

# meteor

## A Rák-köd

7mm, 15mm és 23mm  
Sky Panorama  
82°-os látómezejű  
okulár



Ultra széles látómezejű SkyWatcher „Sky Panorama” okulárok, melyekkel kényelmes betekintés mellett élvezhetjük az óriási látómező előnyeit. Még a kicsi 7 mm-es fókuszú is igen kényelmes, 22 mm-es szemlencsével és 15 mm körüli szemtávolsággal rendelkezik, ezért igen nagy élményt nyújt belenézni. A látómező korrigáltsága igen jó, a széleken is szép éles a kép. A fényerős Newtonokban az optimális szélkorrekcióhoz javasolt a kómakorrektor használata (ahogyan más prémium széles látómezejű okulár esetében is). Minden egyes üvegfelület Fully Multy Coated (FMC) bevonatokkal van ellátva, így magas fényáteresztésűek az okulárok, kiválóak mély-ég objektumok megfigyelésére is.

7 mm Sky Panorama okulár (31,7)	47 800 Ft
15 mm Sky Panorama okulár (31,7)	51 800 Ft
23 mm Sky Panorama okulár (50,8)	79 900 Ft

**AKCIÓ!** 7 mm, 15 mm és 23 mm Sky Panorama okulár szett alumínium kofferben 179 500 Ft -40% ..... 107 700 Ft

[WWW.TAVCSO.HU](http://WWW.TAVCSO.HU)

Budapest  
XII. Városmajor u. 21.  
egy percre a Déli  
pályaudvartól

telefon (1) 202 5651, (20) 484 9300  
fax (99) 332 548  
nyitva H-P: 10-18H, SZO: 9-13H  
email [info@tavcsso.hu](mailto:info@tavcsso.hu)



**SZJA 1%!**  
Az MCSE adószáma:  
19009162-2-43



# meteor

**A Magyar Csillagászati Egyesület lapja**

Journal of the Hungarian Astronomical Association

**H–1300 Budapest, Pf. 148., Hungary**

1037 Budapest, Laborc u. 2/C.

TELEFON/FAX: (1) 240-7708, +36-70-548-9124

E-MAIL: meteor@mcse.hu, Honlap: **meteor.mcse.hu**

HU ISSN 0133-249X

Kiadó: Magyar Csillagászati Egyesület

**FŐSZERKESZTŐ:** Mizser Attila

**SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:** Dr. Fűrész Gábor, Dr. Kiss László, Dr. Kereszturi Ákos, Dr. Kolláth Zoltán, Mizser Attila, Dr. Sánta Gábor, Sárnecky Krisztián, Dr. Szabados László és Dr. Szalai Tamás

**SZÍNES ELŐKÉSZÍTÉS:** KÁRMÁN STÚDIÓ

**FELELŐS KIADÓ:** AZ MCSE ELNÖKE

**A Meteor előfizetési díja 2016-ra:**

(nem tagok számára) **7200 Ft**

Egy szám ára: **600 Ft**

**Az egyesületi tagság formái (2016)**

- **rendes tagsági díj (jogi személyek számára is)**  
(illetmény: Meteor+ Csill. evkönyv) **7300 Ft**
- **ifjúsági tagság** **3650 Ft**
- **családi tagság** **10 950 Ft**
- **rendes tagsági díj (RO, SRB, SK)** **7300 Ft**  
más országok **17 500 Ft**

**Az MCSE bankszámla-száma:**

62900177-16700448-00000000

IBAN szám: HU61 6290 0177 1670

0448 0000 0000

**Az MCSE adószáma:** 19009162-2-43

Az MCSE a beküldött anyagokat nonprofit céllal megjelentetheti írott és elektronikus fórumain, hacsak a szerző írásban másként nem rendelkezik.

Tilos a kiadvány bármely részét sokszorosítani, reprodukálni akár elektronikus, akár mechanikus úton, beleértve a fényképezést és más módokat is, valamint bármilyen információátviteli és visszakereső rendszerben tárolni a Magyar Csillagászati Egyesület előzetes írásos engedélye nélkül.

**Magyarországon terjeszti a Magyar Posta Zrt.  
Hírlap Terjesztési Központ. A kézbesítéssel  
kapcsolatos észrevételeket telefonon  
(06-1-767-8262) kérjük jelezni.**

**KÉRJÜK, TÁMOGASSA A METEORT AZ SZJA 1%-ÁNAK  
FELEJÁNLÁSÁVAL IS! AZ MCSE ADÓSZÁMA:  
19009162-2-43**

## TARTALOM

M	3
Mit hozzon a jövő?	4
A Rák-köd	8
Látogatás a Kennedy Űrközpontban	20
Csillagászati hírek	22
Mars – unalmunk a vörös bolygón	30
Az én harmadik típusú találkozásom	32
A hónap asztrofotója	34
A távcsövek világa A Vulpecula Telescopium születése	36
Szabadzemes jelenségek November vörös fényei	40
Napívek és anellemkák	44
Meteorok Meteoritápor Bolíviában	48
Változócsillagok Változó csillagok, változó technikák	50
Mit mondanak a csillagok?	56
Olvassóink írják Magashegyi csillagok	60
Jelenségnaptár 2017. február	64
Programajánló	66

**XLVII. évfolyam 1. (490.) szám**

Lapzárta: 2016. december 25.

**CÍMLAPUNKON: A RÁK-KÖD KÖZPONTI RÉSE A HUBBLE-ŰRTÁVCSŐ FELVÉTELÉN. AZ ŰREGYEN „REJTŐZŐ”, JOBB OLDALON LÁTHATÓ CSILLAG A NEUTRONCSILLAG, MELYET A TÁGULÓ GÁZ VÖRÖSES FILAMENTJEI VESZNEK KÖRBE. A KÉKES DERERENGÉS AZ ERŐS MÁGNESES TÉRREN KÖZEL FÉNYSEBESSÉGGEL SPIRALOZÓ ELEKTRONOK ÁLTAL GERJESZTETT SZINKROTRONSUGÁRZÁSTÓL SZÁRMAZIK (NASA ÉS ESA).**

## NAP

Hannák Judit  
1042 Budapest, Petőfi u. 24., IX/27.  
E-mail: nap@mcse.hu, tel.: +36-30-542-6880

## HOLD

Görgei Zoltán  
6500 Baja, Kálvária u. 94.  
E-mail: hold@mcse.hu

## BOLYGÓK

Kiss Áron Keve  
2600 Vác, Báthori u. 15.  
E-mail: bolygok@mcse.hu

## ÜSTÖKÖSÖK, KISBOLYGÓK

Sárnecky Krisztián  
1131 Budapest, Göncöl u. 43. XIV. lh. II/11.  
Tel.: +36-20-984-0978, E-mail: sky@mcse.hu

## METEOROK

Presits Péter  
1053 Budapest, Henszlmann I. u. 3. III/13.  
E-mail: presitspeter@gmail.com

## FEDÉSEK, FOGYATKOZÁSOK

Szabó Sándor  
9400 Sopron, Szellő u. 27.  
Tel.: +36-20-485-0040, E-mail: castell.nova@chello.hu

## KETTŐCSILLAGOK

Szklénár Tamás  
5551 Csabacsúd, Dózsa Gy. u. 41.  
E-mail: szklenartamas@gmail.com

## VÁLTOZÓCSILLAGOK

Kiss László, Kovács István, Jakabfi Tamás  
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.  
E-mail: vcpsz@mcse.hu, Tel.: +36-30-491-1682

## MÉLYÉG-OBJEKTUMOK

Sánta Gábor  
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.  
E-mail: melyeg@mcse.hu

## SZABADSZEMES JELENSÉGEK

Landy-Gyebnár Mónika  
8200 Veszprém, Boglárka u. 18.  
E-mail: landy.gyebnar@gmail.com

## CSILLAGÁSZATI HÍREK

Molnár Péter  
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.  
E-mail: mpt@mcse.hu

## CSILLAGÁSZATTÖRTÉNET

Keszthelyi Sándor  
7625 Pécs, Aradi vértanúk u. 8.  
E-mail: keszthelyi.sandor52@gmail.com

## A TÁVCSÖVEK VILÁGA

Kurucz János  
5440 Kunszentmárton, Tiszakürti u. 412.  
E-mail: sidius4@gmail.com

## DIGITÁLIS ASZTROFOTÓZÁS

Fűrész Gábor  
8000 Székesfehérvár, Pozsonyi út 87.  
E-mail: gfuresz@mit.edu, Tel.: (21) 252-6401

## meteor

**Az észlelések beküldési határideje minden hónap 6-á!** Kérjük, a megfigyeléseket közvetlenül rovatvezetőinkhez küldjék elektronikus vagy hagyományos formában, ezzel is segítve a Meteor összeállítását. A képek formátumával kapcsolatos információk a [meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu) honlapon megtalálhatók. Ugyanitt letölthetők az egyes rovatok észlelőlapjai.

Az észlelések online-feltöltése: [eszlelesek.mcse.hu](http://eszlelesek.mcse.hu)

## Észlelési rovatainkban alkalmazott gyakoribb rövidítések:

CM centrálmeridián  
Ha H-alfa észlelés (Nap)  
DF diffúz kód  
GH gömbhalmaz  
GX galaxis  
NY nyílthalmaz  
PL planetáris kód  
SK sötét kód  
DC a kóma sűrűsödésének foka (üstökösöknél)  
DM fényességkülönbség  
ÉL elfordított látás  
E, D, K, Ny észak, dél, kelet, nyugat  
KL közvetlen látás  
LM látómező (nagyság)  
m magnitúdó  
öh összehasonlító csillag  
PA pozíciószög  
S látszó szögtávolság (kettőscsillagok)

## Műszerek:

B binokulár  
DK Dall–Kirkham-távcső  
L lencsés távcső (refraktor)  
M monokulár  
MC Makszutow–Cassegrain-távcső  
SC Schmidt–Cassegrain-távcső  
RC Ritchey–Chrétien-távcső  
T Newton-reflektor  
Y Yolo-távcső  
F fotóobjektív  
sz szabadszemes észlelés

## HIRDETÉSI DÍJAINK:

**Hátsó borító:** 40 000 Ft  
**Belső borító:** 30 000 Ft,  
**Belső oldalak:** 1/1 oldal 25 000 Ft, 1/2 oldal 12 500 Ft,  
1/4 oldal 6250 Ft, 1/8 oldal 3125 Ft.  
(Az összegek az áfát nem tartalmazzák!)

**Nonprofit jellegű csillagászati hirdetéseket** (találkozó, táborok, pályázati felhívások) díjtalanul közlünk.

**Tagjaink, előfizetőink apróhirdetéseit** – legfeljebb 10 sor terjedelemtől – díjtalanul közöljük.

**Az apróhirdetések szövegét írásban kérjük megküldeni** az MCSE címére (1300 Budapest, Pf. 148.), fax: (1) 279-0429, e-mail: [meteor@mcse.hu](mailto:meteor@mcse.hu). A hirdetéseket tartalmáért szerkesztőségünk nem vállal felelősséget.

## M

M1, M2, M3 – és még a sort lehet folytatni egészen M110-ig. Nem, nem a magyarországi autópályákat kezdtem el sorolni, ezt Olvasóink nagyon jól tudják, és nem csak azért, mert a határozottan érzékelhető útépitési lendület mellett se nagyon lehet elképzelni, hogy ilyen sok autópályára egyáltalán szükség lenne. A felsorolt rövidítések valóban nem autópályákat jelentenek, hanem Charles Messier objektumait. Ha a francia csillagász hosszú élete során csupán üstökösöket fedezett volna fel, már az is elegendő lett volna ahhoz, hogy beírja nevét a csillagászat nagykönyvébe. Korának legeredményesebb üstökös vadászáként tucatnyi üstökösöt fedezett fel, és ennél sokkal többet észlelt. Az üstökös vadász Messier-nek egyetlen üstököse sincs, amely rendszeresen visszatérve elkápráztatná a Föld lakóit. Messier nevét a mai amatőr csillagászok számára sokkal inkább őrzik a katalógusában felsorolt fényes és népszerű mélyég-objektumok.

Ezeknek az égitesteknek nem volt mindig ilyen összefoglaló elnevezésük. Ködök, halmazok, galaxisok: sokáig így emlegették a mélyég-objektumokat. A Csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája (Csimabi) szerint először 1971-ben találkozunk a mélyég kifejezéssel – Szentmártoni Bélának köszönhetően. A magyarországi mélyég-észlelés apostola egyszerűen magyarra fordította azt, hogy deep-sky, ugyanis nagyon sok angol és amerikai mélyeges cikket fordított magyarra az észlelők tájékoztatására. Ezek a fordítások szinte új világot nyitottak meg a téma iránt fogékony tizen- és huszoneves amatőrök számára. Az Albireo Amatőr csillagász Klub kebelében hamarosan több ezer Messier-észlelés született, ezek jó része leírás volt, részben azért is, mert akkoriban, a hetvenes években nem volt lehetőség rajzok megfelelő közlésére.

A hetvenes évek közepén a Meteorban is megjelennek a Messier-objektumok. Keszthelyi Sándor irányításával észlelte és

rajzolta a Messier-objektumokat két Uránia-szakkörös, Holl András és Kökény Imre az ideálisnak semmiképp nem mondható budapesti ég alól.

A Messier-album magyar kiadása (1985) kisebb szennzációnak számított a magyarországi könyvkiadásban. (Jellemző a kötet jelentőségére, hogy a magyar kiadásból még cseh amatőrök számára is vittem példányokat.)

A kilencvenes években aztán a Meteorban külön rovatot kaptak Messier objektumai: a Messier Klubot előbb Nagy Zoltán Antal, majd Józsa Sándor, végül Szabó M. Gyula vezette. Ekkoriban jött divatba nálunk is a Messier-maraton. A „távot” (102 objektummal) először Bakos Gáspár teljesítette, még 1993-ban.

A 110 Messier-objektum alapos észleléséhez azonban nem elegendő egyetlen éjszaka. Aki még nem tette meg, bátran észlelje végig Messier objektumait! (És természetesen töltsd is fel az eredményt az [eszlelesek.mcse.hu-ra](http://eszlelesek.mcse.hu-ra).) Sokan vélik úgy, hogy minden amatőr csillagásznak végig kell észlelnie ezt a listát, mi több, ez az amatőr csillagászokhoz való tartozás egyik feltétele...

2017-ben egyesületünk is Charles Messierre emlékezik. A Polaris tavaszi sorozatát Messier emlékének szenteljük. Az előadások során nem csupán történeti szempontból ismerkedünk meg Messier munkásságával. A francia csillagász üstökösével, mélyég-katalógusával éppúgy megismerkedünk, mint az egyes objektumtípusok asztrofizikai jelentőségével.

Az idei Messier-maraton március 31. és április 2. között rendezzük a hortobágyi Fecskeház erdei iskolában. A tökéletes horizont mellé – reményeink szerint – tökéletesen sötét ég is társul majd. Az észlelések mellett mélyeges előadásokat is figyelemmel kísérhetnek az észlelőhétvége résztvevői (bővebb információk: [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)).

Mízsér Attila

# Mit hozzon a jövő?

Újév táján megszorodnak a fogadkozások, hogy akkortól kezdve hogyan is lesz, legalábbis az, ami rajtunk múlik. Véletlen időbeli egybeesés, hogy éppen az óév utolsó hónapjában került nyilvánosságra az a dokumentum – A magyar csillagászat jövőképe a 2010-es évek második felére –, amelyben az MTA Csillagászati és Űrfizikai Tudományos Bizottsága a csillagászat jelenlegi helyzetéből és várható tendenciáiból kiindulva felvázolja a hazai csillagászat fejlesztésére vonatkozó középtávú stratégiáját. A teljes jövőkép-dokumentumot a Magyar Tudomány 2016. decemberi száma közli (1507–1515. o., on-line is elérhető: <http://www.matud.iif.hu/2016/12/14.htm>).

Az MTA Csillagászati és Űrfizikai Tudományos Bizottsága (a továbbiakban Bizottság) a magyar csillagászat legmagasabb szintű szakmai testülete, amelynek tagjait a Magyar Tudományos Akadémia köztestületének csillagászzal és űrfizikával foglalkozó tagjai (jelenleg 80-an) választják maguk közül. A 20 főből álló Bizottság tagjai közül 15-en az MTA doktora cím birtokosai (korábbi elnevezéssel a fizikai tudomány doktori), hárman pedig PhD fokozatúak. A két csillagász akadémikus automatikusan tagja a Bizottságnak. Az Akadémiai Törvényben megfogalmazottak szerint a Bizottság feladatai közé tartozik, hogy figyelemmel kísérje az illetékességébe tartozó tudományág hazai helyzetét. E feladatnak eleget téve foglalkozott a Bizottság a csillagászat hazai jövőjével és állította össze a szakterületén dolgozó akadémiai köztestületi tagok véleményének figyelembevételével a 2016 őszén elfogadott jövőkép-dokumentumot.

Hogyan is képzeli a szakma a magyar csillagászat közeljövőjét? A bevezető helyzetismertetés megállapítja, hogy a csillagászat iránt világszerte növekszik a tudományos és társadalmi érdeklődés, mára az egyik központi természettudományos diszciplínává

nőtte ki magát, amely integrálni képes fizikai, matematikai, kémiai, földtudományi és – az asztrobiológia megszületésével – biológiai kutatásokat, ill. műszaki fejlesztéseket is. A csillagászat szerepe és súlya folyamatosan nő a magyar természettudományokon belül. Magyarországi kutatóhelyeken közel 100 főállású kutató és hasonló számú egyetemi hallgató (a doktoranduszokat is beleértve) végez csillagászati kutatómunkát. Ez a szám létszamarányosan elmarad a legtöbb nyugat-európai ország csillagászati közösségének létszámától, a magyar kutatók azonban számárányukat meghaladóan sikeresek a nemzetközi kutatásokban.

Hazánkban a legnagyobb csillagászati teleszkópok az MTA CSFK CSI Piskéztetői Observatóriumában vannak. Ez a megfigyelőállomás a nemzeti obszervatórium szerepét is betölti: a hazai csillagászok rendszeresen pályáznak és nyernek el észlelési időt az ott üzemelő valamelyik távcsőre.

Az utóbbi időben érvényesülő tendencia szerint a csillagászatban a kutatóknak egyre kevésbé kell részt venniük a tényleges észlelésekben és a földi, ill. űrtávcsövekkel kapott adatok redukálásában. Fő feladatuk a szinte készen kapott vagy nyilvánosan hozzáférhető adatok csillagászati szempontú analízise, tudományos értelmezése és annak alapján a publikáció elkészítése. A tudományos közlés rohamosan tolódik a nyílt hozzáférés felé (hazai támogatású projektek esetén ez már követelmény). Az egyre nagyobb tömegekben, részben automatizált módon keletkező megfigyelési adatok feldolgozásához szükséges számítástechnikai módszerek és eszközök fejlődése világszerte lépést tart az adatok számának exponenciális növekedésével. A számítástechnikai fejlesztést illetően Magyarország sem maradhat le.

Mindezeket figyelembe véve a középtávú fejlesztési stratégia a következő pontokat tárgyalja:



Tim de Zeeuw, az ESO főigazgatója és Lovász László, az MTA elnöke (Kiss László felvétele)

1. 2015-ben Magyarország végre csatlakozott az Európai Űrügynökséghez
2. A hazai műszerpark fejlesztési koncepciója
3. Csatlakozás az Európai Déli Observatóriumhoz
4. Magyar tulajdonrész külföldi távcsövekben
5. Intenzív részvétel a Horizont 2020 keretprogramban
6. Hatékony tudástransfer kiépítése az egyetemi és akadémiai, illetve a hazai és külföldi szakmai partnerek között
7. A kutatóképzés, a kutatói utánpótlás és a tudományos eredmények társadalmi megismertetésének folyamatos modernizációja a változó oktatási-kommunikációs térben
8. A nemzetközi kapcsolatok bővítése.

Az egyes pontok részletes ismertetése helyett itt csak néhány kiragadott részletet közlünk, illetve némelyik ponthoz a dokumentumban nem szereplő kiegészítő megjegyzést fűzünk.

\*\*\*

Az Európai Űrügynökséghez (European Space Agency, ESA) történő csatlakozás tudományterületünk eddigi legfontosabb stratégiai célja volt. Teljes jogú ESA-tagként az alap kutatások és technológiafejlesztések színterét képviselő űrprojekteknél a magyar

részvétel a többszörösére nőhet. Tapasztalati tény, hogy az ESA-tagság a csillagász szakma és a hazánkban már létező háttér ipar számára milliárdokban mérhető közvetlen haszonnal jár. A hazai csillagászatnak lobbiznia kell annak érdekében, hogy a magyar kormány kössön PRODEX-egyezményt az ESA-val, mert az űrcsillagászati alap kutatások csak ennek megvalósulása esetén részesülhetnek ESA-támogatásban.

\*\*\*

A hazai csillagászati nagyműszerek közül a piskéztetői Schmidt-távcsőre a teleszkóp nagy látómezejének előnyeit jól kihasználó mozaikkamera beszerzését tervezzük. Egy kis (50 cm-es) távcsővel teljesen automata üzemmódban végezzük a fényesebb, fontos objektumok monitorozását. A légy szem-kamera a teljes látható égboltot figyeli meg a fényes égitestek felől csatlakozva az LSST programhoz, azzal azonos szűrőkészletet használva. Megfelelően elhelyezett kilenc ilyen légy szem-kamera lehetővé teszi a teljes (északi + déli) égbolt megszakítás nélküli megfigyelését a nap 24 órájában.

\*\*\*

Elérkezett az idő, hogy Magyarország csatlakozzon az 1962-ben alapított Európai Déli Observatóriumhoz (European Southern Observatory, hivatalos nevén European

Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere, a továbbiakban ESO). Az ESO a nemzetközi csillagászati kutatás egyik legfontosabb szereplője, hasonló jelentőségű, mint a részecskefizikában a CERN kutatóközpont. Az ESO kormányközi szervezet, a világ vezető csillagászati intézménye. Célja olyan csillagászati obszervatóriumok létrehozása és működtetése, amelyek felépítése és fenntartása meghaladná az egyes államok lehetőségeit. Fontos célja még a tagállamok közötti asztrofizikai tudományos együttműködés elősegítése. Az ESO-nak jelenleg 16 tagja van, közte az elmúlt években csatlakozott közép-európai országok, a Cseh Köztársaság, Ausztria és Lengyelország.

Az ESO-tagság a tagországok számára a csillagászati kutatás gyors fejlődését hozza el. A tagsággal Magyarország hozzáférést kap a legmodernebb csillagászati megfigyelőeszközökhöz, újszerű tudományos eredményeket érhet el, és részesévé válik a világ legnagyobb csillagászati programjainak és felfedezéseinek.

Az elmúlt évtizedben több alkalommal voltak magas szintű tárgyalások az ESO és a magyar csillagászat vezetői között hazánk csatlakozásáról. Az ESO delegációja Tim de Zeeuw főigazgató vezetésével 2016. június 1–2-án látogatást tett Magyarországon. A delegációt Lovász László, az MTA elnöke és Pálinkás József, az NKFIH elnöke is fogadta. Az egyeztetések következő lépése a Magyarország és az ESO közötti hivatalos kapcsolatfelvétel. Mindazonáltal Magyarország belépése az ESO-ba elsősorban a kormányzat hozzáállásától függő finansiális kérdés, mivel az egyszeri belépési díj és a tagországgal évente fizetendő hozzájárulás az ESO költségeihez millió eurós nagyságrendű.

\*\*\*

Az Európai Unió 2014–2020 közötti költségvetésében a kutatás-fejlesztésre fordítandó források várhatóan meghaladják a korábbi időszakban rendelkezésre álló kereteket. A Horizont 2020 (H2020) – az EU 2014–2020 közötti kutatás-fejlesztési és innovációs politikája – keretében pályázni lehet kutatási infrastruktúrák fejlesztésére. A H2020 által

támogatott csillagászati-űrfizikai projektekben a jövőképek-dokumentum összeállításakor két hazai kutatóhely, az MTA CSFK Csillagászati Intézete, ill. a Wigner Fizikai Kutatóközpont vesz részt.

Fontos cél, hogy a legversenyképesebb kutatók sikeresen induljanak az European Research Council különféle pályázataiban. A fiatalok közül sikeres magyar pályázók: Kocsis Bence (ELTE) és Kóspál Ágnes (CSFK), a nemzetközileg elismert szenior kutatók számára kiírt pályázat legújabb nyertesei között pedig a CSFK egyik Lendület-kutató-csoportjának vezetője, az olasz Maria Lugaro szerepel.

\*\*\*

Magyarországon öröndetes diverzitás tapasztalható az egyetemi és akadémiai csillagászati kutatói szférában. Ez a témagazdag-ság kulcsfontosságú momentum a nemzetközi projektekben való részvételben. A hazai csillagászat versenyképességének alapvető tényezője az asztrofizika élvonalát képviselő nagy projektekben való kollaboratív részvétel. Tudatosan azonosítani kell azokat a területeket, ahol egyetemi-akadémiai összefogással jelentős hatékonyságnövelés érhető el.

A tömegtájékoztató és a csillagászat népszerűsítése területén példaértékű a csillagászati hírportál ([www.csillagaszat.hu](http://www.csillagaszat.hu)). Frissessége és szakmai hitelessége példaként szolgálhat más tudományterületek és a tudomány népszerűsítői számára is. A hírportál folyamatos működtetése ugyanakkor jól mutatja a hivatásos és műkedvelő csillagászok közötti gyümölcsöző kapcsolatot.

A hiteles és közérthető tájékoztató fontos eleme a csillagászati szakkifejezések helyes magyar használata. A hazai nyelvészekkel a közelmúltban kialakult informális kapcsolatra építve a következő években a csillagászok és nyelvészek közös munkájával érdemes kidolgozni és kodifikálni a csillagászati kifejezések magyar helyesírásának szabályait, megfelelő terjedelmű példatárral bővítve. A magyar csillagászati szaknyelv jelenlegi legjobb kézikönyve Kozma Judit PhD-értekezése ([www.konkoly.hu/public/kozmajudit.pdf](http://www.konkoly.hu/public/kozmajudit.pdf)). Magyar nyelvű csillagászati vagy űrtani szö-



Csillagász-diákolimpikonok felkészítőikkel a 2016. évi indiai versenyen: Kovács József, Gémes Antal, Tószegi Balázs, Világos Blanka, Vigh Benjámín, Udvardi Imre, Lőrincz Szabolcs és Bécsy Bence

veg írásakor mindenkinek ezt a dolgot érdemes használnia helyesírási forrásként.

A középiskolás diákok érdeklődésének csillagászat felé terelésében fontos szerepet töltenek be a részükre kiírt országos vetélkedők. Ezek sikerének hatására Magyarország vállalkozott a Nemzetközi Csillagászati Diákolimpia 2019-es megrendezésére is. A csillagászat iránt érdeklődő tehetséges fiatalok mentorálása mellett fontos tennivaló a csillagászati alpműveltséget nyújtó ismeretek beépítése a közoktatásba. Legalább fakultációs szinten lehetővé kell tenni az iskolai csillagászati képzést.

\*\*\*

A csillagászati kutatásokat hagyományosan nemzetközi együttműködésben végzik. Bizonyos külföldi műszerekre vagy űreszközökre Magyarországról alanyi jogon nem lehet pályázni. Ilyen esetben a műszeridő-pályázatot az együttműködésben részt vevő külföldi kutató nevének érdemes beadni a sikeres elbírálás reményében.

Nemzetközi csillagászati konferencia magyarországi szervezésével bővíteni lehet az együttműködésre kész partnerek számát, és a hazai rendezésű sikeres konferenciák, workshopok a magyar csillagászat presztízsének növelésére is alkalmasak.

Fokozni kell a kapcsolatot az átmenetileg vagy tartósan/véglegesen külföldön dolgozó magyar csillagászokkal. Egy néhány éve végzett felmérés szerint a magyar anyanyelvű, de nem Magyarországon élő csillagászok létszáma közel azonos a Magyarország területén csillagászati kutatásokat művelőkével. Ez rendkívül értékes és jelenleg kiaknázatlan szellemi és kapcsolati tőke. Emlékeztet, hogy ezt a felmérést az MCSE végezte. Számos külföldön élő/dolgozó magyar csillagász választott a Szalai Tamás által hozzájuk eljuttatott kérdésekre, és válaszaik a Meteor hasábjain meg is jelentek (2011/7–8. szám).

\*\*\*

A fentebb vázolt jövőképekben megfogalmazott fejlesztések más-más döntéshozóktól függenek: bizonyos döntéseket kormányzati szinten kell meghozni, másokat az MTA vagy az egyetemek szintjén. Mindenekelőtt azonban a szakma valódi összefogására és a stratégiaileg jól átgondolt feladatok teljesítésére van szükség.

A közeljövőre vonatkozóan tehát adottak a feladatok a hazai csillagászok számára, de nyilvánvalóan későbbre is marad még teendőjük. Amíg az Univerzum tágul.

Szabados László

# A Rák-köd

Sok-sok ezer évvel ezelőtt egy csillag, melynek tömege sokkalta nagyobb Napunkénál, lassan kifogy üzemanyagkészletéből. Még küzd a gyilkos gravitációval, és a különböző, egyre rövidebb ideig tartó fúziós folyamatok során egymás után hozza létre a nehezebb elemeket. A folyamat azonban a vasnál elakad: ennél nehezebb elemek már nem jöhetnek létre fúzió révén. Energia-utánpótlás hiányában a csillagot utoléri a végzete, elindul a megállíthatatlan kollapszus. Anyaga a mag felé kezd zuhanni, nincs már sugárnyomás, amely ezt megakadályozhatná. A külső rétegek hatalmas nyomása „belepréseli” az elektronokat az atommagokba, így a csillag magjában neutronok keletkeznek. Miközben összeroskad, a csillag forgása egyre gyorsul. A neutronokban feldúsuló magban a nyomás hirtelen megnő, és a bezuhanó anyag mintegy visszapatann az összepréselhetetlen neutronmagról. Pusztító lökéshullám indul el kifelé, amely gyorsan energiát veszít, és épp ezért ez még önmagában nem lenne elég a kataklizmához. Ugyanakkor, a nagyságrendileg 100 milliárd Kelvin-fokra felforrósodó magban neutrínók keletkeznek, és megindul kifelé egy  $10^{46}$  joule energiájú neutrínózápor. Nem teljesen tisztázott módon a neutrínók által elszállított energia 1%-kát elnyeli a kifelé tartó lökéshullám, s így bekövetkezik a gigászi szupernóva-robbanás. Az ilyen típusú robbanásokat az összeomló csillagmag miatt kollapszus-szupernóváknak (core collapse supernova) is nevezik.

A csillag anyagának jelentős része szétszóródik. Maga a szupernóva-robbanás olyan extrém magas hőmérséklettel és nyomással járó körülményeket hozott létre, hogy az úgynevezett neutronbefogásos folyamatokban a vasnál nehezebb elemek is létrejöttek, s amelyek szintén szétterültek az űrben. Az újjamon viselt karikagyűrű (vasnál nehezebb) aranya is a szupernóváknak köszönhető.

A robbanás helyén a Messier 1 ködössége látható, melyet szokás Rák-ködként is emlegetni. A kidobott anyag még ma is hatalmas, 1500 km/s sebességgel tágul. Az expanziót akár a saját szemünkkel is láthatjuk, ha bő évtizedes különbséggel készült felvételeket hasonlítunk össze.

