

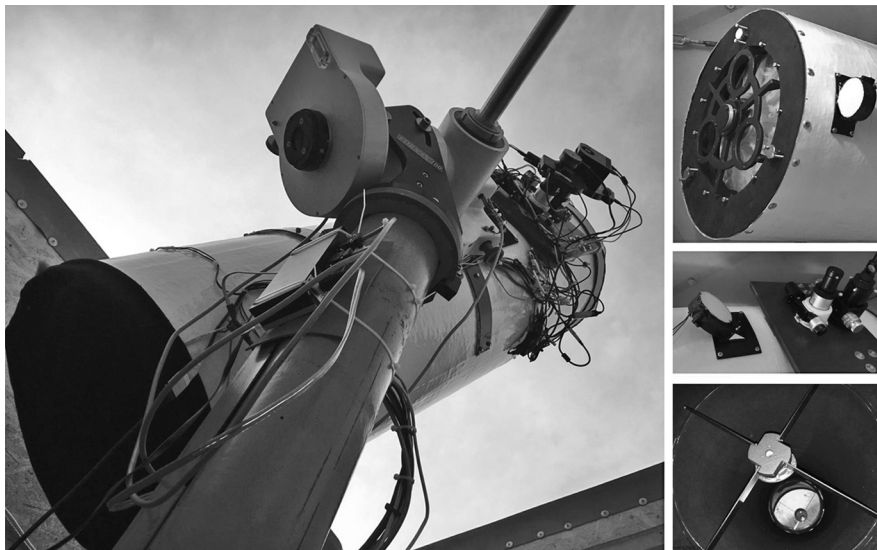
# Új asztrográf született

2010 óta fürkészem az éjszakai eget. Első távcsövem egy 130/900-as Newton-teleszkóp volt. Elég gyorsan, már két hónap után elkaptam az átmérőláz: 150 mm-es, majd 250 mm-es, végül 300 mm-es tükrőrátmérőjű távcsövekre váltottam. Mivel alapvetően az asztrofotózás felé kanyarodtam el, fontos volt a fényerős műszer. A 300 mm-es,  $f/4$ -es műszerekből összeállított hármas távcsövet viszonylag sokáig használtam. Ezzel párhuzamosan folyamatosan nézegettem már a nagyobb tükröket, és biztosan tudtam azt, hogy előbb-utóbb az én csillagdámban is egy igazi nagy távcső-szörnyeteg fog állni. Az elkészített fotókkal mindig is folyamatosan az egyre jobb felbontást kerestem: egyre mélyebben és egyre részletesebben vágytam megörökíteni az égi objektumokat. 2015 elején felfedeztem az egyszerű, fényképezőgép-objektívvel történő fotózásban rejlő lehetőségeket is, így még év közepéig a nagy álom mellett ezzel nyugtattam kíváncsiságomat. Elérkezett viszont az év vége, a „kis galaxisos” időszak, amelyet az asztrofotósok igen jól ismernek. Ilyenkor kellene csak igazán a hosszú fókusz, jó fényerő mellett, ami egyet jelent a nagy tükrőrátmérővel. Karácsony környékén már folyamatosan motoszkált fejemben a régi vágy: nagyobb távcsövet kell építenem. Szétnéztem a fellelhető tükrök között, majd némi mérlegelés után egy komplett Sky-Watcher Dobson-távcsövet vásároltam meg, kizárólag a 458/1900-as tükrő kedvéért. Ugyanis az ekkora átmérőjű tükrő és a hozzá tartozó segédtükrő önmagában sem sokkal olcsóbb a teljes távcsőnél, nem utolsósorban pedig egy ilyen műszer volt is raktáron az egyik hazai távcsőforgalmazónál. Karácsony után már mehettem is a dobozokért, amiknek nagyon örültem. Egyetlen dolog motoszkált a fejemben: most már nincs mese, meg kell építeni a műszert, lehetőleg minél gyorsabban. 300/1200 Newton-távcsövet már építettem, így a dolog nem volt teljesen ismeretlen.

