséges **felszerelés cipelgetése** jelentősen el tudja venni a kedvét az embernek attól hogy a ma estét cipekedéssel, fotózással töltse.

# Egy mechanikára:



*Ekvatoriális mechanika*

...ami megfelelő szilárdsággal tartja a távcsövet, és legalább az óratengelye motorosan mozgatható, hogy követni tudja a Föld forgása miatt folyamatosan mozgó eget.

Asztrofotózásra szerintem nincs értelme EQ5-nél kisebb mechanikára beruházni a stabilitás miatt, kivéve a speciális eseteket (utazó mechanika, teleobjektíves fotózás)

# Egy kamerára:




*Tükörreflexes fényképezőgép*

A kamera kiválasztása is komoly döntés elé állítja a kezdő asztrofotóst: DSLR vagy CMOS ?

- Ha már van asztrofotózásra használható DSLR kameránk (kikapcsolható zajszűrés, RAW formátum, kis zaj, nagy érzékenység), akkor használhatjuk azt, ha előzőleg a képérzékelő

előtti szűrőt eltávolítottuk. Ezekkel a kamerákkal igen jó eredmények érhetőek el. (Az asztrofotósok nagy része Canon kamerákat használ, mert ezek illeszkednek leginkább a feladathoz.)

- ha nincs használható DSLR kameránk, el kell döntenünk, hogy melyik irányt választjuk: DSLR, vagy CMOS asztrokamera. Mindkettőnek vannak előnyei és hátrányai, ezek súlyozása nagyrészt szubjektív. DSLR kompaktabb, amolyan „standalone" fotózást tesz lehetővé, a CMOS kamerákat kifejezetten asztrofotózásra fejlesztették ki, hatékony hűtéssel rendelkeznek, érzékenyebbek a DSLR-eknél, és teljes mértékben kontroll alatt tarthatóak. Persze ehhez szükség lesz valamilyen számítógépre (ez DSLR esetében integrálva benne van a kamerában), ellenben sokkal drágábbak is. **Ha mélyeget szeretnénk fotózni és megtehetjük, hűtött kamerát vegyünk.** A gyárilag beépített hűtés a CMOS képérzékelőt hűti közvetlenül. Ha ezt magunk akarnánk megoldani egy peltier elem segítségével kívülről, csak a házat hűtenénk, így a hűtés sokkal kisebb hatásfokú lenne, csak pár fok hőmérséklet-különbséget tudnánk elérni, ellenben a hideg ház, és emiatt az üveg ablak is gyorsan párásodna. (Már végigjártam ezt az utat, nem éri meg bajlódni vele, csak félmegoldás). DSLR-nél adott, hogy a képérzékelő színes. CMOS kameránál választanunk kell, hogy **monokróm vagy színes** rendszert szeretnénk. Színes rendszer esetén a színes kép egy expozícióval elkészül, monokróm kamera esetén három expozíció szükséges a három alapszínhez, plusz esetleg mégegy a részletes világosság információkhoz. Ehhez pedig színszűrők (és négyszer annyi idő), esetleg szűrőváltó kellenek. Ellenben a keskenysávú szűrős fotókhoz (Hα, OIII) ez a kamera az optimális, mert minden pixel minden hullámhosszon egyformán érzékeny. Megjegyzendő, hogy a színes kamerákhoz is gyártanak újabban keskenysávú, úgynevezett „dual narrow band" szűrőket, amikk kenysávú felvételek is készíthetőek (Hα és OIII egys



*CMOS asztrokamera*

Bárhogy is választunk, a későbbiekben meggondolhatjuk magunkat, illetve komolyabb eszközökre fogunk váltani (ez szinte törvényszerű), így **érdemes használt eszközöket beszerezni amiből tudunk**. Szinte íratlan szabály, hogy ezek a használt felszerelések az eredeti ár 55-65%-áért kelnek el, függetlenül attól, hogy hányadik tulajdonosok vagyunk, így ha vigyáztunk rájuk (tapasztalatom szerint az asztrofotósok nagy gonddal bánnak a holmijukkal), ugyanannyiért tudjuk

továbbadni a használtan vásárolt eszközt, mint amennyiért megvettük.

A használt távcsövet, mechanikát lehetőleg próbáljuk ki mielőtt kifizetjük: a mechanikát forgassuk körbe, ha motoros akkor azzal, figyeljük a hangját, a mozgatás egyenletességét és az esetleges kotyogásokat.

A távcsőben az optikai elemek épségét ellenőrizzük, karcokat keressünk. Előfordulhat, hogy az optikai elemeket tisztítani szükséges vásárlás után, persze kellő gondosság betartása mellett. Erre szép számmal vannak leírások az interneten. (Soha ne feledjük: a poros optika mindig jobb, mint a karcos!). Tükrös távcsőnél, ha már úgyis szétszedtük tükörtisztítás miatt, érdemes a tubus belsejét kibélelni öntapadós fekete velúrtapétával, hogy ezért ne kelljen mégegyszer szétszedni.

Ha fél év után nem untuk meg az asztrofotózást, és nem adtunk túl az egész felszerelésen, vagyis eléggé eltökéltek maradtunk, **érdemes szép lassan fejleszteni, tökéletesíteni eszközeinket:**

- nem árt ha van egy **utazó készletünk**, ha nem akarunk egy családi nyaralás alkalmával választani, hogy mi férünk be az autóba vagy a felszerelés (más opció nem szokott lenni). Egy kicsi apokr[illegible]ektív egy kamerával egy Star Adventurer mechanikán elfé[illegible] a család észre sem veszi, legfeljebb nem értik mitől olyan



*Star Adventurer mechanika*

- Ha fotózni szeretnénk, és nem csillagokról csillagokra ugrálva a célpontot keresgélni, miközben fotózásra rövid az éjszaka (asztrofotósnak az éjszaka mindig rövid, még decemberben is), akkor egy **goto mechanika** nagyon tud segíteni. Ha még lustábbak vagyunk léteznek úgynevezett **plate solving** rendszerek, ahol még betanítani sem kell a