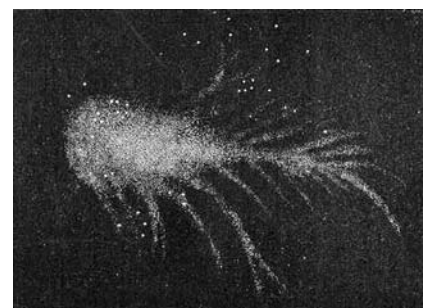
A fentebb vázolt események a Földtől kb. 6500 fényévre történtek. Amikor a fotonok útnak indultak, lassan véget ért az emberiség történetének legelső, és egyben leghosszabb szakasza: az őskor. A Földet már benépesítettük, és gazdálkodni kezdtünk. Lassanként általánosan elterjedt a fémek használata, azoké, amelyeket egy másik, több milliárd évvel ezelőtti szupernóva-robbanás szórta a világrűrben.

1054-ben kínai csillagászok az egyik nyári estén az eget tanulmányozva, éjfél után felfigyeltek egy vendégcsillagra (ko-hszing), mely az általuk Tien-kuan-nak nevezett csillag közelében tűnt fel. Fényességével túlragyogta Jupitert és a Vénuszt. Sokáig látható maradt még a nappali égen is. A szupernóva feltűnésének írásos emléke a császári főcsillagásznak, Jang Vej-tő-nek hála maradt reánk, aki a vendégcsillag megjelenését arra használta fel, hogy a Szung-dinasztiára és császárra nézve igen hízelgő jóslatot adjon, méltatva az uralkodó bölcsességét és nagyságát.

Jang Vej-tő leírását azonban nem szabad készpénznek venni. Ambiciózus talpnyaló hírében állt, amit jól tükröz maga a jóslat, illetve annak egy kiragadott részlete: „... azt jelenti, hogy él egy nagyon bölcs, és erényes személy ebben az országban.” Az új csillagot fényes sárgának írta le, ami valós is lehet, de nem szabad elmenünk mellett a tény mellett sem, hogy a Szung-dinasztia fő színe a sárga volt. Csak abban lehetünk biztosak, hogy 1054. július 4-én tűnt fel a Tien-kuanhoz közel, és 1056. április 17-én vesztették szem elől.

A dinasztiával kapcsolatos feljegyzések elemzése nem volt könnyű feladat. A kínaiak nem az általunk ismert nyugati csillagképeket használták. Továbbá meg kellett fejteni az égi koordináta-rendszerüket, és a távolságok leírására használt mértékegységeket. Végül sikerült kibogozni a szálakat, és meghatározni, hol is volt látható a jelenség.

A sinológusok nagy bizonyossággal megállapították, hogy a Tien-kuan a ma  $\zeta$  Taurinak nevezett csillag. Tehát a vendégcsillag a Bika csillagkép szarvának közelében tűnt fel, méghozzá a Szung-dinasztia krónikái alapján attól délkeletre. A közelséget több leírás is említi, azonban egy 1345-ös változat a Szung-évkönyvben konkrétan pár hüvelyk távolságot állapít meg. Más korabeli kínai csillagászati megfigyelések alapján egy hüvelyk alatt körülbelül 0,1 fokot értettek. Amennyiben a néhányat 3-nak, 4-nek, esetleg 5-nek tekintjük, akkor durván fél fok választotta el a  $\zeta$  Taurit és a feltűnt égitestet.



Lord Rosse rajza a Rák-ködről 36 hüvelykes távcsővel készült 1844 körül (listoffigures.wordpress.com)

Miután a helyet az égen már azonosították, és kizárták a fényes üstökös lehetőségét is, már csak azt kellett eldönteni, hogy nóva, vagy szupernóva tűnt-e fel 1054-ben. Ismeretes volt, hogy 23 napon át fényes nappal is látszott. Fényessége –4 és –5 magnitúdó közötti lehetett. Ha nóva lett volna a feltűnt csillag, akkor 60 fényéven belül kellett volna lennie ahhoz, hogy ennyi időn keresztül látható legyen nappal is. Ekkora közelségben azonban elég csekély egy nóvakitörés valószínűsége. Ráadásul valahol lennie kellene

a közelünkben egy vörös óriás és egy fehér törpe párosának is, ami előfeltétele egy ilyen nóva-robbanás bekövetkezésének. Alkalmas jelöltet azonban nem találtak.

Maradt tehát a szupernóva mint magyarázat. A szupernóvák fénygörbéjének karakterisztikája más, mint a nóvaké, abszolút fényességük is nagyobb. A néhányszor 1000 fényév távolságban felrobbanó szupernóva fénygörbéje sokkal jobban illeszthető a leírásokra. Nem beszélve arról, hogy nagyobb valószínűséggel következik be ilyen távolságban szupernóva-robbanás, mint hogy 60 fényéves körzetben feltűnjön egy nóva. A nagytömegű csillag halálakor bekövetkező „tűzijáték” során hatalmas mennyiségű gáz lökődik ki, melynek sugárzása hosszú évezredekig megfigyelhető marad. Ha tehát ez a magyarázat helytálló, akkor kell lennie megfigyelhető maradványnak!

## Messier 1, avagy a Rák-köd

John Bevis orvos és műkedvelő csillagász 1731-ben ködös objektumra bukkant a Bika csillagképben, melyet az Uranographia Britannica égbolttérképén is feltüntetett. Tőle teljesen függetlenül, Charles Messier újra felfedezte, majd később katalógusában az 1-es sorszámot adta neki. Innen a Messier 1 (M1) elnevezés. De mi után kutatott Messier a Bika csillagképben? Egy bizonyos üstökös után.

Messier a mai értelemben vett megfigyelő csillagász volt. Nem sokat foglalkozott matematikával, ugyanakkor megbízott mások elméleti munkáiban. Korábban Edmund Halley kiszámította, hogy az 1531-ben, 1607-ben és az 1682-ben feltűnt üstökös egy és ugyanaz. Ahhoz, hogy elméletét ellenőrizze felkérte a csillagászokat, hogy 1758 vége felé legyenek résen, mert az üstökös újra megjelenik. Igaza is lett. Messier szerette volna learatni az újrafelfedezés babérait, így nagyon megörült, amikor rálelt a  $\zeta$  Tauri közelében a kis ködösségre. Azt hitte, hogy az üstökös az, de csalódottan kellett tapasztalnia, hogy nem mozdult el. Végül nem Messier, hanem egy német földműves, Johann Georg Palitzsch vette észre először

az üstökös 1758 karácsonyán. Messier csak 1759-ben lelt rá Halley üstökösére.

Az idők folyamán több híres csillagász is észlelte a ködöt. Külön meg kell azonban említeni William Parsonst, ismertebb nevén Lord Rosse-t (Rosse harmadik grófját), akitől a Rák-köd elnevezés származik.



R. J. Mitchell rajza a Rák-ködről, melyet Lord Rosse 72 hüvelykes távcsövével készített 1855-ben. Jól látható a kis fekete „öböl”. (lstofigures.wordpress.com)

Többé nem készült olyan rajz, amin a köd rákszerű lenne, de az elnevezés megmaradt. Lord Rosse 1845-ben megépítette 72 hüvelykes (1,83 m) tükrös távcsövét. Az óriási távcsőben kibontakozó látványt R. J. Mitchell rajzolta le. A rajzon olyan részletek is felfedezhetőek, amelyek a mai fotókon is látszanak. Ilyen például az én felvételemen is látható kis fekete öböl.

Lord Rosse leírása arról is árulkodik, miként vélekedtek akkoriban a ködökről: „...különlegesen elrendezett, jól kivehető vonalakat látunk... Nagyobb felbontás valószínűleg további vonalakat is kihozna, s akkor a köd közönséges halmazformát öltene.” Abban az időben úgy gondolták, hogy minden köd csillagokból áll, és csak elegendően nagy távcsőre van szükség ahhoz, hogy valamennyit felbontsák.

## A Rák-köd és a modern asztrofizika

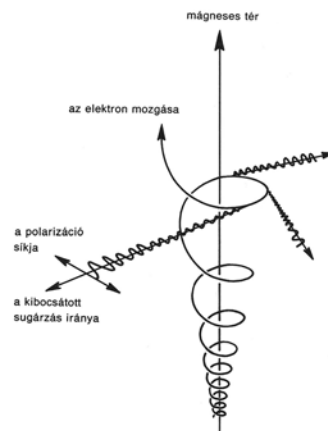
C. O. Lampland fejéből pattant ki az ötlet 1921-ben, hogy összehasonlítsa a Lowell Observatóriumban a korábbi 8 évben készült felvételeket a Rák-ködről. Így felfedezte, hogy az évek során az M1 egyes rész-

letei elmozdultak. John C. Duncan volt az, aki végül felismerte, hogy a köd tágul. Hogy mióta? Erre a kérdésre Edwin Hubble is kereste a választ. Feltételezte, hogy az objektum egy pontból indult ki, és az expanzió egyenletes. Számításai szerint a tágulás 900 évvel ezelőtt vette kezdetét. Ezt a felismerést, és a korábbi kínai feljegyzéseket összevetve elmondható, hogy 1054-ben nagy valószínűséggel azt a szupernóvát látták feltűnni az égen, melynek maradványa az M1.

A spektroszkópia elterjedésével új fejezet kezdődött a csillagászatban. Korábban vajmi keveset tudtunk a távoli égitestek összetételéről, az ott uralkodó fizikai viszonyokról. A Messier 1-ről készült első színeképek meghökkenetőek voltak. Az addig vizsgált ködökre pusztán az azokat alkotó elemek gerjesztett atomjainak ujjlenyomatait, az emissziós vonalakat voltak a jellemzőek – szinte nem is állt a spektrumuk másból. Azt viszonylag korán felismerték a csillagászok, hogy ezt a gerjesztést egy-egy forró csillag intenzív ultraibolya sugárzása okozza. A Rák-köd esetében azonban az emissziós vonalakat egy határozott folytonos háttérrel, kontinuumon voltak megfigyelhetőek. Mintha két színekép rakódna egymásra. Hamar kiderült, hogy a köd szerkezetét tekintve két eltérő részből áll: az amorf eloszlású gázból, mely ovális alakot kölcsönöz a Rák-ködnek, és a filamentek szövvényes hálózatából. A filamentek, a köd rostokra emlékeztető, 11000–18000 K hőmérsékletű, ionizált gázokat tartalmazó struktúrái, melyektől a színekép emissziós vonaljai származnak, a ködöt kitöltő amorf gáz pedig a kontinuum forrása. Azonban azt, hogy pontosan miként jön létre a folytonos háttér, vagyis honnan származik a köd fénye, sokáig homályos fedte.

Még 1948-ban, a rádiócsillagászat hőskorában egy ausztrál kutatócsoport négy fényes rádióforrást fedezett fel az égen, melyből az egyik a Taurus A nevet kapta. Később szintén ez a csapat egy kezdetleges interferométerrel 7 ívperc pontossággal behatárolta a sugárzás irányát, mely az M1-hez igen közel esett. A Taurus A lett az első, Naprendszeren túli diszkrét rádióforrás, melyet optikai tar-

tományban is azonosítottak. A csillagászokat meglepte, hogy az optikai tartományban nem is olyan fényes Rák-köd a Nap után az egyik legerősebb rádióforrás az égen. Az ausztráliai kutatók 1952-ben a rádióforrás méretét is megmérték, és rá egy évre az első rádiótérképet is elkészítették. Ezen a durva térképen a rádióforrás főbb alakzatai meglepően hasonlítottak az optikai tartományban látott képhez. Arra az összefüggésre is rájöttek a kutatók, hogy a Rák-köd (és több más rádióforrás) rádiósugárzásának intenzitása a frekvencia függvényében logaritmikus skálán egy egyenes vonalat ad. Joszif Sklovskij szovjet csillagász pedig megmutatta, hogy a köd rádiósugárzásáért az úgynevezett szinkrotronsugárzás a felelős.

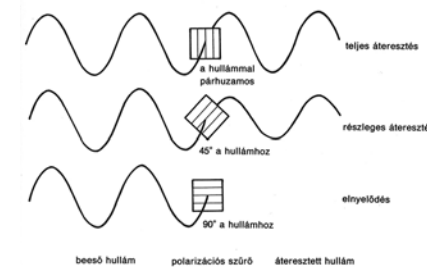


A közel fénysebességgel, a mágneses erővonalak körül spirális pályán mozgó elektronok keskeny nyalábként szinkrotronsugárzást bocsájtanak ki. Ez a sugárzás polarizált, vagyis a látóirány mentén kitüntetett a rezgés síkja (Simon Mitton engedélyével)

Egy ideje már ismert volt a fizikus előtt, hogy a közel fénysebességgel mozgó (relativisztikus) töltött részecskék sebességvektoruk megváltoztatása közben szinkrotronsugárzást bocsájtanak ki. Úgy is megfogalmazhatjuk, hogy amikor a töltött részecskét a mágneses tér gyorsítja, a gyorsulás következményeként az sugározni kezd. A mágneses térben végzett körmozgás folytonos gyorsulásnak számít. A ködben lévő mágneses

ter erővonalai körül spirálózó elektronokkal pedig pontosan ez történik.

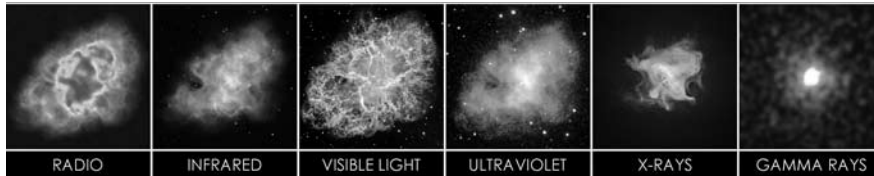
Sklovskij a mechanizmust kiterjesztette az optikai tartományra is, és azt mondta, hogy nem atomi átmenetekből származik a Rák-köd színeképének folytonos része, hanem azt is szinkrotronsugárzás okozza. Vagyis a mágneses térben örült sebességgel körtáncot lejtő, nagy energiájú mozgó elektronoktól származik a köd fénye (pontosabban a kontinuum része), míg a „gyengébb” elektronoktól a köd rádiósugárzása.



A polarizált fény és a polarizációs szűrő szemléltetése. A polarizációs szűrőn teljes áteresztés akkor történik, ha az áthaladó fény polarizációjának síkja a szűrővel egybeesik. Amennyiben a két sík egymásra merőleges, akkor a szűrő nem ereszt át a polarizált fényt (Simon Mitton engedélyével)

Az igazán jó elmélet nemcsak megmagyaráz dolgokat, hanem jóslatokat is ad. Sklovskij megjósolta, hogy a köd fényének részlegesen polarizálnak kell lennie. A szinkrotronsugárzás sajátossága, hogy polarizált. Néhány évvel később megfigyelésekkel igazolták Sklovskij teóriáját, és annak jóslatait. Először Viktor Alekszejevics Dombrovskij, majd tőle függetlenül Mikheil Alexandresz dze Vashakidze mutatta ki a Rák-köd fényének polarizáltságát, majd 1955-ben a Palomar-hegyen, az ötméteres teleszkóppal Walter Baade készített ragyogó felvételsorozatot. A polarizációs szűrőt forgatva változtak az alakzatok, s volt olyan fényes terület is, ami szinte el is tűnt!

A polarizációs vizsgálatok révén tökéletesen feltérképezhetővé vált a ködben a mágneses tér szerkezete, ugyanis a polarizáció síkja merőleges a mágneses térre. Kiderült, hogy a Messier 1 megjelenése erős kapcsó-



Az M1 látványa különböző hullámhosszakon. Balról jobbra a tartományok: rádió, infravörös, optikai (látható), ultraibolya, röntgen és gamma

latban áll a mágneses térrel. Az erővonalak a különböző öblök szélén, szálak mentén futnak, és a filamentek körül tekerednek.

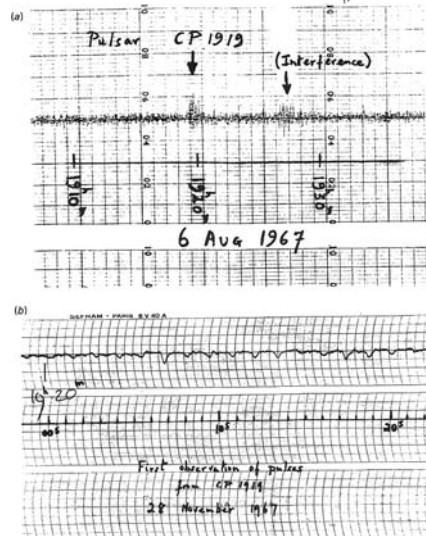
Később kimutatták, amit a szinkrotronsugárzási elméletek is megjósoltak, hogy a Rák-köd egyben erős röntgenforrás is az égen. Nem volt egyszerű a pontos irányt és a röntgensugárzás szerkezetét meghatározni. Az első áttérést 1964-ben érték el, amikor az M1 röntgenjeleinek változását figyelték a kutatók, miközben a Hold elfedte az égitestet.

Bár most csak az optikai, a rádió és a röntgen tartományokról beszéltem, mert történeti síkon igyekszem mozogni, de elmondható, hogy a szinkrotronsugárzás a felelős a köd teljes spektrumban kibocsájtott sugárzásának igen jelentős részéért. A relativisztikus elektronok idővel energiát veszítenek, egyre „fáradnak”. Kezdetben a gamma, a röntgen, majd az optikai, az infravörös, míg végül a rádiótartomány „megszóllaltatásáért” felelősek. Pontosan kiszámítható, hogy mennyi idő alatt „fáradnak” el ezek az elektronok. Például a röntgen szinkrotronsugárzás nagyjából egy év alatt kihunyna, ha nem lenne valamiféle energiautánpótlása. Ennyi idővel a robbanás után a köd ilyen formájában már régen nem is létezhetne. Kell hogy legyen valami hajtómotor a ködben! Sokáig ez volt a Rák-köddel kapcsolatos egyik legnagyobb talány. Tudták már, hogyan világít, de mi táplálja energiával? Honnan származik a mágneses tér?

### Pulzár a Rák-ködben

Az első pulzárokat 1967-ben fedezték fel egy szinte teljesen véletlen eseménynek köszönhetően. A Napból kiáramló csillagszél miatt egy távoli rádióforrás sugárza-

sa gyorsan fluktuál, amikor az a Naphoz közel látszik az égen. A jelenséget interplanetáris szcintillációnak nevezik. Ez nagyjából hasonló jelenség, mint ahogyan a csillagok fénye a Föld légkörének köszönhetően pislog. Ez a jelenség kitűnően felhasználható kompakt rádióforrások keresésére, ugyanis minél kisebb az objektum, annál erősebb a véletlen fluktuáció jelensége. 1967 augusztusának egyik éjszakáján éjfél körül arra lett figyelmes Jocelyn Bell Burnell, hogy valami megmozgatja a voltmérőt. Ekkor a Nap jóval a látóhatár alatt tartózkodott, így nem tűnt



Az első pulzár felfedezése. A felső képen a pulzár jele csak éppen megkülönböztethető a szcintillációtól. Az alsó nagyobb sebességű grafikonon viszont világossá vált, hogy az észlelt zöreje valójában periodikus pulzációnak sorozata volt ( $P \approx 1,3$  másodperc) Forrás: Jocelyn Bell Burnell és Antony Hewish

valószínűnek, hogy a jelenséget interplanetáris szcintilláció okozta volna. Kezdetben földi eredetű zavarra gyanakodtak, de 1967. november 28-án igazolást nyert, hogy valóban az úrból származó szabályos pulzusok sorozatát észlelték. Ezt a dátumot tekinthetjük az első pulzár (CP1919 / PSR J1921+2153) felfedezésének.

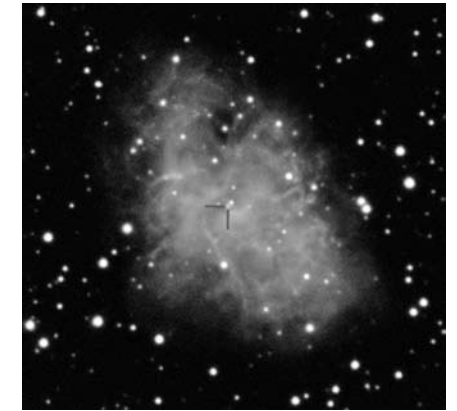
Jocelyn Bell Burnell posztgraduális hallgató volt, akinek Antony Hewish volt a témavezetője. A felfedezést bejelentő cikkben őt szerző neve olvasható. Elsőként Hewish, másodikként Bell, és így tovább. Antony Hewish 1974-ben megosztott Nobel-díjat kapott Martin Ryle-lal a rádió apertúra szintézis kidolgozásáért, és a pulzár felfedezésében játszott szerepükért. Ez volt az első olyan fizikai Nobel-díj, melyet csillagászati kutatásért osztottak ki. (Kifogásolhatónak tartom, hogy Jocelyn Bell Burnell nem részesült az elismerésben, holott ő volt az, aki ráakadt a pulzárra, és annak alapos elemzésében szintén kulcsszerepet játszott.)

Az első pulzárt hamarosan újabbak felfedezése követte a rádiótartományban. Ezek közül a következő mérföldkövet a Vela csillagképben található hatalmas szupernóva-maradványban talált pulzár (PSR J0835-4510) jelentette. Ez volt az első kapocs az ilyen maradványok és a pulzárak között. Ekkortól szisztematikusan keresni kezdték a szupernóva-maradványokban a pulzárokat. Alig egy évvel később 1968. november 9-én sikeresen azonosították a Rák-köd pulzárját is, mint 33 milliszekundumos pulzárt.

A milliszekundumos pulzár felfedezése eldöntött egy fontos asztrofizikai kérdést is. Ugyan voltak már elméleti elképzelések a neutroncsillagokról, de kezdetben fehér törpék rezgésével próbálták magyarázni a pulzusokat. A milliszekundumos pulzár esetében az elmélet azonban csődöt mondott, mert ilyen gyors rezgés már nem volt leírható a rezgési modellel. Maradtak a neutroncsillagok, mint lehetséges magyarázat. A mai definíció értelmében, a milliszekundumos pulzár 1–10 milliszekundumonként bocsátanak ki egy pulzust. Azonban a Vulpecula csillagképben található PSR 1937+21 kataló-

gusjelű pulzár felfedezése (1982) a Rák-köd pulzárja volt az ismert leggyorsabb.

A pulzárak rádiótartományban észlelhető lüktetését próbálták detektálni optikailag is, ami nem volt egyszerű feladat. Végül 1969-ben siker koronázta az erőfeszítéseket, és kimutatták a pulzusokat több független módszerrel is optikai tartományban. Igazolást nyert tehát, hogy a fotómon is kivethető, a köd szívében elhelyezkedő kettős délkeleti csillaga pislog, méghozzá ugyanabban az ütemben, mint a rádiótartományban.



A Rák-pulzár a saját felvételemen. 2013.10.29., 2013-12-01 – Göd – 70 x 55 s L és 61 x 55 s R, G, B. UMA-GPU APO Triplet 102/635, SkyWatcher HEQ-5 Pro mechanika SynScan vezérléssel ASI 120MM monokróm kamera, Astronómik RGBL fotografikus szűrőszett

Ugyancsak 1969-ben az MIT egy rakétát lőtt fel, mely repülése alatt egy órán keresztül vizsgálta a Rák-ködot a röntgentartományban, és ott is sikeresen kimutatták a pulzusokat.

A csillagászok kezdetben nagyon meglepte a pulzusok pontossága. Először úgy tűnt, hogy egy hihetetlenül pontos órára leltek az égen. Azonban további megfigyelések felfedték, hogy a pulzár lassul, naponta 38 nanomásodperccel nő a periódusa. Mintha valami folyamatosan csapolná az égi óra energiáját! Ráadásul a periódusváltozás ütemében is találtak változást. Sőt nemcsak lassul az ürbe küldött pulzusok üteme, hanem



néha egy időre fel is gyorsul. Ezt a jelenséget glitch-nek nevezték el. A pulzár idővel viszszanyeri eredeti ütemét, és folytatódik lassulás. A pulzárokról tehát kiderült, hogy az óra késik, és néha még rakoncátlankodik is.

### Neutroncsillag a ködben

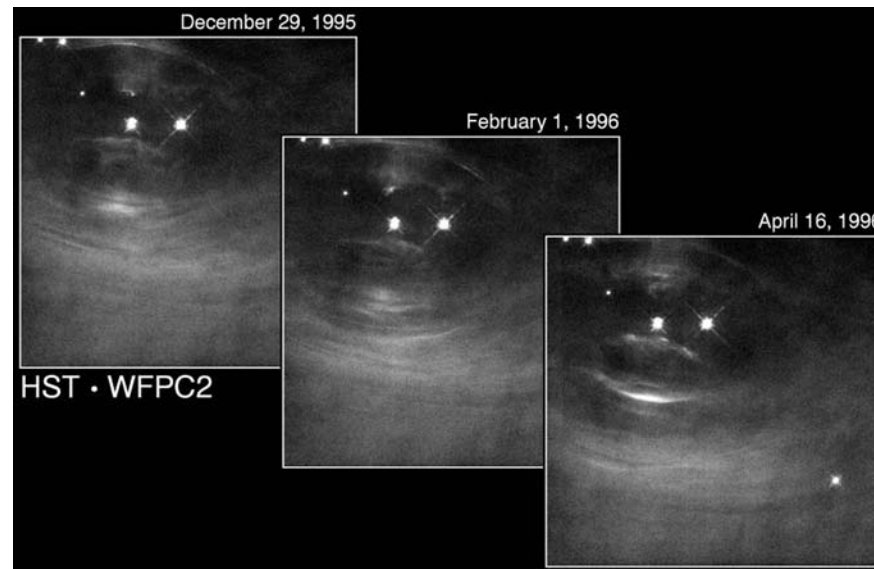
Ugorjunk egy kicsit vissza az időben! 1932-ben felfedezik a neutront. Az elméleti fizikusok azonnal rá is vetették magukat. Nem sokkal később (1934) Baade és Zwicky már neutroncsillagokról beszél. 1939-ben Zwicky azt állítja, hogy a neutroncsillagok szupernóva-robbanások eredményei. Szerinte a Rák-ködben is lennie kell egynek. Még fel sem fedezték az első igazán gyors pulzárokat, amikor Gold arról ír 1968-ban, hogy gyorsan forgó neutroncsillagok sugárzó nyalábjai küldik a jeleket az űrbe, hasonlatosan egy világítótornyhoz. (Ugye még emlékszik arra az olvasó, hogy a nagy riválist, a rezgő fehér törpék elméletét éppen a nagyon gyorsan pulzáló pulzárrok ütötték ki a nyeregéből?) Ő már ekkor megjósolja, hogy a pulzusoknak folyamatosan lassulnia kell, ahogy a neutroncsillag energiát veszít, és a forgása lassul. Nem telt el sok év, és a szupernóva-maradványok, a pulzárrok és az azt magyarázó lassulva forgó neutroncsillagok elmélete találkozott. De ez csak újabb hosszú út kezdetét jelentette.

Mindmáig rengeteg a bizonytalanság a neutroncsillagok elméletét illetően, de néhány dolog azért elég biztosnak látszik. Mivel halott csillagról van szó, így a gravitációnak nem a sugárnyomás, hanem a degenerált „neutrongáz” nyomása áll ellen. Ez a kvantummechanikai eredetű nyomás nem függ a hőmérséklettől, mint az ideális gáz esetén, hanem csakis a sűrűségtől. Nagyjából 3 naptömegig tudja megakadályozni az égitest összeroppanását, így e csillagok tömegének ez az elméleti felső határa. A tömeg alsó határára pedig a Chandrasekhar-határ, amely a fehér törpék elméletileg megengedett legnagyobb tömege, vagyis 1,4 naptömeg. A Messier 1 neutroncsillaga például 1,4 naptömegű. Külön érdekesség, hogy eddig

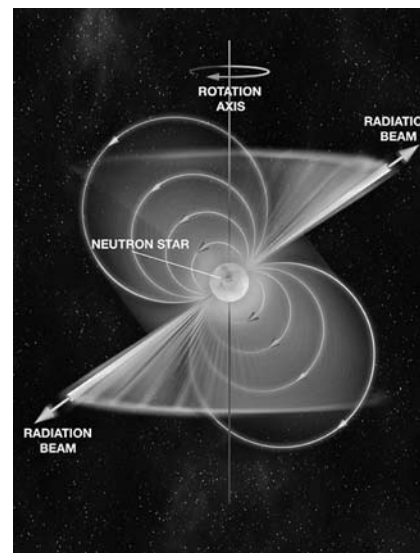
még nem találtak 2 naptömegnél nagyobb tömegű neutroncsillagot, illetve 5 naptömegnél kisebb tömegű fekete lyukat. Ez utóbbiak akkor keletkeznek, amikor már semmilyen „kvantummechanikai nyomás” nem képes legyőzni a gravitációt. Miért nem találtak eddig 2 és az 5 naptömeg közötti csillagmaradványokat? Pontosan ma sem tudja senki. A kutatók azonban lázasan dolgoznak a megoldáson, és ezt az űrt mindenféle elképzelt egzotikus objektummal töltötték ki. Ilyen például a kvarkcsillagok gondolata. Teóriáik megerősítése azonban egyelőre még várta magára.

A neutroncsillagok átmérője mindössze 20 km körüli. Átlagsűrűségük  $4 \cdot 10^{17}$  kg/m<sup>3</sup> és  $6 \cdot 10^{17}$  kg/m<sup>3</sup> közé esik. Felszíni hőmérsékletük igen tág határok között változik. A Rák-köd fiatal neutroncsillaga 1,6 millió K felszíni hőmérsékletű, s éppen ezért intenzíven sugároz röntgentartományban. A centrumában azonban még ennél is pokolibb a forróság, ott a számítások szerint 300 millió K uralkodik. A neutroncsillagok hőmérséklete idővel csökken. A középkorú, néhány száz 100 ezer éves példányok felszíni hőmérséklete már csak fele a fiatalokénak. Nagyjából egymillió évvel a szupernóva-robbanás után a termális sugárzásukat már nem lehet detektálni röntgentartományban. Ekkorra nagyjából már csak 100 ezer K uralkodik a felszínükön, mely aztán újabb néhány millió év elteltével néhány száz 10 ezer K-ra csökken.

De hogyan keletkeznek a pulzusok? Hogyan működteti a ködöt a Rák-köd belsejében lévő neutroncsillag? Az impulzus-megmaradás törvényének értelmében a csillag forgása felgyorsul az összeroppanáskor. Innen származik az eszeveszett pörgés. Megmarad azonban a mágneses fluxus is. A mágneses tér így a csillag sugara négyzetének inverzével arányosan fog erősödni. Így lehetséges az, hogy a 20 km átmérőjű neutroncsillagoknak akár  $10^8$  tesla erősségű mágneses terük is lehet. Összehasonlításképpen ez az érték a Föld esetén  $10^{-5}$  tesla, míg a Nap esetén kb.  $10^{-2}$  tesla. Gondoljunk bele: a másodpercenként 30-szor körbeforduló roppant erős mágneses tér mekkora elektromos teret tud létrehozni!



A neutroncsillag a Rák-köd szíve. A Hubble-űrtávcső felvételsorozatán jól látszik, ahogy az alakzatok nagyjából négy hónap alatt megváltoznak a ködben



A pulzár modellje: a mágneses pólusok nem esnek egybe a forgástengellyel, így a pólusoknál létrejövő sugárzási nyaláb minden egyes fordulatkor végigsöpör az űrön, és eléri Földünket (NRAO)

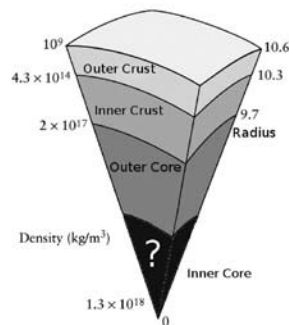
A Földön található részecskegyorsítókat üzemeltető kutatók biztosan irigykednek erre a kozmikus laboratóriumra. A neutroncsillag relativisztikus sebességre gyorsítja a töltött részecskéket, melyek energiájukkal táplálják a ködöt és biztosítják a fényét, létrehozva a szinkrotronsugárzást.