Először is vegyük sorra a fotózásra szánt távcsővel szemben támasztott minimális követelményeimet.

**Szilárdság, mechanikai kivitel.** Minél ritkábban kell kollimálni a távcsövet, annál jobb. A tükröket a tükrőtartók tartásuk pontosan, szilárdan a beállított helyzetben. Az egész szerkezet legyen mindenféle deformációtól mentes. Bár a távcsöveket csillagdámban használok, így a jusztirozás nem tűnhet túl gyakori problémának, számomra a kollimáció sűrűsége egyenlő az optikák egyébként nem túl gyakori tisztításának számával. A tükröket általában évente egyszer szoktam tisztítani. Tavasszal érkeznek a különféle virágpороk, a nyárfa ilyenkor jól ismert szálló szárai, amelyek rögvest utat találnak a tükrő felületére. Amikor aztán ősszel az összegyűjtött porból, szöszökből, apró bogarakból álló réteg a párásabb levegőben vizet szív magába, ez már komoly torzítást ad az optikai rendszernek. Célszerű így a téli, derültség szempontjából amúgy sem túl jó időszakban kis időt szakítani a karbantartásra.

**Optikai tulajdonságok.** Talán a legbosszantóbb dolog a távcső fókuszának változása az éjszaka folyamán változó hőmérséklettel párhuzamosan. A tükrök vagy lencsék hűlnek, a fókuszpont elvándorol, meg kell szakítani a fotózást, újra fókuszálni. Ezt az alkalmazott anyagok gondos megválasztásával lehet elkerülni. Például az általánosan használt alumíniumnál még a rétegelt lemez hőtágulása is kisebb, szilárdsága pedig – megfelelő keresztmetszetekkel – kiváló. Távcsőépítésnél, a kiegészítő szerkezetek esetén kedvenc anyagom a nyírből készült vízálló, kültéri rétegelt lemez. Kiváló például a tükrőtartók rögzítőszerkezeteihez. Még ennél is fontosabb a távcsőtubus anyagának megválasztása: minimális hőtágulású, de rendkívül jó szilárdságú anyagra van szükség: jól beváltak a különféle karbon-kompozit anyagok. Természetesen maga a tükrő anyaga is rendkívül lénye-



Az új, nagy teljesítményű asztrográf érdekesebb műszaki megoldásai

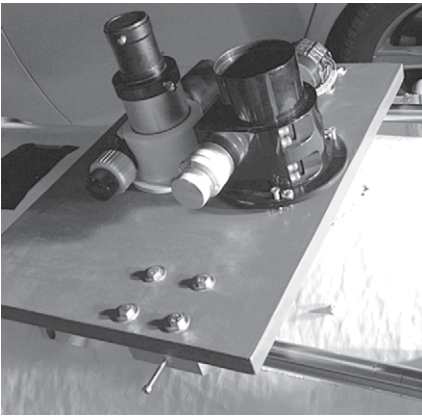
ges. 300 mm-es távcsöveimben BK7 és Pyrex anyagú főtükrök voltak. Tapasztalataim alapján a BK7-es tükör nehezebben, lassabban „áll be”, mint a Pyrex. Természetesen a Pyrexen kívül még számos kiváló üvegyanyag létezik (Quartz, Zerodur stb.), ezek azonban árak miatt elérhetetlenek. Véleményem szerint ugyan megfizethetjük a legjobb minőségű anyagok magas árát, de megfelelő és átgondolt kiegészítőkkal BK7 üvegből is lehet remek távcsövet készíteni. Ehhez a legfontosabb a környezeti hőmérséklet gyors átvétele, amelyhez az ezt akadályozó légtömegeket is meg kell mozgatni. Számomra ez a gyors hőmérséklet-kiegyenlítés körülbelül fél órát jelent. Ennek megvalósításához a tükör körüli légtömegek hatékony mozgatása mellett alapvető meghatározó tényező a tükör vastagsága. Az üveg igen nehezen, lassan adja le a hőt, ami a vastagság növekedésével tovább lassul. Ventilátoros hűtés közben két legyet ütünk egy csapásra: egyrészt a tükörnél a folyamat gyorsul, másrészt a távcsőben lévő belső hőmérséklet-gradiensektől is gyorsabban szabadulunk meg. Egy defokuszált képen kiválóan megfigyelhető a főtükör előtt áramló, hömpölygő melegebb levegő. Ez az,

