

- ▶ RA és DEC teljesen körbeforgatható
- ▶ 3 kg teherbírás
- ▶ 122 fogas csigakerék

**114/500 Newton**  
69 900 Ft

**102/1300 MC**  
99 000 Ft

**70/500 refraktor**  
54 900 Ft

**70/700 refraktor**  
53 900 Ft

**90/1250 MC**  
87 600 Ft

**80/400 refraktor**  
65 500 Ft

**102/500 refraktor**  
95 700 Ft

**130/650 Newton**  
79 900 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  
nyitva H-P: 10-17 óra  
email [btc@tavcsó.hu](mailto:btc@tavcsó.hu)

2020. január

# meteor

Csillagszelelek szárnyán

**METEOR**  
L. évfolyam



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



[meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu)



A 12 millió fényévre lévő M81 galaxis a Spitzer-űrtávcső kompozit felvételén (3,6 mikron: kék; 4,5 mikron: zöld; 8 mikron: vörös). A belső, kékes-fehéres tartományt a csillagok sugárzása dominálja, míg a 8 mikronos hullámhosszon a csillagok sugárzása által fűtött porszemcsékben gazdag spirálkarok látszanak. A fényes, vöröses csomók az aktív csillagkeletkezési helyszíneként szolgáló HII-régiókat jelzik (NASA/JPL-Caltech).



A Luna-3 makettje a moszkvai Űrkutatási Emlékmúzeumban (Pete G. felvétele)

# 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: (1) 240-7708, +36-70-548-9124

E-MAIL: meteor@mcse.hu,

HONLAP: **meteor.mcse.hu**

HU ISSN 0133-249X

KIADÓ: **Magyar Csillagászati Egyesület**

BANKSZÁMLASZÁM: 62900177-16700448-00000000

IBAN szám: HU61 6290 0177 1670

0448 0000 0000, BIC: TAKBHUH8XXX

**MAGYARORSZÁGON TERJESZTI  
A MAGYAR POSTA ZRT.**

**HÍRLAP TERJESZTÉSI KÖZPONT.**

**A KÉZBESÍTÉSSEL KAPCSOLATOS REKLAMÁCIÓKAT  
TELEFONON (06-1-767-8262) KÉRJÜK JELEZNI!**

FŐSZERKESZTŐ: Mizser Attila

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG: Dr. Fűrész Gábor,

Dr. Kereszturi Ákos, Dr. Kiss László, Dr. Kolláth Zoltán,

Mizser Attila, Dr. Sánta Gábor, Sárnecky Krisztián,

Dr. Szabados László, Dr. Szalai Tamás és Tóth Krisztián.

FELELŐS KIADÓ: az MCSE elnöke

A METEOR ELŐFIZETÉSI DÍJA 2020-RA:

nem tagok számára

8220 Ft

Egy szám ára:

685 Ft

AZ EGYESÜLETI TAGSÁG FORMÁI (2020)

rendes tagsági díj (jogi személyek számára is)

(illetmény: Meteor+ Csill. évkönyv)

8000 Ft

ifjúsági tagság

4000 Ft

családi tagság

12 000 Ft

rendes tagsági díj (RO, SRB, SK)

8000 Ft

más országok

19 500 Ft

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 információátörölő és visszakereső rendszerben tárolni a Magyar Csillagászati Egyesület előzetes írásos engedélye nélkül.

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

## Tartalom

L.....	3
Meteor 50.....	4
A Meteor ötvenedik éve.....	6
Nyugdíjba vonul a Spitzer-űrtéleszkóp.....	8
De miért nem viszik a csillagászok egyszerűen az űrbe a távcsöveiket?.....	13
Csillagászati hírek.....	16
A hónap képe: A Buborék-kód.....	23
A távcsövek világa Távcsőépítő múlt és jelen.....	24
Meteorok A tarjáni tábor tűzgömbje.....	30
Tarján, 47,59251, 18,49276.....	32
Fogyatkozások, csillagfedések Merkúr-átvonulás november 11-én.....	36
Michael Mästlin és az állítólagos Vénusz–Mars okkultáció.....	39
Hold A szerencsés Luna–3, I. rész.....	46
Mélyég-objektumok Az M50 és vidéke.....	52
Üstökösök 2I/Borisov, a különleges üstökös.....	57
Programajánló.....	61
Hónapsoroló.....	64
<b>L. évfolyam 1. (523.) szám</b> Lapzárta: 2019. december 25.	

**CÍMLAPUNKON:** A FIATAL, FORRÓ ÓRIÁSCSILLAG, A ZÉTA OPHIUCHI ÉS KÖRNYEZETE A SPITZER-ŰRTÁVCSÓ KOMPOSIT FELVÉTELÉN (3,6 ÉS 4,5 MIKRON: KÉK; 8 MIKRON: ZÖLD; 24 MIKRON: VÖRÖS). A LOKÁLIS HANGSEBESSÉGNÉL JÓVAL GYORSABBAN MOZGÓ CSILLAG FEJHULLÁMOT HOZ LÉTRE A KÖRNYEZŐ ANYAGBAN, AMELY A TÉRREZS NAGY PORKONCENTRÁCIÓJA MIATT CSAK INFRAVÖRÖS TARTOMÁNYBAN FIGYELHETŐ MEG (NASA/JPL-CALTECH).

## ROVATVEZETŐINK

## NAP

Hannák Judit  
1042 Budapest, Petőfi u. 24., IX/27.  
E-mail: nap@mcse.hu, tel.: +36-70-466-3698

## 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

## KETTŐSCSILLAGOK

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  
9792 Bucsú, Rohonci u. 22.  
E-mail: keszthelyi.sandor52@gmail.com

## A TÁVCSÓVEK 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

**Az észlelések beküldési határideje minden hónap 6-ai!**  
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 köd
GH	gömbhalmaz
GX	galaxis
NY	nyílthalmaz
PL	planetáris köd
SK	sötét köd
DC	a kóma sűrűsödésének foka (üstökösöknél)
DM	fényességkülönbség
EL	elfordított látás
É	észak
D	dél
K	kelet
Ny	nyugat
KL	közvetlen látás
LM	látómező (nagyság)
m	magnitúdó
öh	összehasonlító csillag (változócsillagok)
PA	pozíciószőg
S	látszó szögtávolság (kettőscsillagok)

## MŰSZEREK:

B	binokulár
DK	Dall–Kirkham-távcső
L	lencsés távcső (refraktor)
M	monokulár
MC	Makszutov–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 közölünk.

