

# A tökéletes asztrofotó

A jó asztrofotó titka sok mindenben rejlik: az optikában, a mechanikában, a vezetésben, és még hosszan sorolhatnánk. Az élesreállítás csak egy lenne ezen a listán, de fontosságát talán mégsem haszontalan kiemelni. Persze több más „összetevőre” is lehet azt mondani, ha az hiányzik, nem lesz szép a fotó. Azonban a fókuszírozó alig néhány mikrométeres ( $\mu\text{m}$ ) eltérése ugyanazon műszeregyüttes és asztrofotós esetében is megdöbbentően különböző minőségű képeket eredményezhet. Sokan talán nem is tudják, miért sikerülnek egyes képeik oly’ kiválóan, mások pedig csapnivalóan, és hogy mit is tudnának elérni egy kicsit nagyobb odafigyeléssel az élesreállításban. Ezért is indokolt, hogy közelebről szemügyre vegyük, vagy ha így jobban tesszük, „állítsuk élesre” ezt a kérdést.

## Mennyire fontos a jó fókusz?

Minél fényerősebb egy műszer, annál érzékenyebb a jó beállításra. Ez képletek helyett egyszerűen számítással is könnyen belátható:  $f/4$  esetén az optikai tengely mentén az ideális fókuszponttól 1 mm-t haladva egy csillag képének átmérője  $1/4$  mm-t nő,  $f/10$ -es távcsőben pedig  $1/10$  mm-t. Azt, hogy ez sok vagy kevés, az dönti el, mekkora a csillagok képének fizikai mérete a fókusz síkban, illetve ezt mekkora pixelméretű érzékelővel rögzítjük.

Amatőr csillagászkörökben ritka a túlzott mintavételezés, vagyis egy csillag képe általában csak 1–2 képpont átmérőjű, és a képpontok mintegy 5–10  $\mu\text{m}$ -esek. (Egyméteres fókusz esetén 1 ívmásodperc 5  $\mu\text{m}$ -nek felel meg – tökéletes leképezés és nyugodt légkör, tökéletes vezetés esetén.) Vagyis a csillagok képének 10  $\mu\text{m}$ -es megnövekedése már igen jelentős életlenséget eredményezhet;  $f/4$ -es műszer esetén ez mindössze 40  $\mu\text{m}$ , azaz  $1/25$  mm defokuszálás eredménye!

Fontos megjegyezni, hogy ha az élességállí-

tás nem a végleges fókuszban történik, akkor nem a műszer végleges fényerejét kell figyelembe venni, hanem azt a fényerőt, ahol az állítás történik. Egy  $f/10$ -es Schmidt–Cassegrain rendszer esetén ugyanis a segédtükrök és a főtükrök távolságának változtatásával lehet az élességet szabályozni. Ez valójában kb.  $f/2$ -es rendszer, tehát különösen érzékeny! Célszerű lehet egy másodlagos, valódi okulárkihuzat felszerelése.

Ne felejtjük el, hogy az élességnek az egész képre érvényesnek kell lennie, vagyis az érzékelő felülete merőleges kell hogy legyen az optikai tengelyre. A kamera döntöttsége tehát kisebb kell hogy legyen, mint amekkorára fókuszváltásra érzékeny műszerünk. Fényerős optikák esetében különösen fontos a merev fókuszírozó – habár az igen könnyű digitális fényképezőgépek kevéssé terhelik meg a kihuzatot. (Ellenben a hűtött CCD-kamerák némelyike jelentős tömegű lehet.) Kedvezőbb, ha a fókusz rögzítése egyenletesen fejt ki erőt a kihuzatra, s ha a kihuzat mozgása minden oldalról egyenletesen támogatott. Ezt a fogasléces fókuszírozókkal szemben a csapágyazott Crayford-kihuzatok jobban megközelítik.