Egy másik, de szintén a mágneses térrel összefüggő mechanizmusnak köszönhetően – tudniillik a forgástengely és a mágneses pólusok nem esnek egybe – a pólusoknál létrejövő sugárzási nyaláb minden egyes fordulatkor végigsöpör az űrön, és elérheti Földünket is. Ezért foghatjuk az elektromágneses sugárzás több tartományában is a pulzusokat. Alapvetően ez teszi a Rák-köd neutroncsillagát pulzárrá. Az, hogy a pólusoknál pontosan miként keletkeznek a sugárzó területek, illetve hogy a felszíntől milyen távolságra, az még mindig vita tárgyát képezi. Az egyik legelfogadottabb nézet szerint a pólusok környékén a mágneses mező roppant erős elektromos teret hoz létre, mely a neutroncsillag felszínéről is képes elszakítani elektronokat vagy éppen elektron

és pozitron párokat képezni. Megindul az elektromos töltések áramlása, és az erővonalak mentén óriási kisülések keletkeznek. Tulajdonképpen a folyamatos villámlásszerű jelenség statikus elektromágneses zaja ér el minket a neutroncsillag minden egyes fordulatakor.

A neutroncsillagok belső felépítéséről inkább csak sejtéseink vannak. A különféle elképzelések részletezésére ehelyütt nincs lehetőség, ezért most csak vázlatos ismertetésre szorítkozom. Az erős gravitáció, a roppant sűrűség és az erős mágneses tér bizarr szerkezetet eredményez. Ezen égitestek légköre az átmérőhöz képest roppant vékony, esetleg néhány tucat centiméter, de legfeljebb néhány méter lehet. Úgyan még „normális” anyagú gázok alkotják, de az egyes példányoknál más és más összetételt sikerült detektálni. A nagyjából három évszázados, így viszonylag fiatal Cassiopeia A szupernóva-maradvány belsejében lévő neutroncsillag légköre például szénben gazdag, más esetekben a spektrumban inkább a hidrogén és a hélium a domináns. Ez talán a korbeli, hőmérsékletbeli, és kialakulásuk körülményeiből fakadó különbségekből is adódik. Ha létezne olyan cím, hogy a legsimább felületű égitest, akkor a neutroncsillagok jó eséllyel pályázhatnának rá. Az erős gravitáció a legkisebb egyenetlenségeket is kismítja. A külső 1 km-en fémest tulajdonságú szilárd szerkezetre emlékeztető kérgük lehet. A kéreg felső részében még egyáltalán nem a neutronok a dominánsak. „Hétköznapi” atommagok, talán éppen vas atommagok alkotnak rácsszerkezetet, melyet elektronok tengere jár át. A neutroncsillag belseje felé haladva, ahogy a sűrűség növekszik, egyre több és több a neutron, melyek normál körülmények között egyébként elbomlanának (példának okáért a szabad neutron felezési ideje mindössze  $611,0 \pm 1,0$  másodperc). Először az atommagok dúsulnak fel neutronokban. Majd a nagy mennyiségben keletkező neutronok miatt a nukleáris kölcsönhatás már nem képes összetartani az atommagokat, és megkezdődik a neutroncseppegésnek nevezett folyamat. Ennek eredményeként már

szabad neutronokkal is találkozhatunk. A felszín alatti mélység növekedésével maguk az atommagok is eltorzulnak, pálcikaszerűvé válnak. A kéreg alatt, szupravezető és szuperfolyékony (nincs ellenállása a mozgással szemben), többségében neutronokból álló zóna található. Ez a „nukleáris kotyvalék” a szabad neutronok mellett még mindig hozzátétőlegesen 5–10%-ban szabad elektronokból, protonokból és atommagokból áll. Még mélyebben, a belső magban, ahol már az atommagok sűrűségét is meghaladja a sűrűség, még ennél is furcsább körülmények uralkodhatnak. Itt talán már kvarkos állapotban van az anyag.



„Tipikus neutroncsillag” elméleti modellje. Jobb oldalon a sugár kilométerben, bal oldalon pedig a sűrűség

Mint minden modell, ez is megfigyelések alapján konstruált és megfigyelésekkel ellenőrizhető. A csillagmaradvány forgásának lassulása, a pulzusokban jelentkező apró szabálytalanságok, a neutroncsillagok lehülésének üteme mind-mind árulkodik annak belső felépítéséről.

Persze ezek értelmezése nem egyszerű feladat. Hadd ragadjam ki a korábban említett glitch-eket példaként. A pulzációs periódus megugrása nagyon rövid idő alatt zajlik le, de nagyjából egy hónap is szükséges, míg visszaáll az eredeti ütem, és a lassulás folytatódik. Ez is arra enged következtetni, hogy a neutroncsillagnak szuperfolyékony a belseje. Érdekes, hogy idősebb pulzároknál nem fordul elő glitch, így talán azok belső felépítése már eltér a fiatalokétól, vagy csak már más állapotban vannak.

Régebbi elképzelések szerint az apró felgyorsulások a neutroncsillagok kérgében keletkező repedések következményei. Mivel az apró égitest gyorsan forog, így alakja nem gömbszimmetrikus. A szilárd kéregbe pedig „befagy” a csillag alakja, vagyis a kidudorodás az egyenlítőjénél. Ahogy a forgás üteme lassul, úgy a csillag egyre kevésbé lesz lapult. A deformáció megrepesztí a kemény kérget, a dudor laposodni kezd. A kéreg sugara csökken, így az impulzus-megmaradás törvénye értelmében a kéreg forgása felgyorsul. A forgás üteme pedig azért áll lassan vissza, mert a neutroncsillag belseje szuperfolyékony, így a külső szilárd kéreg hosszú idő alatt képes csak azonos sebességre hozni a belső részeket, ahogy aztán a forgás lassulása folytatódjon. A megfigyelésből tehát modell alkotható a neutroncsillag felépítésére, illetve annak működésére.

A baj csak az, hogy időközben kiderült (más neutroncsillagokkal kapcsolatos megfigyelések alapján is), hogy ez az elképzelés hibás. A gyorsulások alaposabb vizsgálata megmutatta, hogy ez a mechanizmus nem képes elenergiaátadni, és nem is írható le vele pontosan a jelenség karakterisztikája. Az újabb modellek már abból indulnak ki, hogy a neutroncsillagok mágneses mezeje nem képes behatolni a szuperfolyékony anyagba. A mágneses mező viszont áthalad a neutroncsillagon, ami pedig csak úgy lehetséges, ha normál anyagú örvények haladnak keresztül a szuperfolyékony belsős. Ezen örvények tengelye közelítőleg párhuzamos a forgástengellyel. Az örvények raktározzák az impulzusmomentumot, mintegy őrizve annak az időszaknak a forgási energiáját, amikor a neutroncsillag még gyorsabban forgott. Ezek a belső képződmények a külső rétegek anyagával is kapcsolatban állnak, mintegy hozzájuk kapcsolódnak. A külső rétegekről időnként örvények válnak le és halnak el, miközben a csillag az alacsonyabb impulzusú (lassabb forgású) állapotra „hangolódik”. Az örvények átrendeződése közben energia szabadul fel, ami, csak ha egy ideig is, de felpörgeti a külső részeket.

Ez maga a glitch jelensége. Amint létrejön az új forgási egyensúly, az örvények ismét hozzákapcsolódnak a külső réteghez.

A példával csak azt szerettem volna megmutatni, hogy adott jelenség miként magyarázható, és abból milyen következtetéseket lehet levonni a neutroncsillag belső szerkezetére vonatkozóan. Arra is rá szerettem volna világítani, hogy nem minden modell állja ki az újabb megfigyelések (esetleg újabb elméleti megfontolások) próbáját. Az újabb, több paramétert figyelembevevő teória pedig már kissé más képet fest erről az objektumtípusról és annak működéséről. Összességében elmondható, hogy még mindig nincs sziklaszilárd elképzelése a csillagászoknak arról, hogy egészen pontosan milyen is a Rák-kód neutroncsillaga, és hogyan is működik. Az viszont bizonyos, hogy forgó dinamóként hozza létre azt a csodát, amelyet megfigyelhetünk, miközben energiát veszít, és amiért lassul a forgása.

Kétségtelenül akad még megválaszolatlan kérdés, de a Rák-kód és a benne található neutroncsillag tanulmányozásával rengeteg ismerethez jutottak a kutatók a szupernóva-maradványokkal kapcsolatban. A kínai császári udvar főcsillagász biztosan nem sejtette 1054-ben, hogy az akkor megpillantott vendégcsillag sok évszázaddal később milyen fontos szerepet fog majd betölteni a világmindenség megismerésében. Jólatai erről nem szóltak.

## A polarizáció megfigyelése amatőrcsillagászati módszerekkel

A cikk írása közben ötlött fel bennem a gondolat, hogy milyen remek dolog lenne megismételni Walter Baade megfigyeléseit. Nem voltak nagyratörő terveim, csupán szerettem volna én is kimutatni a Rák-kódban a fény polarizációját, és így közvetve a szinkrotron sugárzást. Milyen nagyszerű is lenne, ha a polarizáció síkjának változása révén láthatnám a szupernóva-maradványban tekergető mágneses teret! Vajon lehetséges ez? Baade mégis csak 5 méteres teleszkópot használt a vizsgálatok során.

A képrögzítési technológia nagyon sokat fejlődött az elmúlt évtizedekben. A mai DSLR gépek és CCD-k érzékenysége jelentősen felülmúlják a régi fotólemezekét. Ebben bízva másnap este felhívtam Szeri László barátomat, és felvettem neki az ötletet. Egyáltalán nem kellett győzködnöm, rögtön felcsigázta az észlelési terv. Mivel biztosra akartam menni, ezért hivatásos csillagász véleményét is kikértem. Azonnal felhívtam Kiss Lászlót, aki arra biztatott, hogy hajtsuk végre a tervet, és néhány hasznos tanáccsal is ellátott.

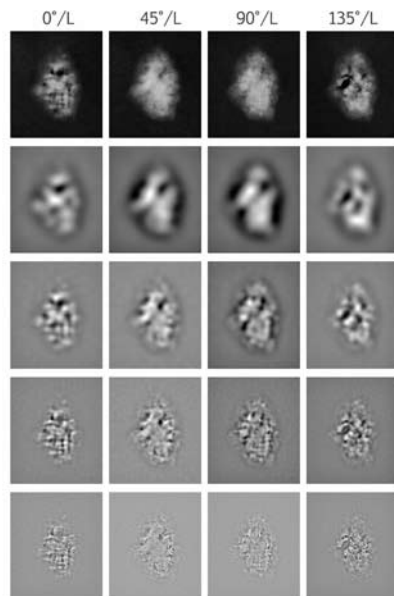
Másnap munka után azonnal Kiskunfélegyháza felé vettem az irányt. A csomagtartóban pihent sok más hasznos aprósággal a hét-köznap fotózásban használt Hoya gyártmányú polarizációs szűrőm. Volt bennem némi szkepticizmus a szűrővel kapcsolatban. Sok sikeres, és nekem tetsző felvételt köszönhettem neki, de eddig csak nappali fénynél kellett helyállnia. Egyre csak az járt a fejemben, hogy vajon csillagászati célokra is megfelelő-e. Két előnye viszont volt Szeri László csillagászati célokra szánt szűrőjével szemben: a mérete és az a képessége, hogy játszi könnyedséggel lehetett elforgatni, miután megfelelően rögzítettük.

A megbeszélte péntek 18 órai időpontban már ott toporogtam Laci barátom kapuja előtt. A csillagok szépen ragyogtak az égen, de a nyugodtság szemmel láthatóan nem volt a legjobb. Kísérletre azért jó lesz! Kicsit melegedtünk a konyhában, míg elkészült a kávé, és amíg a gyerekek elmajszolták a kis csokoládét, amit „TTK bácsi” Mikulása idén kicsit korábban küldött. Majd irány a műhely.

Először meg kellett oldani a polarizációs szűrő elhelyezését a fényútban. Az idő folyamán gondosan felépített és precízen beállított optikai elrendezésén Laci nem szeretett volna változtatni. Szerencsére a 40 cm-es „Nagy Newton” kihuzatában lévő „CCD-szűrőváltó-szűrőváltó-korrektor” felépítmény végén éppen volt megfelelő menet. Ide az a menetes sötét kupak szokott kerülni, amely a dark képek készítésekor megakadályozza a fény bejutását a CCD-be. Laci a

kupakot kivágta, majd ebbe ragasztotta bele ügyesen a szűrőt. Ügyelnie kellett, hogy az a megfelelő síkban álljon, és a külső gyűrűjevel továbbra is forgatható maradjon.

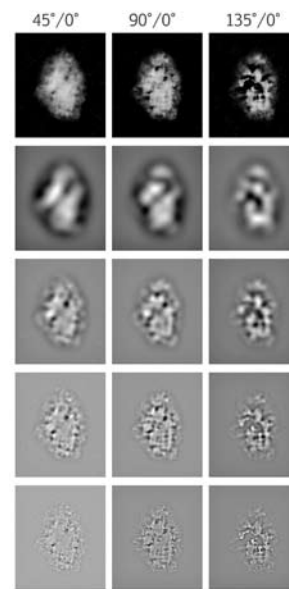
A szűrő kiindulási pozíciójának a Rák-köd hosszanti tengelyét választottuk, majd 45 fokként kívántuk elforgatni a szűrőt. Igen ám, de a szűrő három méternél is magasabban lesz, a távcső tubus belsejében. Még ha el is érjük, akkor is vakon kell majd



Először a Rák-köd hosszanti tengelyével párhuzamosan beállított polarizációs szűrővel felvett, úgynevezett 0 fokos összegzett képpel osztottuk el az ahhoz képest 45, 90, 135 fokban elforgatott szűrővel készített összegzett képet. A felső sorban a kétféle nyersanyagokból összegzett képek hányadosai, alattuk wavelet transzformációk segítségével kibontott belső részesetek láthatóak. Ennek a módszernek köszönhetően jól látszanak a szűrő elforgatásából származó különbségek. Mindez pedig annak a következménye, hogy a kód fénye polarizált, ráadásul az egyes területeken eltérő szögű a polarizáció síkja

forgatni. Laci ezt a problémát is megoldotta. Ragasztóból gumók kerültek 45 fokként a forgatógyűrűre, a 0 fokot (a gyártó jelölése alapján) kis fémgyurmával „jelölte meg”, majd következett a megoldás tesztelése. A

„vakteszt” után kinyitottuk a kis csillagvizsgálót, amiben a főtűszere türelmesen várakozott. A szokásos rutinok után, Laci beállította a Rák-ködöt. A szűrőt addig nem is szereltük be. Ez annak volt beudtható, hogy előzőleg ugrattam Lacit, vajon milyen hangja lehet a főtűkrön koppanó szűrőnek? Ha már beesett, akkor hogyan szedjük ki majd belőle? Melyik fekete festék a legalkalmasabb a kipattant tükörcsere javítására?



Ezen a verzió a Rák-köd polarizációs szűrő nélküli felvételeiből összegzett képpel osztottuk el a különböző irányokban elforgatott polarizációs szűrővel felvett nyersanyagból összegzett képeket. A felső sorban a kétféle nyersanyagokból összegzett képek hányadosai, alattuk wavelet transzformációk segítségével kibontott belső részesetek láthatóak. Itt is jól látszanak a különbségek. Ez alapján is elmondható, hogy a kód fénye polarizált, ráadásul az egyes területein eltérő szögű a polarizáció síkja. Mindkét felvételesorozat 458/1900 Newton-távcsővel, Atik 11000 CCD-vel készült, szekvenciánként: 10 x 3 perc (bin2).

Biztosra mentünk! Már ha lehet azt biztosnak nevezni, hogy a szűk helyen egy hosszú létra tetején egyensúlyozva, benyúlva a tubusba, megpróbálja az ember vakon becsavarni a szűrőt. Laci pont ezt a bravúrt hajtotta végre.

A nem éppen veszélytelen műveletet a polarizációs szűrő minden egyes elforgatáskor meg kellett ismételni.

Izgatottam vártuk az első nyers kép megszületését. Ezt a képet aztán elosztottuk a korábbi polarizációs szűrő nélkül készült nyerssel, és azonnal látszott a két kép közötti különbség. Nagy volt az öröm! Azért minden kétségünk még nem szállt el. Elindítottuk az első szekvenciát. Az időt főleg a műhelyben melegedve múltattuk, néha pedig ránéztünk a kertben felállított, Laci által csak „quadokli”-nak becézett 150 mm-es objektívvel felszerelt négy fényképezőgépre, melyek szorgalmasan készítették a felvételeket az égbolt kiszemelt területéről.

Elkészült az első széria. Laci újra a magasba mászott a létrán, és 45 fokban elforgatta a szűrőt. Megint csak lélegzetviasszafojtva vártuk az első képet. A 45 fokos nyers képet elosztottuk a korábbi 0 fokos képpel, és azonnal láttuk, hogy érdemes folytatni a munkát. Első ránézésre látszott a polarizációs szűrő elforgatása után, hogy a kód bizonyos területeinek intenzitása megváltozott. Látni, hogy eredményes lesz a projekt, folytattuk a munkát, rögzítettük a 45 fokban, a 90 fokban, és a 135 fokban elforgatott szűrővel is felvételeket.

Majdnem hajnali három óra lett, mire hazértem Kiskunfélegyházáról, de másnap meg egyeztünk abban Lacival, hogy nagyon is jó móka volt az észlelés. Kellene még több ehhez hasonló! Már csak a felvételek feldolgozása volt hátra, melynek eredménye a mellékelt két képen látható.

Összességében, amatőr csillagászati módszerekkel mi is megállapítottuk, hogy a kód fénye tényleg polarizált! Saját szemünkkel láttuk a szinkrotronsugárzást akcióban, „megragadtuk” a mágneses erővonalakat! Olyan élmény volt ez számomra, mint amikor kísérletező gyerekként először szórtam vasport a mágnes köré fizika órán. Érdekes, és lenyűgöző volt megpillantani az amúgy szemünk számára láthatatlant, működésben látni a természetet!

Tóth Krisztián

# Látogatás a Kennedy Űrközpontban

2015 júliusában munkámhoz kötődően Orlandóban, Floridában töltöttem egy rövid időt. A Kennedy Űrközpont meglátogatására az extra napot jó előre beterveztem – ez gyermekkori álmaim egyike volt mindig is – de egy másik apropó is akadt, amiért érdemes volt egy korábbi látogatást is szervezni az Atlanti-óceán partjára. 2015. július 15-én egy Atlas V rakétát bocsátottak fel a Cape Canaveral 41-es indítóállásáról. A rakéta kilövése 2015. július 15-én, helyi idő szerint 11:36-ra volt betervezve, a hasznos teher a GPS2-F10 nevű, új generációs műholdsorozat tizedik holdja volt a tervezett 12-ből.

Az Űrközpont megfigyelő területe helyett (ahova már jóval korábban elfogytak a jegyek) kalandosabb helyet választottunk – annak északi határkerítéséhez autózunk el. Ez közvetlenül a 39B indítóállás mellett van, ahonnan az űrrepülőgépek indultak.

A NASA kerítése műholdképeken is látható. Habár nem látszik a legstabilabbnak, de nem lebecsülendő akadály, annál is inkább, mert az Űrközpont SWAT csapata szigorú fegyveres ellenőrzés alatt tartja. Az óceán partján körülbelül 2–3 ezer érdeklődővel együtt vártuk az indítást. Egy helyi rajongó egy spektívet állított fel a partra vezető fahídon, amin keresztül láthattuk a kb. 7 km távolságban lévő indítópadon a rakétát. Ezt le is fényképeztem, csak úgy okuláron keresztül...

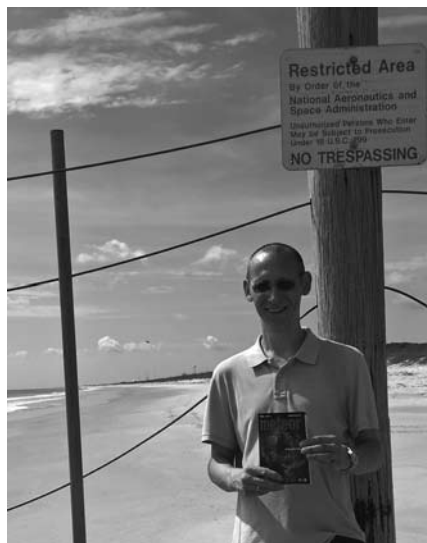
Immár az említett kerítés mellett, egy idősebb önkéntes hölgy meglepő felkészültséggel látott el bennünket adatokkal és tényekkel a rakétáról, illetve arról, hogy mit is láthatunk majd. A kilövés hajszálpontos időzítéssel kezdődött. A rakétát először nem is láttuk, csak a fehér gőzfelhőt, amely az indítópad hűtésére használt víz elforrásából keletkezik. Aztán a rakéta valószínűtlenül lassan elindult felfelé. Az indítás robaja hozzánk kb. 35 másodperccel később érkezett – és még ebből a távolságból is lenyűgöző volt a hatás. A rakéta kb. 2 perc alatt tűnt el a szemünk elől – az erős nap-

sütés és a báránypelhók a magasabb pályáiván megnehezítették a követést.

Aki esetleg arra jár, a Kennedy Space Center weboldalán érdemes megnéznie, hogy épp akkorra van-e indítás ütemezve – az élmény igazán nem mindennapi és felejthetetlen ([www.kennedyspacecenter.com](http://www.kennedyspacecenter.com)).

Néhány nappal később a Kennedy Űrközpontba látogattam el. Már a bejárat nagyon ígéretes – a háttérben az amerikai űrprogram első hordozórakétái magasodnak.

A bejárat után azonnal az űrrepülőgép pavilonja felé vettük az utunkat. A program filmvetítéssel kezdődik, amely a gépek történetét



Tiltott terület határán, a Cape Canaveral óceánparti kerítésénél – innen figyeltük a rakétaindítást

foglalja össze, majd a következő teremben részesei lehetünk egy sűrített Atlantis misszióknak a teremben 360 fokos vetítéssel. Szinte észre sem vettük, hogy a maga a vetítővászon áttetsző – amikor ezt felhúzzák, az Atlantis ott áll előttünk a maga valójában, szinte karnyújtásnyira. Megérdemli a lenyűgöző jelzőt ez

kiállítás, ahol két szinten – miközben körbejárjuk a felfüggesztett űrrepülőgépet – a küldetések minden fontosabb részletével megismerkedhetünk. Például beülhetünk a vezetőfülké makettjébe, részletes adatokkal szolgálnak a fontosabb küldetésekről, külön is kitérve a Hubble-úrteleszkópra, melynek életnagyságú makettje szintén a kiállítás része.

Az Atlantis-pavilon után a következő állomás az autóbustúra volt, amely körbevitte az Űrközpont területén. Megmutatta közelről az indítóállást, és közvetlen közelről haladtunk el az összeszerelő csarnok, majd a szállítóplatform mellett, amely a szerelőcsarnokból a kilövőállásra szállítja az űreszközöket. Mindeközben kísérőnk – egykor itt dolgozó, mostanra nyugdíjas szakember – részletes magyarázatot adott mindenről.



A Saturn V egyik óriási hajtóműve

Érdekes, hogy már magánűrkutatás is megjelent – az Elon Musk által jegyzett SpaceX-nek saját csarnoka van az Űrközpont területén.

Az autóbuszos utazás célállomása az Apollo-csarnok volt. Dancsó Béla Holdséta című

könyvét többször is olvastam, már korábban, illetve a Gépek a Holdon című sorozatot is többször megnéztem már – az innen szerzett tudásanyaggal „felvértezve” érkeztem hát ide. Az indítást szimuláló irányítóközpont és a bevezető film megtekintése után jutunk az elképesztő méretű csarnokba, ahol egy Saturn V rakéta is látható. A rakétához a hajtóműveknél érkezünk be – itt lehet igazán érzékelni a méreteket. Mellette két oldalról lehet a részegységeket megtekinteni – a fokozatokat a kapcsolóberendezések láthatósága érdekében kissé széthúzták. Az űrhajó mellett a küldetések részleteivel lehet megismerkedni.

A rakéta csúcscrésznél – sok minden között – meg lehet nézni közelről egy parancsnoki modult (egy olyat is amely az űrben járt), egy holdautót, szakfandereket. Bepillanthattunk a holdkompba, és holdkőzetet is megérintettünk.

A kiállítás „fáradalmait” a Moon Rock-Café-ban pihenhetjük ki, egy ebéd mellett. Az Apollo-csarnokból folyamatosan induló buszok viszik a látogatókat vissza a központba. Az egy naposra tervezett program végén még elsétáltunk a kiállított rakéták között, megnézhetjük az új Orion-űrhajó makettjét és természetesen az elmaradhatatlan emléktárgy-boltban lehetett – és érdemes is volt – vásárolni. A fotó sem maradt el a vizágyon forgó éggömbbel és a Meteor aktuális számával. Az Orlandóba vezető út mellett még szakítottunk időt az „Astronauts Hall of Fame” emlékszármokra, amely az amerikai és szovjet űrutazásokat veszi sorra és állít emléket a résztvevő űrhajósoknak.

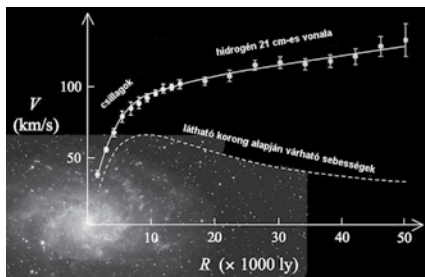
A Kennedy Űrközpontban egy nap sajnos csak a felszín karcogatására elég. Megállásra, olvasgatásra, elmélyedésre a rengeteg információban – sajnos csak módjával jut idő. Az élményt mindesetre a rendezőknek sikerült nagyon magas szintre emelni. Számomra, akit mindig is nagyon érdekelt az űrkutatás, ez a látogatás óriási élmény volt. Ha valamikor újra a világnak ezen a felén járok, a Kennedy Űrközpont meglátogatása biztosan ismét a programom része lesz...

Dankovics Tamás

# Csillagászati hírek

## Mégsincs sötét anyag?

A jelenlegi modellek szerint Univerzumunk csupán 5%-át jelentik a köznapi életben is jól ismert atomos anyag és a különféle hullámhosszú sugárzások. További 25%-át a titokzatos sötét anyag, 70%-át pedig a Világegyetem gyorsuló tágulásáért felelősnek tartott sötét energia alkotja. A számunkra csupán gravitációs hatása révén megfigyelhető anyagra először a galaxisokban levő csillagok keringési sebességének megfigyelése utalt: az eredmények szerint a külső régiókban levő testek gyorsabban keringenek a középpont körül, mint amit a megfigyelhető anyag gravitációs hatása indokolna. Hasonló okokból számos elméleti fizikus próbálkozott már a newtoni tömegvonzás törvényeinek módosításával (amely így a távolság függvényében változva magyarázatot adhatna a galaxisokban megfigyelt jelenlégre), ugyanakkor egyelőre megoldhatatlan feladatnak látszik a nagy távolságokon kíválon leírt gravitáció elméletének egyesítése a kvantumfizika törvényeivel. A sötét anyag feltételezett összetevőinek (axionok, WIMP-ek, gravitínók, Kaluza–Klein-részecskék stb.) detektálása sem járt eddig semmiféle eredménnyel.



A csillagok mozgásának megfigyelt és várt sebességeloszlása az M33 galaxisban

Erik Verlinde (Amsterdami Egyetem) elméleti fizikus modellje alapvetően másként

közelíti meg a kérdést. A mai elfogadott nézettel szemben (amely a gravitációt a négy alapvető kölcsönhatás egyikeként írja le), Verlinde modelljében a gravitáció csupán a téridő különleges módon megnyilvánuló tulajdonsága. Hasonlóan ahhoz, ahogyan a hó sem önmagában létező hatás, csupán az anyagot alkotó atomok (hő)rezgésének hatása. Ehhez hasonlóan – amennyiben Verlinde elmélete helyes – a gravitáció is a téridő alkotóelemeinek számtalan lehetséges állapota adta entrópia változásának következménye. 2010-es tanulmánya után a most publikált dolgozatában a sötét anyaggal mint a memóriaeffektust mutató, rugalmas téridő-anyagban bekövetkezett változások okozta maradvány-hatással találkozhatunk.

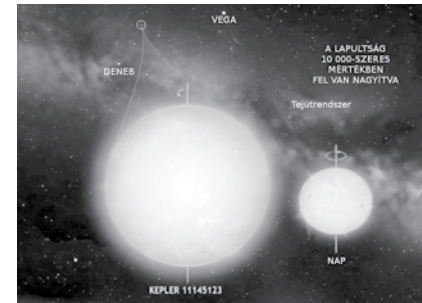
Természetesen az elmélet bizonyítása még igen messze van, azonban érdekes lehetőséget ad a gravitáció más szemszögből való vizsgálatára, a sötét anyag magyarázatára, és esetleg a gravitáció és a kvantumfizika jelenlegi összehajthatatlanságának feloldására.

*Universe Today, 2016. november 26. – Molnár Péter*

## Majdnem gömb alakú csillagot talált a Kepler

A csillagok nem gömb alakúak, mivel a tengely körüli forgásuk miatt fellépő centrifugális erő kisebb-nagyobb mértékben lapulttá teszi őket, így alakjuk inkább forgási ellipszoiddal közelíthető. Minél gyorsabban forog egy csillag, annál lapultabb lesz. A Nap rotációs periódusa 27 nap körüli, az egyenlítői sugara pedig 10 kilométerrel nagyobb a poláris sugárnál (a Föld esetében a különbség 21 km). A Kepler-úrtávcső adatai alapján Laurent Gizon (Max Planck Naprendszerkutató Intézet, Göttingeni Egyetem) és munkatársai asztroszeizmológiai módszerekkel eddig példa nélküli pontossággal határozták meg egy

csillag lapultságát. Az eredmények szerint az ötezer fényévre lévő, roppant lassan forgó égitest a jelenleg ismert „legkerekebb” objektum: az egyenlítői és poláris sugár közötti különbség mindössze 3 km (az 1,5 millió km-es – Napunknál kétszer nagyobb – sugár mindössze 0,0002%-a).



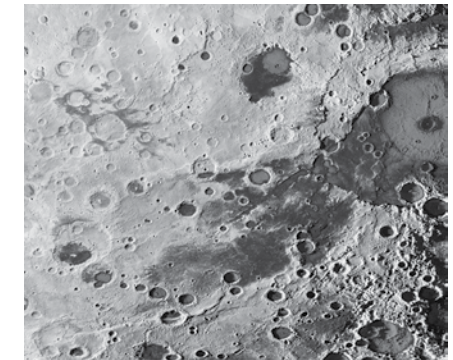
A csillaggal eleinte azért kezdtek foglalkozni a kutatók, mert a jelek szerint tisztán szinuszos oszcillációk gerjesztődnek benne, amely periodikus kitágulás és összehúzódás okozta fényváltozást a Kepler-úrtávcső több mint négy éven át észlelte. Mivel a különböző csillagrajzi szélességekre az oszcilláció különböző módusai jellemzőek, ezért a kutatók az alacsony és a magas szélességekre jellemző módusok frekvenciáit vizsgálták, ennek eredményeként pedig megállapították, hogy a csillag egyenlítői sugara csupán  $3\pm 1$  km-rel nagyobb a poláris sugárnál. A csillag lapultsága a megfigyelések szerint még a nagyon lassú forgásból számíthatónál is kisebb, aminek okaként a kutatók az alacsony szélességeken megjelenő mágneses teret vélik felelősnek.