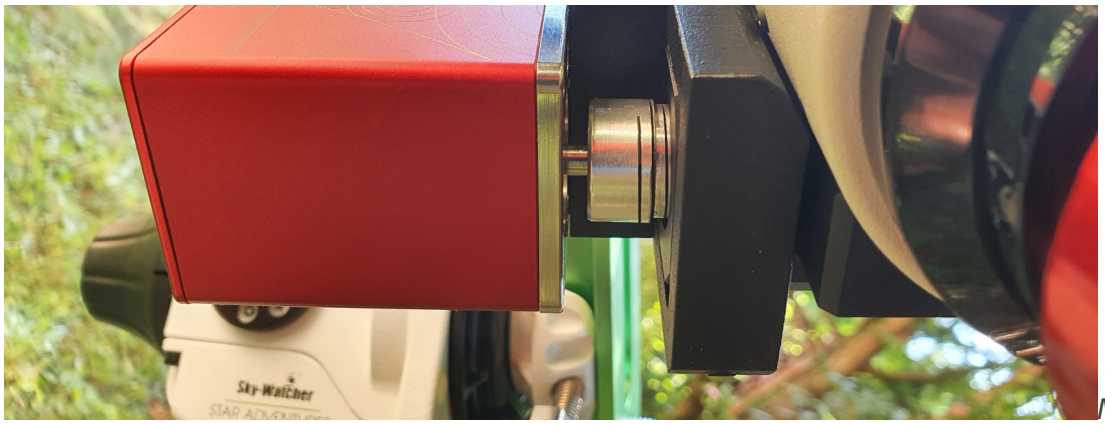
mechanikát csillagokra, hanem az elektronika egy képet készít a kamerával a látható égterületről, és egy adatbázis segítségével megállapítja merre áll a távcső és merre kell mozdulnia, hogy a kívánt objektumra álljon. Létezik **WIFI vezérlő** a goto mechanikákhoz, aminek az az előnye, hogy nem esünk keresztül a sötétben a kézivezérlő kábelén, és a telefonunk GPS-ének köszönhetően nem kell induláskor bepötyögni a kézivezérlőbe a földrajzi koordinátáinkat, illetve a pontos időt. Ezeket az adatokat a vezérlő mobiltelefon automatikusan átadja a programnak. A pontos pólusra állást, bármilyen lusták vagyunk, nem tudjuk megkerülni (kivéve, ha fixen telepített mechanikánk van az udvaron vagy a csillagdánkban). Ehhez is jó segítség valamilyen **polar finder applet** a mobilunkon, nem kell a számkerekeket tekergetni a pólustávcső nyakán.

- hosszabb expozíciók esetén mindenképp szükség lesz egy jó **vezető rendszerre**. Szerintem DSLR kamerához a „standalone” rendszerek illenek, a CMOS-hoz elvileg bármelyik ni fog egy laptop a fotózáshoz, egy vezetőkame gy standalone rendszernél.



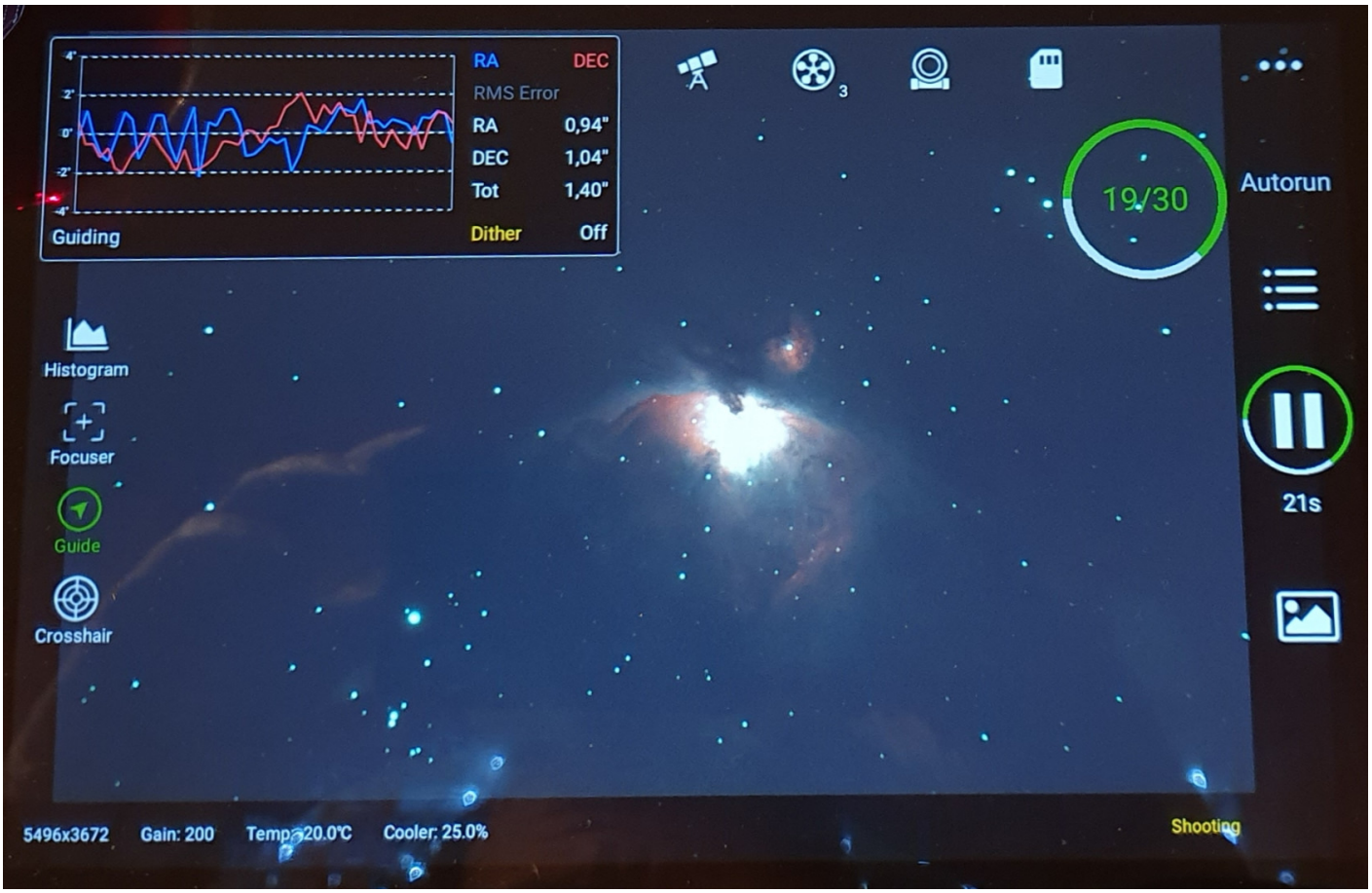
*Vezetőkamera, vezetőtávcső*

- **motoros fókuszírozó**: a legfontosabb kiegészítő ami megakadályozza, hogy őrületbe kergessük magunkat az élességállítással. Nagy nagyítású rendszer esetén (pl. bolygófotózás) kötelező darab. Ha kézzel tekergetjük a fókuszírozót a remegéstől nem látjuk mikor éles a kép és mikor nem.