De nem csak a mozgatás során bekövetkező esetleges döntöttség, „lekonyulás” lehet probléma, hanem a kihuzat eredő beállítása is. Elsősorban a fényerős műszereknél lehet szükség a fókuszírozó döntögetésével annak jusztrózasára, hogy a kép minden részén egyszerre legyenek élesek a csillagok. Ennek szükségességéről egy sűrűbb csillagmezőről készült tesztfelvétel alapján győződhetünk meg: Tetszőleges programmal határozzuk meg a csillagok képének átlagos méretét (félérték-szélességet, FWHM) a látómező sarkaiban, s jelentős eltérés esetén addig döntögessük a kihuzatot (pl. alátétek segítségével), amíg a teljes képen egyenletes csillagprofilokat nem kapunk.

## Élesreállási módszerek

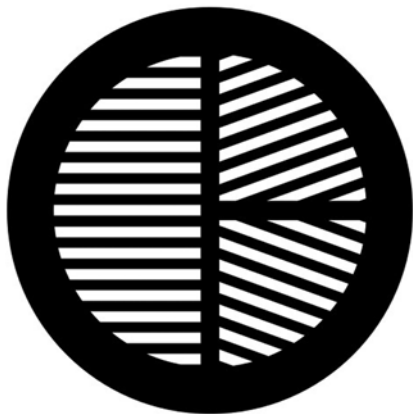
**Szemmel történő élesreállítás.** Digitális fényképezőgépek esetén ez tűnhet a legegyszerűbbnek, azonban igen pontatlan. Először is csak nagyon fényes, kontrasztos objektumoknál használható (pl. a Hold krátereinek esetén), a kamera elektromos élesség-visszajelző rendszere csak kevés csillagászati objektumra működik (csak fényerős optika esetén, illetve ha nem távolítottuk el az érzékelő infravörös szűrőjét). A betekintő okulár dioptéria-állítási lehetősége pedig csak növelheti a hibát, ugyanis az emberi szem meglepő mértékben tud alkalmazkodni. Nem is említve, hogy a fényképezőgép detektorának síkja nem feltétlenül felel meg  $\mu\text{m}$  pontossággal a keresőben látható ernyőnek, így a szemmel történő élesreállítás félrevezető lehet.

Segíthet a helyzeten, ha nem közvetlenül a kamera keresőjét, hanem az annak helyére szerelhető, általában 90 fokos eltérést is adó nagyítót használunk. A látómező viszont különösen sötét lehet így, ami megnehezíti dolgunkat.

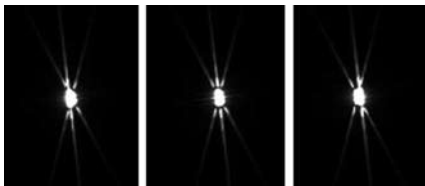
**Hartmann- vagy Scheiner-maszk.** A távcső objektívje elé helyezett, több nyílással ellátott maszk jól ismert segédeszköz. Christoph Scheiner már 1619-ben alkalmazott egy két-nyílású objektívsapkát, ma azonban már ezt és a többnyílású verziót is Hartmann-maszk néven ismerjük. Az így létrehozott többszörös képek a fókuszpontban egybeolvadnak, aminek megtalálását segítheti az egyes nyílások kör helyett pl. háromszög alakú kiképzése. A módszer egyszerű, azonban vannak hátrányai is: a csökkentett apertúra miatt halványabb a kép, illetve az egyes képek élességét nehezebb meghatározni. A nyílások ugyanis optikailag több kisebb átmérőjű, fényerőtlenebb műszernek felelnek meg. A maszkot alkalmazhatjuk mind vizuálisan, mind rövid expozíciójú képek készítésére azokat képernyőn kiértékelve.

**Diffrakciós kép/maszk.** Az előzőekhez hasonlóan használható, Newton-távcsövek esetében a segédtükkörtartó-lábakon fellépő diffrakciós kép láthatóságát használhatjuk fel fókuszálásra. A Hartmann-maszk egy változatával, az ún. Bathinov-maszk segít

ségével pedig további diffrakciós mintázatot is generálhatunk, mely pontos és gyors fókuszálást eredményez. Az ábrán látható mintázat keltette elhajlási tüskék mozognak a fókuszálás során. Amikor a közbülső tüske pontosan a két szélső metszéspontjához, a csillaghoz ér, akkor vagyunk a fókuszban (l. a mellékelt ábrát). Ilyen maszkot a <http://astrojargon.net/MaskGenerator.aspx> weboldal segítségével készíthetünk.