A Kepler 11145123 nem az egyedüli csillag, amelynek fényessége és oszcillációi is megfelelőek az ilyen típusú vizsgálatokhoz, így más, a Kepler úrtávcső által mért csillagokra is kiterjesztik a vizsgálatokat csakúgy, mint a jövőbeli TESS és PLATO programok egyes célpontjaira. A több csillagon elvégzett mérések eredményeképpen pedig meghatározható a gyorsabb forgás és a mágneses tér erősségének hatása a csillagok alakjára nézve.

*Science Daily, 2016. november 16. – Kovács József*

## Hatalmas völgy a Merkúron

A NASA Messenger-szondájával készített sztereófelvételek segítségével összeállított rendkívül jó felbontású topográfiai térképen egy hatalmas kiterjedésű völgy bontakozott ki a bolygó déli féltékéjén. A völgy mintegy 400 km széles, mélysége 3 km, és 1000 km-es hosszával benyúlik a bolygó legnagyobb és legfiatalabb becsapódási medencéjébe, a Rembrandt-medencébe. Bár a völgy kisebb, mint a marsi Valles Marineris, de nagyobb, mint a földi Grand Canyon és szélesebb, mint a kelet-afrikai Kenyában levő Nagyhasadékvölgy.



A „Nagy Völgy” és a Rembrandt nevű becsapódási medence jobbra fent (NASA/JHUAPL/Carnegie Institution of Washington/DLR/Smithsonian Institution)

Keletkezésük módja is eltér: a kenyai képződmény kőzetlemezek távolodásával jött létre, míg a Merkúron frissen felismert völgy újabb bizonyíték a bolygó zsugorodására. A folyamatosan hűlő bolygómag zsugorodásával a kéreg szikláik egymáshoz préselődnek, egyes vonalak mentén feltorlódnak. A völgy érdekessége azonban, hogy a hasonló feltorlóással létrejött két széle között a völgy feneké mélyebben fekszik, mint a környezete. Ennek magyarázata, hogy valószínűleg a terület a környező kőzetek feltornyosulásával párhuzamosan a bolygó középpontjához közelebb süllyedt.

*NASA MESSENGER, 2016. november 16. – Molnár Péter*

## 227 új hivatalos csillagnév

Bár több vállalkozás is foglalkozik csillagnevek árusításával (amelyekre nézve csak az adott cég katalógusában garantált a név egyedisége), nemrégiben a Nemzetközi Csillagászati Unió is közzétett egy 227 csillagnevet tartalmazó hivatalos jegyzéket. Az IAU illetékes bizottsága 2016 májusában hozta létre a csillagnevekkel foglalkozó munkacsoportját (WGSN, Working Group on Star Names), amelynek elsődleges célja a sok esetben évszázadok óta használt, ősi hagyományokban gyökerező, az emberiség kulturális örökségéhez tartozó csillagnevek írásmódjának és kiejtésének egységesítése, megőrzése. A jövőben a munkacsoport irányelveket is ki fog dolgozni további csillagok, illetve más objektumok elnevezésére nézve. A csillagnevek eredete rendkívül sokféle lehet, de a munkacsoport előnyben részesíti a rövidebb, egy szavas elnevezéseket, amelyek valamilyen formában kapcsolatban állnak csillagászati, kulturális, vagy természeti világörökséggel; ugyanakkor figyelmet fordítanak a nevek egységes írásmódjának és kiejtésének meghatározására, illetve a több csillagra használt hasonló nevek elkerülésére is. Ugyanez a munkacsoport fog a jövőben foglalkozni az exobolygókkal kapcsolatos elnevezéssel is. Természetesen a szakcsillagászok munkájában jelentős változás nem várható, hiszen ezután is objektumok ezreit, milliőit (a Gaia szonda esetében milliárdjait) tartalmazó katalógusokat és sorszámkokat használnak majd.

Hasonló elnevezésekre volt már példa az IAU korai történetében: az 1920-as években a szervezet a történelmi hagyományok alapján alkotta meg a ma használt 88 modern csillagképet, azok neveit, valamint definiálta pontos határaikat. Ezek a nevek ma is használatban vannak például a változócsillagok, törpegalaxisok vagy különféle röntgenforrások elnevezésében.

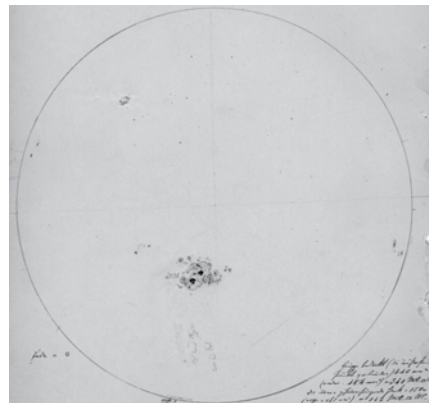
A 227 hivatalos név között szerepel a 2015 decemberében már elfogadott 18 új név (ezek közül 5 ősi csillagnév, 14 pedig a NameExoWorlds pályázaton a nagyközönség által adott elnevezés). A több tucatnyi,

rétől fogva navigációra is használt csillag neve mellett hivatalossá vált a feltehetően bolygóval rendelkező Algieba ( $\gamma^1$  Leonis), Hamal ( $\alpha$  Arietis) és a Muscida (o Ursae Maioris).

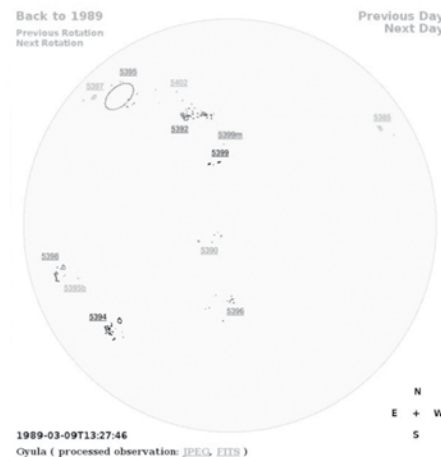
IAU Organisational Release,  
2016. november 24. – Molnár Péter

## Egyedülálló magyar napfolt-adatbázis

A napaktivitás változásának hosszú ideje ismert jelzői a napfoltok, napfoltcsoportok. A Nap belsejében működő dinamo hatására változó mágneses tér hatására létrejövő foltok legnagyobb példányait már az ősi időkben is megfigyelhették, rendszeres követésükre pedig a távcső 1610-es első csillagászati alkalmazását követően kerülhetett sor – ettől kezdve viszonylag folyamatos adatsorok állnak rendelkezésre. Ezek alapján határozhatta meg Heinrich Schwabe a napfoltok megjelenésében mutatkozó 11 éves ciklikusságot, majd később a mágneses ciklus jelenlétét is felismerték. A megfigyelések még pontosabba tételét a fotográfia bevezetése jelentette. A rendszeres fotografikus észlelések 1858-ban kezdődtek (Kew Observatory), majd 1874-től a Royal Greenwich Observatory-ban folytatódtak – ez utóbbi során jött létre az alapműnek számító Greenwich Photographic



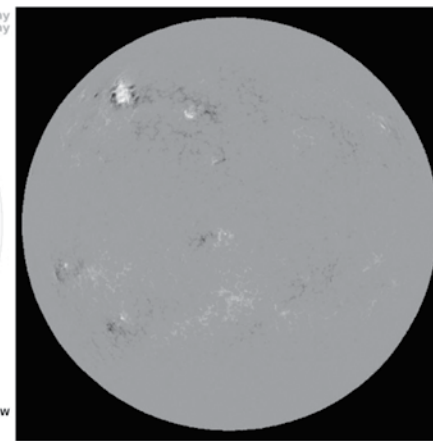
A kalocsai Haynald Observatóriumban 1892. február 11-én készült rajz. A nagy napfoltcsoportban e napon történt kitörés során kidobódott anyag három nappal később érte bolygónkat és okozott geomágneses vihart



Balra a volt gyulai megfigyelőállomáson feldolgozott korongkép (az eredeti képen az egyes foltcsoportok különféle színnel jelölve), jobbra a Kitt Peak-i obszervatóriumban felvett magnetogram

Results (GPR) adatsor, amelyben egészen 1976-ig megtalálhatók a foltok legfontosabb adatai (pontos pozíciója és területe). Magyarországon Konkoly Thege Miklós munkásságának köszönhetően indult el a Nap rendszeres megfigyelése: 1872-től kezdődően Ógyallán rendkívül pontos korongrajzok készültek egészen 1891-ig. Részben szintén Konkoly nevéhez fűződik a Kalocsai Haynald Observatórium létrehozása, ahol 1880 és 1919 között végeztek rendszeres napfoltészleléseket.

1859-ben rendkívüli esemény történt központi csillagunkon. A Carrington-féle esemény egy rendkívül erős fehér fler volt, amely által kidobott anyagcsomó igen rövid idő alatt elérte Földünket, és rendkívül erőteljes geomágneses vihart okozott. A feljegyzések szerint igen alacsony földrajzi szélességeken is sarki fényt figyeltek meg, a táviróvezetékek szikráztak, ill. tápellátás nélkül is lehetséges volt üzenetek közvetítése. Egy hasonló esemény ma rendkívül érzékeny elektronikus eszközökkel zsúfolt mindennapjainkban szinte elképzelhetetlen következményekkel járna: a helyzetmeghatározó, kommunikációs és egyéb műholdak akár napokra működésképtelenné válnának (amennyiben nem károsodnának véglegesen), a földfelszínen akár az 1989-es észak-amerikai (szintén nap-



Magnetic observation (M\_18990309MA\_KITTPeak.jpg)

tevékenység, de a Carrington-eseménynél jóval gyengébb esemény által okozott) áramkimaradások nehezítenék az életet, esetleg érzékeny számítógépes hálózatok, adattárolók is sérülnének.

Debrecenben 1958-ban kezdődött meg fehér fényben a napfoltcsoportok fotografikus megfigyelése. 1976 után a Nemzetközi Csillagászati Unió felkérésére, az MTA jóváhagyásával, a GRP további bővítése a debreceni adatokkal történt meg (DPD, Debrecen Photographic Data), amely nem csak az alapműnek számító katalógus egyszerű bővítését jelentette, hanem számos, további vizsgálatot lehetővé tevő fejlesztés megvalósítását. A DPD programja végül 1992-ben ért véget – az ebben a kezdetektől részt vevő három kutató: Baranyi Tünde, Győri Lajos és Ludmány András közül Győri és Ludmány munkásságukért a Magyar Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetésben részesült.

Az adatsorok összekapcsolásával és nyilvánossá tételével most egy olyan adatbázis jött létre, amelynek segítségével a naptevékenység hosszú távú változásainak vizsgálata is lehetséges. A változások kutatása, előrejelzési módszerek kidolgozása pedig igen fontos a földi klíma változásának előrejelzése szempontjából. Valóban változott a naptevékenység az elmúlt 400 év alatt?

Pontosan milyen szintre süllyedt az aktivitás a Maunder-minimum alatt? Az alacsony aktivitás vajon nem csupán a múltból rendelkezésre álló, viszonylag csekély adatmennyiségnek köszönhető? Várható-e a naptevékenység hasonló változása, esetleg hasonló minimum kialakulása a jövőben?

Az adatsorok alapján egy nemzetközi kutatócsoport megvizsgálta az elmúlt 150 év geomágneses viharokat okozó foltcsoportjainak jellemzőit, és megállapították, hogy összefüggés van a foltcsoport mérete, a kidobódott anyagcsomó (CME) becsült haladási sebessége, valamint a geomágneses vihar hevessége között – ehhez az eredményhez a történelmi magyar észlelések is hozzájárultak.

Az adatok karbantartása, konzisztens sorozatként való megtartása további munkát ad a kutatóknak. Például elsősorban a Mount Wilson Observatory adatait átvizsgálva Baranyi Tünde és két amerikai kollégája a DNO-adatok alapján úgy találta, hogy a foltcsoportoknak az egyenlítőhöz viszonyított helyzetére nézve az adatok kb. 40%-ban nem a valódi dőlésszöveget tartalmazzák, így azok felülvizsgálatára van szükség. A kutatók nem találtak összefüggést ezen dőlésszög változása és az adott napciklus erőssége között.

MTA, 2016. november 16. – Baranyi Tünde

## Óriásmeteorit Texasban

A Meteorological Bulletinben megjelent Clarendon (c) nevű meteorit az összes meteorit kb. 80%-át kitevő közönséges kondritok közé tartozik, amelyekben a Naprendszer kialakulásakor keletkezett apró ásványgömb-szemcsék találhatók. Gyakorisága miatt ez a meteorit sem volt tudományos szempontból túlságosan érdekes. A nevében szereplő (c) jelzés arra utal, hogy a meteorit viszonylag kicsiny, illetve két másik, független meteorit is viseli a texasi település nevét.

Azonban a 345 kg tömegű meteorit egyáltalán nem apróság. A 2015. április 6-án Frank és Deedee Hommel tanyáján fellett kő érdekessége, hogy az 1930-ban a szomszédos Arkansas államban hullott, 408 kg

tömegű Paragould-meteorit után az Egyesült Államok területén talált második legnagyobb tömegű meteorit – illetve megtalálásában Frank Hommel elmondása szerint Samson nevű lova is fontos szerepet játszott.



Frank és Deedee Hommel az óriásmeteorittal

A nevezetes napon Frank Hommel néhány emberrel lovagolt a környéken, amikor úgy döntöttek, hogy átvágnak a közeli gáthoz, hogy a lovak ihassanak. A hegyoldalban felfelé haladva egy, a földből kiálló, rozsdabarna rögre lett figyelmes, amely előtt Samson kb. 3 méterre megállt, fújtatott, de nem volt hajlandó tovább menni. Néhány közeli, hasonlóan barna kődarabot megvizsgálva Hommel szokatlanul nehéznek ítélte azokat. A kő kiemelése után egy meteoritszakértő megerősítette, hogy valóban a világűrből érkezett leletről van szó.

A felső részén rozsdabarna, a légkörön való áthaladás során fellépő magas hőmérséklet következtében ún. regmagliptek százaival tarkított kő alsó kétharmada fehéres, köszönhetően a száraz talajban eltöltött időnek. A hatalmas leletet a megtalálók a Texas Christian University-nek (Fort Worth) adományozták, amely intézmény jelentős meteorit-gyűjteménnyel rendelkezik, és rendsze-

ren tartanak ismeretterjesztő előadásokat is a témában.

Sky and Telescope, 2016. november 22. – Mpt

## Meteorzápor megrendelésre?

A nemrégiben létrehozott japán Sky Canvas cég Lena Okajima ötletének megvalósításán fog dolgozni az ALE Company támogatásával: megrendelhető mesterséges meteorzáporok megvalósításával. Ennek érdekében a tervek szerint 50 cm élhosszúságú kocka alakú hordozóműholdakat állítanak pályára (a tervek szerint az első tesztpéldányt 2017 második felében, majd ezt követően évente egyet). A műholdakban az 50 kg mintegy 3–500 darab, különböző összetételű apró gömb jelenti a hasznos terhet, amelyek a kidobódás után a légkörbe lépve körülbelül –1 magnitúdós, az összetételtől függően kék, narancs, vagy zöld színű meteorokként izzanak fel. A hordozóműhold alacsony (90 perc keringési idő) napszinkron pályán mozog, így felhasználás után nem sokkal a légkörbe lép és megsemmisül. Bár erre vonatkozólag hivatalos megállapodás még nem létezik, kétségtelen, hogy akár a 2020-as tokiói olimpia látványos megnyitószerű eseménye is lehetne egy ilyen meteorzápor.

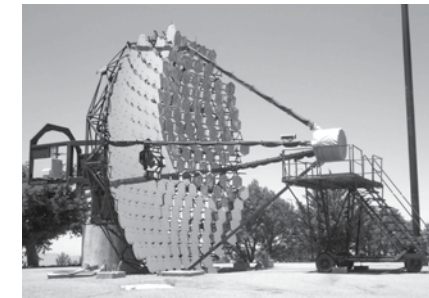
Bár az eljárásnak van tudományos oldala is (a meteoroidok légkörbe lépésekor fellépő hatások vizsgálata), igen sokan aggódnak a fényszennyezés zavaró hatásának további növekedése miatt, tekintve, hogy egy-egy meteorzápor akár 200 km-es körzetben is megfigyelhető lesz. Kérdés természetesen, hogy az amúgy is rendkívül fényszennyezett világvárosok felett légkörbe lépő alig –1 magnitúdós meteorok mennyiben ronthatják tovább a helyzetet – főleg, ha az esemény jobb megfigyelése érdekében a városokat sikerül például a díszvilágítás lekapcsolására ösztönözni.

Mindez nem olcsó mulatság. Figyelembe véve minden járulékos költséget, egyetlen meteorfelvilágítás ára mintegy 16 ezer dollár rúg.

Universe Today, 2016. december 3. – Mpt

## Új távcső típus a nagyenergiájú részecskesugárzás vizsgálatához

Cserenkov-sugárzás akkor lép fel, ha egy részecske egy adott közegben a közegre érvényes fénysebességnél gyorsabban halad. Ilyenek lehetnek a kozmikus tér vákuumából a légkörbe érkező nagy energiájú részecskék, amelyek rövid ideig a légkörben érvényes fénysebességnél gyorsabban haladnak. A hatás révén jelentkező, elsősorban a látható fény ibolya tartományában, illetve az ultraibolyában megfigyelhető sugárzás detektálására általában egy igen fényerős tükörrel (f/1 körüli), Newton-rendszerhez hasonló távcsöveket használtak. Noha már 1905-ben Karl Schwarzschild felvetette két tükörből álló rendszer lehetőségét, ilyen műszerből az első csak 2007-ben valósulhatott meg. A 2014-ben épített, Schwarzschild–Couder rendszerű ASTRI (Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana) nevű távcsövet Olaszországban, az Etnán levő Serra Le Nave megfigyelőhelyen tesztelték egészen 2016 októberéig.



A rendszernek számos előnye van az eddig használt műszerekhez képest. Érzékenysége akár tízszerese is lehet az eddig alkalmazott hasonló távcsövekének, emellett hatalmas, 10 fokos látómezejében gyakorlatilag mindenhol igen jó, néhány ívperces felbontást biztosít. A rendszer ugyanakkor lehetőséget ad kisméretű kamerák alkalmazására a fókuszsíkbán, így a klasszikus fotomultiplier csövek helyett szilícium-félvezető elemekből épített fotomultiplier szenzorok használatára van lehetőség.

A sikeres tesztek után a CTA (Cherenkov Telescope Array) távcsöveinek építése Chilében fog megkezdődni. A tervek szerint a teljes rendszerben 100 hasonló rendszerű távcső működik majd mind az északi, mind a déli féltekén – így ez a rendszer lesz a legtöbb távcsőből álló hálózat. Az összesen 32 ország 210 kutatóintézetéből 1350 kutatót foglalkoztató projekt révén minden eddiginél pontosabban lehet majd a detektált sugárzást kiváltó részecske forrását (pulzárrok, szupernóvák, fekete lyukak) helyzetét meghatározni az éggömbön.

*Universe Today, 2016. november 26. – Mpt*

### Elhunyt John Glenn

Életének 95. évében elhunyt John Glenn amerikai űrhajós. Glenn vadászpilótaként szolgált mind a második világháborúban, mint a koreai háborúban. Ezt követően teszt-pilótaként tevékenykedett (ennek során 1957-ben 1160 km/órás sebességrekorddal repült), majd 1958-ban került a NASA által kiválasztott első hét űrhajós közé – meglehetősen szoros eredménnyel, hiszen ebben az időben már közel járt 40. életévéhez. A Friendship-7 űrhajóval 1962. február 20-án háromszor kerülte meg bolygónkat – ezzel ő lett az első amerikai, aki megkerülte Földünket, a harmadik amerikai, illetve az ötödik ember az űrben. Még aktív szenátorként az STS-95 misszió keretében 1998. október 29-én 9 napos űrutazáson vett részt a Discovery űrrepülőgépen – ekkor 77 éves korával a legidősebb ember volt a világűrben (ennek során a mért orvosi adatokat összehasonlíthatják fiatalabb űrhajósok hasonló adataival). A híres űrhajóshetes utolsó életben maradt tagja december 8-án hunyt el.

*NASA, 2016. december 8. – Molnár Péter*

### Könyvtári távcsőkölcsonzés

A New Hampshire Astronomical Society egy átlagos, csillagászatot szerető emberekből álló klub. Tagsága azonban folyamatosan öregszik, így egyre fontosabb feladat a fiatalok bevonása. Ehhez egy meglehetősen szo-

katlan ötlet jutott 2008-ban Marc Stowbridge eszébe: ha a klubnak van saját, tagok számára elérhető kölcsönözhető távcsöve, miért ne lehetne egy egyszerűen kezelhető, megfelelő minőségű, kis műszer akár a helyi könyvtárakban is kölcsönözhető? Két könyvtár is érdeklődött a lehetőség iránt - a következő évben már 10 távcsövet adományoztak a helyi könyvtáraknak. Úgy tűnik, a könyvtárosok között gyorsan terjedt a hír: a legutóbbi adatok szerint már több mint 100 távcső kölcsönözhető az államban. Néhány könyvtárban már több hónapos várólistára iratkozhatnak fel az érdeklődők, más könyvtárak több kölcsönözhető távcsövet is birtokolnak.

Bár az emberek fejében csillagászati távcsőként egy háromlábos álló, hosszú tubusú lencsés távcső képe jelenik meg, az effajta műszerek nem alkalmasak távcsövet első alkalommal használók számára. A klub tagjainak választása az Orion StarBlast 4.5-re esett (114 mm-es asztali Dobson-távcső), amely megfelelően masszívan megépített műszer jó optikával. Ezt a távcsövet további átalakításoknak vetették alá a könnyebb használhatóság érdekében, amely átalakításokat mind önkéntesek végeztek el. A gyári okulárokat például egyetlen, Celestron 8–24 mm-es zoom-okulárra cserélték (19–56-szoros nagyítás), a star pointer kereső energiaellátását a gyári gombemlőről könnyebben tölthető, cserélhető akkumulátorra cserélték. Minden olyan alkatrészt, amely elveszhet (okulársapka, tubusfedél stb.) praktikus módon rögzítették a távcsőhöz, a tubusfedelen pedig külön blendenyílást alakítottak ki, amely „holdsűrűként” működik. A távcső jusztirozócsavarjait is kicserélték, így nem vonzzák az avatlan, állítani vágyó kezeket.

A kölcsönözhető távcsőhöz egy holdtérkép, a Nap-megfigyelésének veszélyeire figyelmeztető kártya, egy laminált kezelési kézikönyv, egy csillagképeket ismertető zsebkönyv, illetve egy vörös fényű zseblámpa tartozik.

Az akció felkeltette a több professzionális és amatőr szervezetet is összefogó Astronomical League figyelmét is, amely népszerűsíteni kezdte a programot a társ-



Önkéntesek dolgoznak a távcsövek átalakításán a St. Louis Astronomical Society akciójában

szervezeteknél, valamint a 2014 októberi Sky and Telescope-ban. Ennek hatására más szervezetek is hasonló programokba kezdtek. A St. Louis Astronomical Society például éppen 2014 októberében kezdett hasonló programba, amely során a folyamatos kéréseknek eleget téve immár 131 módosított StarBlast távcső áll rendelkezésre Missouri és Illinois államok egyes területein.

A távcsövek megfelelő átalakítása kis gyakorlattal alig 2 óra alatt elvégezhető – a legutóbbi hasonló eseményen 60 önkéntes (12 különféle szervezetről) végezte el 48 hasonló műszer átalakítását 7,5 óra alatt. Bár erre a célra mind a Celestron, mind az Orion kedvezményekkel biztosítja az eszközöket, de egy teljes készlet ára így is mintegy 325 dollárra (kb. 100 ezer forint) rúg, amit részben adományokból fedeznek, de legtöbb esetben a könyvtárak finanszírozzák a beszerzést.

Természetesen a kölcsönözhető távcső hatása a fiatal generációra még nem mérhető fel pontosan, de a visszajelzések – eltekintve a túlságosan drága eszköz kölcsönzésétől, vagy épp a Nap megfigyelésétől tartó könyvtáraktól – rendkívül pozitívak. A statisztikák szerint az átlagos kölcsönző 30-40 éves felnőtt iskoláskorú gyermekkel, egy-egy kölcsönzés során pedig átlagosan hatan használják a műszert.

*Sky and Telescope, 2016. december 9. – Mpt*

### Csupán optikai kettős a Messier 40

Az üstökös vadászként ismert Charles Messier mélyég-katalógusában régóta rejtélyes objektum a 40-es sorszámmal katalógizált tétel. Amikor 1764-ben egy Johannes Hevelius által észlelt ködösséget keresett a területen (amely valószínűleg a 12 magnitúdós NGC 4290 lehetett), viszonylag kis műszerével nem járt sikerrel, de valamilyen oknál fogva az itt levő kettőscsillagot felvette katalógusába. A kettőst Friedrich August Theodor Winnecke 1863-ban iktatta be 4-es sorszámmal kettőscsillag-katalógusába.

Már az 1991-ben elvégzett mérések azt mutatták, hogy a tagok mért 51,7"-es távolsága nagyobb, mint a Messier idejében megfigyelt távolság. További adatok alapján Brian Skiff és Richard L. Nugent is fizikai helyett optikai kettősként utalt rá. A nemrégiben a Gaia asztrometriai űrszondával elvégzett parallaxis-mérések egyértelműen alátámasztották, hogy a két csillag egymástól teljesen független.

*messier.seds.org, 2016. szeptember 20. – Mpt*

### Téli tábor a Bakonyban

Egyesületünk február 17–19. között téli tábort tart a Bakonyban, a Pénzesgyörben található Pangea-házban. Részletes tábori információk: [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu). Jelentkezési határidő: január 20.

MCSE



## Mars – Unalmunk a vörös bolygón

Ritkán kap akkora médiafigyelmet ismeretterjesztő műsor, mint amelyet a Mars – Utunk a vörös bolygóra című sorozat kapott. Ez talán nem is meglepő annak fényében, hogy a produkció készítője, a National Geographic teljesen új vizekre evezett – egy történetet elmesélő sorozatot forgattak le, amelyben egyaránt helyet kap tudományos ismeretterjesztés és fikció. A sorozat ugyanis két idősíkon zajlik. A cselekmény nagyobb része 2033-ban játszódik, amely során a Marsra először leszálló legénység küldetését követhetjük nyomon. A felmerülő tudományos kérdéseknél vagy problémáknál azonban a sorozat visszaugrik 2016-ba, amikor is a témában jártas szakemberek igyekeznek megvilágítani az adott kérdéskört. Az alapkoncepció tehát remek, első kézből kaphatunk tudományos ismeretterjesztő előadást rengeteg konkrétummal, izgalommal teli körítéssel és látványvilággal!

A gond csak az, hogy a Mars – Utunk a vörös bolygóra az alapötleten túl minden fronton elbukik. Számunkra, akiket elsősorban az űrutazással és a kolonizációval kapcsolatos tények és talányok érdekelnek, főleg ezek teljes hiánya bosszant. Epizódokként jó, ha egy-egy, a fenti témákkal kapcsolatos konkrétum merül fel (mint pl. a csapat bázisa számára egy jéggel teli vulkanikus kúrtót kell találni), minden más megreked az általánosságok szintjén: a misszió tagjainak nagyon alaposan fel kell készülniük, a Marsra nagyon extrémek a körülmények vagy – és talán ezért félték a készítőket a konkrétumoktól – a küldetés minden aspektusa nagyon bonyolult. A legbosszantóbb balladai homály magát a bolygóközi utazást lengi körül; a néző láthat egy felvételt az űrhajó startjáról, majd a következő esemény már a Marson való landolás. Pedig mi mindenről lehetne közben mesélni! A hosszú utazás és a bezártság pszichológiai hatásairól, a gondosan válogatott legénység csoportdinamikájáról, a szűkös ellátmányról, a sugárzás és a súlytalanság élettani hatásairól... Megannyi érdekesség, főleg annak tükrében, hogy az epizód büdzséje miatt szegényesen festő

űrhajó-belső láthatólag teljesen alkalmatlan bármiféle utazásra.

Ha viszont nem is próbál meg ismeretet átadni egy ilyen formátumú műsor, akkor az egész létjogosultsága válik kérdésessé. Jogos a kérdés, hogy ha nem mérnöki, fizikai és planetológiai ismeretekkel töltik ki a játékidőt, akkor mivel? Nos, drámával, még pedig az elnyújtott, túlzott pátosszal teletűzdelt fajtából. A felvetett témák még érdekesek is lennének, azonban a forgatókönyvírók minden esetben túlzásokba esnek, és a szituációk idegesítően hiteltelenné válnak. A sorozat visszatérő üzenete, hogy a vörös bolygó meghódítása az emberiség közös „kötelessége”, illetve, hogy ezen cél eléréséhez áldozatokat kell hoznunk, legyünk akár asztronauták vagy milliárdos cégvezérek. Szép, de a pátosz ezeket az ünnepélyesnek szánt pillanatokat is elrontja.



A sorozat november 13-i indulását sokféle reklámfelületen hirdették

A sorozatbeli „jelen”-ben egy fokkal jobb a helyzet, mert itt legalább hús-vér emberek, igazi szakmai nagygyűk magyaráznak... leginkább arról, hogy mennyire fontos és egyben nehéz a Mars meghódítása. A témával hobbiszinten foglalkozó egyszerű néző pedig hiába vár újabb információkat, be kell érnie néhány nevezetes helyszín látványával mint pl. a 39-es számú kilövőállás, a SpaceX főhadiszállása vagy néhány magyarországi forgatási helyszínen.

Ha már SpaceX, meg kell említeni, hogy a sorozat mindkét idővonalán erősen érződik Elon Musk hatása és ideológiája. Az azonnali kolonizáció gondolata, a technológiai megvalósítás, a misszió nemzetközi volta és motivációs háttere – mind-mind pontosan



Az egyik magyarországi forgatási helyszín a Szent István Egyetem aulája volt, háttérben a Mag apoteózisa című kompozícióval (Amerigo Tot, Fekete Géza Dezső, Sós András és Szűcs László alkotása, 1983). A Mars-on vajon mikor fog kikelni az első mag? (natgeo.com)



A budapesti Bálna belső terét a Mars mentőexpedíció című film után a National Geographic Mars-filmjében is viszontláthattuk (natgeo.com)

visszaadja az Elon Musk által már régóta hirdetett irányvonalakat. A SpaceX vezérigazgatója persze feltűnik a műsor hagyományos ismeretterjesztő részében, sőt a jövőbeli fikciós karakterek között is! Mindez pedig már inkább kelti egy jól megkoreografált SpaceX-reklámfilm érzetét, mint egy ízig-vérig ismeretterjesztő műsorét. Persze valószínűleg ez

is kellett a sorozat tekintélyes költségvetéséhez (20 millió dollárt költöttek az első évadra), de a szponzoráció ilyen formája a sorozat, sőt az egész National Geographic hiteleségét kérdésessé teszi.

Összességében tehát ezer sebből vérzik a Mars – Utunk a vörös bolygóra. Egy jelentős érdemet azonban nem lehet tőle elvitatni: hozzájárul ahhoz, hogy folyamatosan téma legyen és így köztudatban maradjon a marsutazás terve. Még ha mindezt csak egy alacsony nézettségű kábeltévén teszi is, sokan futhatnak bele óriásplakátokba az út mentén, kedvcsinálóba a médiában vagy szakmai kritikákba az interneten. Ki tudja, lehet, hogy egy olyan műsorformátum első szárnybontogatásainak lehetünk tanúi, amely egy jobb forgatókönyvvel (és színészekkel, rendezővel, logikával és nem utolsósorban: több ismeretanyaggal!) meg fogja határozni a természettudományos ismeretterjesztés jövőjét.