Tagjaink, előfizetőink apróhirdetéseit – legfeljebb 10 sor terjedelemben – díjtalanul közöljük.

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

## L

A római számok kezdenek kimenni a divatból. Az évszázadokat és immár az évezredek is kezdjük arab számokkal jelölni, akárcsak a főváros kerületeit vagy éppen az emeletek sorszámait. A 110 éves bérházban, amelyben lakom, szinte csak véletlenül maradt meg egy táblácska a lépcsőházban még a boldog békeidőkből: „I-ső emelet”. Így, római számmal – természetesen!

A Meteor most lép ötvenedik évfolyamába, amit „rómaiul” így írunk: L. Lapunk 1971-es indulása óta rengeteget változott a világ, benne a Meteorral. 1978-ban jelent meg Kevin Godley és Lol Creme nagyszerű L című albuma, amely mérsékelten fogyott, de mit lehet várni egy intellektuális art-rock nagylemeztől? 1989-ben – többek között a Meteor megmentésére – újjászületett az MCSE, és a hamarosan megjelenő MCSE-emblémával ellátott pólókról kiderült, hogy éppen az L méret fogy a legjobban. Az „új” MCSE egyik első közös programja egy gyalogtura volt a budai hegyekben, egyik állomásunk volt a Meteor-szurdok Budakeszi közelében. Akkoriban még a Bólyi Áfész által gyártott Meteor csillagszóró volt a legnépszerűbb ilyen jellegű termék. Mindez persze csak játék az L-lel és az M-mel, szilveszterkor akár azt is elnótázzhatjuk, hogy C évfolyamnak L a fele.

Karácsony előtt felkerestem amatőrmozgalmunk élő legendáját, Bartha Lajost. Ő is egy régi budai házban lakik, mintha a reformkorba csöppennénk vissza. Az egyemeletes felhívízi ház annyira talán nem régi, különben ott lenne az oldalán a „műemlék” felirat. Mindenféleképp beszélgettünk a szeles decemberi estén – „mindenfélé” alatt természetesen a magyar amatőrcsillagászat értendő, a jelene is, de sokkal inkább a múltja. Szóba kerültek a régi képzőművész-amatőr csillagászok, a kiskartali csillagvizsgáló fénykora és pusztulása és megannyi más téma. Ha beszélgettünk, valahogy mindig

úgy alakul, hogy előkerül Kulin György neve, a régi Uránia – hogy volt, mint volt. Ebben a tekintetben százszázalékosan igaz a szakállas bölcsesség: régen minden jobb volt. Természetesen szóba került a Meteor is. Miként indult a mi kedves lapunk 1971-ben Bartha Lajos szerkesztésében, aki annak idején kezdeményezte azt, hogy legyen az észlelő amatőröknek is valamilyen kiadványuk (lásd cikkünket a következő két oldalon!).

Nagyon változott a világ 1971 óta, nagyot változott benne a Meteor is, és a világban nagyot változtunk mi is. Nem gondoltuk volna, hogy öt évtized múltán párás szemmel emlékezünk vissza azokra az időkre, amikor szinte menetrend szerinti járatok indultak a Holdhoz. Én akkoriban kezdtem amatőrkedni, nem gondoltam volna, hogy valaha is komolyabb közöm lesz a Meteor összeállításához. Talán Lajos se gondolta akkor, hogy az általa indított lap még öt évtizeddel később is él és virul. A Meteor századik évfolyamát már bizonyosan nem fogjuk megérni, ugyanolyan messzi és elérhetetlen dolog ez nekünk, mint a 2117-es Vénusz-átvonulás.

A századik évfolyam elérhetetlen messzeségben van, de itt és most érdemes elgondolkozni a Meteor közeli, elérhető jövőjén. Vajon meddig lesz még igény a hús-vér, papír-festék alapú Meteorra (az utóbbi tíz évben ez az igény mit sem változott)? Milyen mértékben tegyük hozzáférhetővé a friss Meteor-számokat a digitális világban (és főként: milyen technológiai háttérrel)? Mi az, ami most, 2020-ban érdekli olvasóinkat, tagjainkat a Meteorból? Miből olvasnának többet, miből kevesebbet? A legfontosabb kérdés: milyen szerepet töltsz be a Meteor az ő amatőr csillagász életükben? Reméljük, mindenki választ kap mindezekre a kérdésekre abban az évfolyamban, amelynek sorszáma: L.

Mizser Attila

## Meteor 50

Fél évszázada, 1971 kora tavaszán jelent meg a Meteor első száma, címlapfelirata szerint: „Kézirat gyanánt, csak belső használatra” – „A TIT Csillagászat Baráti Körei-nek időszakos észlelési tájékoztatója”. Szerény fűzetek voltak (A5 méretben, puha borítóval együtt 16 oldalon) de nagy reményekkel. Ezek a „remények”, ha talán még nem is teljes egészségünkben, az elmúlt 50 év alatt megvalósultak.

Majd' egy évszázadon át, mintha valami „rossz csillag” alatt indultak volna a magyar csillagászati folyóiratok, szép kezdet után sorra elhaltak. Az 1884-ben, két fiatal tanárjelölt. Bártfay József és J. Jankovics György kezdeményezte Urania mindössze két számot ért meg. Sokáig nem is jelent meg csillagászati folyóirat. (Egy évtizedig a Meteorológiai Intézet által támogatott Az Időjárás adott teret a csillagászatnak is.) A XX. sz. első felében, szépen induló folyóiratok: a Stella (1926–31), majd a Csillagászati Lapok (1938–44) sem jutott el a tizedik évfolyamig. Emellett ezek a lapok színvonalas ismeretterjesztő, ill. szakmai írásokat közöltek, de nem adtak tájékoztatást azoknak a műkedvelőknek, akik saját szemükkel, pontosabban távcsövükkel szerettek volna megismerkedni az égitestek világával.

A csillagászat iránt érdeklődő olvasótábor végül is a Kulin György által 1944-ben szerkesztett Csillagok Világa szólította meg. A háromszor is ilyen címmel induló (1944-ben, 1948-ban, 1956-ban), amatőröknek szóló folyóiratot hol a háborús pusztítás, hol a diktatúra (1948–49), majd pedig a kiadó más irányú gazdasági tervei szüntették meg.