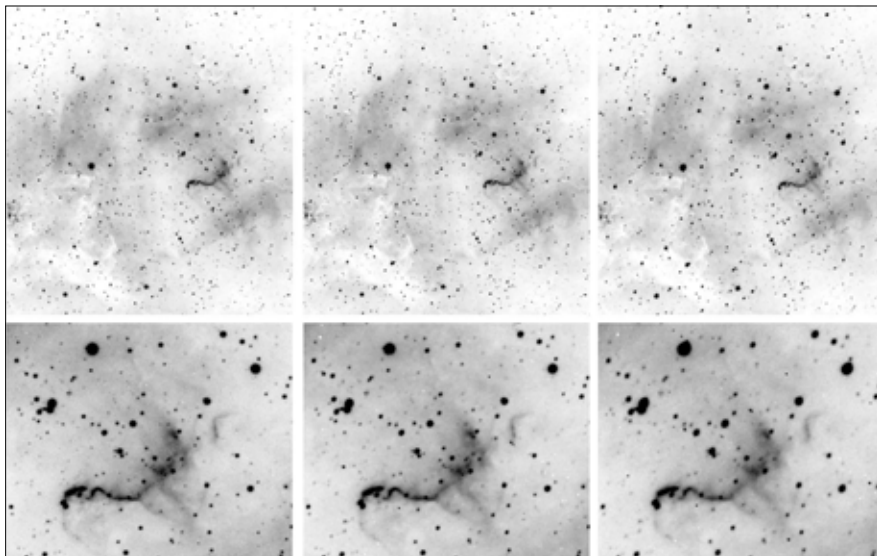


Diffrakciós fókuszáláshoz használt Bathinov maszk



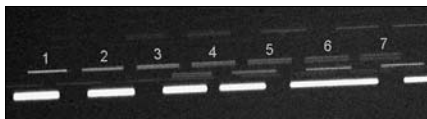
Csillag diffrakciós képe Bathinov-maszkkal, a fókuszon belül (balra), fókuszban (középen) és fókuszon kívül

**Csillagnyom teszt.** Hosszú expozíció alatt, álló órágép mellett készítünk egy „csikhúzó” képet. Ez alatt rövidebb időszakokra kitaranjuk az objektívet, s eközben állítunk a fókuszon. A szaggatott csillagnyomok közül könnyebb kiválasztani a legélesebbet, mint a pontszerű csillagok képei közül. Hátránya viszont a módszernek, hogy időigényes, valamint pontosan reprodukálni kell a fókuszbeállítását, ami a legélesebb képet eredményezte. Digitális fókusz-visszajelzés



A tökéletesen fókuszált és jól vezetett képek (balra) csak a részletekbe nagyítva (alsó sor) különböztethetőek meg a kissé életlen vagy enyhén vezetési hibás képektől (középen). Több kép összeadása esetén az egyértelműen elrontott (jobbra) képeket ne, és az elfogadhatóakat (középen) is csak módjával használjuk fel

hiányában egy mechanikus mérőórát szerelhetünk a kihuzatra, ami akár 20  $\mu\text{m}$ -es pontosságot is biztosít.



Csillagnyom-teszt Scheiner-maszkkal

E módszert alkalmazhatjuk a Scheiner-maszkkal együtt is. Ekkor állítsuk a két nyílást észak–dél irányba. Figyeljünk arra, hogy a látómezőben többféle fényességű csillag legyen, mert mint az ábráról is látható, a fényes csillagok esetén nem használható ez az eljárás.

**LCD monitor.** A digitális fényképezőgépek beépített kis monitorát is használhatjuk, az újabb vázakon az ún. élő módban (live view) vagy pedig több rövid expozíciós képet készítve különböző fókusznál s azokat nagyítva visszanezve. Az élő mód eleve kínál egy általában 10-szeres nagyítást, de a folytonos kiolvasás miatt csak fényesebb objek-

tumokra használható. A tesztképek készítése és nézegetése halványabb csillagokra is alkalmazható, de időigényes és szintén biztosítani kell, hogy pontosan visszataláljunk a legjobb fókusz pozíciójához.