Barna Barnabás

## Az én harmadik típusú találkozásom

„Trust me... this is a bus... Big enough to take more than 40 people...” Ez volt a varázsmondat, hogy a láthatósági mellénybe bújtatott, mosolygós, huszonéves parkolóőr „néni” beengedjen Stonehenge buszparkolójába. Kétségtelen tény, az átlag visitor nem egy 28 tonnás monstrum kamionnal érkezik Stonehenge-be – hát nekem így sikerült.

Igaz, ha 15 éves koromban – amikor először gondoltam, hogy Stonehenge-t látni kell –, valaki azt mondta volna, hogy „nyugi fiam, majd egyszer egy kamionnal elmész oda”... hát legalábbis megmosolygom.

De hát az élet megtanított rá, hogy „ő már csak ilyen”, a tolvajt pedig az alkalom szüli – „loptam” hát egy kamiont.

Történt ugyanis, hogy a munkám váratlanul a híres Salisbury-síkságra vitt. Amikor megtudtam, hogy oda kell mennem, teljesen felvillanyozódtam. „De hát Stonehenge ott van!” Innen kezdve a kétnapos iskolabútor szállításhoz egy az egyben Stonehenge alá rendelődött. Annak megfelelően logisztikáztam ki az útvonaltervet, értesítettem az ügyfeleket, hogy hogyan tudom útbaejteni a számomra kultikus Stonehenge-et. Egyetlen apró bökkenő volt... autó gyanánt egy 28 tonnás kamion „volt nálam”. Így hát odaállítottam Stonehenge-be egy rakomány iskolabútorral. A kapunál mondták, hogy sajnos a kocsiparkolóba nem férek be, a buszparkolóba csak busz mehet be... Ekkor hangzott el a cikk elején olvasható mondatom. Így hát némi alkudozást követően beparkoltam, és kezdetét vette az a 45 perc, amire 1975 óta vágytam.

Odafelé menet elképzeltem, milyen érzés lesz, amikor először meglátom... Stonehenge kicsi! Nagyon kicsi! Azt hittem, hogy egy hatalmas kör, ahol a kövek között lehet megszállni, meg lehet számolni a 36 Aubrey-gödöröt... lehet bolyongani... Hát nem!

Stonehenge felhőkarcólói majdnem összeérnek. Olyan közel vannak egymáshoz,

mint Manhattan tornyai. Nem lehet bemeni közéjük.

És különben is: a Salisbury-síkság errefelé nem is sík, hanem lankás.

Amikor megvettem a belépőt, akartak adni egy mobiltelefon-szerű kütyüt, hogy ha azt a fülemhez szorítom, és a táblával jelölt helyen bekapcsolom, akkor „A Gép” elmondja, hogy épp mit látok. Köszöntem, de nem kértem. Egyrészt elég sokat tudok Stonehenge-ről (nem eleget persze), más-



részt nem akartam elveszteni egy közel negyven éves vágy katartikusnak ígérkező beteljesülését azzal, hogy szorongatok egy ilyen vacakot. Éppen elég mókás volt a sok száz csorda-turista, amint mindannyian vezényszóra mobiltelefonáltak a stonehenge-i kék kövek tövében...

De cinizmusomat visszafogandó, értékeljük, hogy az utazási irodai „last minute”-be Stonehenge került a helyi „minden csak egy font” bazár helyett...

Vajon az emberek, akik ott voltak, valóban tisztában voltak vele, hol is vannak?

Vajon tudják, hogy mi célt is szolgáltak a kék kövek?

Vajon hallottak Richard Atkinsonról és Stuart Piggott-ról és arról, hogy milyen

heroikus ásatásokat és munkát végeztek 1958-ban, hogy Stonehenge-ről ma azt lássuk-tudjuk, amit látunk-tudunk? Erősen kétkélem...

Miközben álltam sorba a jegyért, mögöttem három német lány azon vihogott, hogy gyorsan végigrohanják a kőtárat (sic!) és gyerünk fagyizni a kapuhoz, mert igen jó méretűek a gombócok... Nem vagyok „embernemszerető”, és a tömeggel is kellő kultúráltsággal birkózom meg. De ott, akkor mit nem adtam volna érte, ha nincs körülöttem senki sem! Azt kívántam, hogy mindenki menjen haza, menjen fagyizni a kapuhoz, vagy bárhova... csak el onnan!

Stonehenge az enyém, senki másé!

Úgy éreztem, hogy ezek az emberek elveszik tőlem. Kisajátítják, miközben mást sem csinálnak, mint fotóztatják magukat, pózolnak, vigyorognak, mintha legalábbis valami filmfesztivál ünnepelt celebjé lennének.

Én meg itt állok negyven év után, és oda az áhitat, oda a kultikus meghatottság!

Kellett vagy 15 perc, amíg felül tudtam kerekedni mindezen. Segített a gyerekkorom, az emlékeim, és segített apám.

Amikor nyugdíjba ment, elhozta az irodája faláról azt a 2,5 x 1,5 m-es, kasírozott fekete-fehér gigafotót, amit a legendás pécsi fotós házaspár, Panyik István és Sellei Sarolta készített 1975-ben (mikor, ha nem abban az esztendőben, amikor a csillagászat elkezdte felforgatni az életem?).

Apám nekem hozta haza azt a fotót. Most már tudom. Pontosan ott készült, ahol most én állok. A bronzkor óta eltelt időhöz képest csupán egy villanás a kövek életében az én néhány vágyakozó évtizedem. De számomra a pillanat, amikor apám odaadta nekem a fotót – egy korszak kezdetét jelentette.

Alig kezdtem el a csillagászáttal foglalkozni, de ő pontosan tudta, érezte, hogy a kép (és a könyvespolcáról oly sokszor elemelt fotóalbum) meghatározó lesz számomra.

És most végre a sok ember, a fagylaltra és gyors távozásra ácsingózó tömeg zaját egyszer csak eltompította, és lassan kikapcsolta ez az emlék. Ott álltam Stonehenge közepén, a kék kövek árnyékában, megkukulva, bénán, némán. Ott álltam a bronzkorban... Nem volt ott más, csak én, apám, a „köveim” és a beteljesült vágy, hogy csak egy kicsit, csak egy pár percre álljon meg az idő.

Stonehenge-et érezni kell. Stonehenge áthat belül, Stonehenge mesél és Stonehenge szeret, tudod, apu?

Tudnod kell, mert a te képed hozott el ide, a te képed mesélte el mindazt, ami miatt nem a fagyfaltos bódéhoz és a jó biznisszel kecsegtető bazári sorba állítottak be az eltelt évtizedek. Ami miatt nem a „last minute” hozott el ide, hanem a negyven éves álom.

Hogy egyszer megélhessen és elmesélhessem neked, Stonehenge és az egész Világegyetem pontosan olyan, amilyennek Te mesélted.

Stonehenge előhozza a gyerekkori élményeket: amikor a pécsi gimnáziumban egy teljes óra „kiselőadást” tarthattam róla, miután sorra jöttek oda hozzám az osztálytársaim, hogy el akarnak jönni velem a Planetáriumba, akikkel napokon keresztül bújtuk a csillagászati könyveket, majd komoly filozófiai fejtegetésekbe bocsátkoztunk a Világegyetemről, térről, időről...

Nem titok: Stonehenge könnyekig meghatott. Stonehenge az én saját, teljes egészében kisajátított, egyszemélyes „harmadik típusú találkozásom”.

Szöke Balázs

# A Szív-köd és a WeBo 1 planetáris

Az őszi valószínűleg a legtermékenyebb mélyég-fotós időszak az északi féltekén. A Tejút a zenitbe emelkedik, az éjszakák is hosszúságúak. Általában ekkor készülnek a maratoni mélyég-fotók, akár több éjszakán át. A télen beköszöntő borult idő pedig alkalmas a korábban gyűjtött felvételsokaság feldolgozására. Ekkorra kerülnek közszemlére a Cepheus, a Cassiopeia, a Perseus halványabb, de izgalmas HII zónáit, és porködeit ábrázoló fotók.

Az őszi mélyég-objektumok közül feltűnően népszerű az IC 1805 jelű Szív-köd a Cassiopeiában. Az ionizált gázfelhő több teliholdnyi területre terjed ki, távolsága 7500 fényév, kiterjedése 200 fényév. A belsejében található halmaz, a Melotte 15 könnyűszerrel megfigyelhető kisebb amatortávcsövekkel is. A Szív-köd egy a Tejút többi kiterjedt vörös ionizált hidrogénfelhőit, úgynevezett HII zónái közül. A főként hidrogénből álló ködösség jellemző színe a vörös, ahogy ezt az Orion-köd, vagy a Lófej-köd esetében is ismerjük. A felvétel azonban nem vörösben, hanem sárgás-kék árnyalatokban mutatja a területet, az egyre szélesebb körben elterjedő keskenysávú szűrőknek köszönhetően. Az SII, az OIII és a H $\alpha$  emissziós vonalakra optimalizált szűrők használatának sok előnye van, például jelentősen csökkentik a háttérfényességet, a ködösség javára csökkentik a csillagok és a ködösség közötti fényességkülönbséget, tehát segítenek kiemelni a ködöket. Olyan részleteket emelhetünk ki az gázködök sűrűjéből, amelyeket más módon nagyon nehéz lenne észlelnünk.

A Szív-köd külön érdekessége, hogy a fent említett szűrőket – melyek kombinációját Hubble-paletának nevezik –, nagyon gyakran alkalmazzák éppen ennél az objektumnál az amatőr asztrofotósok. Amikor Fűrész Gábor a 2009-es MTT-n a Hubble-úrtávcső szokatlan színvilágú felvételeiről beszélt előadásában, a Hubble-paletát éppen a Szív-ködöt ábrázoló felvételpáron mutatta be. Mivel ezzel a módszerrel feltérképezhetővé válnak a gáz-

felhők struktúrái, igen látványos nyúlványok, markáns ködfoszlányok tűnnek elő, melyek hagyományos fotós módszerrel nem nagyon jelennek meg. A hagyományos és a keskenysávú fotózás közötti különbség talán éppen ennél az objektumnál a legszembetűnőbb az amatőrcsillagászok számára.

Ha pedig kellő nagyságú látómezőt választunk, nem csak a köd centrális területe, hanem egy apró csemege is megjelenik a fotón a Szív-köd halványabb gázfelhőinek előterében: a WeBo 1 planetáris köd, melyet éppen a nehéz észlelhetősége miatt csupán 1995-ben fedezett fel Howard E. Bond, Don L. Pollacco és Ronald F. Webbing. A planetárist teljesen véletlenül, a szerencsének köszönhetően vették észre digitalizált égbolttelmérések átvizsgálásakor.

A kék színű planetáris köd a felvétel bal alsó sarkában fedezhető fel, szinte tökéletes ellipszisnek tűnik. A kutatók úgy találták, hogy a gázgyűrű egy úgynevezett báriumcsillag kialakulásának utóhatásaként jöhetett létre. A bárium-csillagok olyan óriáscsillagok, amelyek légkörében speciális, lassú lefolyású magfúzió, úgynevezett s-folyamat zajlik. A csillagtípus radiális sebesség-mérésekor kiderült, hogy minden esetben kettős rendszerben jönnek létre, ami megmagyarázza, hogy a jellemzően háromdimenziós struktúrákat mutató planetárisokkal szemben a WeBo 1 miért mutat csak egyetlen síkban elrendeződő körkörös szerkezetet.

Balázs Rolland személyesen is kötődik ehhez az objektumhoz. Kétpaneles mozaikot tervezett el, melyhez hét éjszakán át gyűjtötte a fotonokat augusztus-szeptember fordulóján 200/800-as Newton asztrógráfiával. Az SII tartományban készült expozíciók még így is kevésnek bizonyultak. A feldolgozás ennek ellenére remekül sikerült, a ködösség szinte térhatásának hat, a planetáris pedig könnyen felismerhető a bal alsó sarokban.

Franciscs László



Józsa Sándor linómetszete

## Charles Messier Csillagászati Szabadegetem

Az óbudai Polaris Csillagvizsgáló tavaszi sorozata a 200 évvel ezelőtt elhunyt Charles Messier (1730–1817) előtt tisztelőleg. A kiváló francia csillagász üstökös- és mélyégfelfedezői révén írta be nevét a csillagászat történetébe. Sorozatunkban egyaránt választ keresünk a kérdésre: mit tudunk felfedezésük idején és mit tudunk ma Messier mélyég-objektumairól és üstökösöiről – hová fejlődött a csillagászat világa bő két évszázad alatt? A sorozat februári előadásai:

Február 7. Messier felfedezői (Tóth Imre)

Február 14. Messier és a mélyég-objektumok (Sánta Gábor)

Február 21. Az M1, azaz a Rák-köd (Tóth Krisztián)

Február 28. A Tejútrendszer matuzsálemi: a gömbhalmazok világa (Kiss László)

Az előadásokat 19 órakor kezdjük, a részvétel MCSE-tagok számára ingyenes.

MAKSZUTOV.HU  
távcső és mikroszkóp bolt

7 vége  
% kedvezmény

csak METEOR olvasóknak

7% KEDVEZMÉNY

SKYWATCHER TERMÉKEKRE

- ✓ a kedvezmény boltunkban történő személyes vásárlás alkalmával vehető igénybe
- ✓ a kedvezmény csak pénteki és szombati napon vehető igénybe
- ✓ a kedvezmény raktáron levő termékekre vonatkozik, lapszámonként egy alkalommal
- ✓ internetes előrendelést nem fogadunk el
- ✓ a kedvezmény az aktuális vagy a megelőző havi Meteor felmutatásával vehető igénybe
- ✓ az akció 2017. március 31-ig tart
- ✓ a kedvezmény mással nem vonható össze

<http://www.tavcső-mikroszkóp.hu>

- 📍 1096 Budapest, Thaly K. u. 34.
- ☎ 061/707-85-12
- 🕒 Hétfő-péntek: 9:30 - 17:00  
szombat: 10:00 - 12:30

# A Vulpecula Telescopium\* születése

A főváros egyik kertvárosi részén lakom, így nagyvárosi amatőr csillagászként ritkán merészkedem otthonról a Naprendszer határain túlra. Évek óta a garázs előtt a kocsi-beállóról észlelek. Előnyös, mert könnyű kipakolni, kényelmes, mert le van betonozva, és amióta megjelöltem, hova kell tenni a mechanika lábait, egész pontosan sikerült eltalálni a pólust is. Azonban elég rossz a kilátás, még nyáron is este 6 körül lement a Nap a garázs mögé, télen meg jóformán elő sem bujt a szomszéd háza mögül, így Napot észlelni csak hétvégén tudtam, télen meg szinte egyáltalán nem.

Elkezdtem gondolkodni, mit lehetne tenni, hol lehetne jobb kilátással, kényelmesebben észlelni a birtokon. A kertben máshol is hasonló problémák lettek volna, viszont megakadt a szemem a garázs tetején... Huszonkét négyzetméter kiaknázatlan szűz terület, egész évben remek kilátással az ekliptikára. Az épület teteje vasbetonból van, rajta bitumenes szigeteléssel, aminek a felújítását amúgy is terveztem az idén.

Hosszas tervezgetés kezdődött, hogy hogyan lehetne a területet csillagászati célból hasznosítani. Csillagdat nem akartam építeni, inkább egy kényelmes észlelőteraszban gondolkodtam. Számos variációt végiggondoltam (vasbeton, bádog, OSB, műfű stb.), végül a thermowood vörösfenyő teraszburkolat mellett döntöttem, mert esztétikus, időálló és saját magam is el tudom készíteni.

Még a terasz alapanyagánál is fontosabb kérdés volt a leendő távcsőoszlop. Hogy nézzen ki, mihez legyen rögzítve? Először 113 mm átmérőjű szabvány csőből, vagy hasonló méretű zártszelvényből és táblalemezről szerettem volna elkészíttetni, de kiderült, hogy ezekből meg kéne vennem egy teljes 6 m-es szalát és 1x2 m-es táblát, ami aránytalanul több alapanyag a szükségessé. Kétségbeesésemben eljutottam egy

\* A névadáskor éltem az alkotói szabadsággal

nem túl bizalomgerjesztő ócskavastelepre is, ahol az egyik kupac aljáról mosolygott rám a Tökéletes Alapanyag. Lelkesedésemet azonban hamar lehűtötte, amikor közölték velem, hogy magánszemély nem vásárolhat onnét semmit, így szomorúan távoztam azzal, hogy sosem fogom elfelejteni a „nem szabad az államot meglopni” mondatot és a millió kontrasztját, amiben az elhangzott... Másnap verejtékben úszva ébredtem, miután álmomban megjelent a Lakossági Távcsőoszlop képe, aztán gyorsan papírra vettem az 50x50x5 mm-es zártszelvényből és 50x50x5-ös L-acélból álló rácsos oszlopot. A zártszelvényből pont egy 6 m-es szálra volt szükség, amit szépen méretre is vágtak a vastelepen.



Ekkorát javult a horizontom az új észlelőterasszal

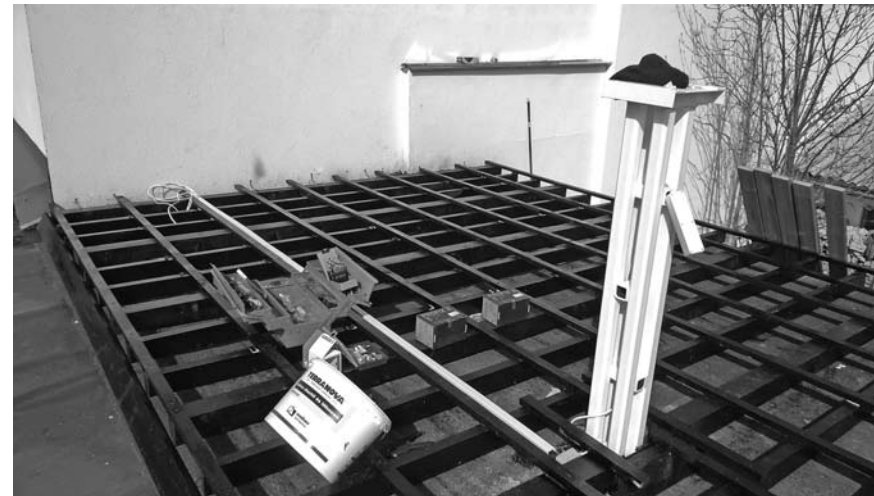
Az oszlopot először az interneten kinéztet lakatossal szerettem volna megcsináltatni, de vele sajnos minden próbálkozásom ellenére sem sikerült megtalálnunk a közös hangot. Szerencsére eredeti szakmáját tekintve a szomszéd is lakatos, így végül



A garázstető állapota a munkálatok megkezdése előtt

ő hegesztette meg az oszlopot. Ezúton is hatalmas köszönet neki, pénzt ezúttal sem volt hajlandó elfogadni, cserébe befoltoztattam a garázs tetején a problémásnak tűnő pontokat, amikor az enyémet szigetelték. A tetőre egy réteg GV45-ös bitumenes lemez és rá keresztben egy réteg palaszórt bitumenes lemez került.

Az oszlop tetején egy 25x25 cm tálca van, ami 4 db M14-es csavarral csatlakozik az oszlop törzséhez. Ennek az a célja, hogy a tálcat tökéletesen vízszintbe lehessen állítani. A tálca kerete az L-vasból készült, benne 18 mm-es rétegelt lemez van. A tálca és a mechanika közötti kuplungot Rózsa Ferenc gyártotta, aki türelmesen és lelkiismeretesen



A terasz alapját gyalult, impregnált és bitumennel bekenet gerendák adják, erre kerültek a párnafák. A távcsőoszlop már a helyén van



Az elkészült obszervatórium

viselte, ahogy az alkotási folyamat során tucatnyi módosítás után eljutottam a végleges változathoz.

A távcsőoszlop rögzítésén sokat gondoltam. Hogyan rögzítem, szereljem-e fel már a szigetelés előtt, hogyan lehet a rögzítés vízszigetelését megoldani? Végül arra jutottam, hogy az lesz a legjobb, ha a szigetelés után fogom felszerelni. M10-es horgonycsavarokkal rögzítettem a földemhez, a lyukakat nagyon aprólékosan, több lépcsőben fúrtam ki, majd kiöntöttem őket bitumennel, és ebbe ütöttem bele a csavarokat, majd ismét kiöntöttem kátránnyal. Az oszlop alá tettem egy 3 mm-es rozsdamentes lemezt, hogy az oszlop egyenletesebben terhelje a szigetelést. A horgonycsavarok meneteit sapkás anyákkal zártam le, illetve minden csatlakozó részt lekentem bitumennel.

A terasz alapját kb. 50 centiméterenként elhelyeztettem, gyalult, impregnált és bitumennel bekent gerendák adják, amelyekre ugyanígy kezelt párnafák kerültek. Az alapot horgonycsavarok rögzítik a földemhez az oszlopnál alkalmazott módon.

Az alapszerkezet elkészítése után a burkolás következett. A teraszlecek monopolyházikóra emlékeztető műanyag rögzítőkkal vannak a párnafákhoz erősítve. Ennek elő-

nye, hogy nem látszik a csavarozás, hátránya viszont az, hogy a szerkezet csak a végéről bontható, ezért minden tizedik leccet csavarral rögzítettem, ne kelljen az egészet felszedni, ha valamit javítani kell.

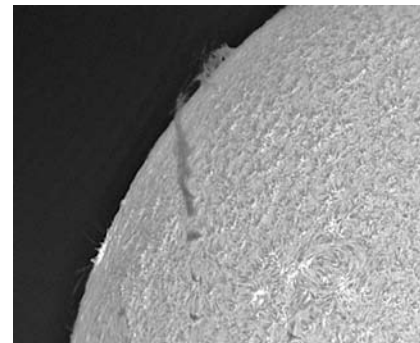
Korlátot is építettem két oldalra. A déli oldalon nincs leesésveszély, meg kell is a horizont, oda jelképesen csak kötelet feszítettem ki.

A feljutás a garázs oldalához toldott tároló helyiség tetején keresztül, egy lépcsőn lehetséges. Azt megakadályozandó, hogy a lépcsőn a macska fel tudjon menni a teraszra és onnét a háztetőkön elkóborolni, a lépcsőt felnyithatóra építettem, mozgását csiga és ellensúly segíti.

Vásároltam egy 2x1 m alapterületű szerkesztőtároló házikót is, amiben elférnek az észlelőszékek és a hasonló kellékek.

Sokat gondolkodtam, hogy az oszlopot és a rászertelt mechanikát hogyan óvjam az időjárás viszontagságaitól. A távcsőoszlopos építési naplókat böngészve valahol láttam, hogy valaki szimplán egy műanyag esővíztároló hordót tett a sajátjára fejfelé. Megtetszett az ötlet, végül egy 300 literes példányt találtam megfelelőnek a célra.

Az oszlopra szerettem volna egy asztallapot is, amin elfér a laptop, illetve ez a lap



Hatalmas, a peremen átbukó protuberancia – már az új észlelőhelyről fényképezve, 2016. augusztus 30-án 15:35 UT-kor

zárja le a hordó alját is. A hordót az asztallap aljára szerelt perem és négy tololár rögzíti.

Kicsit tartottam tőle, hogy az oszlopra szerelt asztallap rossz ötlet, de szerencsére elég masszív az oszlop, és van az asztal tartójában annyi csillapítás, hogy nem zavaró az a rezgés, ami átkerül a távcsőre. A teraszról pedig normál mozgás esetén semmi sem kerül át.

A kuplung durva pólusbeállítása izgalmas probléma volt. A kuplungot sajnos nem lehetett juszítozhatóra készíteni, így amennyire csak lehetett, pontosan szerettem volna felszerelni a felső tálcára. Eredetileg azt terveztem, hogy átvezetek a középpontján egy merőlegesen álló, hosszú csavart, és a csillagászati délben a csavar árnyéka kijelöli majd az északi irányt. Természetesen a döntő pillanatra zárult a felhőzet. Kénytelen voltam kitalálni, hogy más időpontban hogyan lehetne ugyanezt megtenni, végül rájöttem, hogy amint derült lesz, bejelölöm az árnyékvető árnyékát a tálcán, és a Stellariumban megnézem a Nap azimutját ehhez az időponthoz (pl. 252°). Ebből 180°-ot levonva megkapom azt a szöveget, amilyen távol van az árnyék az északi iránytól, nincs tehát más dolgom, mint az árnyék által kijelölt egyenesre az adott szöveget bejelölni és megvan az északi irány. Erre beforgatva a kuplungot kifúrhatóak a lyukak a rögzítőcsavaroknak. A mechanika pólusraállításánál kiderült,

hogy ezzel a megoldással végül 1°-on belüli hibával sikerült megtalálnom az észak-déli irányt.

Természetesen van villany is, egy kapcsolható elosztó és 12 V-os DC táp a mechanikának az oszlopon, vörös fényű lámpa a szerszámtárolón és a lépcsőt is megvilágító, lentől is kapcsolható „rendes” világítás. A csillagda betápjá kétsarkú kismegszakítóval és áramvédő kapcsolóval („fi-relé”) védett.

A mechanika motorvezérlőjének és a kézi-vezérlőnek tépőzáras rögzítési pontokat alakítottam ki az oszlop felső részén. Ezt később öntapadó mágnescsíkra cseréltem.

Összességében 13 napot dolgoztam rajta, nem számolva a tervezéssel eltöltött időt és a párom számolatlan festegetéssel és egyéb csinostgatással töltött idejét. A költségek nagyjából 600 000 Ft-ot tettek ki, de ebben benne vannak olyan járulékos elemek is, mint a tető szigetelése, garázs újrafestése, az ereszcatorna, oldalsó tároló és előtető felújítása stb., amelyeket akkor is kellett volna csinálni, ha az észlelőterasz meg sem épül.

Az avatás óta eltelt több mint fél év tapasztalatai alapján kijelenthető, hogy az építmény remekül dacol az időjárás viszontagságaival, a rekkenő hőséggel, a szakadó esővel és a viharos széllel is.

Időközben persze történtek kisebb-nagyobb feljesztések, a rendszert egy EQMOD-adapterrel is kiegészítettem, aminek segítségével a távcső egy vezeték nélküli gamepad-del is irányítható.

Nagyon élvezem, hogy egész évben kényelmesen tudok észlelni otthonról, mert jó a kilátás, töredék idő alatt ki tudok települni, mindig pontosan pólusra állított mechanika vár, és március végétől szeptember végéig még munka után délután is van lehetőségem napészlelésre. Az elmúlt év során már innen figyeltem meg a Merkúr-átvonulást, ISS-átvonulásokat a Nap előtt, a Perseidák maximumát, valamint számos okkultációt.

Bánfalvy Zoltán

# November vörös fényei

Rovatunk aktuális címét nem az egykor volt kötelező ünnepnap ihlette, hanem természetesen egy most látott égi jelenség: novemberben a hónap legérdekesebb tünényéje a vörös légkörfény volt, amelyet két alkalommal is meglátott és megörökített Pintér András, a Hanság kis területű, de annál szerencsésebben sötét egű területén, Mihályiban. Ugyan már több alkalommal szó volt a jelenségről, de sosem árt frissíteni az információkat! Már csak azért sem, mert majd a decemberi ég is tartogat e csodából – persze azt majd a rovat következő alkalommal dolgozza fel.

A légkörfény a magaslégkör tünényéje, 80–300 km közti régióban keletkezik a Nap extrém ultraibolya sugárzása hatására. A sugárzás által gerjesztett atomok és molekulák bocsátják ki, a fénylés színe függ a légköri magasságtól és a kibocsátásért felelős atomoktól, molekuláktól. A vörös változat leginkább a magasabb régiókhoz kötött, 150–300 km közt lévő oxigénatomok felelnek érte. Ha a világúrból készült felvételeken látjuk, akkor a vörösen derengő légkörfény-burok a legkülső, alatta néha megjelenhet sárgás fénylés (ez az ott lévő igen csekély mennyiségű nátrium hatása), illetve a legalsó, 80–100 km magasságban látszó zöld légkörfény – ez utóbbit észleljük legtöbbször.

A légkörfény sávokba rendeződik az esetek elsősorú többségében, e sávok pedig a nehézségi hullámok látható megnyilvánulásai. Az éjszakai látásunk sajátossága miatt a légkörfény színét nem igazán észleljük, viszont a sávok észrevehetőek. Kérdéses, hogy minek köszönhető a napciklus igen alacsony aktivitású szakaszában a légkörfény viszonylag gyakori megjelenése? Novemberben is több alkalommal voltak koronalyukak, és feltehetően az innen eredő sugárzás okozta a fénylést, amit Európa számos sötét egű helyszínén észleltek a hónap során, főként annak utolsó harmadában (nyilvánvalóan a

holdfény zavaró hatásától mentes időkben). Pintér András november 18-án és 21-én este figyelte és fotózta a jelenséget, a második alkalommal a vörös sávok mellett egy kissé a zöld verzió is megmutatkozott.



Szalai Péter november 9-én este a hízó Hold körül figyelte meg szép 22 fokos halót

Persze a hónap során még más jelenségben is gyönyörködhattunk! Együttállásban volt a Hold, a Vénusz és a Szaturnusz november 3-án alkonyat után, Szabó Szabolcs Zsolt, Mircea Pteancu és a rovatvezető figyelték meg: a trió önmagában szívderítő látványán kívül hozzáadott szépségként a Hold hamuszürke fénye is ragyogott ezen a gyönyörű, tiszta estén. 15-én a Hold az Aldebarannal randevúzott, az egy foknál valamivel távolibb együttállásról Keszthelyi Sándor számolt be, aki este 8-tól, a felhőzet felszakadásától mintegy két órán át követte az égitesteket, és figyelte, amint a Hold lassanként, de észrevehetően eltávolodik az Aldebarantól. 18-án hajnal előtt az M44 és a Hold közelségét a rovatvezető figyelte meg, nála a Hold körül igen látványos koszorú is kialakult (ez, a létrehozó felhőzet miatt nem könnyítette meg a csillaghalmoz megpillantását).

A november 3-i együttállásról beszámolót is küldő Szabó Szabolcs Zsolt természetesen nemcsak az együttállást figyelte ezen az estén, hanem jól szokásához híven már alkonyat előtt szólnoki észlelőhelyére vonult. „Kinyitottam a kupolát, és egy 127/1500-as Makszutow–Cassegrainnel megfigyeltem a jelenséget. Fényképezőgépet a távcsőre szerelve, primer fókuszban örökítettem meg a naplemente pillanatait. A folyamat közben sejtettem, hogy hiába tiszta a levegő, lesz itt légköri reflexió és refrakció is szép számmal. Így is alakult. Néhány pillanatra le-leszakadozó, gyakorta zöld, és ritkán zöld és kékes sugarakat sikerült megfigyelnem és megörökítenem is. Régebben is készítettem már ilyen felvételt, de most valamivel több fényt engedtem az érzékelőre, ugyanis a 127 mm-es átmérő még így is rengeteg fényt gyűjt össze. Ráadásul a Nap vakított a horizonton is, így a távcső tubusfedőjét tartottam



Szémár Ferenc gyönyörű felvétele a 13-án reggel készült a Budapest felett kialakult naposzlopról

kézben részben a távcső nyílása elé, ezáltal szabályozva a beérkező fény mennyiségét. Sikerült néhány alkalommal a kék sugarat is elkapni.” A megfelelő nagytávcsővel ez esetben, mert míg egy jelentős inverzió esetében szabad szemmel is látható a zöld (kék) sugár megjelenése, a kisebb leszakadó darabokat már nem vesszük észre, ezek igen rövid pillanatokra jelennek csak meg, és nem is távolodnak el a napkorongtól. Az igen tiszta, front utáni levegőnek köszönhetően azonban megfelelő műszerrel jól rögzíthető a jelenség. A napnyugtát követően észlelőnk krepuszkuláris sugarakat is megfigyelt, amelyeket az Alpok déli vonulatai vetette árnyékhozott létre.