amit a kiváló képalkotás érdekében minél előbb el kell távolítani a tubusból.

**Kamera és kiegészítői.** Bármilyen célpont-ról legyen is szó, a kamera esetében alapvető fontosságú a minél magasabb kvantumhatásfok, valamint a célpontokhoz ideális pixelfelbontás. Még ha kameránk igen jó hatásfokú is, ha az ideálishoz képest alacsonyabb pixelfelbontású, „túlmintavételezett” (oversampled) lesz a kapott kép, amely mélységben, részletekben is gyenge eredményt ad majd. Ugyanakkor még ha gyengébb (pl. 30–40%) kvantumhatásfokú, de ideális vagy annál is jobb pixelfelbontású kameránk van, igen szép, mély és részletes képeket kapunk. Mélyég-fotózás, hosszú expozíciók esetében, átlagos minőségű égnél a 1–1,5"/pixel felbontás megfelelő. Hold-, Nap- és bolygófotózásnál, nagyon rövid záridőknél akár 0,2"/pixel alatti felbontás is szép eredményhez vezet. Jó pár kamerával dolgoztam már, és nem kétséges, hogy a megfelelő kamera legalább olyan fontos a jó végeredményhez, mint az adott távcső optikai minősége.

Térjünk vissza ezek után a NAGY távcső megépítéséhez, melynek egyik avatóképe lett az M51 galaxist bemutató fotó. A fenti elvá-

rásoknak megfelelően a tervezés szakaszában igyekeztem minden problémára megoldást találni, minden elképzelhető felhasználási célra megépíteni a kiegészítőket. A tükrök egy speciális epoxi-karbon kompozit csőbe kerültek. A cső rétegtrendjét a vele szemben támasztott mechanikai tulajdonságoknak megfelelően alakítottam ki, ún. parabeam maganyagú szendvicsszerkezet lett. A cső belső átmérője 540 mm, hossza 1700 mm, vastagsága átlagosan 6 mm, tömege kb. 8 kg. A parabeam szerkezetnek, és a különféle rétegeknek köszönhetően a félméteres átmérő mellett is nagyon masszív, erős lett.



A két fókuszírózó (bővebben I. a szövegben)

A Sky-Watcher a 458-as főtükrét már újfajta felfogatással gyártotta. A tükrök könnyített, bordás üvegkorongból készült, középen egy jókora menetes csonkkal, ami a korong közepébe van ragasztva. Ez nagyon jó megoldás: nincsenek leszorító karmok, nincs alátámasztás, a tükröt egyedül ezen a csonkon keresztül fogatjuk fel egy alkalmas tartóba. A bordás szerkezetnek köszönhetően a kihülés ideje jelentősen csökken: a tükrök a szélén kb. csak 10 mm vastag, a bordák is megfelelően mélyek. A gyári 120 mm-es kistengelyű segédtükrök is hasonló rácsos, bordás üveg, ráadásul a gyári tükrőtartó a manapság joggal kedvelt, csavarodásmentes felfogatású. A főtükrőnél felhasználtam a gyári tartó öntött alumíniumkorongját, ezt egy rétegelt-

lemez-tárcsán keresztül rögzítettem a cső hátuljában. A segédtükrőtartó lábait 3 mm-es acéllemezekre cseréltem. Mindezekkel mind főtükrök, mind a segédtükrök rögzítése igen stabil, így biztos vagyok benne, hogy ezek miatt nem lesz szükség újrajusztírozásra.