A széleskörű érdeklődés, és nem utolsósorban a „ürkorszak” beköszöntenek hatására végül is 1966-ban indított, kezdetben kéthavi, majd 1979-től havonkénti megjelenéssel és utcai terjesztéssel is a TIT Csillagászati Úrhajózási, és a Földrajzi Szakosztályának közös folyóirata a Föld és Ég. Nem volt sze-

rencsés szimbiózis, de mégis széles körben olvasták. A lapnak volt amatőr csillagászati rovata (nem is kis terjedelemben), és itt kezdődött a Meteor szerepe.

A Föld és Ég amatőr csillagász rovatát Kulin György szinte teljes egészében lefoglalta a távcsökészítés leírására, és műkedvelő távcsövek bemutatása. Az indoklás, részben helytállóan, az volt, hogy először el kell látni távcsövekkel a műkedvelőket és csillagász szakköröket. Csupán néhány jelentősebb égi esemény észlelési leírása kapott - többnyire szűk - terjedelmet. Magam azonban úgy véltem, hogy a távcsöves amatőröknek értelmes tájékoztatást kell adni a lehetséges, tudományosan is hasznos munkaterületekről. Mástkülönbön sokan beleunnak a sokszor látott objektumok nézegetésébe.

Ezért álltam elő a Csillagászat Baráti Köre 1970. évi zalaegerszegi országos találkozásán azzal a javaslatlall – a CSBK vezetőségével előzetesen megbeszélve -, hogy meg kellene jelentetni egy amatőrök számára szóló folyóiratot, amely tartalmazhatná a különböző megfigyelések útmutatását és a műkedvelők észleléseit. Közrejártszott az elgondolásban, hogy akkoriban már több külföldi csillagászati klubbal és társasággal volt kapcsolat, és láthattam, hogy szinte minden nagyobb városnak van ilyen jellegű kiadványa. Meglepő módon Kulin nem túl lelkesen fogadta elgondolásomat. Igaz, hogy utóbb, látva a Meteor sikerét, maga vált a legszorgosabb terjesztőjévé, sőt az első számoknál maga ült neki a borítékok címezésének! A gondolatot a szakosztályi titkár, Róka Gedeon karolta fel. Tőle származik a lap címe is (a fél tucat javaslatból): arra hivatkozhatott, hogy a TIT-nek már korábban volt ilyen című folyóirata, ami jogfolytonosságot biztosít a kiadásra.

Magam is meghökkenem azonban, amikor az első felhívásra rövid időn belül 300-nál több, majd hamarosan közel 500 előfize-

tő jelentkezett! A harmadik évfolyam (1973) már 700 példányban jelent meg.

A beszámoló pedig szépen érkeztek. Nem kis gondot okozott kezdetben, hogy sok észlelő kézírásos közlései olykor több oldalra is terjedtek, és ezeknek tömörítése (néha még olvasása is) eléggé nagy feladatot jelentett. A lapot egymagam szerkesztettem, sőt az akkor még csak vonalas ábrák egy részét is magam rajzoltam.

Már az induláskor is összeállt a rovatvezetők csapata. A változócsillagok adatait Baján Nagy Sándor, a meteorészleléseket Pécselt Keszthelyi Sándor és Mezősi Csaba, a fogyatkozásokat, Hold-okkultációkat Ponori Thewrewk Aurél, a Nap-észleléseket Szolnokon Kancsura Árpád, az üstökösadatakat pedig magam dolgoztam fel.

Az indulástól kezdve a lap legszorgosabb munkatársa (napjainkig!) Keszthelyi Sándor. De talán a legnagyobb tisztelettel és megbecsüléssel Nagy Sándorra (1945–2011) kell emlékeznünk, aki akkor – már hivatásos csillagászként – erős elfoglaltsága mellett is a legnagyobb gondossággal végezte az egyre növekvő számú változóészlelések feldolgozását. Mivel szerettem volna, hogy a Meteor révén a külföldi csillagász körök is megismerjék a hazai eredményeket, a közleményekről rövid angol, utóbb német nyelvű kivonatok is helyet kaptak, amelyeket néhai dr. Tóth Géza – a Meteorológiai Intézet egykori igazgatója – készített el. Valóban kaptunk cikkeket külföldről is.

Attól azonban tartózkodtam, hogy a nyugat-európai és USA-beli megfigyelési útmutatásokat átvegyem. A külföldi műkedvelők általában gyári műszereket használnak, míg a magyar amatőrök többsége az 1970-es, 80-as években még maga barkácsolta a távcsöveit. A legtöbb hazai műszer nem érte el a nyugati távcsövek színvonalát, ezért az észlelései tanácsok néha nem feleltek meg a hazai képességeknek. (Az 1990-es évektől, amikor már nálunk is elérhetőké váltak a jó színvonalú gyári távcsövek, ez a helyzet már megváltozott.)

A Meteor közvetett hatása is érezhető a hazai amatőr mozgalomban. Idővel egyre

több vidéki szakkör adott ki saját hatókörén belüli időszakos kiadványt. Közülük néhány, pl. a szombathelyi Egyesületi Híradó, vagy a zalaegerszegi Vega ma is folyamatosan megjelenik. (A finn Urša egyesületi Urša Minor c. lapja számára pedig a Meteor volt a minta. – a szerk.)

Nagy örömmre a Meteor iránti érdeklődés egyre nőtt, a beküldött észlelések száma gyorsan gyarapodott. De ezzel egyre nőtt a gond is, annál inkább, mivel a rovatok összeállítói sem mindig tartották be a határidőket. Leginkább azonban más irányú munkám lassította a szerkesztést.

Ennek ellenére váratlanul érintett, amikor Kulin György, mint a kiadásért felelős, 1973 végén, minden előzetes bejelentés nélkül váratlanul megszüntette a szerkesztői megbízásomat és egy „szerkesztői bizottságot” bízott meg a lap összeállításával.