A csillagászati megfigyeléseket akadályozó fátyolfelhőzet szokványos „ajándéka” a fényes csillagok illetve bolygók körül kialakuló párták. Nem ritkán csupán a párták jelenlétéből vesszük észre a leheletfinom felhőzetet is! Mivel jelenleg este már az egyre tovább látható a fényes Vénusz, hajnalban pedig az egyre korábban kelő Jupiter ragyog az égen, így e két bolygó körül a legesélyesebb látni a jelenséget. A rovatvezető a Jupiter pártáját 2-án, 14-én, 19-én (ezen az éjjelen holdkoszorú is kialakult) és 26-án figyelte meg, Rosenberg Róbert 26-án este a Vénusznál észlelte a látványos jelenséget.

Halójelenségekben nem volt különösebben gazdag a hónap, ám szemfüles észlelőink igyekeztek elcsípni a lehetséges eseményeket. November 1-jén délután a rovatvezető látott zenitkörüli ívet, Rosenberg Róbert látványos jobb oldali melléknapot fotózott. 2-án reggel Kósa-Kiss Attila jobb oldali melléknapot és a 22 fokos haló felső felét észlelte, 3-án pedig késő délelőtt látta a 22 fokos haló mintegy negyedrészt. 4-én Szöllösi Tamás látott színes 22 fokos naphalót majd igen fényes jobb oldali melléknapot, a rovatvezetőnél az átvonuló felhőzet a zenitkörüli ívet jelezte meg, Nagy Etele pedig igen fényes, de rövid élettartamú melléknapot örökített meg. Hegyi Imre ezen a napon igazán gyönyörű összetett jelenséget élvezhetett: a teljes 22 fokos haló felett ragyogóan fényes zenitkörüli ív alakult ki, ráadásul a ritkán és

általában alig észrevehetően megmutatkozó felső oldalív is igen jól látható volt nála, de felső érintő és igen fényes melléknap is csatlakozott a megfigyelt tüneményekhez. 9-én Szalai Péter a Hold körül kialakult teljes és fényes 22 fokos halót figyelte meg, a holdhaló Szauer Ágoston szeme és kamerája előtt is megmutatkozott. 10-én reggel Szöllősi Tamás, a délelőtti órák során pedig Kósa-Kiss Attila látott 22 fokos halót, Hadházi Csaba az általa is megfigyelt fényes 22 fokos haló tetején még a felső érintő ívet is látta, Szabó Árpád igen fényes és színes 22 fokos halót fotózott, rovatvezetőnél pedig zenitkörűli ív volt délután.

November 13-án reggel Szémár Ferenc figyelt meg látványos naposzlopot Budapesten, s a remek kompozícióban a Szabadság-szobor meghosszabbításaként örökítette meg a jelenséget. Alkonyatra már a keleti végeink égboltjának szorgalmas őre, Hadházi Csaba is látta a szintén látványos, mintegy 20 fok magasra növekedett oszlopot. 15-én délután Rosenberg Róbert 22 fokos naphalót fényképezett, 17-én este Kósa-Kiss Attila a holdhaló halvány és szintelen megjelenését rögzítette észlelési naplójába. 24-én Nagy Etele ismét melléknapot csipett el, 25-én Kósa-Kiss Attila figyelte meg a halvány 22 fokos naphaló felső felét, majd fényes bal oldali melléknapot is látott. 26-án Rosenberg Róbertnél alkonyatkor naposzlop alakult ki. 30-án délelőtt Kósa-Kiss Attila fényes felső érintő ívet és halvány 22 fokos halót látott, és ezzel az észleléssel zárta a novemberi jelenségeket.

Az őszi állatövi fény tiszta, holdmentes hajnalokon még mindig igen szépen látható, és bár ilyenkor ritkán tiszta a hajnal a jel-



A Hold, a Vénusz és a Szaturnusz együttállása Szabó Szabolcs Zsolt november 3-i felvételén

lemzően érkező ködök miatt, a rovatvezető november 2-án, 28-án és 30-án is látta a fénykúpot. A már egyre magasabban álló Jupiter különösen széppé teszi a jelenséget!

A hónap kiemelt jelenségét, a légkörfényt érdemes továbbra is figyelni, amikor frontok után kitisztul a légkör és nincs jelen a zavaró holdfény sem. A tendenciák alapján talán várható, hogy lesz még benne részünk a tél során!

*Landy-Gyebrnár Mónika*

## ABLAK A VILÁGEGYETEMRE



**Polaris Csillagvizsgáló**

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

# Napívek és analemmák

Szolárgráf készítése olyan az amatőrcsillagász számára, mint kisgyereknek a kindertojás. Kipattintod a lezárt kapszulát, és bármi lehet benne. A fényérzékeny papír ugyanis nagy valószínűséggel fél évvel korábban kerülhetett bele, hogy a Nap éves járásának a felét, annak tavaszi emelkedését, vagy őszi süllyedését rögzítse. A szolárgráf apró kapszuláját a szép kompozíció kedvéért természeti környezetbe, vagy egyéb közterületre helyezik ki, és persze ilyenkor az ember nem lehet benne biztos, hogy érintetlenül meglesz-e még fél évvel később. Az is szolgálhat meglepetéssel, hogy az ultraszéles látószögben hogyan mutat majd a sok napív a tájban. Szinte biztos, hogy meglepetés éri az embert. A fotópapíros szolárgráfnak nagy előnye továbbá, hogy kihelyezni élmény, begyűjteni még nagyobb élmény, de a kettő között nem igényel különösebb gondozást. Ezen kívül egyszerű és rendkívül olcsó, a végeredmény pedig sokszor nagyon izgalmas, ami valójában egy fél éves összefüggő napfény- és felhőfedettségi grafikon, miközben egyetlen „kattintás” az egész.

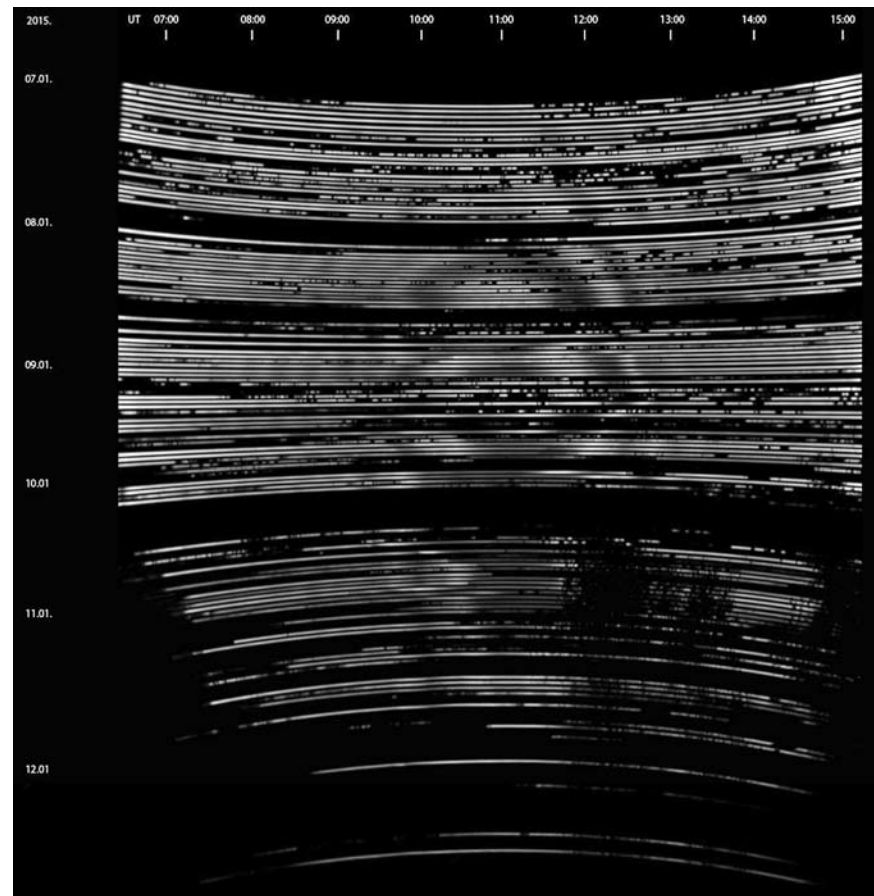
Mi van akkor, ha digitalizálni szeretnénk a módszert? A digitális technikával bizonyára tisztább és részletesebb kép kapható, pontosabb a mérés. Bajmóczy György, aki már több előremutató újítással is megörvendeztette a szolárgráf témában az asztrofotósokat, néhány éve foglalkozik a digitális szolárgráf készítésének kérdésével. Úgy találta, hogy a szolárgráfok rajzolatához hasonlatos eredményt akkor tud digitális eszközökkel elérni, hogyha rövidebb expozíciókkal, minden percben külön-külön egy teljes éven át rögzíti CCD-kamerával és halszemoptikával a Nap pillanatnyi állását. Az így kapott képkockák összeolvasztva nagyfelbontású, részletes szolárgráf képet adnak majd. De vajon mit adnak még? Nyilvánvalóan az egyetlen expozícióból álló hagyományos szolárgráf technikával szemben, ami tulaj-

donképpen az idő múlásának, a Nap járásának „dimenzióját” teljesen elveszíti, a digitális módszer – mivel egyedi expozíciókból áll össze a felvétel – tartalmazni fogja a Nap pozícióját minden egyes percre. Ez pedig óriási többletinformáció, ami nem csak a megszokott Nap-ívekhez elég, hanem akár analemma, sőt analemmák együttesének készítéséhez is.



Ezzel a kamerával készültek a felvételek egy teljes éven át

Mivel Bajmóczy Györgyöt már régóta foglalkoztatta az analemma készítés is, amint felismerte annak újfajta, rögzített kamerás lehetőségét, bele is vágott a teljes éves projektbe, amellyel két „asztrofotós legyet” is üthetett egy csapásra. A rögzített kamerás fotózásnak sok előnye van. Egyrészt a rendszert nem kell nap mint nap felállítani: ez a hagyományos szolárgráfok előnye is. Másrészt minden részfelvétel, vagyis mérés pontosan ugyanabban az állásban történik (ha nem adódik valamilyen technikai probléma), tehát a képek feldolgozása, azon belül az illesztése rendkívül leegyszerűsödik, s



A Nap nyomában: a digitális szolárgráf pontosan megmutatja a napfényes és a borult időszakok váltakozását

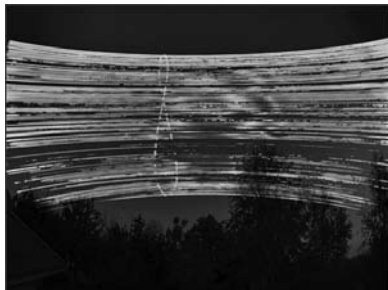
így sok utólagos és bizonytalan kimenetelű korrekciótól megóvja az embert. A működőképes módszer megszületése előtt több manuális fényképezőgépes próbálkozás történt, sőt amatőrtársunk készített „tuningolt” hagyományos szolárgráfot, amellyel analemma volt fotózható, de a digitális technológia sokoldalúsága hozta el a végső, igazán hatékony megoldást.

Ez a „sokoldalú” eszköz pedig egy ASI 120-as fekete-fehér kamera lett, melyhez gyárilag egy egyszerű felépítésű halszemoptikát is adnak. A kis CCD-kamerának a kisméretű pixelei, 1280x960 pixeles felbontású érzé-

kelője és halszemmel leképezett 130 fokos látómezeje, bár nem egészen adja vissza a fotópapírra készülő szolárgráfok látómező élményét, de közelíti azt, a rendszer kis mérete pedig óriási előny.

Bajmóczy György a 2015-ös nyári napfordulóra tervezte az indítást, addigra el kellett készülnie az időjárásálló kameraháznak, az alkalmas napszűrőrendszenek, és az összes beállításnak. Az elképzelés jó volt, a megvalósításnál azonban jöttek a nehézségek. Egy teljes éves projektet pedig nem jó dolog rossz módszerrel elkezdni. Komoly probléma volt, hogy a vizuális napfólia túl





A hagyományos szolárgráfok sokszor különös hangulatú, már-már művészi hatású felvételek. A közepén látható digitális szolárgráfból számtalan adat nyerhető ki, de elvész belőle a titokzatoság

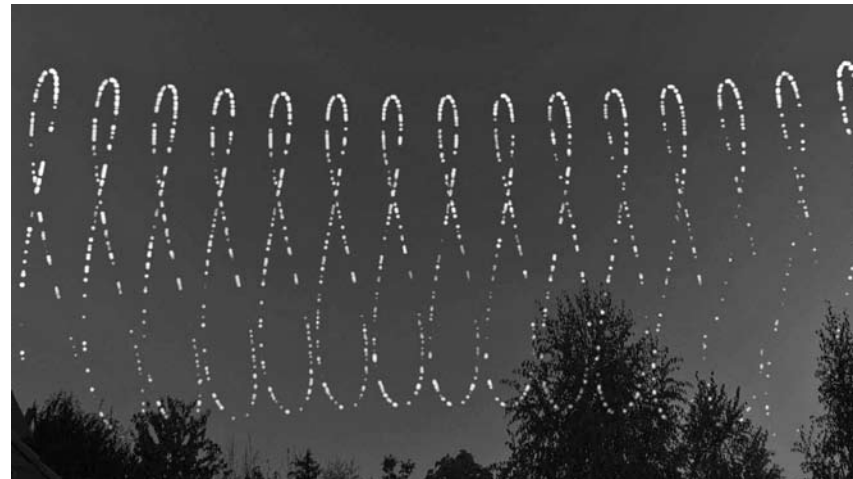
sok fényt eresztett át, a kamera túlmelegedett, a kapott kép használhatatlan lett. Észlelőnk próbálkozott vizuális és fotografikus fólia kombinációjával is, és bár így a fénymennység optimális lett, de a két nap-szűrő fólia között reflexiók léptek fel, ami ismét használhatatlanná tette az eredményt. Következett a hegesztőüveg, az ND szűrő és kétféle nap-szűrő kipróbálása. Végül a következő elrendezés hozta meg a megfelelő eredményt: a halszemobjektív elé került a vizuális fólia, az objektív és az érzékelő közé pedig a fotografikus. Időjárásálló védőburkolatként egy uzsonnásdoboz vált be, melynek fedelére a megfelelő méretű kitekintő nyílás került, erre került rá az első réteg nap-szűrő fólia. A doboz hátuljába vágott nyíláson át lehet bebújtatni az állványfejet, rajta a kamerával.

Az állvány, rajta a dobozzal és a kamerával együtt a családi ház oromzata alatt, a tetőszerkezeten kapott helyet, négy méteres magasságban. Azért itt mindenképpen meg kell jegyezni, hogy nem elegendő az odafigyelés és a szaktudás – megfelelő helyen is kell lakni. A ház déli homlokzatáról jó kilátás nyílik az égbolt Nap által bejárt területére. Ez a pozíció még éppen alkalmas arra, hogy az utólagos finombeállításokat létráról el lehessen végezni, például a kamerát a megfelelő égtáj felé irányozni. A kompozíció alapeleme az volt, hogy a felkelő és a lenyugvó Nap képe egy vonalra essen. A szerelés közben pedig kiderült, hogy ez nem is annyira egyszerű, sőt ennek beállítása volt a legnehezebb feladat, ami egy héten át tartó

létrára fel, létráról le való mászkálást jelentett. Miután sikerült a beállítás, a berendezés egy védő üveglapot kapott a szellőkések ellen – biztos, ami biztos.

De ez csak a kültéri állomás volt, a működéshez meg kellett oldani a kamera vezérlését, a képek tárolását is. A kis CCD-t egy laptopról, a beltérből lehetett elérni 10 méteres aktív USB kábel segítségével. Olyan konfigurációt kellett összeállítani, ami nem csak elsüti a kamerát, és tárolja a fényképet, hanem egy egész napon át vezérli a sorozatos fényképkészítést egy teljes napon át, vagy akár egy hétig, abban az esetben, ha a ház gazdája elutazna valahová.

Az egy teljes éven át tartó felvételesorozat három nappal a nyári napforduló után, 2015. június 24-én kezdődött. Hamarosan fény derült két újabb technikai problémára. A nap-szűrőfóliákon illetve azok között interferenciajelenség jön létre, így nem mindenhol egyenletesen fényesen jelenik meg a napkorong. További probléma, hogy az adott képkocka mentése miatt a rákövetkező kép időzítése időben elcsúszik, és így nem a tervezett időközönként készülnek a képek, ami például az analemkakészítésben okoz komoly nehézséget. Erre az a megoldás, hogy ha lehetséges, reggelente mindig nagyon pontosan azonos időben kell indítani a rendszert. Szerencsére egyik probléma sem volt végzetes hatással a nagy tervre. Naponta átlagosan 520 hasznos kép készült, 6:30 és 15:10 között, amikor az érzékelő a Napot látta. Egy-két hónap múlva már jelentkeztek az eredmények: a képkockák



A napképek sokaságából szinte tetszőleges számú anagramma hozható létre

megfelelő válogatásával kezdett kirajzolódni az anagramma vonala, illetve izgalmas szolárgráf-csíkok születtek.

A téli napfordulónál nagy volt az izgalom, hogy legyen tiszta idő akkor, amikor fordul az anagramma felfelé, majd a következő nagy pillanat az volt, amikor a nyolcas újra felfelé emelkedő szára keresztezte a korábbi. Legvégül az anagramma nyolcasának összeérése miatt volt kiemelkedő momentum a felvétel befejező pillanata.

Bajmóczy György kamerája egy éven át, 329 napon működött. Összesen 36 napon be sem kapcsolta azt a reménytelen borús idő miatt, de így is összesen 183 620 kép készült, melyből 116 387 lett felhasználva. A projekt ideje alatt 1 TB adat keletkezett, beleértve egy későbbi kisfilmhez készült képkockákat is.

A kapott nyersanyagot dátum és időpont szerint remekül lehetett rendszerezni, megfelelő algoritmussal 500 különböző anagrammát lehet lekérni az állományból. Ezen kívül a Nap emelkedését-süllyedését mozgóképként tudja megjeleníteni, ha egymás után csoportosítja a megfelelő dátummal készült képeket. Sejtteni lehet, hogy ekkora munkának a végeredménye nem egyetlen asztrofotó, hanem egy egész kisfilm lett, ami a Nap járását talán legkomplexebben mutatja

meg, ahogy azt amatőr csillagásztól valaha láthattuk.

Nem csak kisfilm, hanem érdekes mérési eredmények is lehívhatók a képsokaságból: egy év alatt csak 15 zavartalan napsütéses nappal volt, 115 teljesen borult, továbbá 60 olyan nap volt, amikor 90%-ban derült volt az ég. Tapasztalatokban sem volt hiány. Remek összehasonlító vizsgálat lett ez a felvételesorozat a digitális, illetve a hagyományos szolárgráfok tekintetében. Bajmóczy György szerint talán a halszemoptika rajzolata az, ami esztétikai értelemben a leggyengébb láncszem a digitális változat esetében. A festményszerű leképezést adó hengerpalástú hagyományos szolárgráfoktól eltérően a digitális módszer kemény, rideg képet ad. De ettől eltekintve rengeteg előnye is van, például az, hogy élőben látjuk az eseményeket. Ha egy évig folyamatosan gyűjtjük a képeket, akkor a kapott adatbázisból tetszés szerint kérdezhetünk le adatokat, és így hónapra, napra, percre pontosan kaphatunk képet a napsütésről és a Nap mozgásáról, ebből pedig egyenesen következik az anagramma készítésének lehetősége. A felvételekből nem csak állókép, hanem animáció is készülhet – csak legyen hozzá kellő kitartásunk és türelmünk.

Franciscs László

# Meteoritzápor Bolíviában

A 2016. november 20-a sem volt más a bolíviai Aiquile városka őslakos kecsua indiánjai számára, mint a többi. Az emberek a napnyugta előtti órákban szokásos dolgokkal foglalkoztak, az utcákon csendesen folydogált az élet, a piacon a kosarakban száradt a kokalevél – semmi sem utalt a közelgő percek rémületére. Délután 5 óra felé szinte szó szerint „leszakadt az ég”! Szentanúk beszámolója szerint erős fényű, második Napként felfénylő, dugóhúzószerű füstnyomot hagyó tűzgömb száguldott keresztül az égbolton, mindez suhogásszerű hanggal, majd a felrobbanó meteoritok okozta többszörös mennydörgésszerű hangrobbanással járt. A megdöbönt helyiek ijedségét tovább fokozta, hogy hamarosan meteoritok hullottak szinte a lábuk elé, a háztetőkre és mindenfelé. Teljes volt a zűrzavar, korábban senki sem látott még ilyen eseményt, hiszen Bolíviában még soha nem jegyezték fel szemtanús, dokumentált meteorithullást.

Miután senki sem sérült meg, csak minimális anyagi kár keletkezett, az emberek elkezdtek összegyűjteni az égből hullott „köveket”, a meteoritokat. A pár nap alatt megtalált darabok a néhány grammostól egészen a 35 kilogrammos, két emberfejnyi méretűig terjedtek. A hullásnak hamarosan híre ment, az Aiquile-i polgármester a közösségi médiában számolt be a számukra rendkívüli félelemmel átélt percekről. Egy helyi rádió tudósítása pedig hamarosan eljutott a főváros, La Paz San Simón egyetemére. Itt azonban nem dolgozott meteoritokkal foglalkozó szakértő, ezért felhívással fordultak a környező országokhoz hozzáértő szakemberek segítségét kérve.

Hamarosan megérkeztek az első meteoritvadászok Brazíliából és az USA-ból. Segítségükkel megkezdődött a meteorit ún. szórásmezejének a feltérképezése, bár a hegyi, bozotos, sziklás terep és a nem



Aiquile városa messze földön híres az itt készített húros hangszerről, a chuarangóról

különösebben erős közbiztonság megnehezítette a keresést. Végül több mint 40 kilogramnyi meteoritot találtak, ugyanakkor biztosra vehető, hogy még vannak a terepen darabok.

Miután a szakértők elmagyarázták a meteorithullás lényegét és tudományos jelentőségét, a helyi lakosok felbátorodva a helyi Kultúra Házába kezdték összehordani a darabokat, hogy később kiállítás keretében mutathassák meg a városkának hírnevet hozó meteoritokat. Az időközben megérkező hivatásos külföldi meteoritvadászok és kereskedők pedig néhány kilogrammnyi meteoritot felvásároltak gyűjtők számára,



A keresés ilyen jellegű környezetben folyt



Michael Farmer meteoritgyűjtő egy 5,8 kg-os példánnyal

házunkba is ilyen módon jutott egy 13 gramm darab. A meteoritok ilyen célra történő gyűjtése és kereskedelme Bolíviában nem ütközik törvénybe.

Az első képek a meteoritokról december 10-e körül érkeztek meg a szakmai fórumokra. Mivel nagytömegű, nagy darabszámú, ún. „hammer-fall” (tárgyakra hulló, kárt okozó) rendkívül ritka hullásról van szó, a meteoritikai közösség felkapta a hírt



Friss és fekete olvadási kéreg



A meteorit 35 kilogrammos fő tömege

és első számú témává vált ezekben a napokban az aiquilei hullás. Az első beérkezett képek alapján egyértelmű volt, hogy tipikus és gyakori kőmeteorit (kondrit) hullásról van szó. A meteorit matt olvadási kérgé a világos és sötétszürkétől a fekete színig terjed. A felület ujjbenyomódásszerűen tagolt, ezek szaknyelven a regmagliptek. A törött felületeken szürke színű, erősen sokkolódott belső szerkezetet látunk. A meteorit, mint a H típusú kondritok általában magas arányban tartalmaz fémes vas-nikkelt, típusa valószínűsíthetően H 4-5 kondrit. Tehát az ősi naprendszerbeli termális átalakulása közepes fokú, kb. 200–400 Celsius-fok közötti lehetett.

Az Aiquile meteorit hivatalos klasszifikációja és a Meteoritical Bulletinben történő közzlése hamarosan várható, hazai szakemberek számára az aiquilei meteorit kutatási célra már elérhető.

(A felvételeket Jose Maria Monzon, Greg Hupe és Michael Farmer szíves hozzájárulásával közöljük.)

Kereszty Zsolt

# Változó csillagok, változó technikák

A Változócsillag Szakcsoport tavaly őszi találkozóját az MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézete, közkeletűbb nevén a Svábhegyi Csillagvizsgáló megújult főépületében tartottuk. A nagyközönség számára csak korlátozottan látogatható intézménybe ez év elején kinevezett igazgatója, szakcsoportunk vezetője, Kiss László révén nyerhettünk belépést. A történelmi szerepéhez méltóan impozáns, mégis kívül-belül modernizált épület minden szempontból ideális helyszínt, valamint multimédiás esz-közparkot biztosított a mintegy 40 érdeklődő és a 9 előadó számára. Vendéglátóinknak köszönhetően megtekinthettük az intézet valaha szebb napokat látott, a közeljövőben remélhetően újjászülető főműszerét, és sétálhattunk a még kissé hepehupás, tereprendezés előtt álló parkjában. A hely szelleme megköveteli, hogy beszámolómat egy rövid történelmi áttekintéssel kezdjem.

A Konkoly Thege Miklós által alapított, 1899-ben államosított, majd a trianoni békeszerződés során elszakított ógyallai csillagda utódjaként létesített svábhegyi állami csillagvizsgáló a húszas években kezdte meg itteni működését. Az új főműszert, az európai viszonylatban is korszerűnek számító 60 cm-es tükrös távcsövet 1928-ban helyezték üzembe. Ezt az eszközt a drezdai Heyde cégtől rendelték még 1913-ban, azonban az első világháború megakasztotta a távcső építését, később az ógyallai csillagvizsgáló sorsa is megpecsételődött. (Az épületegyüttes felépítését és a főműszer beszerzését - jöszerevel a háború utáni magyar oktatás és tudomány felvirágoztatását - többek között Klebelsberg Kuno vallás- és közoktatásügyi miniszter közbenjárásának köszönhetjük.)

A nagy távcső és az egyre gyarapodó esz-közpark segítségével a csillagászok az 1930-as években főként a kisbolygók rendszeres ellenőrzését, felkutatását és pozíciómérését, majd pályaszámítását végezték. Ekkoriban

erősödött meg az intézmény fő – ezúttal számunkra legérdekesebb – profiljának számító változócsillag-megfigyelés.

A húszas években az asztrofizika robbanásszerű fejlődésen ment keresztül, Einstein a relativisztikus kozmológia, Eddington a változócsillagok első átfogó elméletének alapjait rakta le. A rövid periódusú pulzáló változók,  $\delta$  Cephei és RR Lyrae csillagok fényváltozásának vizsgálata a 30-as években, a svábhegyi intézet kutatási programjának egyik legfontosabb területe lett. Az észleléseket főként fotografikusan végezték a Cooke-refraktorra szerelt asztrográffal. A pulzáló változók mellett a 8"-es távcsőre szerelt Graff-féle ékfotométerrel az intézet újra indulása óta rendszeresen észleltek fedési kettőscsillagokat is a pályaelemek meghatározására. Az új 60 cm-es teleszkóp lehetőséget nyújtott gömbhalmazok fotografikus észlelésére is, ahol egy lemezen egyszerre több, a halmazhoz tartozó változó fényességadatait lehetett rögzíteni.

A korabeli és a már modernebb eszközökkel végzett észlelések nehézségeiről tartott gazdagon illusztrált visszatekintést Mizser Attila, korábban maga is dolgozott az obszervatórium falai között. A legújabb kori, sokkal kényelmesebben végezhető és jóval pontosabb technikák ismertetése már szakcsillagász előadónk feladata volt.

Elsőként Dr. Szabados László emeritus professzor, az intézet munkatársa tartott beszámolót a Gaia-misszióról és a 2014 nyaratól bő öt évben át folyó nagyszabású projekt első eredményeiről.

Bár az utóbbi két évtized földfelszíni égboltfelmérései (2MASS, USNO-B1, GSC 2.2 stb.) minden képzeletet – és katalogizálási törekvést – felülmúló számú csillag asztrometria adataival bővítette ismereteinket, a mérések pontossága és mélysége nem vetekedhet a Gaia űrszonda által szolgáltatott adatsorokkal. A nagyságrendi áttörést



Az október 8-i találkozó csoportképe az intézet főbejáratánál készült (Mizser Attila felvétele)

a csak űrszondák (elsőként az 1989–1993 között működő, csupán 29 cm átmérőjű Hipparcos űrtávcső) révén alkalmazható mérési módszer jelenti. Míg a földi távcsövekkel végzett parallaxismérések esetén az egy látómezőben lévő, referenciaként használt háttércsillagok parallaxisa torzízza a mérési adatokat, addig az űrszondák egyidejűleg, egészen más irányban észlelhető referenciacsillagokhoz képest mérnek, ami a Földről kivitelezhetetlen a légköri refrakció miatt. A Gaia a Nap–Föld rendszer  $L_2$  Lagrange-pontjában helyezkedik el, pillanatnyi helyzetét 8 mm-es pontossággal kell ismernünk a kívánt néhány mikroív másodperces mérési pontosság érdekében. Az elképesztő, 20 magnitúdós fényességhatárig végzett (ez egy milliárd égitestet jelent!), az égboltot teljesen lefedő észlelési program a pozícióméréseken felül a csillagok sajátmozgását és radiális sebességét is méri 16 magintúdóig, 15 km/s pontossággal. Az irdatlan adatmennyiség lehetővé teszi szinte az egész Tejútrendszer háromdimenziós feltérképezését (beleértve a sötét anyag eloszlását), a csillagászati vonatkoztatási

rendszer pontosítását (a kb. félmillió, zömmel újonnan felfedezett kvazár segítségével), valamint a relativitáselmélet numerikus paramétereinek pontosítását.

Az előadás alcíme (úton százmillió változócsillag felé) sem túlzás. A Hipparcos esetében a programcsillagok kb. 10%-a bizonyult változócsillagnak. Erre lehet számítani a Gaia méréseinél is, tehát várhatóan százmillióra nő az ismert változócsillagok száma! Becslések szerint, az alapvetően nem változócsillag-felfedezésekre tervezett program „hozadékaként” mintegy 4 millió új fedési változót, 9000 cefeidát, 70 ezer RR Lyrae-t, akár 240 ezer Delta Scutit, 6000 szupernóvát, 1000 gravitációs mikrolencsét és további 10 ezer tranzitos exobolygót fedezhetnek fel! Összehasonlításképpen: a jelenleg legátfogóbb katalógus, az AAVSO VSX mindösszesen mintegy 400 ezer katalogizált változócsillagot tartalmaz.

A magyar csillagászok a 400 európai szakemberből álló Data Processing and Analysis Consortium (DPAC) genfi központú koordinációs egységében működnek közre. A Gaia által rögzített, várhatóan 20 TB adat alapján

a végső katalógus 2020 körül kerül nyilvánosságra (ebben a fényváltozást külön jelzik), ami minden bizonnyal sokévi, évtizednyi kutatási anyagot biztosít szakcsillagászok és remélhetően az amatőr kutatók számára is.