*Motoros fókuszírozó*

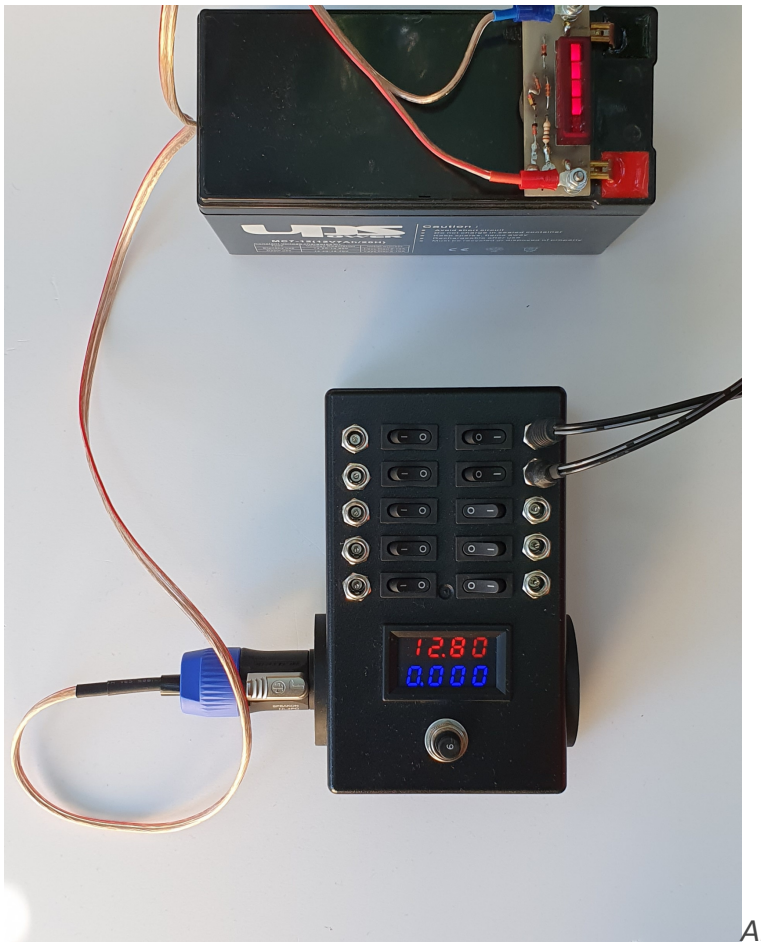
- A **CMOS kamera** szerintem mindenképp a fejlődés útja: hatékonyan hűthető mivel közvetlenül a képérzékelő lapkát hűtik benne, teljesen kontrollálható, nagy az érzékenysége, kicsi, kompakt, engem teljesen meggyőzött már az elejétől fogva. Naprendszert fotózni nem is lehet mással hatékonyan, csak egy nagyon gyors CMOS kamerával.
- ha nem szeretünk nyáron a szúnyogokkal harcolni, télen pedig átfagyni, akkor az **otthoni robottávcső** már kis befektetéssel elérhető álommá válhat: a CMOS kamerát, fókuszírozót, szűrőváltót, mechanika vezérlést összekötjük egy mikroszámítógéppel, és az egész rendszert WiFi-n keresztül vezéreljük a meleg szobából, vagy a dombtetőn sátorból, autóból, stb. Erre készen is kaphatóak megoldások (ASIAIR, STELLARMATE) de ha vannak ezirányú képességeink és ambícióink, magunk is összeállíthatunk egy ilyen rendszert egy Raspberry PI mikrogép segítségével (a 4-es verziót érdemes használni az USB 3.0 portok miatt, ami jót tesz a kamera adatátviteli sebességének. A régebbiek még csak USB 2.0–t tudtak). A vezérlés az ingyenes ASCOM/INDI platformokon, és némi LINUX ismerettel megoldható, de ez már software kategória. Én lustaságból ASIAIR-t használok teljes megelégedéssel, élvezem, hogy pólusra állok, és minden mást elintéz helyettem, megkeresi az objektumot, vezeti a távcsövet, elkészíti a kívánt fotókat programozva, de persze mindezt teljesen kontroll alatt tudom tartani távolról, látom az elkészült képet, látom ha bemozdult, ha baj van a rendszerrel (például beleakadt valamibe a távcső, meglökte a szél, stb.). A fotózás után még ki is kapcsolja a rendszert, ha elaludnék. (Sajnos összepakolni még nem tud, az mindig rám marad.... de például ha bütykölök még egy kicsit, akkor a sapkákat is képes lesz visszacsukni a távcsövek végére, ha elkészült a fotózással). A vezérlés egy lapos, könnyű tablettel megoldható a karosszékből, a laptopot elő sem kell venni.




*Vezérlés tabletről*

# A további kiegészítőkre:

- **Elektromos ellátó rendszer**: akkumulátor minél nagyobb annál jobb, de azért szállítható legyen, én egy 33 Ah-s zselés, kerekesszékbe való akkumulátort használok, ami egy éjszakát kibír még télen is. Itt is igaz a kompromisszum elve. Egy teherautó akkumulátor tuti tipp, biztos nem merül le, ha vannak serpáink, akik cipelik ☺.
- **Elektromos elosztóra** is léteznek már készen kapható megoldások, ha értünk hozzá, és magunk építjük, akkor biztos a mi igényeinkhez fog passzolni. Szinte minden 12 voltról működik, vagy 5 Voltos USB aljzatról. Ez utóbbi feszültség előállítása beleintegrálható az elosztóba, de kicsi modulokként is megépíthetőek, és pár darab elfér a kacatos táskában, ha szükség lenne rájuk.



*Akkumulátor és elektromos elosztó*

- **Bahtinov maszk** a pontos élességállításhoz elengedhetetlen, szintén megvásárolható a távcső méretére való impozáns darab, vagy akár otthon is elkészíthető: kartonból vagy műanyag lapból szikével kivágható. Vannak a neten 3D design file-ok nyomtatóhoz, ha azzal szeretnénk készíteni egyet.



*Bahtinov maszk*

- Flatkép bárhol, bármikor = **flatbox**. Szintén beszerezhető, de ha magunk barkácsolunk egye is a mienk. (ami



*Flatbox*

- **Harmatsapka** is szükséges, hogy kevésbé párásodjon be a távcsövünk éjjel, amikor leszáll a harmat. Némi fekete velúrtapéta, és egy vékony műanyag lemez (klöckner (PVC) vagy PET-G fólia) a távcső méretére összetekerve, zsineggel összekötözve és a sütőben 70-80 fokra felmelegítve majd lehűtve pár perc alatt elkészíthető. (Vigyázat! A vastagabb klöckner fólia szobahőmérsékleten elég rideg, könnyen sok kis apró fólia darabot tudunk tekerni belőle egy túl erős mozdulattal.)