Sokat gondolkoztam a műszer alkalmasság tételén többféle okulároldali kiegészítővel, kamerával való használatra. Az elsődleges mélyéges célpontok elérése mellett cél volt gyorsan és pontosan, további optikai beállítások nélkül a gyors CMOS kamerára váltani a rendszert, amely így Nap-, Hold- és bolygófotózásra is alkalmas. A (több) segédtükrök elvárt pontosságú cseréje, forgathatósága csak igen nehezen megvalósítható. Kényelmi szempontból pedig a kamerák, a szűrőváltó, különféle kábelek csereberélése sem jöhetett szóba. A megoldás: két, külön-külön justírozható fókuszírózóval ellátott platform, amelyet a tubus oldalán mozgatva hol az egyik, hogy a másik fókuszírózóba jut a segédtükrőről visszaverődő fény.

A két fókuszírózó közötti váltásra Bosch-Rexroth lineáris vezetőt használtam fel, amelyekről égbolt alatti tesztek során bebizonyosodott, hogy a váltás a két kihuzat, ezzel együtt a két kamera között villámgyors, és kellő pontosságú. A kollimációval szintén semmi probléma nem adódott: az egész platformot tartó 18 mm-es rétegelt lemezre szerelt, vezetésre szolgáló 20 mm-es acéltengelyek pedig több mint elegendőek a célra.

A távcső minél gyorsabb használatba vétele érdekében igen intenzív szellőzőrendszert terveztem, amely egyben a tükrökről is igen gyorsan eltávolítja a hőmérsékleti határrejtegeket, valamint megakadályozza a párasodást. A főtükrök felületéről két ventilátor távolítja el a felmelegedett levegőt: a tükrök felületére merőleges irányban elhelyezve az egyik oldalon a befúvó, másik oldalon egy elszívó ventilátor helyezkedik el, a segédtükröre pedig egy megdöntött ventilátor fúj. A ventilátor típusának kiválasztását igen körültekintően végeztem el. Mivel a tükrökre közvetlenül ráfújnak, elengedhetetlen finom porszűrő használata. A perlon anyagokon egy klasszikus axiális ventilátor már nem

képes levegőt keresztülszívni, pedig az intenzív levegőáramlás alapvető. További fontos szempont, hogy a ventilátorokon keresztül semmiféle fény (még szórt fény sem) juthat a tubusba. Az ún. blowerek (nagy teljesítményű fúvó ventilátorok) között kezdtem tehát keresgélni. Kivitelüknél fogva a takarás megoldott, szívóoldali fojtásra (a szűrő miatt) sokkal kevésbé csökken légszállításuk. Három, igen nagy teljesítményű blowert építettem végül be. 12 V-ról üzemi áramfelvételük darabonként 2 A, ami a hozzáértők számára világossá teszi, hogy igen nagy teljesítményű típusról van szó. Ennek megfelelően minden elvárásnak megfelelnek, a kifújást pedig a házaikban elhelyezett légtérrelők beépítésével jelentősen szélesítettem, mivel igen közelről kell a főtükör teljes felületét elérni. A segédtükrönél előre fúj ki a levegő, a hátulról induló levegőáram így egyúttal a hulló port, szöszöket is távol tartja. A terv bevált: bekapcsolt állapotban a távcső előtt akár egy méterre is lehet érezni a légáramlást, így kizárt, hogy bármiféle könnyű, lebegő szennyeződés, vagy akár rovarok jussanak a tubusba.