**Parfokális okulár.** Talán az egyik leggyorsabb módszer, miután beállítottuk az okulárunkat. A kamerát valamilyen módszerrel élesre állítjuk, majd azt leszerelve egy okulárkihuzatot teszünk a fókuszírozóra. Ebbe egy okulárt helyezünk úgy, hogy az éles kép megjelenésekor maradjon szabadon az okulár nyakának egy része. Erre a nyakra előzőleg egy állítható gyűrűt/bilincset húzunk, amit úgy rögzítünk, hogy az okulár behelyezésekor azt a gyűrű ütközéséig betolva a kihuzatba éles lesz a látott kép. Amennyiben egyszer már kalibráltuk az okulárunkat, és a gyűrű biztosan rögzítve marad az okulár nyakán, úgy az élesreállítás másodpercek kérdése. Kis bizonytalanságot okoz, hogy az emberi szem képes kis életlenséghez alkalmazkodni, így némi pontatlanságot ad a vizuális fókuszálás. Ha eltérő vastagságú/üvegyagú szűrőket használunk, úgy mindegyikhez külön

okulárra van szükség, ugyanis a fókuszot a különböző szűrők eltérően befolyásolják – bár ez esetben bármely más élességállítási módszert is újra kell alkalmazni a különféle szűrőkhöz.

## Képfeldolgozás, utólagos élesítés

Általános technika, hogy nem egy hosszú, hanem több rövidebb expozíció felvétel összegzésével/átlagolásával készülnek a mélyég-felvételek. A tökéletes végeredmény eléréséhez fontos, hogy megvizsgáljunk minden egyes felvételt, és csak azokat használjuk fel, amik élesek és vezetési hibától is mentesek. Ehhez szükséges belenagyítani a képeket, és alaposan megvizsgálni azokat. (Bolygós webkamera-felvételeknél alkalmazott programok – pl. a Registax is – megvizsgálják, hogy melyek a legélesebb képek, és csak ezeket összegzik a végső kép megalkotásához.) A mellékelt ábrán a bal oldali kép jó, a középső még éppen elfogadható, de a jobb oldalt ajánlatosabb nem használni. Az elfogadható képekből is célszerű csak módjával válogatni, bár minél több a jó minőségű felvétel, annál több közepes minőségűt is fel lehet használni a végeredmény jelentős befolyásolása nélkül.

Figyeljünk oda az egyes képek egymásra illesztésére, a kismértékű eltolások vagy forgatások ugyanis az életlenséggel, vezetési hibával egyenértékű hibát eredményeznek. Ezért megfelelő számú és a képen egyenletesen szétosztott csillagot válasszunk a képek egymásra illesztéséhez, regisztrációjához.

Megfelelő jel/zaj viszony esetében az összegzett kép utólagos élesítésére is lehetőség van, azonban vigyázzunk, ennek túlzott alkalmazása mesterséges küllemet adhat az asztrófotóknak. Különösen akkor szembe-tűnő ez, ha sötét gyűrűk jelennek meg világosabb háttér előtt található csillagok körül. Ekkor vagy kisebb mértékű élesítést célszerű alkalmazni, vagy pl. Photoshop segítségével el lehet tüntetni ezeket a zavaró mintákat.

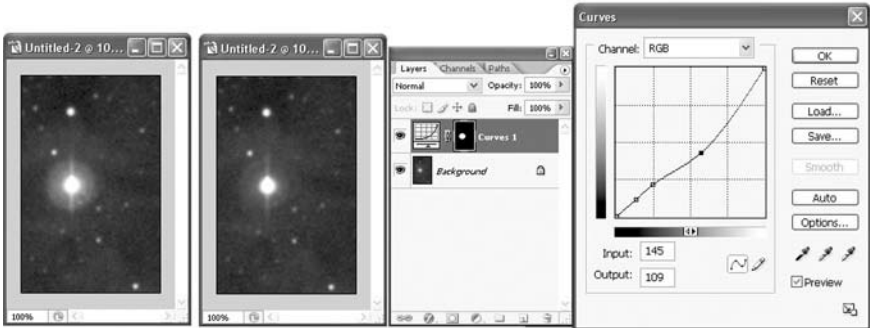
Ehhez másoljuk le a képet egy új rétegbe (layer) a Photoshop Layer-Duplicate Layer menüpontban. Ezt mossuk el egy kissé (Fil-