# Kiss Péter: Csíkhúzós fotók - a legegyszerűbben készíthető éjszakai képek

## Mire van szükségünk?

### Fényképezőgép

Nem szükséges, hogy B időt tudjon a fényképezőgépünk, de előny (több a lehetőségünk, ha perceket is tudunk exponálni).



*A fényképezőgép saját akkujával - külső táp nélkül - készült felvétel. 46 x 5 perc, f/5.6, ISO 800, Canon EOS 450D, 10mm. Ágasvár, Mátra, 2013. Természetesen nem csak a csillagok, hanem az előtérben sürgölődő amatőrcsillagászok halvány lámái is nyomot hagynak a képeken. Kiss Péter*

## Állvány

A legegyszerűbb állvány, vagy akár egy fatuskó is megteszi. A lényeg, hogy órákon át ne mozduljon el a fényképezőgép.



*Példa a fényes csillagokra (sok rövid expozíció, nyitott blendével, nagy érzékenységgel). 303 x 30 másodperc, f/1.8, 35mm, ISO 1600, Canon EOS 450D. Weltevrede, Namíbia, 2012. A kép igen sötét, fényszennyezésmentes égen készült. Kiss Péter*

## Stabil táp

Az igazán látványos csíkhúzós felvételek jellemzően több órát felölelnek, mialatt a fényképezőgép gyakorlatilag folyamatosan exponál, így kulcsfontosságú a biztos tápellátás. A fényképezőgépek gyári akkuja jellemzően nem bír többet néhány óránál vagy néhány 1000 expozíciónál. Már ennyivel is szép felvételeket készíthetünk, de ha túl szeretnénk lépni ezen a korláton, akkor vagy be kell szerezni egy külső tápegységet, vagy csinálnunk kell otthon egyet. Utóbbi sem egy vészes feladat - minimális elektronikai gyakorlattal kivitelezhető.

## Önkioldó

Kényelmes megoldás, ha rendelkezünk programozható önkioldóval, de nem feltétlenül szükséges. A legegyszerűbb önkioldóval is folyamatos exponálásra tudunk bírni egy olyan fényképezőgépet is, ami csak max. 30 másodperces záridőt enged: állítsuk a fényképezőgépet manuális módba, 30 másodperces záridővel, egyszeri expozíció üzemmódba, majd rögzítsük az önkioldót (mintha folyamatosan nyomnánk az exponáló gombot). A gép jó esetben egymás után fogja készíteni a 30 másodperces expozíciókat. Korlátot az elkészült kép kiolvasása, feldolgozása és memóriakártyára mentése jelenthet. Ennyi idő kiesik két expozíció között. Programozható önkioldóval érdemes 1 másodperc szünetet beállítani az expozíciók között az előbbiek miatt.

## Elég nagy memóriakártya

Ha csak 30 másodperces felvételeket tudunk csinálni, akkor gyorsan fognak gyűlni a képek a kártyán - érdemes erre is gondolni. Több perces expozíciókkal ez jellemzően nem jelent problémát.

## Objektív

Csíkhúzós képeket rendszerint széleslátószögű- és halszem-objektívekkel készítenek. A halszem-objektív körként képezi le a csillagok látszó útját az égen (és a horizontot is körré torzítja), míg a legtöbb széleslátószögű objektív jellemzően eltorzítja a csillagíveket (de esetleg megőrzi egyenesként a főköröket, mint például a horizontot). Érdemes lehet hosszabb fókuszú objektíveket is kipróbálni - kísérletezzünk!

Az objektívek (maximális) fényereje jellemzően nem olyan kritikus paraméter. Fontosabb talán a minőség. Véleményem szerint akár a legegyszerűbb objektívekkel is nagyon látványos felvételek készíthetők.

## Arra érdemes téma

Olyan helyről, ahol alig látszanak a csillagok a fényszennyezés miatt, csíkhúzós felvételt sem fogunk tudni készíteni. Tehát jó sötét helyre érdemes mennünk. Nem baj, ha az előtérben is van valamilyen téma. A lehetőségek száma végtelen - kísérletezzünk!

Előnyt jelent, ha ismerjük az égboltot, és meg tudjuk mondani, hogy melyik pont körül fordul el látszólag az ég (melyik a Sarkcsillag). Egészen más íveket kapunk kelet felé fotózva, mint északon. Illetve az is tud segíteni, ha tudjuk, hogy milyen csillagképek fognak felkelni 1-2 óra múlva, és ezek fényes csillagai nagyjából hol fognak nyomot hagyni a képen.

# Elmélet



*Észak felé néző, egész éjszakás csíkhúzós. 101 x 5 perc, f/6.3, ISO 1600, 10mm, Canon EOS 450D. Ágasvár, Mátra, 2014. A képen jól látszik a Sarkcsillag (Polaris) a körök középpontja mellet. Illetve az objektív torzítása is szembetűnő. Kiss Péter*

A Föld egy nap alatt körbefordul a tengelye körül, ezért innen nézve az égbolt egy nap alatt körbefordul a földi pólus égre vetített helye körül (nagyjából a Sarkcsillag mellett). Azt gondolhatnánk, hogyha kirakunk egy fényképezőgépet éjszaka a csillagos ég alá és készítünk egy darab, mondjuk 5 óra hosszú expozíciót, akkor majd szépen csíkokat / köröket hagynak rajta a csillagok. Az expozíciónk valószínűleg teljesen beégne, vagy ha olyan paraméterekkel fotózunk (blende + érzékenység), akkor nem égne be, de alig látszanának rajta csillagok. A probléma abból adódik, hogy két eltérően viselkedő dolgot fotózunk egyszerre:

## 1. Előtér + égi háttér

Az égi háttér jellemzően a fényszennyezésből adódik. Ezek az elemek fixek - mozdulatlanok, ezért pont úgy viselkednek a fényképezés szempontjából, mint ahogy nappal megszoktuk: ha nagyobb ISO érzékenységgel fotózunk (és a blendét és a záridőt nem változtatjuk), akkor fényesebb lesz a kép. Ugyanígy, ha nyitunk a blendén, vagy hosszabban exponálunk (de a másik két paramétert nem bántjuk), akkor fényesebb lesz a kép.