A mélyeges konfigurációhoz az első kihuzatban jelenleg egy KAF-3200-as szenzorral szerelt Moravian kamera található. Bár ennél a kameránál nincs anti-blooming gate (pixel túltelítődése esetén megjelenő „átfolyás” elleni védelem), ellenben pixelmérete (2x binelve) és magas kvantumhatásfoka miatt jó választás. Az anti-blooming hasznos ugyan hosszú expozíciójú mélyég-fotóknál, de a blooming tüskéket utólagosan, szoftveresen is el lehet tüntetni. Ugyanakkor fotótémáim ezzel a távcsővel nem a fényes csillagok közvetlen környezetében lesznek, ha pedig például halmazokat fotóznék, akkor az amúgy is rövidebb expozíciós idők miatt nem valószínű a tüskék megjelenése. A kamera előtt egy TS 2,5” Wynne korrektor található, a kívánt 36 mm-es szűrőt pedig egy Atik szűrőváltóval választom ki. A vezetés off-axis guiderre szerelt Lodestar X2 kamerával történik.

A második kihuzatba egy ASI-174 monokrom CMOS kamera került, egy Trutek szűrőváltó és egy 2”-os Televue Powermate

## A hónap asztrofotója: az Örvény-köd

A Canes Venaticiben található galaxisnak már komoly történelme van a hazai amatőr asztrofotográfia elmúlt 15 évében. Szinte biztosan állíthatjuk (a vezető asztrofotós galériák számadatai alapján), hogy hazánkban az M51 az egyik legtöbbet fotózott csillagváros, és az egyik legtöbbet fotózott mélyég-objektum is egyben. A mélyég-objektumok közül csak az Orion-köd szárnyalja túl a fotók számát illetően, a galaxisok mezonyében pedig csak az Androméda-köd vetekszik vele.

Az én listám szerint az elsők között Berkó Ernő és Kubus Gyula örökítették meg még az AmaKam-os korszakban az M51-et. Igazán sikeres felvételt először Szitkay Gábor készített róla a 155-ös híres Starfire APO-jával még a filmes időkben, rendkívül hosszú expozíciós idővel, több különböző expozícióval. Ezek átlagából Éder Ivánnal közösen feldolgozva rendkívül halvány háttérgalaxisok nyomára próbált bukkanni, de hiába. A film nem olyan finom képrögzítő eszköz, mint a digitális fényképezőgép. A 350D korszak beköszöntével csupán pár perces expozíciós idejű felvételek is maguk mögé utasították a korábbi technikával készült képeket. 2010-ben pedig ismét Szitkay Gábor veselkedett neki a galaxispárosnak, hogy digitális fényképezőgéppel, és immáron 40 cm-es Newton-távcsővel, közel 26 órányi expozíciós idővel örökítse meg.

Szitkay Gábor 40 cm-es asztrográfját ez idáig nem múlta felül magyar asztrofotós eszköz. Azonban idén tavasszal elkészült Szeri László 45,8 cm-es Newton-távcsőve, amellyel elsőként éppen az M51-et vette célba. Így az M51-felvétel története éppen egybeesik a távcső építésének történetével.

*Francsics László*

négyszerező mögé. Mivel a csillagdában levő távcső pontos, fotografikus pólusra állítása megtörtént, az eredő 7600 mm-es fókusszal sincs szükség vezetésre. A távcsövet a már meglévő Fornax 100 mechanikára szereltem, melyet MC3 vezérlő mozgat. A többféle

kiegészítő kezelése, és az expozícióvezérlés MaximDL-en keresztül történik.

Terveim szerint már március eleje környékén működhetett volna a műszer, de a végső összeszerelés közben felmerült hibák javítása sok időt vett igénybe. Ilyen volt például a mechanika meghibásodott vezérlőjének javítása, illetve cseréje: az eredeti FS2 vezérlés helyett immár Butuza Tamás nagyszerű, MC3-as vezérlőjét használok a rendszerben.