A következő néhány évben azután a Meteor fokozatosan ellaposodott. Szerencsére néhány régi munkatárs szorgos közreműködése mégis életben tartotta. Fellendülést hozott azonban egy új nemzedék belépése az adatközlők (és rovatvezetők) sorába - közülük többen meg ma is aktívak -, és ennek is köszönhető, hogy 1982-től a kéthavi megjelenésből havi folyóirattá vált. Ekkor már terjedelme is megnőtt, képanyaga is javult. Az igazi fellendülést azonban az jelentette, hogy az Uránia Csillagvizsgálótól átkerült az újjáalakult Magyar Csillagászati Egyesülethez. A nagyon tevékeny szerkesztők érdeme, hogy immár színesedve, bő és változatos terjedelemben juthat a csillagászat barátaikhoz. (A méltatlan mellőzésért azonban sohasem „rehabilitáltak”, mint annyian másokat sem.) A legjelentősebb profilváltozást az hozta, hogy a Föld és Ég váratlan, szinte puccszerű megszűnésével a Meteor vált az egyetlen magyar csillagászati folyóirattá. Ezzel voltaképpen kettős feladatot lát el, mivel egyszerre szolgálja a magyar amatőrök csillagászati ismeretterjesztést és az észlelő amatőrök munkáját. Ehhez a nem könnyű feladathoz kíván sok sikert:

Bartha Lajos

## A Meteor ötvenedik éve

Vannak nevezetes évfordulók az ember életében, amikor emlékeznek, vagy a környezete emlékezteti az addig eltelt időre. Ilyenkor számot vet: mit tett addig, vagy mit ért el. Nem csak az emberek, hanem cégek, műsorok, lapok életében is jelentősek az évfordulók, főleg a 25, 50, vagy 100 éves jubileumok. Most elértük egy ilyen alkalomhoz.

A Meteor indulásakor hároméves voltam, természetszerűleg csak jóval később, 1979-ben talákoztam először a lappal. Éppen ezért ez a kis írás nem is lesz történeti áttekintés a Meteor életéről, hanem inkább egy „életérzést” próbálok meg elmondani, átadni, ami 1979-ben kezdődött.

1971-ben, amikor a Meteor indult, fénykorát élte a Csillagászat Baráti Köre (CSBK), amely leginkább az amatőr csillagászokat igyekezett tömöríteni a maga lapjával, a Föld és Ég folyóirattal. Ez a kéthavi lap első sorban az érdeklődőknek szólt és nem az amatőr csillagászoknak, akik már túlléptek a szimpla érdeklődésen és mélyebb ismeretekre vágytak. A vágy titokzatos tárgya a mások megfigyeléseinek, eredményeinek, a távcsőépítés fogásainak, vagy éppen a csillagászat legújabb eredményeinek mélyebb megismerése volt. Az 1970-es években, az amatőr csillagász észlelésekkel kapcsolatosan létezett egy országos hírű lap, az Albireo is, amely hiánypótló volt, de az igényeket csak részben elégítette ki. A két kiadvány, a Meteor és az Albireo szerkesztői között elég éles ellentét volt (én így láttam), de éppen 1979-ben ez az ellentét egy megegyezéssel zárult. Nem sokkal később az addig kéthavonta megjelenő Meteor havilappá vált.

A Meteor az amatőrökről és az amatőröknek szólt, de többnyire az észlelések és azok feldolgozása volt a fő témája. Igaz, kerültek bele távcsőépítési cikkek is, de mégis volt egy hibája, bár erről nem a készítői tehetek, hanem a kor, amiben készült. Szemben a

mostani felfogással, az akkori szakcsillagászok ritkán és talán nem szívesen írtak cikket egy ilyen „amatőr” lapba, mintha rangon alulinak érezték volna ezt a folyóiratot, pedig az amatőrök által produkált adatokból ők is sok hasznos információt kinyerhettek, ahogy azt mai szakcsillagászok meg is teszik.

A Meteort még az iskolába is elvittem, ott is olvastam az óráközi szünetekben, mit sem törődve az osztálytársak cinkelésével. Sokszor láttam már azóta is hasonló tekintetet, amikor buszon, vonaton, vagy bárhol várakozás közben előveszem és olvasom a Meteort. Mindenki tudja, hogy miről szól, mert a borítója elég beszédes.

Volt idő, amikor komolyan aggódtam kedvenc folyóiratom sorsa miatt. A rendszer-változás idején annyi minden vált bizonytalanná és annyi színvonalas dolog szűnt meg egyik napról a másikra, hogy arra visszagondolni is nehéz. Az 1980-as évek vége, a 90-es évek eleje volt a legnehezebb a Meteor továbbélése szempontjából. Mégis, ezekben a viharos években, amikor a kiadás feltételei bizonytalanok voltak, töretlenül fejlődött a lap. Mindez a fejlődés tart a mai napig, ami egy digitalizálódó világban nem kis teljesítmény.

Bizonyára más országokban is vannak hasonló kiadványok, mint a mi Meteorunk. Sajnos nem ismerem őket, így nincs összehasonlítási alapom. Amivel össze lehetne hasonlítani, azok a nagy, nemzetközinek mondható lapok, mint az Astronomy vagy a Sky and Telescope. De nem tudom ezekkel összehasonlítani, mert két különböző kategória. A nagy amerikai lapokat profi, fizetett újságírók és a cikkekért fizetséget kapó szakcsillagászok készítik, írják, míg a másikat, a Meteort önkéntes munkában készítik amatőrök és szakcsillagászok is. Nem is akárhogyan! Az amatőrök által írott cikkek is versenyre kelhetnek a nagy lapok

szinte bármelyik újságírójának írásával, és akkor a szakcsillagászok írásairól nem is beszéltem. Számomra a fejlődést nem csak az jelenti, hogy színesebb, „szagosabb” lett az újság. A szakcsillagászok, akik közül sokan amatőrként kezdtek, nem felejtik el, hogy honnan jöttek, és szívesen publikálnak a Meteorban, ezzel emelve a lap értékét.

A folyamatos fejlődés mellett az egyik legnagyobb erénye, hogy a lap minden hónapban (kivéve nyáron, de akkor dupla számmal) megjelenik most már lassan 40 éve. Minden hónap első hete után egyre lázasabban nézegetem a postaládát, hogy mikor érkezik már meg a Meteor, amit először gyorsan átolvasok, télen akár nagykabátban, az előszobában állva. Ilyenkor tudja a család, hogy nem lehet hozzám szólni 1-2 órán át. Később is többször előveszem és már nyugodtabban elolvasom még egyszer, aztán még egyszer, aztán még egyszer, aztán még egyszer...

Majdnem mindent cikket elolvasok a Meteorban, pedig van, amiről nem gondoltam volna, hogy valaha is érdekelné fog (pl. távcsőépítés), de vagy a téma, vagy a szerző személye miatt megteszem.