Második előadónk Vinkó József, a SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék docense volt, aki – szinte már hagyományt teremtve – ismét egzotikus tranzienis objektumokat „szállított” hallgatóságának. Előadását történeti áttekintéssel kezdte az elmúlt évezred legjelentősebb szupernóváiról, majd a nagy tömegű (>15  $M_{\odot}$ ) csillagok szupernóvává válásának fizikai alapjait (a fehér törpék termonukleáris robbanását, ill. a vasmag-kollapszust) ismertette. A csillagász kutatásainak tárgya a „hagyományos” szupernóváknál akár több nagyságrenddel nagyobb, –21 abszolút magnitúdót meghaladó csúcspontosságú, ún. „szuperfényes szupernóvák” (SLSN) kialakulásáért felelős robbanási mechanizmusok modellezése. Az igen nagy luminozitás okai lehetnek pl. összeolvadó csillagok, a robbanás során kidobott és nagy mennyiségű cirkumsztelláris anyag (CSM) kölcsönhatása, magnetár fékeződés (azaz a magnetár impulzusmomentumának átadása), illetve szupernagy tömegű fekete lyukak körül kialakult árapály-katasztrófák (azaz a kompakt objektumra visszahulló anyag akkréciója). Bővebb ismertetést kapott a valaha mért legnagyobb, –23,5<sup>m</sup>-t meghaladó luminozitású ASASSN-15lh szupernóva. Az igen távoli, az első csillagok kialakulásának idejére tehető robbanás fényessége több mint egy hónapig húszszorososan meghaladta a Tejútrendszer teljes luminozitását. Ennek oka még nem tisztázott, de az első modellek szerint egy igen erős mágneses terű neutroncsillag (magnetár) centrifugális erők általi szétszakadása vagy a cirkumsztelláris anyaggal való kölcsönhatása okozta.

A szünet előtti utolsó, angol nyelvű előadást Marek Skarka, az MTA CSFK cseh kutatója tartotta az RR Lyrae csillagok észlelésének amatőr csillagászati lehetőségeiről. A zömében amatőr változóészlelőkből

álló hallgatóságnak – hozzám hasonlóan – bizonyára jólesett hallani, amint a fiatal csillagász felvezetőjében az amatőr megfigyelések és általában az amatőr „műfaj” hasznosságát taglalta. Így a rugalmasságot, a folyamatos készenléletet, valamint a hosszú távon biztosított adatsorok lehetőségét. A csehországi, nagyszámú csillagászati intézmény vázlatos bemutatása után az 1924-ben alapított változóészlelő hálózat munkájáról kaphattunk átfogóbb képet. A kezdetben szinte kizárólag EB típusú fedési változók megfigyelésére szakosodott szervezet tevékenysége napjainkban kibővült, főként RR Lyrae változók és exobolygó-fedések nyomon követésével. Világszerte egyedülállónak mondható a szervezet által 8150 fedési változó mintegy 235 000 minimumának O–C adatbázisa, 300 csillag mintegy 6500 exobolygó-tranzitjának földi észlelése, továbbá 950 db új változó felfedezése és katalogizálása, sőt, a már szerencsére világtrendnek mutató szakcsillagász-amatőr együttműködésnek is szép példáit láthattuk. A cseh változóészlelők a tapasztalatok megosztásán felül konferenciák, online előadások szervezésében, de kézikönyvek és szoftverek beszerzésében is segítséget kapnak az ottani szakcsillagásztól, akikkel kampányok és észlelési riasztások formájában folyamatos és személyes kapcsolatban állnak. Így például előadónkkal, aki magyarországi feladatai mellett a cseh szervezet RR Lyrae munkacsoportjának vezetője és e különleges változó típusú lelkes „propagálója”. Ezek a HR-diagram klasszikus instabilitási sávjában szétszóródó idős, II. populációs óriáscsillagok mellett, hogy kiváló távolságindikátorok, a csillagfejlődési és pulzációs modellekhez, valamint a korai Tejútrendszer formálódásáról, kinematikájáról adnak fontos információkat. Rövid periódusú és igen finoman struktúrált változásaik hasznos megfigyeléséhez precíz fotoelektromos módszerek szükségesek, így amatőr csillagász programcsillagokként csupán az utóbbi években terjedhetek el. A megfigyeléseket az AMORS (AMateur Observers of Rr Lyrae Stars) szervezet koor-

dinalja, amely világviszonylatban – egyelőre – mindössze 11 tagot számlál, ebből hat cseh amatőr változós „kollégát” üdvözölhetünk. A csoport számos új, Blazsko-modulációt mutató csillag felfedezésében (és további folyamatos nyomon követésében) vett és vesz részt, amelyekről gyönyörű, az effektust színezési technikával és látványos animációval demonstráló fénygörbéket csodálhattunk meg.



A találkozó résztvevői a felújítás előtt álló 60 cm-es távcső kupolájában (Kárpáti Ádám felvétele)

Az eleve hosszabbra tervezett szünet során megtekintettük a svábhegyi intézet főműszerét, 60 cm-es Heyde-távcsövet, valamint a „fővárosi” kupolát. Csak remélni tudjuk, hogy a felújítási munkálatokra mielőbb rendelkezésre állnak az anyagi források, amelyek megszerzése – Klebelsberg korához hasonlóan – ma is kitaró „nyomásgyakorlást” követelnek meg a tudomány képviselőitől. A szünet második felében a hollywoodi SF-filmek látványvilágát idéző 3D-s vetítést élvezhettük, az intézet keretein

bélül végzett fejlesztés eredményeképpen létrehozott, igen fejlett (és egyelőre meglehetősen költségesnek számító) vetítőrendszer segítségével. Jól ismert, de a technika révén soha nem látott arcukat mutató mélyég-objektumok lenyűgöző animációja a bennük való repülés élményét adták a több turnusban érkező nézőknek.

A szinte gyermeki rácsodálkozás élményét adó, mégis komoly célból, a szem 3D-érzékelésének tanulmányozására és új generációs megjelenítések kifejlesztésére létrehozott projekt bemutatója után ismét visszakanyarodtunk a múlt század ötletes, bár néhol nehézkes és kevésbé pontos észlelési technikáihoz, Mizser Attila jóvoltából. Korabeli fényképekkel gazdagon illusztrált előadása első részében az intézet egyre fejlettebb képrögzítő és detektáló műszereit (így pl. a Töpfer-ékfotométert, a Zöllner-féle polarizációs fotométert, a 16 cm-es asztrográdot és a Harlow Shapley fotoelektron-sokszorozót) vette sorra, mindezek bemutatása mellett megemlékezett a csillagvizsgáló működését, fejlődését meghatározó korábbi intézményvezetőkéről is. A továbbiakban Mizser Attila – személyes „érintettsége” folytán – színes példákkal esettelte a Svábhegyi Csillagvizsgálóban a hevenyes-nyolcvanas években folyt változóészlelő munkát, majd egy korabeli ismeretterjesztő kisfilmen és egy magyar játékfilm aranyos, bár „szakmai szemmel” megmosolyogtató részletén keresztül repülhettünk vissza az obszervatórium múltjába.

A könnyed kitérő után Jakabfi Tamás tartott rövid bemutatót az MCSE Változócsillag Szakcsoportjának megújult, de még fejlesztés alatt álló honlapjáról ([www.mcse.hu/vcssz/](http://www.mcse.hu/vcssz/)). Az egyesület honlapjának immár szerves részét képező oldal egy sor újítást tartalmaz, az észlelési segédletektől kezdve a változócsillag-osztályok ismertetésén át az új típusú, fénygörbét és keresőterképet is tartalmazó (de vörös háttérű, „laptop-barát”) megjelenítésre is módot adó térképekig. Az alapvetően az AAVSO VSP összehasonlítóira támaszkodó térképek feltöltése egyelőre gyerekcipőben jár, így minden segítség jól

jönne a munka oroszlánrészét eddig is felvállaló előadónknak. Az eddigi törekvésekkel összhangban a megújult honlap is nagy hangsúlyt fektet a kezdő, illetve a témával még csak ismerkedő észlelők „becsábitására”. Remélhetően az igényes kivitelezés és a könnyebb elérhetőség további észlelők jelentkezését generálja, mivel, ahogy „nagy öregjeink” egyike, folyosói beszélgetésünk során szomorkásan megállapította, az utánpótlás, a fiatal észlelők hiánya egyre inkább érződik a változós közösségen belül.

De most ugorjunk a „skála” másik végére, hiszen következő előadónk, Somogyi Péter az amatőr változóészlelők számára egyik legnagyobb kihívást jelentő észlelési terület, a digitális spektroszkópia világába kalauzolt bennünket. Az A.R.A.S. (Astronomical Ring for Access to Spectroscopy) nemzetközi szervezettel szoros kapcsolatban álló, az utóbbi időszak több nevezetes tranzitens jelenségét szimultán észlelő tagtársunk izgalmas, bár teljes hallgatósága részéről a fizikai háttér mélyreható ismeretét kissé túlzott jóindulattal feltételező bemutatójában sorra vette többek között a T CrB, az AG Peg, a V404 Cyg és a V694 Mon legutóbbi, a vizuális észlelők körében is nagy érdeklődéssel követett kitérésének spektrális jellemzőit (kémiai összetételét, valamint a színképből kinyerhető radiális sebességgörbékét). A fiatal amatőr csillagász kalibrált színképei és analízisei már több szakmai publikációban is helyet kaptak. Jelenleg a V Sge (NL+E) periódusának nyomon követése mellett a második legnagyobb ismert csillag, a vörös hiperóriás VV Cephei 2017 augusztusában kezdődő, igen hosszú fedésének megfigyelése szerepel közelebbi terveink között.

Az előzetesen megállapított időkeret meglehetősen szűkre szabottnak tűnhetett következő előadónk, Molnár László, az MTA CSFK tudományos munkatársa számára, akinek így a pre- és posztkepleri úrfotometriai eszközök és eljárások csupán vázlatos bemutatásra nyílt lehetősége. Ez nem előadói hiányosságai, sokkal inkább az öröndetesen nagy számú, folyamatban

lévő és közeljövőben tervezett űrprogramnak köszönhető. A korábban már-már „elsiratott” Kepler-misszió, hála a mérnökök és csillagászok leleményének, „K2” néven újjászületve szinte az ekliptika teljes vonalán végez különféle égbolttelmeréseket, a Kuiper-övi kisbolygó-kereséstől (ebben a magyar kutatók is részt vesznek) a rövid periódusú exobolygó-fedésekig (pl. az M67-ben), a galaktikus haló RR Lyrae csillagainak észlelésétől a Tejútrendszer középeinek mikrolencse-kutatásáig.

Ahogy a modern űrtávcsövek az igen halvány objektumok felé tolták ki a detektálási határokat, úgy váltak „alkalmatlanná” a fényes csillagok megfigyelésére. Lengyel, osztrák és kanadai egyetemek közreműködésével a hat holdból álló BRIT (Bright-star Target Explorer) hálózat célpontjai éppen ezek a csillagok. Minden idők legkisebb, a mindössze 20 cm oldalélű kockákból álló „nanoműholdak” mehökkentő, mindössze 3 cm apertúrájú, többszín-fotometriás eszközei máris figyelemreméltó eredményeket értek el. (Talán az olcsó és nagy számban előállított űreszközök lesznek a jövő tudományos kutatásainak hajtómotorjai?) Az  $\alpha$  Circiniról, továbbá az  $\eta$  és  $\mu$  Centauriról igen meggyőző, néhány ezred magnitúdó pontosságú fénygörbékét láthattunk, majd az ezekből kiolvasható modell-elképzeléseket ismertette előadónk.

A közeljövő nagyobb projektje a TESS mesterséges hold munkába állása lesz, amely a Kepler által megkezdett exobolygó-kutatást folytatja párhuzamosan működő négy kistávcsövével, „csupán” 12–14 magnitúdó határfehérséggel, ám jóformán az égbolt egészére kiterjesztve. A TESS egy-egy égitertületet az ekliptikai szélesség függvényében 27–351 napig (tehát a küldetés teljes időtartamáig) tart megfigyelés alatt.

Végezetül a távolabbi jövőt jelentő PLATO űrtávcsőről esett szó, amely 28 (+2 kisebb) távcsövével néhány hónapon keresztül vizsgálja majd az égbolt mintegy felét, de két kiemelt égboltmezőt, a Keplerhez hasonlóan hosszabb ideig, közel három éven át folyamatosan fog követni.

A második szekciót a szervezők figyelmességéből változatos szendvicskompozíciókból és süteményekből álló ebéd követte, így házigazdánknak nem volt könnyű viszszerelni a hallgatóságot utolsó előadónk, Bódi Attila, a SZTE kutatójának bemutatójára. Pedig előadása bizonyos szempontból szinte konklúzióját adta a rendezvénynek. Szerencsés módon ugyanis az igen ritka, RVb osztályú DF Cygni négy éven át a Kepler-űrtávcső látómezőjébe esett, emellett a csillagról több száz lelkes amatőr csillagász évtizedeken átívelő vizuális észleléseinek hosszú adatsorai is rendelkezésre állnak. A típusra jellemző hosszú periódusú (780 napos) másodhullámzás feltérképezése az amatőrök kitartó munkájának, míg az



Halász Judit és Bodrogi Gyula (utóbbi mint csillagász) az Elsietett házasság c. 1968-ban forgatott játékfilmben, a 60-cm-es távcső kupolájában.

igen finom változások kimutatása a Kepler-űrtávcsőnek köszönhető. Az RV Tauri csillagok fényváltozását túlnyomórészt fedésekre emlékeztető, cefeidaszerű pulzálás okozza, de ezek nem magyarázzák önmagukban a fénygörbék összetettségét. A hosszú periódusú változások kivonása után látható, hogy a rövid, 24,9 napos változások amplitúdója a hosszú periódus minimumaiban csökken. A bonyolult változásokra megszülettek az első elképzelések, bár máig nem tisztázott,

hogy az anomáliákat egy cirkumsztelláris (-bináris) porkorong fedései, vagy egyéb mechanizmusok okozzák.

Levezetésekként Kiss László adott ízelítőt a változócsillagászat legújabb eredményeiből, mintegy tucatnyi friss, angol nyelvű publikáció rövid bemutatásával. A hallgatóság összetételét (és enyhe kimerültségét) kellően tolerálva csupán villanásszerűen beszélt a legújabb Fermi- és Kepler-eredményekről, a Proxima-flerekről, az RW Aur tavalyi kampányáról, de érintette a neutrínócsillagászatot és a megújult SETI-programot is.

A szerteágazó és bonyolult észlelési területekbe bepillantva néhol riasztóan mélynek tűnt a szakadék, amely a tudomány „boszorkánykonyháját” a műkedvelő amatőröktől elválasztja. Ezért persze legkevésbé sem a szakcsillagászok okolhatóak, különösen, ha a részükről az utóbbi évtizedben tapasztalt jó szándékú, ismeretterjesztő és szakmai segítséget nyújtó, már-már kollegiális hozzáállást nézzük. Ha kellő bátorságunk és kitartásunk van, a „túlsó part” látványa motiválhat is bennünket, önképzéssel, az igényes ismeretterjesztő- és szakirodalom folyamatos nyomon követésével legalábbis tartani tudjuk a távolságot. Somogyi Péter spektroszkópiai munkássága, Tordai Tamás, Timár András, Máday Attila vagy éppen a cseh amatőrök precíz fotoelektromos mérései jelezhetik az amatőr csillagászat egyéb területein már tetten érhető paradigmaváltást, amit a „nagy öregek” módszereit tisztelő, de azokat meghaladó „fiatalok” valósíthatnak meg. Közös célunk, hogy az egyelőre fájoan elmaradó utánpótláshoz megtaláljuk és megszólítsuk a talán még iskolapadban ülő, de nyitott és modern felfogású nemzedéket, beavatva őket az amatőr csillagászat, azon belül is a változó-észlelés szépségeibe.

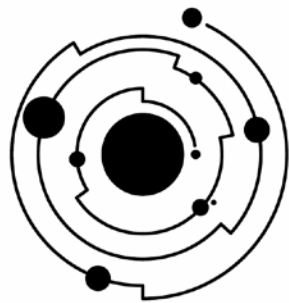
Balog Balázs

# Mit mondanak a csillagok?

1946. november 11-én több mint száz műkedvelő csillagász, továbbá jó néhány hivatásos csillagász gyülekezett a Magyar Általános Hitelbank dísztermében, hogy kimondja a Magyar Csillagászati Egyesület megalakulását. A történet bizonyára Olvasóink számára is ismerős. Kulin György 1946-os „programbeszédét” a Meteor 2016/11. számában is közöltük, az MCSE szűkre szabott két és fél évről (az 1946–49 közötti eseményekről) pedig számtalan visszaemlékezés született. Az időszakot Rezsabek Nándor is feldolgozta Fejezetek a Magyar Csillagászati Egyesület történetéből (1946–49) című munkájában.

Majdnem napra pontosan hetven évvel később az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban gyülekezett vagy két tucatnyi amatőr csillagász és néhány hivatásos csillagász, hogy az MCSE első időszakára emlékezzen. Mai amatőrmozgalmunk számára is meghatározóak azok az évek. Sok minden akkor kezdődött, azokban a háború utáni években kezdett formálódni. A kezdeti időszak mai szemmel nehezen felfogható nehézségeit, a kezdeti eredményeket próbáltuk meg felidézni. És persze az azóta eltelt évtizedek eseményeit is.

Mielőtt azonban a régi időket kezdtük volna megidézni, megismerkedhettünk az új MCSE-logóval. A honlapunkon közzétett pályázati kiírás szerint olyan logót szeretnénk volna, amely korszerű grafikai elemekkel ragadja meg az MCSE szellemiségét. A közel száz beérkezett pályamunkából végül külső szakértő bevonásával Both Eszter logóterve lett a nyertes. A fiatal grafikus így foglalta össze munkáját: „A logó tervezésénél fontos szempont volt a szervezet tevékenységének vizuális összefoglalása, hogy minden rendezvényen megjelenhessen a logó és képviselje az MCSE tevékenységét. Mivel a célcsoport igen széles, így a lehető legszelebb kört hivatott az megszólítani. A kiindulást Naprendszerünk képezte, annak



## MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

Egyesületünk új logóját Both Eszter grafikus készítette



A találkozó tiszteletére készült ez a torta, melynek dekorációja a régi MCSE-bélyegző alapján készült

struktúrájával és a bolygók egymáshoz való arányaival.”

Találkozóink címében egy sokkal „frissebb” eseményre is utaltunk, ugyanis 1976-ban jelent meg Kulin György hitvallása, a Mit mondanak a csillagok? című kötet. A Föld és Ég pedig éppenséggel 1966-ban indult – ez a folyóirat két és fél évtizeden át volt mozgalmunk meghatározó fóruma, hogy aztán 1991



Bartha Lajos mozgalmunk hőskorát idézi meg. A háttérben, a vetítésvászonon Haefner Tivadar látható saját készítésű távcsőével. A távcső világa 1941-es kiadása számára Haefner írta a távcsőépítésről szóló fejezetet



Az MCSE helyi csoportjai a negyvenes évek végén egy korabeli kéziratból. Csepel, Rákospalota, Pétszenterzsébet hamarosan beolvadt Nagybudapestbe, de akkor már az MCSE nem létezett

végén megszűnjön. A szomorú eseménynek immár negyed százada! Volt tehát bőven mire emlékezni.

A legtöbb emlékezni valója természetesen Bartha Lajosnak volt, aki ugyan nem volt jelen az MCSE 1946-os megalakulásánál, de a kezdeti évekről, az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló legelső időszakáról – és az azt követő időszakról – rengeteg érdekességgel tudott szolgálni, a szemtanú hitelességével. Szavait hallgatva egycsapásra átélhettük az intézmény mindennapjait, megismerkedhettünk azokkal a lelkes fiatalokkal és idősebb amatőrökkel, akikre Kulin szinte mindenben támaszkodhatott.



1956. január 17-én készült Kulin-tükör Rezsabek Nándor kezében

Újjáalakulásunk időszakában magam is úgy gondoltam, hogy az MCSE 1946–49-es időszakáról nem maradhatott fenn sok dokumentum, de szerencsére tévedtem. Néhány évvel később azonban Kulin György hagyatékából rengeteg MCSE vonatkozású dokumentumot kaptunk. Egyesületi jegyzőkönyveket, hivatalos leveleket, újságkivágásokat – sajnos nagyon kevés fényképet. Úgy tűnik, szinte sértetlenül fennmaradtak a tagnyilvántartó kartotékjai – izgalmas dolog a régi nyilvántartást böngészni azok számára, akiket érdekel mozgalmunk múltja. Az évek előrehaladtával aztán újabb és újabb érdekességek is előkerültek – ezekből mutattam be válogatást.

Rezsabek Nándor a 2005-ben kiadott MCSE-történeti kötet készítésével kapcsolatos élményeit osztotta meg a hallgatósággal.

Keszthelyiné Sragner Márta egy régi pécsi amatőr csillagász, Balázs László naplót ismertette. Balázs László kiváló távcsőépítő, megfigyelő és asztrofotós volt (távcsövet a Hobbym: a csillagos ég című filmben is bemutatta). Az égi események mellett a földi történetekről is jegyzeteket készített, így például a Magyar Amatőr csillagászok I. Országos Találkozójáról (Szentendre, 1963) és az első, valóban népes észlelőtáborról, a jósvalói Amatőr csillagász Campingről. A tervek szerint hírportálunk csillagásztörténeti rovatában lesznek elérhetőek ezek a feljegyzések. (Fontos lenne összegyűjteni a mozgalmunk múltjával kapcsolatos emlékeket, feljegyzéseket, melyeket csillagásztörténeti szaksoportunk számára kérünk eljuttatni.)

Az internet beköszöntése előtti „sötét középkorban” hallhatatlanul nagy szerepe volt a csillagászati lapoknak. A huszadik században több tucatnyi periodika létezett hazánkban, ezek közül sok kérész életűnek bizonyult. A Csillagok Világa címet három különböző periodika is viselte, a legutolsó 1956-ban indult, és mindössze egyetlen évfolyamot élt meg. Belső tájékoztatók természetesen léteztek, ezek nyomdai minősége azonban elég sok kívánnivalót hagyott maga után, emellett nem is nagyon jutottak el a nagyközönséghez. Sokat javult a helyzet a Föld és Ég 1966-os indulásával. A földtudományi-csillagászati-űrutasítási folyóirat negyed századon át volt mozgalmunk egyik meghatározó fóruma. Különösen a hatvanas-hetvenes években volt igen erőteljes mozgalmi fórum – paradox módon ekkoriban csupán kéthavonta jelent meg. A jelenlevők közül sokan publikálhattak még a Föld és Égben. (A Föld és Égről a Meteor 2016/11. számában írtunk (64–65. oldal), a Csillagok Világáról pedig a decemberi számban (A Mars éve című cikkben).

Mit mondanak a csillagok? Ez az 1976-ban megjelent kötet Kulin csillagászati hitvallása. Annak idején igen pozitív volt a fogadtatása. Az irodalmár Hegedűs Géza lelkesen fogad-



Elnökünk, Kolláth Zoltán megkoszorúzza a Polaris Kulin-emléktábláját



Éppen negyven évvel a találkozónk előtt dedikálta ezt a kötetet Kulin György

ta a követet, nagyon kedvező recenziót írt róla a Népszabadságban. Szabó Vladimirt, a kiváló festőművészt annyira megérintették Kulin sorai, hogy szinte azonnal tollat ragadott, hosszabb levélben osztotta meg gondolatait a szerzővel. Kulin előadásain pedig szinte sorban álltak az érdeklődők, hogy dedikáltassák a Mit mondanak a csillagok?-at. Azt, hogy mit mondanak a kötet sorai a mai olvasó számára, legjobban talán



Balázs László pécsi amatőr csillagász régi naplót ismerteti Sragner Márta. Az észlelések mellett amatőrtársunk feljegyzéseket készített olyan eseményekről is, mint pl. az 1963-as szentendrei amatőr csillagász találkozó vagy az 1969-es jósvalói észlelőtábor („amatőr csillagász camping”)



Mit mondanak a csillagok? „Printscreen” az 1979-es portréfilmből

Szabó M. Gyula foglalta össze a Meteor 2011/1. számában Mit üzennek a csillagok? című cikkében (4–13. oldal).

A Mit mondanak a csillagok? cím azután újra és újra előbukkan, egyebek mellett egy mára elkallódott portréfilm címe is ez. 1979. október 18-án „ment adásba” ez a rövidfilm, amelynek mindaddig nem sikerült nyomára akadnom – a Magyar Televízió archívumában mindenesetre nem található meg. Csak egyetlen állókép maradt fenn róla, valaki lefényképezte a televízió képernyőjét, feltehetően az 1979-es adás alkalmával. Kulin Györgyöt szakkörösök körében látjuk, kezében Sky and Telescope 1979. januári számával.

A találkozón sokan elmondták emlékeiket, megosztották élményeiket a régi amatőr mozgalommal és Kulin Györggyel kapcsolatosan. Mátis András egy hét évtizede készült amatőr távcsövet ismertetett – Barátfalvi Ottó Newton-távcsöve már a Csillagok Világában is szerepelt, a negyvenes években. Kulin Sándor a régi csillagjai emlékeket idézte fel, azt az időszakot, amikor a kutatók még fent laktak a svábhegyi főépületben, melynek csendjét rendszeresen felverte Kulin György mechanikus számológépének dübörgése. Eljött Kulin Eszter is, aki gyermekkori emlékeiről mesélt – egyebek mellett arról is, hogy a csillagászat miatt milyen keveset lehetett együtt édesapjával. Eljött Makovecz Benjamin is, aki a hetvenes években volt bemutató az Urániában, majd 2006-ban szűk három hétig lehetett az intézmény igazgatója – ez is meglehetősen szomorú történet. Bardócz András egy igazi relikviát hozott magával: az Uránia-bemutatók egykori nyilvántartását, telis-tele korabeli bejegyzésekkel, rajzokkal, üzenetekkel. Az emlékidézésekből nem maradhatott ki a Hobbym: a csillagos ég című 1969-es dokumentumfilm „rituális megtekintése sem”.

Mit mondanak a csillagok ma? Tette fel a kérdést Kiss László zárszavában. A modern csillagászat újra „szexivé” tette a csillagászati kutatásokat elsősorban az újabb műszerfejlesztéseknek köszönhetően. Az exobolygókkal kapcsolatos kutatási eredmények szinte a tudományos-fantasztikum világát hozzák közelebb hozzánk. A csillagászat mindenkor számíthat arra, hogy a nagyközönség figyelmét magára vonja. Az az érdekes tudomány, ami vagy érdekes vagy hasznos – csillagászat érdekes és hasznos is. A fényszennyezés erősödése ellenére a csillagászat átvitt értelemben is fényes jövő előtt áll – és ebben részt venni amatőr csillagászként is szép és hasznos feladat.

(A találkozóról Spányi Péter készített fényképeket, az előadásokról készült videók pedig megtekinthetők az MCSE Youtube-csatornáján.)

Mizser Attila

# Magashegyi csillagok

„A legjobb távcső az, amelyiket a legtöbbet használod” – olvastam valahol. És tényleg! Van néhány kicsi és közepes méretű, referencia pontosságú távcsővem, de e tekintetben, ami legjobban hozzám nőtt: egy kicsi, 12x36-os Nikon-binokulár. Nagyon egyszerű okból kifolyólag: rengeteg hegymászó túrán cipeltem magammal – gyakran abszolút feleslegesen. Sokszor igézően ragyogtak a mélyfekete hegyi égen a csillagok, de én újfent másnapra halasztottam az éji sétát, fáradtan, elalélva bújva a hálósáskom védelmébe.

Persze az évek során mindenféle pompás binokulár a kezembe (és tulajdonomba) került, de a végén mégis hű maradtam ehhez a jó harminc éves darabhoz, amely szerény méretét és tetőélprizmás felépítését meghazudtolva oly lenyűgöző társ lett az égi utakon. (Persze a csillagos égen nincsenek csodák: a kis műszer, precíz, japán gyártásának és a frontlencse szokatlanul hosszú fókuszsának – F/7 –köszönhetően mutat ennyire jó képet –, hogy még egy sokkal többet mutató Fujinon 10x50-es modern vetélytársa miatt sem maradtam hűtlen régi távcsővemhez.)

Mindenféle lehetetlen helyekre felcipeltem az évtizedek során ez a kis kukkert. A patagóniai sziklafalon a függősátor kis nyílásán kidugva kalandoztam vele a déli Tejúton. Velem volt 5000 méteres hágókon, Ázsia tiszteletet ébresztő hegyláncái közt. Porosodott sivatagokban. De egyszerű utakra is elvittem magammal, például sokszor a „szomszédhába”: a Bécs közelében levő Rax-Alpokba, amely kedvenc helyem. Hegyei, sziklafalai már-már barátságosak, legalábbis az irgalmatlan nagy, 4000 méternél magasabb hegyvidékekkel összehasonlítva.

A Rax-Alpok alig magasodik 2000 méter fölé, a hasonló Schneeberggel együtt az Osztrák-Alpok keleti bástyája. Késő tavasszal is fehér csúcsai éppen megpillanthatók tiszta időben a Kab-hegy vagy a Somló tetejéről. Ideális terepe ez a sziklamászásnak és a

mászótanfolyamoknak, amiket tartok – ezért mászkálok annyit erre felé.

A Raxot a Schneebergtől egy mély és vadregényes völgszoros, a Höllenthal választja el. Ez neve szerint a „Pokolvölgy”, de ha ilyen a pokol, akkor nincs miért aggódnunk, azt hiszem.

2015 őszén, a hidegülő októberi időben kedvesemmel, Sárával néhány napot másztunk itt. Hogy egész pontosan mikor, arra már nem emlékszem, hiszen abban az évben már a sokadik, rutinszerű kiruccanás volt kedvenc hegyeim között. Viszont az egyik éjszakai kis „pázsitcsillagászatot” nehezebb lenne elfelejteni.

A kemping a Höllenthal közepén, a Kaiserbrunn vendéglője mellett teljesen ingyenes, ennek köszönhetően tavasztól nyárig hétvégenként irgalmatlanul tele van, elsősorban cseh, szlovák és magyar (kevésbé osztrák) túrázókkal, hegymászókkal és sziklamászókkal. Csupa olyan fazonnal, akik lelkesek és kissé ütődöttek, mint mi magunk.



A sokat látott 12x35-ös Nikon



Nagy Magellán-felhő LHC  
12x36 binokulár  
Chile, Patagónia, 2001  
(-5°C, 70 km-es viharos szél mellett)

Egy réges-régi rajz a Nagy Magellán-felhőről. 2001-ben készült, egy patagóniai expedíció alkalmával, csillagodni nem akaró viharos szél mellett



Fucskó László, Babcsán Gábor (középen) és Stephane Bauzac 2001-ben, a patagóniai Cerro Mascara előtt. Szerzőnk ide is magával vitte kedvenc 12x35-ös Nikonját

Ősz van és hétköznap, Sárával szerencsére egyedül bitoroljuk a néptelen placcot. Teljesen besötétedik. Sára bekuckózza magát a Mitsubishi ülésébe. Magára húzza az ajtót, hogy a szél ne kotorásson bent. Hallom: ahogy Richter zongorán felidézte Bach álmait, a hangok kiszöknek a kocsiból, lefojtva, elenyészve a sötétben, az Isten, a teremtés titkaival, beleszűrődve egy igazi patak csendes mormogásába.

Mivel erősen hűvösödik, egy derék-aljon fekvő, hálósákkal takarózom be. Szemem előtt percek óta az írásom elején sokszor megdicsért kis binokulár. Édes feleim, mi mást lehetne erre mondani erre: a Höllenthal völgyében: íme, a boldogság!

A völgy mélyén a kemping a tengerszint fölött nincs különösebben magasán (800 m), Bécsújhely zavaró fényei is kivehetőek ötven kilométerre, még inkább a száz kilométerre levő Bécs esti pompája. De azért nem rossz az egész, ezen az estén is jól látszanak a 6 magnitúdós csillagok, felfénylik a búcsúzó nyári Tejút, jól ismert ág-bogaival.

Ilyen alkalmakkor ritkán használok csillagterképet, ide-oda kalandozok a távcsővel, megnézem az ezerszer látott objektumokat, bosszankodok, hogy megint elfelejtettem valamit, pontosan merre is van.