## 2. Csillagok

A csillagok elmozdulnak a képen (már széleslátószögű objektívet használva 10-20 másodperc alatt is), vagyis a csillagok fénye nem mindig ugyanarra a pixelre esik. Pontosabban csak az objektív fókuszától függ, hogy egy adott csillag fénye mennyi ideig esik egy adott pixelre. Tehát a záridőtől egyáltalán nem függ. Vagyis hiába növeljük meg a záridőt pl. 30 másodpercről 1 percre, a csillagaink (csíkjaink) egyáltalán nem lesznek fényesebbek! Az előző példában csak azt érjük el, hogy 2x hosszabbak lesznek a csillagok csíkjai és 2x világosabb lesz az előtér illetve az égi háttér. A blendén illetve az érzékenységen állítva viszont a csillagok fényességét is tudjuk szabályozni. Hiszen ezekkel rendre az érzékelőre eső fény mennyiségét, és a kiolvasásnál az erősítést tudjuk állítani.

Ez a jelenség korlátnak tűnhet, pedig nem az. Kiváló lehetőséget kapuk, hogy szabályozzuk a csillagok fényességét az előtérhez / égi háttérhez képest. Ha sok rövid expozíciót készítünk (nagy érzékenység, nyitott blende), akkor nagyon fényes csillagokat tudunk elérni (sok, fényes, sűrűn elhelyezkedő csík). Ha kevesebb hosszabb expozíciót készítünk (kisebb érzékenység, jobban lerekeszelve), akkor ugyanolyan fényes előtér + égi háttér mellett halványabb csillagokat kapunk (ritkásabb, halványabb csíkok). Adott égi háttér (fényszennyezés) mellett ki lehet kísérletezni, hogy milyen beállítások adják a legesztétikusabb képet.

Az, hogy egyik esetben egy-egy képkockán rövidebbek vagy hosszabbak a csíkok, a végleges kép szempontjából gyakorlatilag lényegtelen. Az egyes képkockákat képfeldolgozással utólag összefűzve szinte minden esetben folytonos csíkokat tudunk kapni.

# Feldolgozás

Szükségünk lesz egy programra, amelyik összefűzi a felvételeinket egy képpé. Erre a feladatra elérhető ingyenes program is. Az "összefűzés" nem átlagolást jelent, hiszen azzal az újabb képkockákat hozzáadva elhalványodnának a csíkjaink. Az algoritmus két képet egymásra helyezve

minden pixelnél a fényesebb értéket őrzi meg (a photoshop "lighten" módjához hasonlóan).

A nagy érzékenység és a hosszú expozíciók miatt a képkockáinkon jellemzően elég sok zaj is lesz, amit sötétkép(ek) utólagos vagy előzetes készítésével és utólagos levonásával tudunk korrigálni. Ne állítsuk be a fényképezőgépen a sötétkép (dark) korrekciót, mert akkor a gép minden egyes expozíció után csinál egy sötétképet, és a csillagok nem csíkokat, hanem szaggatott vonalakat fognak hagyni.

A színeket (fehéregyensúly) és a fényeket (görbék) utólag tudjuk módosítani valamilyen képfeldolgozó programmal.

Ha rövid expozíciókat készítettünk, akkor akár (timelapse) videóvá is érdemes lehet összefűzni a képeinket.

# A fotózás menete

Miután éjszaka fotózunk, vagy szükségünk van valamilyen halvány fényű lámpára (jellemzően egy halvány piros fényű fejlámpára), vagy nagyon kell ismernünk a fényképezőgép gombjait. Ha kiszemeltük a helyet, ahonnan várhatóan látványos képet készítünk majd, és összeraktuk az állványt, gépet, tápot, önkioldót, akkor állítsuk teljesen manuális módba a gépet: manuális fókusz, manuális blende + záridő, egy felvételes üzemmód. Még a komponálás előtt állítsuk be az élességet. Ezt legegyszerűbben az élőkép üzemmódot használva tehetjük meg a legfényesebb csillagon vagy bolygón. Ha ez megvan, már ne érjünk a fókuszhoz (akár le is lehet ragasztani egy szigetelőszalaggal).



*Egész éjszakás csíkhúzós kelet felé. 64 x 8 perc, f/7.1, ISO 1600, 10mm, Canon EOS 450D. Emberger Alm, Alpok, Ausztria, 2014. Balra fent a csíkok azért szaggatottak, mert a hegyekhez tapadt felhők egész éjszaka jöttek-mentek. A csillagokra merőleges csíkot a Nemzetközi Űrállomás (ISS) hagyta. Kiss Péter*

Mielőtt elindítjuk a teljes éjszakás expozíció-sorozatot, érdemes egy-két próbaképet készíteni. Ellenőrizni tudjuk a kompozíciót, hogy nem lesz-e nagyon sötét / nagyon világos az égi háttér, látszanak-e csíkok, éles-e a kép, stb. Elindítás után már ne világítsunk bele közelről az objektívbe, mert ha el kell dobni egy képkockát, akkor foghíjasak lesznek a csillagíveink. Érdemes azért néha visszanézni, mert be tud párásodni az objektív (tegyük fel előtte a fényellenzőt, ami egy kicsit talán harmatsapkaként is tud működni). Vagy az akkumulátor is le tud merülni, vagy a róka elrágja a tápkábelt (megtörtént eset),...

Gyakorlatilag nulla asztrofotós felszereléssel is érdemes kimenni az ég alá, és ha mást nem, egy-két csíkhúzós felvételt készíteni. Sok örömet tud okozni, sokat tanulhatunk a felszerelésről és az égről, és ha épp nem egyedül vagyunk, értékes időt tölthetünk közös szenvedélyünkkel megfertőzött barátainkkal.

# Tóth Bence: Profi asztrofotós felszerelés választása kezdőként

Ez az írás azoknak a kezdők asztrofotósoknak készült, akik korábbról komolyabb fotós (például természetfotós) tapasztalatokkal rendelkeznek, és már előzetesen határozott elképzelésük van arról, milyen szinten szeretnének belevágni az asztrofotózásba, legfőképpen a mélyég-fotózásba. (a szerk.)

## Asztrofotós felszerelés kiválasztása

Először azt érdemes tisztázni magunkban hogy milyen jellegű asztrofotókat szeretnénk készíteni. Teljesen más felszerelés szükséges az asztrotájképekhez, a nagylátószögű Tejút-fotókhoz, a Hold vagy bolygófotózáshoz illetve a mély-ég felvételek készítéséhez.