Persze ez nem azt jelenti, hogy nincs olyan rovat, amit ne hiányolnék, vagy a nyelvezetével teljes mértékben egyetértenék. Minden újságnak vannak hibái, amik mellett nem lehet és nem is szabad elmenni szó nélkül. A Meteorban is, de szerintem sokkal több az erénye, mint a hibája.

A havonkénti rendszeres kellemes élményhez kellene azok, akik önzetlenül minden hónapban megírják a cikkeket, szerkesztik a rovatot, távcsövet építenek, észlelnek és az észleléseket beküldik, vagy csak küldenek egy olvasói levelet, hogy hogyan lehetne még jobban, máshogyan csinálni a lapot. Ezért nekik külön köszönettel tartozom!

Különösen azért is, mert a szabott határidőket nagyon nehéz betartani, mindezt tenni hónapról hónapra úgy, hogy közben értékes tartalommal töltsdön meg több mint 60 oldal. Nem csak a határidők miatt nehéz. A nyomtatott sajtó szerintem mindig nagyobb felelősség, mint az elektronikus.

Azon, ami egyszer kinyomtatva megjelent nagyon nehéz változtatni, megmagyarázni, hogy nem úgy értettük.

Ezzel elértük egy olyan részhez, ami egyben előnye és hibája is a Meteoroknak. A friss számok csak nyomtatott formában léteznek. Pár év múlva elérhetők az archívumban elektronikusan, de az már más. Többször, több internetes fórumon volt már erről vita, hogy legyen-e elektronikus formában elérhető a Meteor, vagy sem. Ki így, ki úgy érvel. A magam részéről mind a két tábort megértem, nem is tudok és nem is akarok igazságot tenni közöttük. Én mindig csak azt kértem és kérem, nem elég azt mondani, hogy hogyan nem jó, hanem azt is meg kell mutatni, hogyan jó és abban aktívan részt is kell vállalni. Tenni ezt úgy, hogy tudjuk: nincs ellentételezés csak a jó Isten pénze a fizetség, a „köszönöm”. Ráadásul egy csomó olyan kötelezettséggel is jár ez a tartalom (elektronikus és/vagy nyomtatott) előállítás, amit magunk vállaltunk, vállaltunk egy közösségért. Könnyű a partvonal mellől úgy tanácsot adni és kritizálni, hogy magunk meg csak a pálya széléig sem merészeltünk el. Nem olyan könnyű egy cikk megírása még akkor sem, ha abban már van rutinja valakinek. Kell egy csomó utána olvasás, az olvasott anyag szintetizálása, új formába öntése. A szerkesztők szívesen veszik lelkes amatőrök írásait (ha megüti a közlésre alkalmas színvonalat), csak legyen, aki ilyet ír!

A hibái ellenére a Meteor nekem KELL! És nekem nyomtatott formában kell. Bármikor le tudom venni a polcra és el tudom olvasni (strandon, buszon, vonaton, áramszünetben, gyertyafény mellett stb.), és 40 év távlatából is meg tudom mutatni és kezébe tudom adni a gyerekeimnek, hogy apátok ezt csinálta (cikk, vagy észlelés).

Akik ismernek, tudják, hogy általában hosszú távú terveim vannak. Még legalább 50 évig szeretnék csillagászáttal foglalkozni. Ehhez azonban kell egy közösség is, a közösségnek pedig kell hogy legyen egy lapja, amit úgy hívnak: METEOR.

Nagy Mélykúti Ákos

## Nyugdíjba vonul a Spitzer-űrteleszkóp

Az aktív működési időt tekintve az infravörös űreszközök között messze rekordtartónak számít, a NASA négy nagy obszervatóriuma közé tartozó Spitzer infravörös űrtávcső – hűtőfolyadék elfogyása után egy évtizeddel, többszöri hosszabbítás után, de még mindig kifogástalan műszaki állapotban – hivatalosan 2020 január végén fejezi be küldetését. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk az űrteleszkóp tudományos eredményekben rendkívül gazdag „pályafutását”, külön hangsúlyt helyezve az örömtelen nagy számú, magyar kötődéssel bíró felfedezésre.

### (Infravörös) távcsöveket az űrbe!

Földünk légköre – közismert módon – a teljes elektromágneses spektrum csak néhány sávjában engedi át a világűrűről érkező sugárzást (a látható fényben, a mikrohullámok és a rövid hullámhosszú rádiótartomány nagy részében, illetve néhány keskeny, közeli és közepes infravörös sávban). Az űrkorszak beköszöntével a csillagászok felismerték a lehetőséget, hogy a légkörön túlra juttatott eszközökkel az addig elérhetetlennek gondolt hullámhossz-tartományokban is esély nyílhat a Világegyetem vizsgálatára. Az első, csillagászati célú eszközöket már az 1960-as években Föld körüli pályára állították, megnyitva ezzel az űrcsillagászat korszakát.

Az infravörös (IR) tartományban végezhető megfigyelések lehetősége sok szempontból élénk érdeklődést váltott ki a csillagászok körében. Míg a csillagok energiájuk nagy részét általában a látható tartományban sugározzák ki, a jóval alacsonyabb (néhány száz, vagy akár csak néhány tíz K) hőmérsékletű égitestek és közegek (pl. bolygók, kisbolygók, csillagközi gáz- és porfelhők) hőmérsékleti sugárzása alapvetően a hosszabb hullámhosszú régióra esik; emellett infravörös vonalemissziókként figyelhetők



A Spitzer-űrteleszkóp fantáziaképe (NASA/JPL-Caltech)

meg például a molekulák forgási és rezgési átmenetei. Fontos előny a látható tartományhoz képest, hogy a csillagközi extinkció jóval kisebb az infravörös hullámhosszakon; így a közeli IR-tartományban (kb. 0,7–5 mikron), ahol még nem a hideg por saját sugárzását látjuk, lehetőségünk van „átnézni” a porral övezett régiókon (így pl. a csillagkeletkezési területek porburkain vagy Galaxisunk por-sávjain), bepillantást nyerve azok belsejébe, illetve azok mögé. (Természetesen az IR-tartományban való vizsgálódásoknak nehezítő tényezői is vannak: egyrészt a közép- és távoli IR-tartományban nagyon jelentőssé válik a naprendszerbeli poranyag mint égi háttérsugárzás, másrészt a hosszabb hullámhosszak felé haladva egyre csökken a felbontóképesség.)