ter – Blur – Gaussian blur), annyira, hogy a csillagok elkent képe akkora legyen, mint a sötét gyűrűk átmérője. Adjunk hozzá egy maszkot ehhez az elmosott réteghez (Layer – Layer mask – Hide all), és válasszuk ki a világoztatás (lighten) módot a rétegeket felsoroló fül bal felső sarkában legördülő menüből. Győződjünk meg róla, hogy a maszk az aktív rajzolási terület, miközben látjuk magát az eredeti képet (kattintsunk a maszkot jelképező területre a rétegeket mutató ablakban). Most válasszuk ki az ecset eszközt és a fehér festéket, akkorára beállítva az ecset méretét, mint a csillagok átmérője. Érdemes a rajzeszköz átlátszóságát (opacity) visszavenni egy kicsit, mondjuk 50%-ra, így kicsit több kattintásra lesz ugyan szükségünk, de pontosabban tudunk dolgozni. A maszkot fehérre festve azokon a helyeken, ahol a sötét gyűrűk vannak, láthatóvá válik az elmosott kép, ami így egy természetes átmenetet biztosítva világoztatja ki a sötét gyűrűket. A mellékelt képen fehér nyíl jelöl egy „természetellenes” csillagot, míg fekete nyíl mutat egy kijavított képrészletet. Ez utóbbinak megfelelő helyen jól látható a kis fehér folt a maszk-réteget jelképező kis ablakban, jobbra felül.



A túlzott utólagos élesítés hatására megjelenő sötét gyűrűket érdemes eltüntetni

Egy másik, az előbbihez hasonló trükk segítségével azokat a világos korongokat lehet eltüntetni a fényesebb csillagok körül, amiket esetleges reflexiók okoznak az opti-



A reflexiók okozta világos korongok hangsúlyosságának csökkentése is emeli a kép által nyújtott esztétikai élményt

kában vagy a tubusban. Ehhez az elliptikus kijelölővel rajzoljuk körbe a világos területet, majd adjunk a képhez egy szabályozó réteget (Layer – New adjustment layer – Curves), melyben az átviteli függvényt lehet állítani. Az ábrán látható, miként érdemes módosítani a fényességszinteket, s összevetve a javított képet a bal oldali eredetivel, jól látható a

sokkal természetesebb csillagkörnyezet.

Hasonló képfeldolgozási trükkök egész tárházat tudhatják magukénak a gyakorlóról asztrófotósok. A rovatban szívesen közöljük azon vállalkozó és nyitott amatőrtársaink írásait, akik szeretnék megosztani tapasztalataikat!

*Fűrész Gábor*

**ELADÓ** 125/1500-as Makszutow–Cassegrain-tubus (nagyon pontos,  $pv \approx \lambda/8$ ) négy okulárral vagy anélkül, 2"-os zenittükör, 7x50-es keresővel. Irányár 140 E Ft. 65/420-

as Zeiss-objektív Vixen-tubusban, 50/540-es Zeiss-objektív (40 E Ft ill. 20 E Ft). Babcsán Gábor, tel: (20) 553-0833

## MCSE-tagtoborzó 2009



### Belépési nyilatkozat

Legyen Ön az MCSE 5000. tagja!

Név: .....

Cím: .....

Szül. dátum: ..... E-mail: .....

A rendes tagdíj összege 2009-re 6000 Ft, illetmény: Meteor csillagászat évkönyv 2009 és a Meteor c. havi folyóirat 2009-es évfolyama.

A tagdíjat az MCSE címére (1461 Budapest, Pf. 219.) kérjük feladni rózsaszín postautalványon, vagy pedig átutalással kiegyenlíteni (bankszámla-számunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával. Személyesen a Polaris Csillagvizsgáló esti bemutatói alkalmával lehet intézni a tagdíjbefizetést (kedd, csütörtök, szombat).

M 2009/3.