**Jó kiindulási pont lehet az akár hazai, akár nemzetközi asztrofotós galériák böngészése. Ezt az előzetes tájékozódást mindenféleképpen meg kell ejteni a vásárlás előtt, különben rossz koncepcionális döntésekből nehézségek fognak adódni!**

A rengeteg különböző műfajban készült fényképet nézve el tudjuk dönteni milyen iránnyal tudunk azonosulni, mi az ami igazán lázba hoz. A galériákban látott felszerelésekre, a fórumokon olvasott problémákra kell felkészülni. Ezek közül jópárat alább is részletezünk.

### Mély-ég fotózás

Ha eldöntöttük magunkban merre szeretnénk elindulni, először a távcsövet érdemes kiválasztani. Nagy általánosságban kétféle távcső közül választhatunk: a képalkotó eszköz vagy lencséket vagy tükröket tartalmaz. Mindkét rendszernek vannak előnyei és hátrányai: a lencsés távcsöveknek nincs központi kitakarásuk, így nagyobb kontrasztot tudunk elérni velük, viszont mivel fénytörő elemek vannak benne, hajlamosak színi hibákra. A tükrös távcsövek felépítésükből adódóan központi kitakarással rendelkeznek, melyek rontják a kontrasztot, valamint csökkentik a hasznos fénygyűjtő felületet. Azonban bizonyos méret felett sokkal olcsóbb pontos tükröt mint lencsét gyártani, így nem véletlenül a nagyobb távcsövek (20cm és afelett) szinte kizárólag tükrös felépítésűek.

### Halvány objektumok fotózása

Halvány objektumok fotózásához fényerős távcsövet érdemes választani – vagyis a képalkotó eszköz fókusztávolságának és átmérőjének aránya minél kisebb legyen. Minél kisebb ez az arány, adott idő alatt annál több jel érkezik a fényképezőgép szenzorára, vagy a másik irányból nézve adott jel/zaj arány eléréséhez annál kevesebb expozíciós idő szükséges.

Hogy adott objektumokat milyen fókusztávolsággal érdemes fotózni, szintén jó támpontot adnak az asztrofotós galériák – itt láthatjuk milyen távcsővel (fókusz, fényerő) és szenzorral milyen látómezőt kapunk, és milyen praktikus felbontást, jel/zaj arányt tudunk elérni. Ezeket végiggondolva és mérlegelve én végül egy igen elterjedt 20cm-es, 800mm fókusztávolságú Newton rendszerű távcsövet választottam mikor elkezdtem a mély-ég fotózást.

Az egyik ideális felszerelés a mélyégfotózásban való elmerüléshez Tóth Bence 200/800-as rendszere.


Sky-Watcher
QUATTRO 200P

# A 200/800 előnyei és nehézségei

Ez a méret még bőven a hordozható kategória: befér még egy kisebb autóba is, egyedül fel lehet állítani, jusztírozni. A 20cm-es átmérő f/4-es fényerővel párosulva már jól használható halvány objektumok fotózására is. Minél fényerősebb egy távcső annál érzékenyebb lesz a precíz beállításra, így erre itt már nagyon oda kell figyelni, de még mindig jobban kézben tartható mint mondjuk egy f/2.8-as rendszer. Emiatt gyakran nem javasolják a kezdőknek a tükrös távcsöveket – azonban ha terveink között szerepel végül egy ilyen rendszer használata előbb-utóbb úgyis meg kell tanulni ezeket a lépéseket és ha van egy kis műszaki érzékünk ez könnyen elsajátítható.

## A fényképezőgép

Fényképezőgépnek használhatunk DSLR-t vagy valamilyen dedikált asztrofotós kamerát. Kezdőként érdemes színes kamerát használni, mert ott a feldolgozás, valamint a képek elkészítése is egyszerűbb. Azonban azt érdemes tudni, hogy a fekete-fehér kamerák érzékenyebbek és jobb a felbontásuk (a Bayer-szűrő hiánya miatt), azonban egyéb kiegészítők is szükségesek ha színes képeket szeretnénk készíteni, valamint a feldolgozás is több munkát igényel.

## A mechanika

Az asztrofotós felszerelés másik kritikus eleme a távcsövet mozgató mechanika. Érdemes jól átgondolni milyet válasszunk, mert egy jó mechanika sok-sok évig kiszolgálhat minket. Teherbírás szempontjából jó a választott távcső fölé lőni, egyrészt azért mert könnyebben, stabilabban tudja mozgatni a távcsövet (pontosabb lesz a vezetés, hosszabb expókat tudunk készíteni), nem utolsósorban pedig ha később bővül az eszközparkunk, nagyobb (nehezebb) távcsöveket is tudunk használni vele, nem kell másikat vásárolni. A fentebb említett 200/800-as távcsőhöz érdemes valamelyik EQ6 (vagy ahhoz hasonló paraméterekkel rendelkező) mechanikát választani.