A kezdeti, ballonos ill. repülőgépes megfigyelőeszközöket követően az első, jelentősebb infravörös űrtávcső az IRAS (Infrared Astronomical Satellite, 1983) volt, amit 1995-ben a mindössze egy hónapig üzemelő, japán IRTS (Infrared Telescope in Space), illetve az Európai Űrügynökség (ESA) 2,5 évig szolgálatot teljesítő, ISO (Infrared Space Observatory) nevű távcsöve követte. Ezek mellett a Hubble-űrteleszkópon is helyet kapott egy, a közeli IR-tartományban érzékeny kamera, továbbá jó néhány föld-

felszíni teleszkópot is részben vagy teljesen a légkörön átjutó IR-sugárzás detektálására dedikáltak. Az első három-négy évtized tapasztalatai és biztató eredményei után került sor 2003-ban a NASA eddigi utolsó nagy űrobzervatóriuma (a korábbiak: Hubble-űrteleszkóp, Compton gamma-űrteleszkóp, Chandra röntgen-űrteleszkóp), a Spitzer infravörös-űrteleszkóp felbocsátására.

### A Spitzer-űrteleszkóp

Az eredetileg SIRT (Space Infrared Telescope Facility) néven futó misszió végleges nevét Lyman Spitzer (1914–1997) amerikai fizikus-csillagászlól, a nagy teljesítményű optikai távcsövek űrbe juttatásának egyik vezető kezdeményezőjéről kapta. A 85 cm átmérőjű berillium főtükörrel rendelkező űrteleszkópot 2003 augusztusában egy Delta II hordozórakétával állították pályára (a korábbi három NASA-űrobzervatóriumot az űrsiklók segítségével juttatták a világűrbe). A Spitzer egy speciális, ún. Föld-követő pályán kering a Nap körül (így kevésbé zavaró a Föld infravörös „hője”, valamint a célpontokra állás is egyszerűbbé válik). Az űrtávcső három műszere a négycsatornás (3,6, 4,5, 5,8 és 8,0 mikron) képalkotó Infrared Array Camera (IRAC), a három csatornán (24, 70 és 160 mikron) képalkotó, ill. kis felbontású spektrofotométerként is használható Multiband Imaging Photometer for Spitzer (MIPS), valamint az 5,2–38 mikron közötti spektrumokat, plusz 13–26 mikron között széles sávú fotometriai méréseket is rögzíteni képes Infrared Spectrograph (IRS).

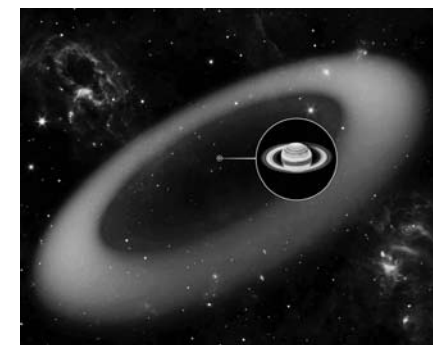
A detektorok teljes értékű üzemeléshez azonban – folyékony hélium segítségével – 5,5 K-es hőmérsékleten kellett tartani a berendezéseket; ez az állapot 2009 májusáig volt fenntartható. A hűtőanyag előre kalkulált elpárolgása óta a Spitzer az ún. Warm Mission fázisban üzemel – ebben az állapotban csak a két legrövidebb hullámhosszú IRAC-csatornán lehet méréseket végezni.

A Spitzer-űrteleszkóp a csökkentett üzemmódú időszakban is rendkívül értékes megfigyeléseket szolgáltat(ott) a kutatók számá-

ra, ezért a küldetés az eredeti tervekhez képest többször is meghosszabbították. A költségvetési megszorítások és más projektek (elsősorban a James Webb Űrtávcső) kiadásainak megnövekedése miatt a NASA – egyéb, potenciális finanszírozó szervezet hiányában – 2020 január végén hivatalosan is lezárja a programot. Az alábbiakban a Spitzer bő másfél évtizednyi adatregisztrálásának eredményeiből válogatunk – átfogó, de közel sem mindenre kiterjedő módon.

### Égitestek vizsgálata a Naprendszerben

Bár az „űrteleszkóp” szót először hallva az lehet az elképzelésünk, hogy egy ilyen eszközzel csak az emberi ésszel felfoghatatlanul távoli világok titkait kutatják a csillagászok, ez nincs így. Akárcsak más űreszközök (pl. a méltán híres Hubble-űrteleszkóp), úgy a Spitzer látóterébe is sokszor kerültek szűkebb kozmikus környezetünkben lévő égitestek – s ezekről jellemző módon számos, korábban nem ismert érdekesség derült ki.



Fantáziakép a Szaturnusz óriási, a bolygótól kb. 6–12 millió km közötti sávban húzódó, a Spitzer felvételei előtt nem ismert porgyűrűjéről; a kép közepén kinagyítva a planetának a Keck-távcsővel készített, közeli infravörös képe látható (NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC))

A Spitzerrel dolgozó kutatók az egyik leg-híresebb felfedezést sokak kedvenc bolygója, a Szaturnusz kapcsán tették 2009-ben – egy óriási, a bolygó körül 6–12 millió km közötti térrészben húzódó porgyűrűt sikerült kimutatniuk. Az eddig ismeretlen gyűrű anyaga minden bizonnyal a benne keringő Phoebe

holdból ered, s egyúttal magyarázatul szolgálhat egy másik hold, a „kétarcú” (egyik felén sötét, másik felén világos) Iapetus régi rejtélyére: a gyűrű sötét, poros anyagának egy része hullhat a forgásával ellentétes irányban keringő kísérő felszínére.

A Spitzer emellett lehetővé tette a látható tartományban csak nehezen vizsgálható (sötét felszínű, hideg, kis méretű) aszteroidák alakjának és szerkezetének pontosabb meghatározását. Ezen vizsgálatok során nyert bizonyítást többek között az az elképzelés, hogy a kisbolygok tömör sziklák helyett inkább szivacosabb, „kórákás-szerkezetű” testek; de így sikerült például megállapítani – Kiss Csaba (MTA CSFK) és más magyar kutatók vezetésével, a Spitzer mellett a Kepler- és Herschel-űrtávcsövek adatai révén – a Neptunusz Nereida nevű holdjának közelítő alakját és felszíni hőmérséklet-eloszlását.