# A Föld Órája

2009 a Csillagászat Nemzetközi Éve, melynek egyik sarokpontja a csillagos égbolt védelme. De ezzel nem csak az éjszakai látványt védjük, hanem földi környezetünket is. Napjainkban egyre több szó esik a klímaváltozásról, és a szélsőséggé váló időjárás hatásait magunk is érezzük. Arra kérjük, hogy városukkal, településükkel önök is csatlakozzanak egy olyan akcióhoz, amely jól látható módon felhívja a figyelmet a problémára. 2007-ben több mint kétmillió sydney-i lakos, cég és maga a város is kikapcsolta a nélkülözhető fényeket egy óras időtartamra.

A WWF, a nemzetközi természetvédelmi szervezet irányításával az idén már másodszor indul világméretben is az akció. A „Föld Órája” rendezvényt csak egy piciny cseppnyit csökkenthetünk az energiapazarlásban, de a figyelem felhívásával talán többet is előreléphetünk. 2008-ban több hazai város (köztük Budapest) és intézmény csatlakozott az egy óras világításcsökkentéshez. Több település – a jó szándék ellenére –, azért nem kapcsolódott ténylegesen, mert pl. a díszvilágítást nem tudták a közvilágítástól függetlenül kikapcsolni. Ez már csak azért is tanulságos, mert ezeken a helyeken már csak a szükséges módosítással minden éjjel tehetnének Földünkért, ha éjfélkor lekapcsolnák az utána fölöslegesen működő díszvilágítást. Nagyon hasznos lenne, ha ebben az évben még több település, intézmény, vállalat és lakosok is csatlakoznának a nemzetközi akcióhoz, és **március 28-án, szombaton este 20:30-tól** kezdve egy órnyi időszakra kikapcsolnák a köz-, vagyon-, és a közlekedésszolgáltatás szempontjából nélkülözhető fényeket. Az élhető Föld fenntartásához szükséges környezettudatos szemlélet kialakításában fontos lehet a sikeres akció. Az akció folyamán, a települések díszvilágításának kikapcsolásával, a városképet romboló, egyéb zavaró fények hatása kontrasztosan kiemelkedik. Ez lehetőséget ad arra, hogy az energiapa-



zarló, sok esetben a megfelelő díszvilágítást elfojtó, elrontó fényszennyezésre is felhívjuk a figyelmet. A csatlakozó települések lakosai megfelelő időjárás esetén ismét felfedezhetik a csillagos égboltot városuk felett.

Szervezeteink szívesen közreműködnek az esemény koordinálásában, azok tanulságainak felfedezésében. A Világítástechnikai Társaság szakmai segítséget nyújt az energiahatékony, zavaró fényektől mentes kültéri világítás megvalósításában. A Magyar Csillagászati Egyesület vállalja az akció idején, hogy a lakosok számára – az időjárás függvényében – bemutatókat szervez. A nemzetközi kampányról további információ található a [www.earthhour.org](http://www.earthhour.org) honlapon.

Kérjük, hogy március 28-án Önök is csatlakozzanak az akcióhoz, legyen mindenkié a „Föld Órája”!

Nagy János elnök, MEE Világítástechnikai Társaság, [www.vilagitas.org](http://www.vilagitas.org)

Dr. Kolláth Zoltán elnök, Magyar Csillagászati Egyesület, [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu), [fenszennyezes.csillagaszat.hu](http://fenszennyezes.csillagaszat.hu)

Csáki Roland kommunikációs igazgató, WWF Magyarország, [www.wwf.hu](http://www.wwf.hu)

<http://www.earthhour.org/>

# Képmelléklet

1. Az M57, a Gyűrűs-köd Kovács Attila a győri amatőrtársunk felvételén. 2008. augusztus 7., 16x180 s ISO 1600, az eredeti képrészlet mérete 6x6 ívperc. Kovács Attila a 2008-as év egyik legaktívabb mélyég-fotósa volt. Használt műszere: 200/1000 T + átalakított Canon EOS 300D fényképezőgép.