# A fejlesztés lehetősége

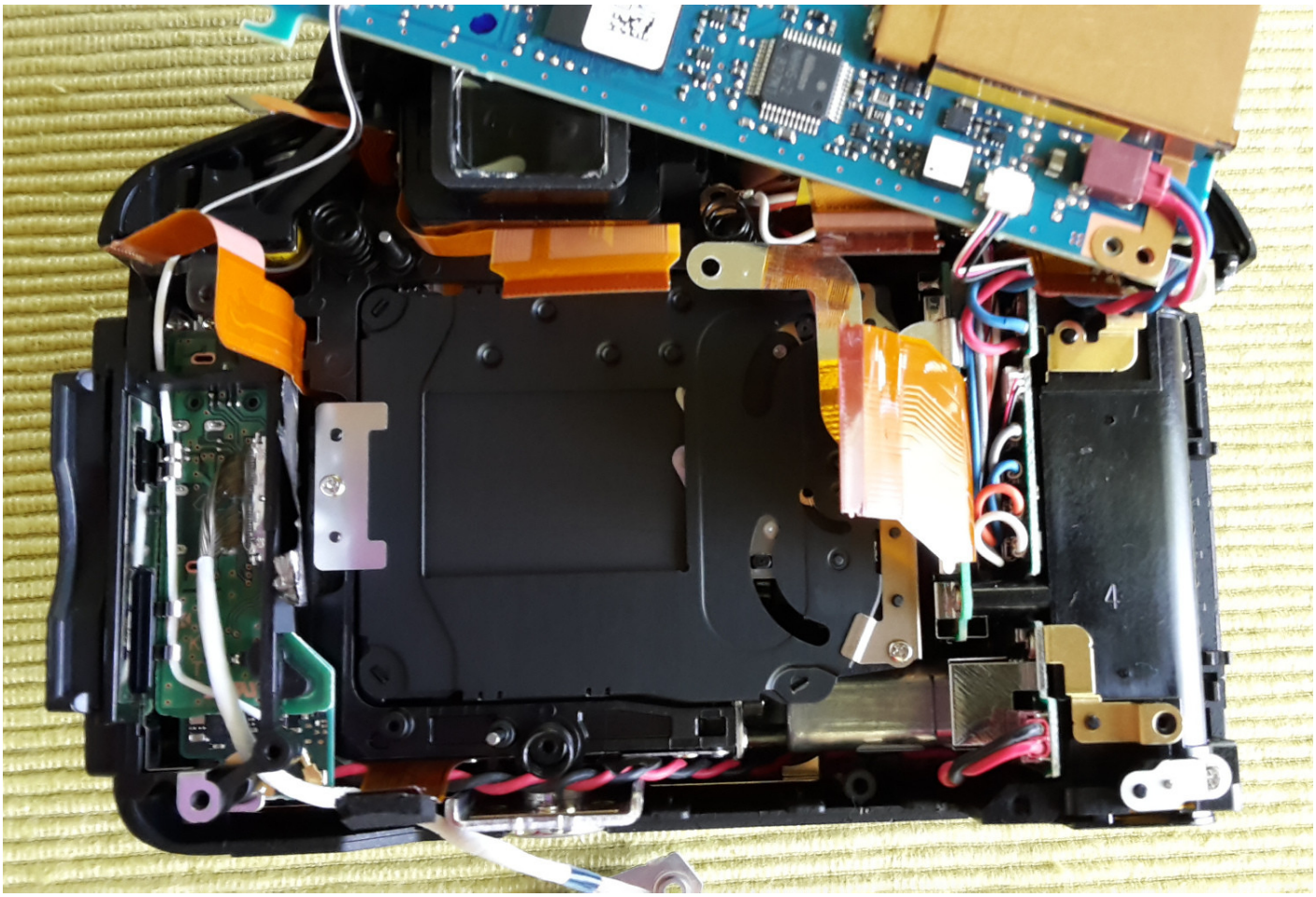
A kezdő távcsővásárlók egyik lapvető problémája, hogy vagy rosszul vagy aláválasztanak. A rosszul választást az 1., 2. bekezdésben leírtak szerint lehet ügyesen elkerülni. Az aláválasztással, a túlságos óvatossággal vásárolt, kisebb rendszerek esetében pedig az a gond, hogy nagyon hamar kinövi az asztrofotós a saját felszerelését, újabb nagyobb mechanikára és optikára pedig drága beruházni. A 200/800-as rendszer + EQ6 szintű mechanikának az az előnye, hogy nehéz kinőni, viszont egyszerű fejleszteni, és a rendszerünk drága fő elemeket nem kell eldobnunk.

## Gépváz átalakítása

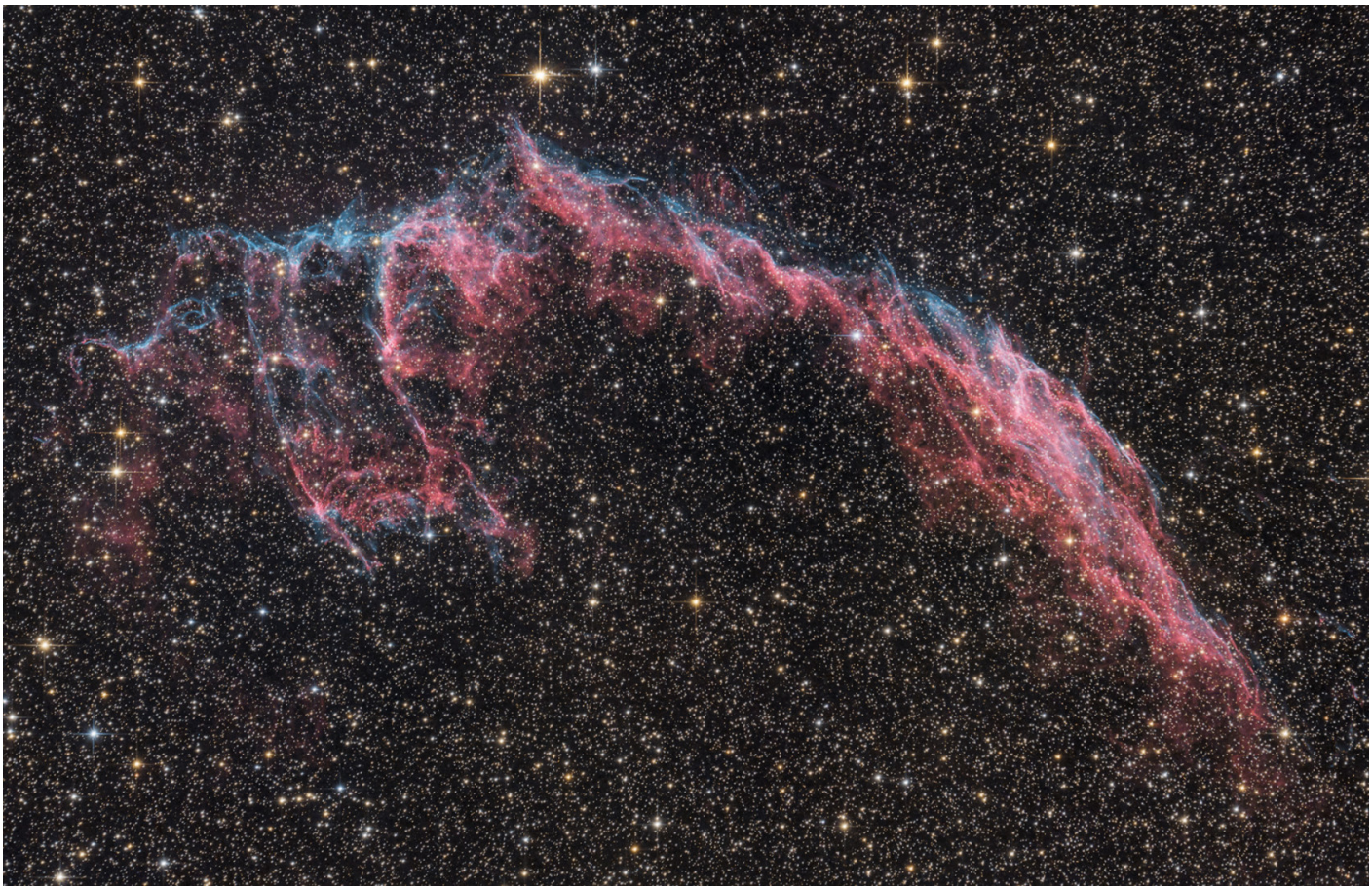
Egy EQ6 szintű mechanika finomhangolható, adott esetben upgrade-elhető, teherbírása masszívan elegendő egy ekkora távcsőhöz. A 20 cm-es rendszer pedig jól ki tud szolgálni 2" kihuzattal, korrektorral APS-c formátumú DSLR-t, ahol a fejlesztés első lépése lehet a gépváz átalakítása, ezzel a hidrogén-alfa, azaz az ionizált gázfelhők jellegzetes sugárzására érzékenyebbé tétele. Ehhez a művelethez nagy tapasztalattal kell rendelkeznünk, vagy meg kell kérnünk egy tapasztalat

asztrofotós kollégát az elvégzéséhez. Az eredmény viszont lenyűgöző lesz vörös ködösségek fotózásakor.