**Távoli csillag- és bolygórendszerek**

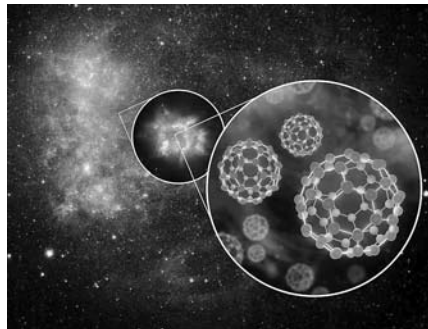
A Spitzer-űrtávcső segítségével elért eredmények jelentős részben fiatal, születőben lévő csillag- és bolygórendszerekhez, valamint távoli csillagok bolygóhoz kötődnek. Előbbiek esetében főként a fiatal csillagok körüli korongok termális sugárzásának elemzése révén lehet szerkezetükre és dinamikájukra, ez alapján pedig a bennük zajló folyamatokra (pl. bolygókeletkezés, bolygócsírák ütközése, csillag-korong kölcsönhatások) következtetni. (Ebben a témakörben számos rangos szakcikk közreműködői,

illetve vezető szerzői honfitársaink közül pl. Balog Zoltán (SZTE, majd University of Arizona / MPIA Heidelberg), Ábrahám Péter, Kóspál Ágnes, Kun Mária, Moór Attila (mind MTA CSFK), Gáspár András (SZTE, majd University of Arizona), Juhász Attila (MPIA Heidelberg / Leiden University)).

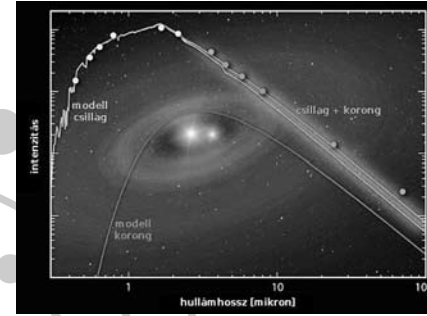
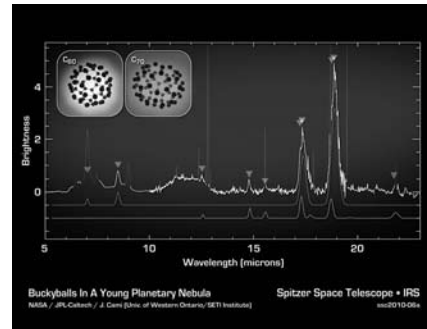
A már „kiforrott” állapotban létező bolygórendszerek esetén az infravörös tartományban a csillag fénye jóval kevésbé „nyomja el” a bolygó(k) hősugárzását, így lehetőség van tanulmányozásukra akár közvetlenül, akár másodlagos fedési fénygörbék segítségével (vagyis a fedést mutató rendszer infravörös összfényességének periodikus csökkenése azokban a fázisokban, amikor a bolygó tőlünk nézve a csillag mögött halad át). Ilyen jellegű megfigyelések révén számos bolygó(jelölt) paramétereit (csillagtól való távolság, méret, hőmérséklet) lehetett pontosítani; Spitzer-adatok alapján sikerült többek között elkészíteni az első „exobolygó-hőterképet”, vagy pl. közelítőleg meghatározni a nemrégiben azonosított TRAPPIST-1 rendszerben lévő planéták sűrűségét (így közvetve lehetséges víztartalmukat).

**Kémiai analízis: vízmolekulától a fullerénig**

Külön fejezetet érdemelnek a Spitzerhez kapcsolható spektroszkópiai eredmények. Ahogy fentebb említettük, a közeli és közép-IR tartomány kiválóan alkalmas molekulák energia-átmeneteinek megfigyelésére – a Spitzerrel pedig több témában is nagyon

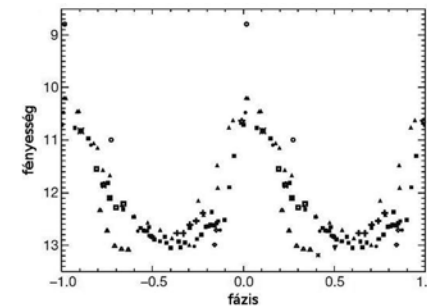


C<sub>60</sub> és C<sub>70</sub> fullerénmolekulák rezgési átmeneteinek nyomai egy fiatal planetáris kód infravörös spektrumában



Törmelékcorongra és bolygóütközésekre utaló infravörös többlet szoros kettőscsillagok spektrális energiaeloszlás-görbéin (NASA/JPL-Caltech/M. Matanga, Harvard-Smithsonian Cfa)

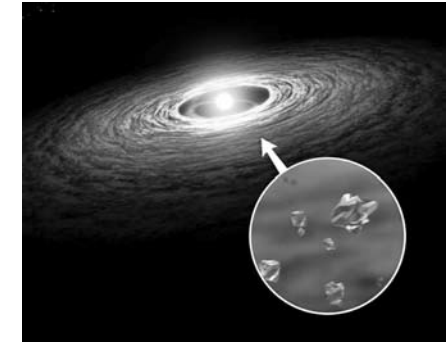
fontos előrelépést lehetett tenni e téren. Maradva az előző fejezetben taglalt témánál: több exobolygó légkörében sikerült például vízgőz jelenlétét kimutatni (sajnos egyelőre nem Föld-szerű bolygóknál, jóval inkább a csillagukhoz rendkívül közel keringő, ún. „forró jupiterek” esetén), míg magyar kutatók vezetésével két, nagy visszhangot kiváltó tanulmány is született fiatal csillagok körüli korongokban lévő kristályos anyagok jelenlétéről és keletkezési folyamatiról (Apai Dániel (University of Arizona)



Az L54361 protocsillag 25,34 napos periódussal feltekert infravörös fénygörbéje. Az eltérő szimbólumokkal jelölt pontok különböző műszerekkel (Spitzer IRAC és MIPS, HST WFC3) és infravörös hullámhosszakon – 1,6, 3,6 és 24 mikron – végzett mérések jelölnek. A 24 mikronos és az 1,6 mikronos mérések adatai +7,3 és -5,3 magnitúdóval el vannak tolvá, hogy a többi méréssel azonos skálán lehessen ábrázolni őket (Muzerolle, ... Balog Z. és munkatársai, 2013, Nature)

és munkatársai cikke 2005-ben a Science, Ábrahám Péter és munkatársaié 2009-ben a Nature folyóiratban kapott helyet).