2. Ezen a képen az M103 jelű halmaz (Cas) látható, 2008. október 7-én. Érdemes összehasonlítani a Meteor decemberi számában közölt rajzzal! Expozíciós idő: 2x840 s és 4x240 s ISO 400-on. A képrészlet mérete 28x20'. (Kovács Attila felvétele)

3. Az NGC 2174-5 és az IC 2159 DF Ori. A képet Kovács Attila készítette 20 T-vel és Canon EOS 300D fényképezőgéppel 2008. november 5-én. Expozíciós idő: 8x600 s ISO 800-on. A képméret 45x36'.

4. Az NGC 6939 NY Cep Bezák Tibor 2008. július 2-i ágasvári fotóján. A kép 250/1016-os reflektorral, Canon EOS 400D fényképezőgéppel készült ISO 1600 érzékenység mellett. Expozíciós idő: 23x300 s. A képrészlet 25x40 ívperces.

5. A Markarjan-lánc a Virgóban. Tavasz derült esték kedvelt célpontjai a zavarba ejtő galaxissokasággal bíró Virgo és Coma Berenices, azaz a Szűz és a Bereniké Haja csillagképek. Megfelelő átlátszóság mellett sziszifuszi feladatot jelenthet a távcső látómezéjében feltűnő ködös objektumok azonosítása: 20 cm-es műszerrel már szinte eltéved az észlelő a csillagvárosok kuszaságában.

A Virgo-galaxishalmaz a Lokális Szuperhalmaz központja, amihez voltaképp a Tejútrendszer, az Andromeda-ködöt, az M33-at, valamint számos törpegalaxist magában foglaló Lokális Halmaz is közeledik néhány száz km/órás sebességgel. A Virgo-halmaz közvetlenül 60 millió fényévre van tőlünk, azaz kozmológiai skálán mérve a „szomszédunk”. Az alkotó galaxisok számát természetesen csak becsülni tudjuk, körülbelül 2000 csillagváros alkothatja, össztömegük egymilliószor

egymillió naptömeg lehet. A halmaz egyik legfeltűnőbb alakzata az úgynevezett Markarjan-lánc, amit a múlt század 70-es éveiben fedezett fel Benik Jegischewitsch Markarjan örmény csillagász. A következő galaxisok alkotják a füzért a bal felső sarokból indulva: NGC 4477, NGC 4473, NGC 4458-61, NGC 4435-38, M86 és az M84; ez utóbbiak a lánc végén egy összetéveszthetetlen, hamiskásan somolygó arc szemeit formázzák.

Felvételünket Éder Iván készítette Ágasváról 2008. február 10-én, képsík korrekttal felszerelt 130/780-as TMB apokromattal és átalakított Canon EOS 350D fényképezőgéppel. A végső verzió 23 darab, egyenként 10 perces expoziációs idejű, ISO 800-as érzékenység mellett készített kép összege, az ábrázolt éghorvól bő három teleholdnyi.

6. Színes csillagok az M41-ben (Canis Maior). Kovács Attila fotója december 22-én készült a nyílthalmazról, 20 T + Canon EOS 300D összeállításban. Expozíciós idő: 12x120 s ISO 1600-on.

7. Az M76 Tobler Zoltán felvételén. Az észlelés helyszíne Mogyorósbánya, a használt műszer 254/1200 T + átalakítatlan Canon EOS 350D. Expozíciós idő: 7x50 s, ISO 1600-on. A képrészlet mérete 8x8 ívperc.

8. Az M27 (Dumbbell-köd), Tobler Zoltán kedvenc planetárisa. 2008. augusztus 6., ISO 1600, 30x120 s expoziációs idő. A képrészlet mérete 14x14'.

9. Kovács Attila fotója az M38-NGC 1907 NY Aur párosról 2008. október 06-án. 20 T, Canon EOS 300D, ISO 1600, 10x240 s expoziációs idő. A képrészlet mérete 60x45'.

10. Az Eszkimó-köd (NGC 2392) Ábrahám Tamás zsámbéki tagtársunk kitűnő, részlet-dús felvételén. Műszere 200/1000-es reflektor, Canon EOS 400D kamerával. Expozíciós idő: 8x60 s ISO 800-on. A kép 2008. december 28-án készült.

Sánta Gábor, Székely Péter