Az Androméda-ködöt persze könnyű megtalálni. Nagy, ezüstös szivarként úszik be a látómezőbe kísérő galaxisaival. Még nem alkalmazkodott a szemem teljesen, de már így is félig betölti hosszában a nagy (6 fokos) látómezőt. Félóra múlva visszatérek hozzá, nagy porsávjai ekkor se látszanak a kis műszerrel, csak annyi, hogy a hirtelen elfogyó fényszivar elfordított látással mégis tovább folytatódik egy roppant halvány derengésben, amely a galaxis külső peremvidéke. Kétszázmilliárd csillag, de ezt csak tudom. Abszolút felfoghatatlan, mint ahogy az is, hogy majd egyszer mindez beleütközik túl közeli szomszédjába, bele a Tejútrendszerbe, egyesülve-szétszóródva, évmilliárdokig tartó néma robajjal.

Kicsit nehezen találok meg a ζ Tau mellett Messier elsőként katalogizált ködfoltját. Charles Messier-t üstökösök utáni kutatásai



közben zavarta ez a sok mindenféle ködfolt, legjobb lenne katalogizálni ezeket – gondolhatta. A csillagászat akkoriban olyasvalami lehetett, mint éjszaka egyetlen gyertyával sétálgatni egy soha nem látott gyönyörű őserdőben. En most mást látok, mint Messier akkor, ezeréves robbanás parányi foltja van ott, egy káprázatos csillaghalál emléke.

A Hattyú csillagait lassan elnyelik a Rax csúcsai. (Ide se szabadna építeni csillagvizsgálót, bár a helyzet kevésbé vicces, mint amikor régen Mízser Attila a szabadsághegyi, akadémiai csillagdában kalauzolt: a nagy kupolától délre már 30 fok magasságra nőttek évtizedek óta a bükkök.) A Nyilas, az Orion és a „W” mellett a Hattyú a mi széles-ségünkről látható leggazdagabb csillagkép. Emlékszem, hogy 1990-ben egy hegymászó túrán, a kaliforniai Mojave-sivatagban napokon át tanulmányoztam a csillagkép hihetetlenül szövevényes világító és sötét ködeit egy közönséges, 7x35-ös binokulárral. (Ez a permafókuszos Jason most is megvan, nagyobbik fiam használja.)

Most a Nikonnal a halvány ködök már nem látszanak olyan jól, és az ég se olyan „földbedöngölő” bársonyfekete itt. Azért élesen kivehetőek az Észak Amerika-köd részletei és mellette a Pelikán-köd is kuszán, halványan dereng. A Fátyol-köd kötelező sztenderd persze, csavart filamenjei talán kivehetőek, de az is lehet, hogy mindez félig képzelgés, annyi képet láttam már róla. Eszembe jut, hogy egyszer az Alpok magasabb régiójából milyen elképesztő volt ez a harmincezer éves szupernóva-maradvány egy Takahashi 10,2 cm-es lencsével és Lumicon mélyég-szűrővel tanulmányozva. A látvány káprázatos volt, de az ilyen műszerekkel lehetetlen elfogulatlanul észlelni – mint egy szép nő egy túl drága bundában!

Már-már olyan volt a látvány, mint az 1989-es Himalája-expedíció egy olcsó szovjet 70/500-es RFT-vel az 5100 m-en levő alaptáborban a sátor mellett éjszaka fagyoskodva. Ez csúcs volt, tényleg! Iszonyú hideg volt a szeptemberi koraéj, mínusz 25 fokkal indult. Még reggel is hidegek voltak a lábujjaim a csillagászokdástól! Szerencse, hogy elég

gyorsan befagyott a leheletemtől az okulár! Nem akarok felválni, de mindig mosolygok, ha a hazai csillagász táborokban megmutatják nekem egy-egy 20 cm-es, jó nagy kóma-hibájú Dobsonnal mennyire „fényképszerű a látvány”.

Visszatérve a Cygnusra, össze-vissza kalandozok a kis Nikonnal az M39 melletti sötét-ködök szövevényében (az egyik a kedvencem, „a nagy égi szivar”). A fényes halmazok könnyen bomlanak a 12x-es, viszonylag nagy nagyítás hatására. (Ez a legtöbb, amit kézből érdemes megtartani, de ez is háton fekvő az igazi.) A halványabb halmazok lágy foltokként úsznak a látómezőben. Az NGC 6866 a kedvencem, minden távcsővel szeretem megbámulni. Egy 7 és fél magnitúdó összfényességű halmaz, több mint száz csillag zsúfolódik benne. A legfényesebb, 10 magnitúdós halmaztagokat sejtem a műszerrel.

Némi keresésbe kerül, hogy már a Cepheusban, az egy látómezőbe eső NGC 6839 és 6946 párost levadásszam. A galaxis 8,9 magnitúdó összfényességű, de ennél halványabban is láttam már a kis Nikonnal! Egzotikus látvány, bár ezzel a távcsővel a két objektum ugyanolyan is lehetne akár. A különbség, hogy az egyik halmazt száz csillag alkotja, a másikat meg sok tízmilliárd, utóbbi éppen kiesik a Lokális Rendszertől.

Kicsit szörfölgetek az őszi Tejút nagy látványai között – az „Ikerhalmaz”, a Cassiopeia fényes halmazai nagyon jók ezzel a kis műszerrel is. Tele finom ígéretekkel, mint a szerelem első hónapjai. Aztán lassan romlik a határmagnitúdó. Felkelt a Hold talán? Nem, csak lassan és végzetesen beleheltem a binokulárt. Végül búcsúzásként elnézgetem, ahogy a hegyeken a távoli fenyők sötét fűrészfogai belemarnak a csillagos égbé. Csak látszólagosan persze, mint ahogy minden látszat ott fenn az égen, de azért hozzátartozik egy valódi, óriási valami. Jó hideg lett már, be kellene bújni az autóbába. Kellemesebb lenne. Hallgatni a messzi fények alatti hangokat, ahogy a zongorista játssza Bach álmát a teremtséről.

Babcsán Gábor

**meteor**

2017 Távcsöves Találkozó  
Tarján, 2017. augusztus 17-20.

[www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)  
Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Szitankó Gerda, Tarján, 2012

2017. február

# Jelenségnaptár

## HOLDFÁZISOK

Február 4.	04:19 UT	első negyed
Február 11.	00:13 UT	telehold
Február 18.	19:33 UT	utolsó negyed
Február 26.	14:58 UT	újhold

## A bolygók láthatósága

**Merkúr:** A hónap első napjaiban még kereshető napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan romlik, 10-én már csak fél órával kel hamarabb, mint a Nap, és elvész a sugárban. A hónap hátralévő részében nem figyelhető meg.

**Vénusz:** Az esti égbolt feltűnően ragyogó égiteste, magasan látszik napnyugta után a délnyugati égen. A hónap elején négy, a végén három órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4,7^m$ -ról  $-4,8^m$ -ra, átmérője  $30,9''$ -ről  $46,2''$ -re nő, fázisa  $0,40$ -ról  $0,18$ -ra csökken. Legnagyobb fényességét 19-én éri el.

**Mars:** Előretartó mozgást végez a Piscesben. 7-én néhány órát eltölt a Cet csillagkép sarkában is. Az esti órákban látható a délnyugati égen, késő este nyugszik. Tovább halványodik, fényessége  $1,1^m$ -ről  $1,3^m$ -ra, látszó átmérője  $5,1''$ -ről  $4,6''$ -re csökken.

**Jupiter:** A Virgo közepén látható, előretartó mozgása 6-án hátrálóvá válik. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égen mint fényes égitest. Fényessége  $-2,2^m$ , átmérője  $41''$ .

**Szaturusz:** Előretartó mozgást végez az Ophiuchus, majd 24-étől a Sagittarius csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége  $0,5^m$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Sötétedés után kereshető a Piscesben. Folytatja előretartó mozgását. Késő éjszaka nyugszik.

**Neptunusz:** Előretartó mozgást végez az Aquariusban. A hónap elején még kereshető az esti szürkületben.

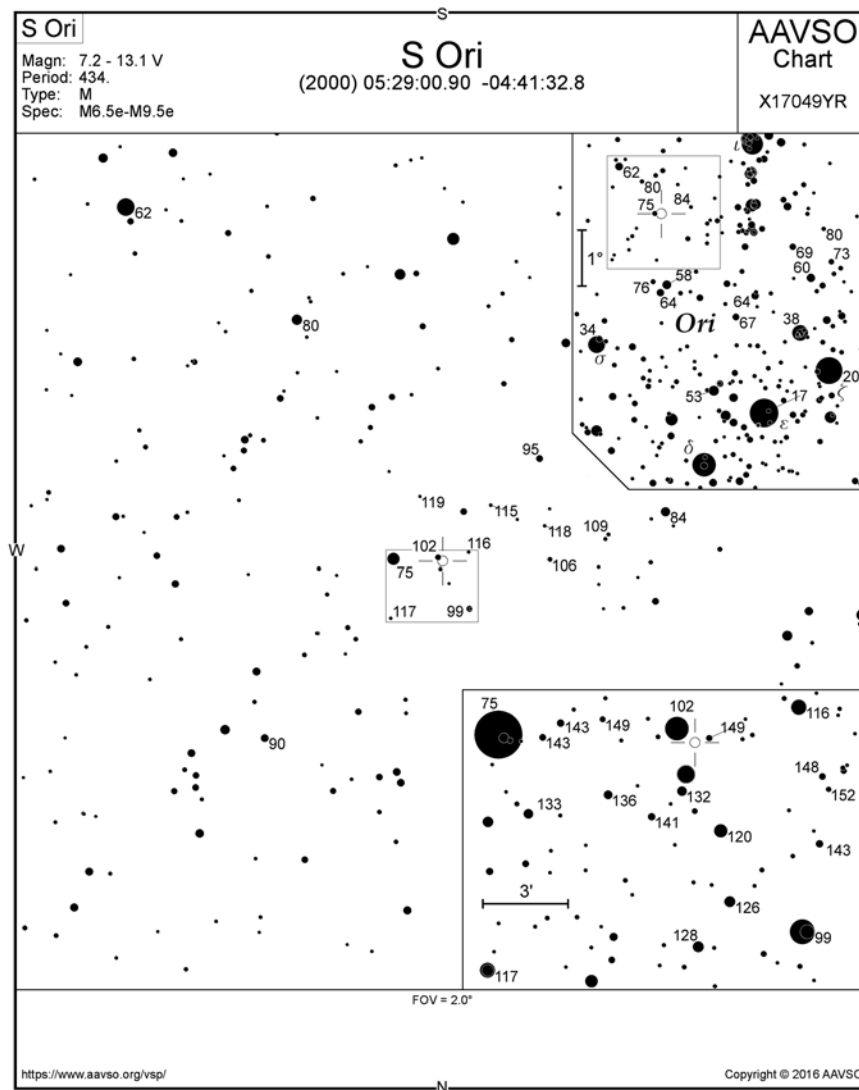
Kaposvári Zoltán

## Együttállások februárban

Február első estéjén még megfigyelhetjük a Vénusz és a Mars párosától távolodó holdsarlót. 15-éről 16-ára virradó éjjel a keleti horizont felett láthatjuk a fogyó Hold, a Jupiter és a Spica nagy derékszögű háromszögét. 21-én hajnalban (03<sup>h</sup> UT után) a Hold és a Szaturusz párosát csodálhatjuk meg az Ophiuchus déli szegletében, a délkeleti horizont felett. 26-án a Mars és az Uránusz nagyon szoros közelítésére kerül sor az esti szürkületben (17:31 UT), amikor a két égitestet alig 36' választja el. A bolygópáros viszonylag magasan lesz látható a nyugati horizont felett.

## A hónap változócsillaga: S Orionis

Gyönyörű csillagkörnyezetben, az Orion köd szomszédságában található ez a tipikusnak mondható, mégis különleges jelentőségű változó. Az ESO VLT interferometrikus üzemmódban működő távcsőegységével 2004 decemberétől 2015 márciusáig végzett mérések révén ugyanis az S Orionisnál sikerült először bepillantást nyerni egy mira különböző rétegeibe. A csillag környezete három fontos rétegből áll: egy molekulaburok, egy porburok, illetve egy mézeremissziót kibocsátó burok. A porburok legnagyobb részét alumínium-oxid szemcsék alkotják, míg a mézeremisszióért az SiO molekula felelős. (A megfigyelés kapcsán a csillagról és általában a mirák fizikájáról a csillagászat.hu portálon olvashatunk bővebb ismertetőt, Kovács József összefoglalójában.)



A csillag periódusa 420 nap, miközben vizuális fényessége a minimum és a maximum között mintegy ötszázszorosára növekszik, átmérője pedig körülbelül 20 százalékkal (1,9 és 2,3 CSE között) változik.

Észelőink körében is jól ismert változóról lévén szó az S Ori régóta, ám kissé „fog-

híjasan” észlelt. A változás anomáliáinak kimutatása csak további folyamatos észleléseinkkel történhet, ezáltal akár közvetlen részesei lehetünk a Napunk életciklusában is bekövetkező vörös óriás állapot minél jobb megismerésének.

Bagó Balázs




Az MCSE közösségi csillagvizsgálója, a Polaris változatos programokkal várja az MCSE-tagokat és az érdeklődőket. Címünk: Budapest III., Laborc u. 2/c., <http://polaris.mcse.hu>, tel: (1) 240-7708, 06-70-548-9124. **MCSE-tagok számára programjaink ingyenesek.**

**Távcsöves bemutató** minden kedden, csütörtökön és szombaton 20:00–22:30-ig. A belépődíj felnőtteknek 1000 Ft, diákoknak, pedagógusoknak és nyugdíjasoknak 600 Ft.

**Csoportokat** (min. 15, max. 30 fő) előzetes egyeztetés alapján fogadunk.

**Keddenként 18 órától MCSE-klub.** Tagfelvétel, távcsöves tanácsadás, egyesületi programok megbeszélése.

**Szerdánként 17 órától** gyermekszakkör a 8–12 éves korosztály számára.

**Csütörtökönként 18 órától** ifjúsági szakkör a 15–19 éves korosztály számára.

**Észlelőszakkör és tükröcsiszoló kör** minden korosztály számára (részletes információk honlapunkon olvashatók). A szakköri foglalkozásokon való részvétel feltétele az MCSE-tagság.

**Folyamatos tagfelvétel!** Az esti bemutatók alkalmával – telefonos egyeztetés után napközben is – lehet intézni az MCSE-tagságot.

**MCSE Hírlevél:** Programjainkról tájékoztatást hírlevelünk, melyre a [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu) jobb oldali sávjában található felületen lehet feliratkozni.

### Helyi csoportjaink programjaiból

Helyi csoportjaink aktuális programjai megtalálhatók saját honlapjaikon is, a [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu) „Helyi csoportok” linkgyűjteményében.

**Baja:** Összejövetelek szerdánként 17:30-tól a Tóth Kálmán u. 19. alatti bemutató csillagvizsgálóban. Hegedüs Tibor +36-20-9370-042, [baja@electra.bajaobs.hu](mailto:baja@electra.bajaobs.hu).

**Dunaújváros:** Péntekenként 16:00–18:00 között összejövetelek a Munkás Művelődési Központban.

**Eger:** Kéthetente szakköri foglalkozás a Líceum Varázstornyában (Specula). Információk: [eger.mcse.hu](http://eger.mcse.hu)

**Esztergom:** A Technika Házában minden szerdán 18 órakor találkoznak a tagok.

**Győr:** Péntekenként páros héten napnyugtától bemutató a csillagvizsgálóban (Egyetem tér 1.).

**Hajdúböszörmény:** Minden hónap utolsó péntekjén 19 órától találkozó a Sillye Gábor Művelődési Központban.

**Kaposvár:** Minden hónap első péntekjén 18 órakor találkozó a bányai Panoráma Panzióban.

**Kiskun Csoport:** Az aktuális havi programok a csoport honlapján: [kiskun.mcse.hu](http://kiskun.mcse.hu), tel.: +36-30-248-8447

**Kunszentmárton:** Összejövetelek minden hónap utolsó szombatján 15 órától a József Attila Könyvtárban (Kossuth L. u. 2.).

**Miskolc:** Összejövetelek péntekenként 19 órától a Dr. Szabó Gyula Csillagvizsgálóban.

**Paks:** Összejövétel minden szerdán 18 órától az ESZI egyik osztálytermében, jó idő esetén az udvaron távcsövezés.

**Pécs:** Minden hétfőn 18 órakor találkoznak a helyi MCSE-tagok a Zsolnay Kulturális Negyed planetáriumának előadótermében.

**Szeged:** Felvilágosítás Orosz Tímeánál, [orosz.ti@gmail.com](mailto:orosz.ti@gmail.com), [www.facebook.com/mcseszhs](http://www.facebook.com/mcseszhs)

**Tata:** Foglalkozások péntekenként 18 órától a Posztoczky Károly Csillagvizsgálóban.

**Tápiómente:** Kiss Szabolcs, e-mail: [achilles@freemail.hu](mailto:achilles@freemail.hu)

**Zalaegerszeg:** Felvilágosítás Csizmadia Szilárdnál, tel.: +36-70-283-5752, e-mail: [zeta1@freemail.hu](mailto:zeta1@freemail.hu)

### BEMUTATÓ ÉS KÖZÖSSÉGI CSILLAGVIZSGÁLÓK

#### Bajai Bemutató Csillagvizsgáló

6500 Baja, Tóth Kálmán u. 19.  
[www.bajaobs.hu/bbcs](http://www.bajaobs.hu/bbcs)

#### Balaton Csillagvizsgáló

8184 Balatonfűzfő, Sport Centrum  
[www.balatoncsillagvizsgalo.hu](http://www.balatoncsillagvizsgalo.hu)

#### Bay Zoltán Csillagászati és Környezetvédelmi Oktatóközpont

5700 Gyula, Városerdő  
[mzljajos@gmail.com](mailto:mzljajos@gmail.com)

#### Canis Maior Csillagvizsgáló

8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.  
[www.nae.hu](http://www.nae.hu)

#### Canis Minor Csillagvizsgáló

8866 Becsehely, Kis-hegy  
[www.nae.hu](http://www.nae.hu)

#### Fényi Gyula Csillagvizsgáló

Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium  
3523 Miskolc, Fényi Gyula tér 10.  
[users.atw.hu/fenyigyula/](http://users.atw.hu/fenyigyula/)

#### Gaia Csillagda

3556 Kisgyőr, Szőlőkalja u. 8.  
[ronarzo.csillagpark.hu/](http://ronarzo.csillagpark.hu/)

#### Gedőcz-tetői Csillagvizsgáló

3100 Salgótarján, Gedőczy u. 36.  
[www.csillagvizsgalo.starjan.hu/](http://www.csillagvizsgalo.starjan.hu/)

#### Gordon Hopkins Csillagvizsgáló

Kossuth Zsuzsa Szakképző Iskola  
2370 Dabas, József A. u. 107.

#### Győri Egyetemi Bemutató Csillagvizsgáló

Győr, Egyetem tér 1. K3  
[gyor.mcse.hu](http://gyor.mcse.hu)

#### Hármashegyi Csillagda

Debrecen-Nagycsere, Természet Háza  
[zsuzsivasut.hu/termeszethaza](http://zsuzsivasut.hu/termeszethaza)

#### Haynald Observatórium

Szent István Gimnázium  
6300 Kalocsa, Hunyadi J. u. 23–25.

#### Hegyháti Csillagvizsgáló

9915 Hegyhátsál, Fő u. 19.  
[www.observatory.hu/](http://www.observatory.hu/)

#### Hortobágyi Csillagda

Fecskeház Erdei Iskola  
4071 Hortobágy-Máta  
[goo.gl/xDTEq4](http://goo.gl/xDTEq4)

#### Jászberényi Csillagvizsgáló

5100 Jászberény, Bercsényi út 1.  
[jaszkonyvtar.hu/csillagda/](http://jaszkonyvtar.hu/csillagda/)

#### Kecskeméti Főiskola Csillagvizsgálója

6000 Kecskemét, Kaszap u. 6–14.  
[kefoportal.kefo.hu/csillagvizsgalo-2](http://kefoportal.kefo.hu/csillagvizsgalo-2)

#### Kiss György Csillagda

5931 Nagyszénás, Ságvári utca 26.  
[www.kgyicsillagda.atw.hu/](http://www.kgyicsillagda.atw.hu/)

#### Kőszeg Város Oktató- és Bemutató Csillagvizsgálója

Béri Balogh Ádám Általános Iskola  
9730 Kőszeg, Deák F. u. 6.  
[www.gae.hu](http://www.gae.hu)

#### Kövesligethy Radó Oktató és Bemutató Csillagvizsgáló

9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.  
[www.gae.hu](http://www.gae.hu)

#### Kulin György Bemutató Csillagvizsgáló

Könyves Kálmán Gimnázium  
1043 Budapest, Tanoda tér 1.  
[kkgcsillagaszat.hu/](http://kkgcsillagaszat.hu/)

#### Nyíregyházi Főiskola Csillagvizsgálója

4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/B.  
[nyicse.uw.hu](http://nyicse.uw.hu)

#### Pannon Csillagda

8427 Bakonybél, Szt. Gellért tér 9.  
[www.csillagda.net](http://www.csillagda.net)

#### Polaris Csillagvizsgáló

1037 Budapest, Laborc u. 2/c.  
[polaris.mcse.hu](http://polaris.mcse.hu)

#### Posztoczky Károly Bemutató Csillagvizsgáló és Múzeum

2890 Tata, Eötvös u. 19.  
[www.titkom.hu/tataicsillagda.html](http://www.titkom.hu/tataicsillagda.html)

#### Pozsgai János Csillagvizsgáló

Mikoviny Sámuel Általános Iskola  
3742 Rudolftelep, József A. u. 43.

#### Specula

Eszterházy Károly Főiskola  
3300 Eger, Eszterházy tér 2.  
[varazstornoy.ektf.hu/](http://varazstornoy.ektf.hu/)

#### Dr. Szabó Gyula Bemutató Csillagvizsgáló

3534 Miskolc, Dorottya u. 1.  
[csillagda.web44.net/](http://csillagda.web44.net/)

#### Szegedi Csillagvizsgáló

6726 Szeged, Kertész utca  
[astro.u-szeged.hu/](http://astro.u-szeged.hu/)

#### Tápiómenti Bemutató Csillagvizsgáló

2241 Süllyáp, Régi Úri út  
[www.sacse.hu](http://www.sacse.hu)

#### Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló

8000 Székesfehérvár, Fürdősor 3.  
[telapo.datatrans.hu/Telapo/index.htm](http://telapo.datatrans.hu/Telapo/index.htm)

#### TIT Tatabányai Csillagvizsgáló

TISZK Péch Antal telephely  
2800 Tatabánya, Széchenyi u. 20.  
[csmoczik@gmail.com](mailto:csmoczik@gmail.com)

#### TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló

5000 Szolnok, Jubileum tér 5.  
[www.tit-szolnok.hu](http://www.tit-szolnok.hu)

#### B&B Csillagvizsgáló Kft.

6400 Kiskunhalas, Kossuth u. 43.  
[www.csillagvizsgalo.eu](http://www.csillagvizsgalo.eu)

#### Zselicki Csillagpark

7477 Zselickisfalud, 064/2 hrsz.  
[zselicicsillagpark.hu](http://zselicicsillagpark.hu)

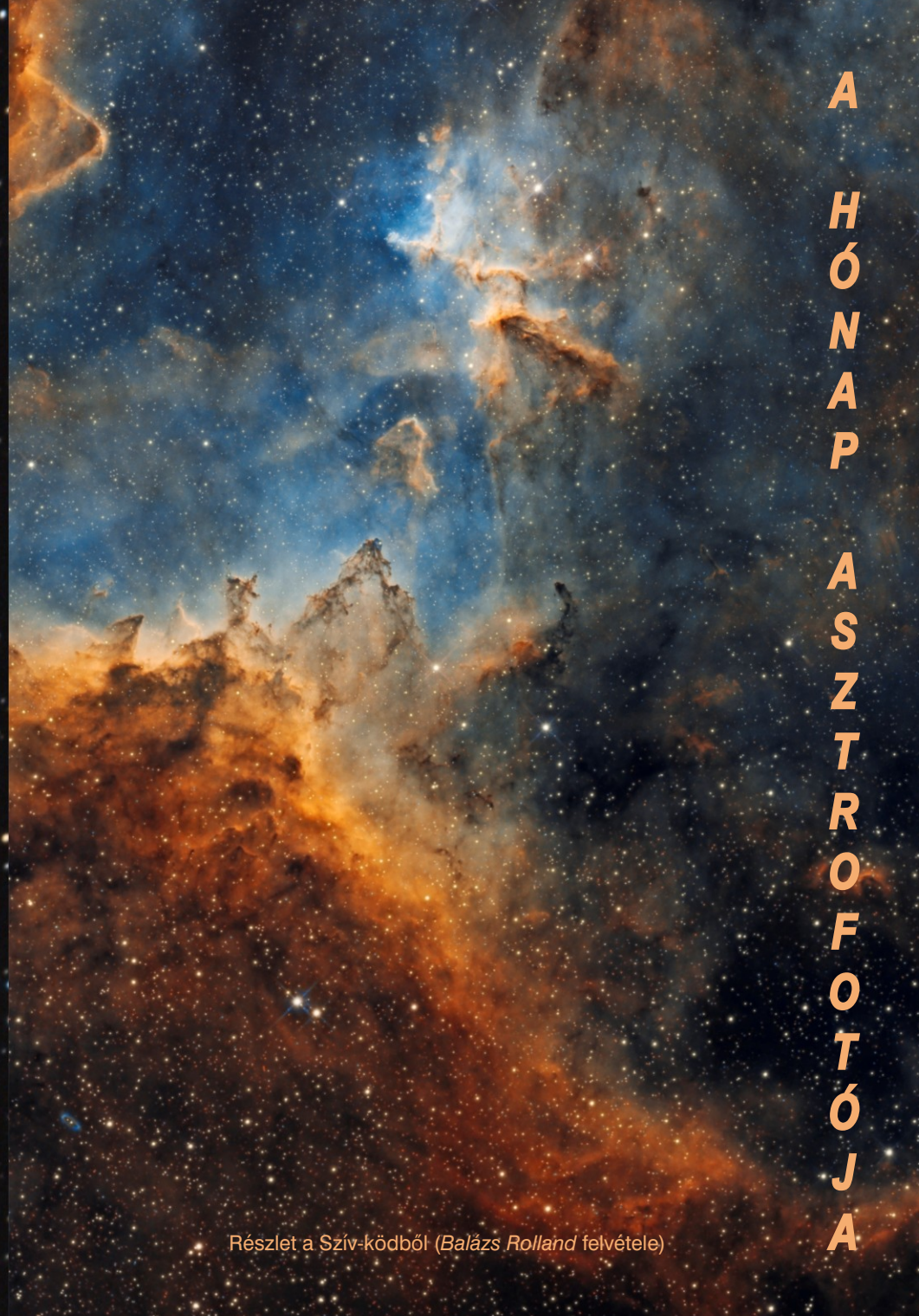
Hogy közelebb  
hozhassuk a csillagokat...

Adószámunk:  
19009162-2-43

Magyar  
Csillagászati  
Egyesület

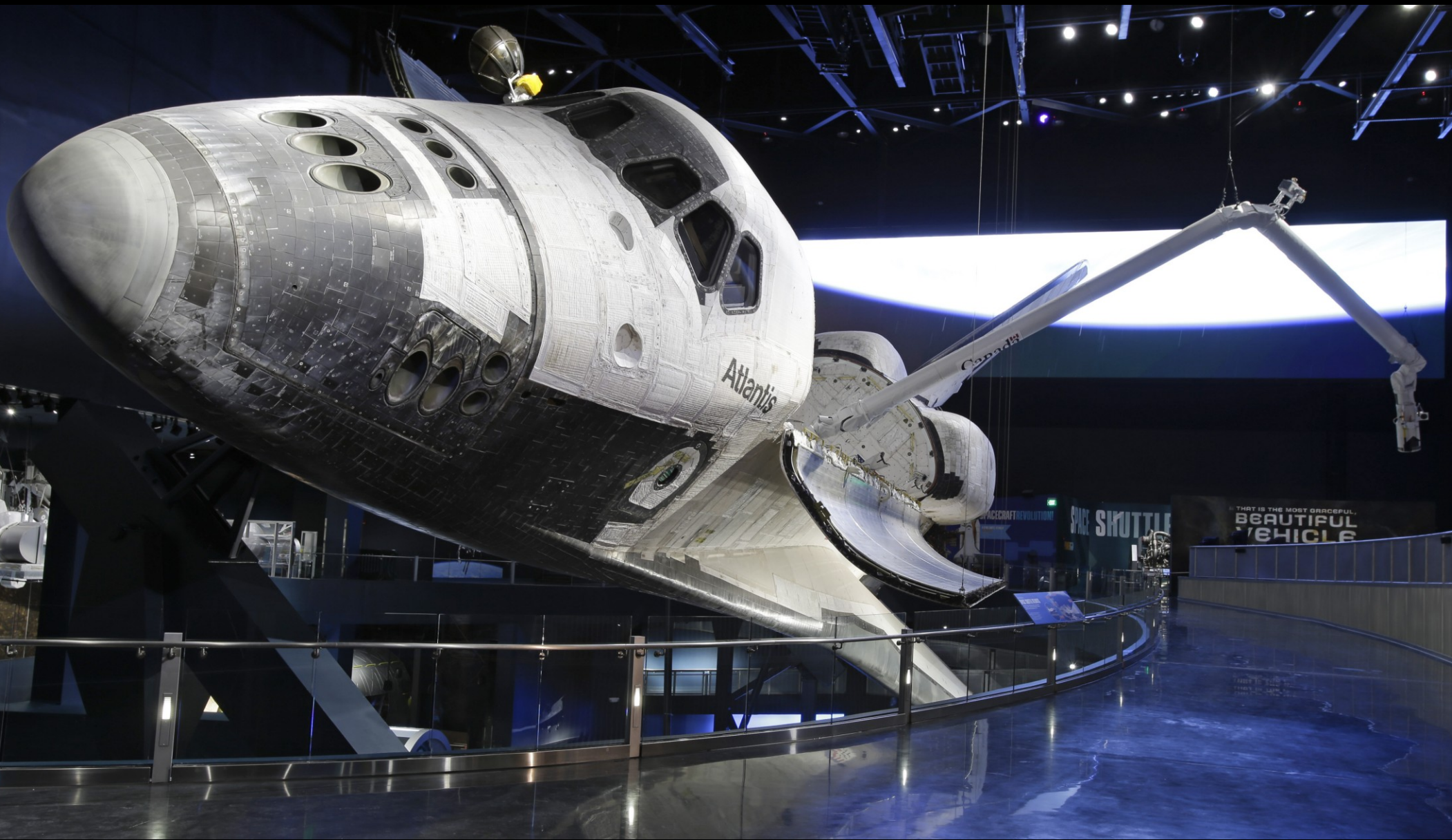


A Rák-köd (Messier 1) *Szeri László* felvételén. 300/1200 Newton, Televue Paracorr 2 korrektor, Astronomik L szűrő, Canon EOS 1000D (2013. február) és 458/1900 Newton, Baader 50 mm R-G-B szűrők, Atik 11000 mono CCD (2016. december 12.).  
Bővebben lásd A Rák-köd című cikkünket!



Részlet a Szív-ködből (*Balázs Rolland* felvétele)

A  
H  
Ó  
N  
A  
P  
A  
S  
Z  
T  
R  
O  
F  
O  
T  
Ó  
J  
A



Az Atlantis űrrepülőgép a Kennedy Űrközpontban (Dankovics Tamás felvétele)



Dankovics Tamás a Kennedy Űrközpontban  
(lásd Látogatás a Kennedy Űrközpontban című cikkünket)

# LIGHTRACK II

HORDOZHATÓ MECHANIKA ASZTROFOTÓZÁSHOZ



**Válassz te is hazait!**

[www.fornaxmounts.com](http://www.fornaxmounts.com)