A Nikon belseje az IR blokkszűrő eltávolítása-kori szétszedés alkalmával:



A Fátyol-köd az átalakított Nikon D5300 vázzal:



## A tubus Upgrade-je

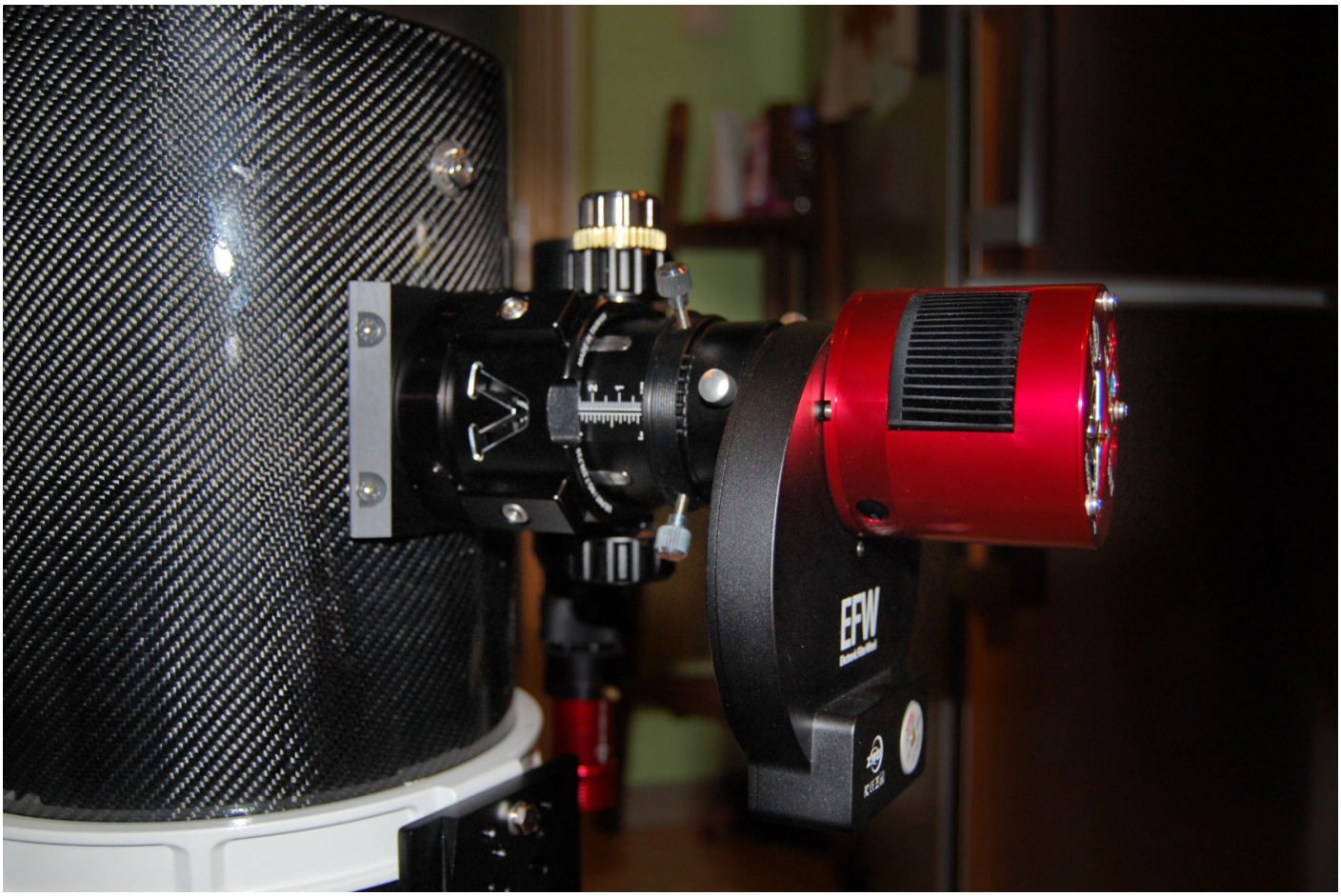
Ha elégedetlenek vagyunk az olcsó gyári acél lemez tubussal, mert hőtágul, illetve kókad, - ami azt jelenti hogy fotózás közben alakváltozik, és emiatt bemozdul a felvétel-, akkor a gyári optikák megtartásával fejleszthető a rendszer karbon tubussá is. Ezt sajnos gyárilag nem lehet venni, hanem készíttetni kell, de asztrofotós körökben érdeklődve meg lehet tudni, kivel kell ilyet csináltatni. Az ilyen tubus lényegesen merevebb, mint a gyári acél, sőt könnyebb is, nem hőtágul, szinte csak előnye van.

Az utólag beépített üres karbon tubus



## CCD vagy CMOS kamera beszerzése

Ha ez sem elég, hiszen már évek óta gyúrjuk a mélyég fotózást, kellő tapasztalatot gyűjtöttünk, és nagyot lépnénk, akkor sem kell eldobnunk a 200/800-as rendszerünket, hanem elég az érzékelőt fejleszteni DSLR kameráról egy fekete fehér CMOS, vagy CCD kamerára. Az ilyen fejlett céleszközök többszörös kvantumhatásfokkal, rendkívül alacsony kiolvasási zajjal, és felépítésükből adódóan nagyobb felbontást adnak adott pixelméret mellett. Itt a használat komoly tudást és türelmet igényel már. Középtávon egyértelműen megtérül egy ilyen befektetés, kevesebb idő alatt jobb minőségű nyersanyagot lehet elkészíteni, és a keskenysávú szűrők használata is lehetővé válik.




A szerző, Tóth Bence a 2020-ban a nemzetközi világverseny, az Insigth Astronomy Photographer of the Year pályázat Best Newcomer (legjobb újonc) kategóriának a győztese (a szerk.).