A mechanika óvatos „élesztése” után nagy sokára, de végre megláthattam az első „hosszabb” expozíciós (2 perces), véletlenszerű csillagkörnyezetet ábrázoló képet a monitoron. Az első ellenőrzés során semmiféle optikai hibát nem találtam a képen. Ezt követte a betanítás, majd az első kiszemelt célpontra való ráállás. Saját fotóim révén már ismert témákkal kívántam kezdeni. Az 1. számú csillagdám főműszere a 458-as előtt egy ASA reduktoros 300/876-os Newton volt SX-814 kamerával, míg a másik csillagdában egy 250/2000 GSO RC működött a Moravian KAF-3200 kamerával. Ezzel a felbontással kezdtem: az RC-vel 2 méteres fókusszal fotóztam az M108-at, hogy később összevetthessem azt a nagyobb tükörrel készült képpel. Az első expozíció emlékeim szerint 2 perces volt, de még így is leesett az állam a nyersképet monitoron meglátva. A felbontásbeli különbség mellett nyilvánvaló volt, hogy az egyetlen nyerskép „mélyebbre” sikerült 2 perc alatt, mint amit az RC-vel kb. 3 órányi fotózással értem el. Az M108 körül már a legegyszerűbb, gyors feldolgozás után is hemzsegtek az apró, távoli galaxisok. Míután a háttérfényességet meghatároztam, beállítottam a sorozatfelvételt, és kb. 1 óra után készen is volt a kívánt nyersanyag. A következő célpont az M51 galaxispáros lett. Az objektumra állás, pontosítás közben 3 mp-es felvételeket készítettem, és már ezeken a képeken láttam, hogy a műszer nem fog csalódást okozni. Nagy várakozással indítottam az első expozíciót: R-szűrő, 3 perc. Az eredmény ismét lenyűgöző volt és vannak tulajdonomban nagyobb tükrök, a KAF-3200 szenzorral szerelt kamerát pedig már megismertem f/6-os műszerekkel, de ezzel a műszerrel az előző

távcsövekkel elértekhez képest nagyságrendekkel látványosabb eredmények születtek az első éjszakán. Az RGB sorozat 27 perc alatt elkészült, ezt követően átváltottam az IDAS szűrőre, újra fókuszáltam, majd elindítottam a 2 perces felvételekből álló sorozatot. 2 perc alatt a háttér fényessége megközelítette a 4000 ADU értéket, ami több mint tízszerese a kamera kiolvasási zajának. Az első kép rögtönzött, gyors feldolgozása után kapott felvétel is magáért beszélt: a képen hemzsegtek a részletek, az egész kölcsönható galaxispáros szinte kavarni látszott. 77 perc után leállítottam a felvételsorozatot, gondolván, hogy ennyi L-réteg kép legalábbis elsőre biztosan elég lesz. Bár előzőleg az ismert RC-s nyersanyagok alapján végeztem számításokat az új távcsőre vonatkozóan, de mégsem számítottam ilyen kiváló eredményre.

Mind az ég alatti munka, mind a fotók kidolgozása gyerekjáték volt – és talán lesz is. Mindkét célokat elértem a 458 mm-es asztrográffal. Egyrészt mindig is a fotókon megörökíthető mind több és több részletre voltam kíváncsi, másrészt pedig minél több objektum megörökítése a célom. Úgy érzem, ezzel az átmérővel és fókusszal valósággal új terek nyíltak meg előttem. Szokatlan, ritkán látott halvány galaxisokat érek el, az égi objektumokkal kapcsolatos kíváncsiságomat pedig rengeteg új téma tudja majd kielégíteni. A ködök teljes formavilágát megismerhetem, vagy ami számomra még fontosabb, eddig nem látott részleteket ismerhetek meg a belsejükben. Ha majd eljön az ideje, például a Pacman-köd számomra kedvenc részletét, a „Béka-globulát” (csak én neveztem el így) is képes leszek „közelebről” megfigyelni, nem is beszélve a Trapézról, ködök belső halmazairól és még sorolhatnám. Mindehhez a fototémát, kevés kivételtől eltekintve, általában fél órával az éles munka előtt jelölöm ki, erre a célra a SkySafari programot használom. Nagyon élvezem most például azt, hogy szinte bárhová állítva a látómezőt, a térképeken csupán kis ellipszissel jelölt apró galaxisok életre kelnek – számomra is elérhető témává válnak.

Szeri László