A molekulákkal kapcsolatos, talán legmegdöbbentőbb felfedezése azonban az volt, hogy a csillagközi térben, illetve planetáris ködökben sikerült kimutatni fullerénmolekulák (a Földön csak mesterségesen előállítható, hatvan, vagy akár még több atomból álló „szénlabdák”) színképi nyomait.



Fantáziarajz az EX Lupi körüli por- és gázkorongról (NASA/JPL – Caltech). A központi fiatal csillagra anyag hullik be a korongból és a felszabaduló energia felfűti a csillagot, illetve annak közvetlen környezetét. Ahol a korongban a hőmérséklet 900 °C fölé emelkedik, a korong felszínén található amorf szerkezetű porszemcsék átkristályosodnak (Ábrahám P. és munkatársai 2009, Nature)

**A Tejútrendszer és más galaxisok**

A Spitzerrel végzett vizsgálatok a Tejútrendszer, valamint más galaxisok feltérképezésében is úttörő jelentőségűek. Saját Galaxisunk síkjában vizuális tartományban gyakorlatilag nem lehet keresztüllátni a vastag porsávokon, de a közeli és közép-IR tartományban ez jóval hatékonyabban működik – ez alapján sikerült például sokkal alaposabban megismerni a Tejútrendszer spirálszerkezetét. A GLIMPSE nevű, nagyszabású program keretében az IRAC kamera négy szűrőjével készített, összesen csaknem félmillió (!) felvétel segítségével immár 360 fokok kép áll rendelkezésre a galaktikus síkról, olyan részleteket feltárva, amelyeket korábban soha nem láttunk (a végső mozaikképek elérhetők a projekt weboldalán is).

Szintén a Spitzer segítségével sikerült minden eddigénél távolabbi galaxisokat és galaxishalmazokat azonosítani, valamint kimutatni, hogy az Univerzum első galaxisai sok mindenben különbözhetnek a később keletkezéskor: egy részük porban nagyon gazdag, sokuk pedig elképesztően nagy mennyiségben bocsát ki ionizáló sugárzást. Ugyanakkor infravörösben néhány jól ismert, közeli galaxis is egész más arcát mutatja, mint látható fényben.

### Fekete lyukak, szupernóvák és kozmológia

Jórészt az űrtávcsöveknek hála, bizonyos objektumok és események még több százmillió (vagy akár több milliárd) fényévre lévő galaxisokban is megfigyelhetők. Ilyenek például a csillagvárosok centrumaiban lévő, gigantikus fekete lyukak; közvetlenül persze nem ezeket, hanem a környezetükben zajló anyagáramlási és sugárzási folyamatok jeleit lehet észlelni. A Spitzer ezen a téren is tudott új információkat szolgáltatni, például arról, hogy a fiatal aktív galaxismagok környezete szinte pormentes volt, ellentétben az Univerzum közelebbi szegleteiben megfigyelhetőkével.

Az infravörös tartomány nagyon fontos terep a nagy tömegű, illetve kettős rendszerekben lévő csillagok életét lezáró szupernóva-robbanások késői nyomon követéséhez. Míg látható fényben a táguló és hűlő maradványok a robbanást követően néhány hónap alatt elhalványulnak, infravörösben még évekig, vagy akár évtizedekig is követhetők; emellett az IR tartományban speciális asztrofizikai folyamatok – pl. porképződés, lökéshullámok kölcsönhatása a csillagkörülállé anyaggal – is vizsgálhatók (a témában többek között e sorok írójának vezetésével, szegedi és külföldi kutatók közreműködésével megvalósult szakcikkek is születtek).

A csillagászat egyik legrégebbi és legszettebb problémájához, a kozmológiai távolságméréshez ugyancsak fontos hozzájárulást adtak a Spitzer adatai: ezek segítségével nagy mértékben csökkenteni lehetett a Tejútrendszerben, illetve a Nagy Magellán-

felhőben lévő cefeida változócsillagok periódus-fényesség relációjának szórását, ami az ún. kozmikus távolságlétra egyik legfontosabb módszerének használatában jelentett komoly előrelépést.

### A Spitzer-űrtávcső hagyatéka

Bár a Spitzer-űrtávcső küldetése a végéhez közeledik, a működése során rögzített adatok feldolgozása várhatóan még évekig (vagy akár évtizedekig) ad munkát a csillagászoknak. A „Spitzer-örökség” (Spitzer Heritage) program keretében számos közeli galaxisról készült felvétel, amelyeket más hullámhossz-tartományokban készített űrtávcsöves képekkel – sőt, egyes esetekben amatőr csillagászok nagyfelbontású fotóival – kombinálva esztétikai szempontból is kiemelkedő hatású alkotások maradtak az utókorra. A Spitzer-űrtávcső archívumában a másfél évtized alatt készült felvételek nagy része feldolgozott FITS-kép formájában is elérhető. Akár saját galaxisfotóinkat is megpróbálhatjuk kombinálni a különböző csatornákon készült infravörös képekkel, míg a digitális fotometriában jártasak – a program tudományos honlapján leírtakat követve – akár infravörös fényességmérés is végezhetnek egy-egy kiválasztott objektumra. A hatalmas mennyiségű, éppen ezért nagyon alacsony kiértékelési arányú adatot figyelembe véve egy-egy ilyen próbálkozás akár új tudományos eredményekhez is vezethet!

Ami a tudományos jövőképet illeti, a Spitzer-űrtávcső alapján szerzett tapasztalatok és eredmények kellő motivációt és felkészültséget biztosítanak a szakembereknek a következő évek, évtizedek tervezett infravörös űrtávcső-misszióikhoz (James Webb Űrtávcső, WFIRST, LUVOIR). Ezek az űreszközök a kutatók reményei szerint fontos válaszokat eredményeznek majd – többek között – az élet kialakulása, az exobolygók tulajdonságai és lakhatósági viszonyai, valamint a Világegyetem kialakulása és fejlődése kapcsán – és persze minden bizonyosnál további kérdéseket is.

Szalai Tamás

## De miért nem viszik a csillagászok egyszerűen az űrbe a távcsöveiket?

A kutatók egyre inkább kongatják a vészharangot, hogy a tervezett nagy műholdfloták, mint a Starlink, tönkreteszik az éjszakai égboltot. A kérdést azonban nem lehet azzal elintézni, hogy használjunk űrtávcsöveket, a probléma ugyanis összetettebb.

A csillagászat a történelem nagy részében azt jelentette, hogy az emberek felnéztek éjszaka a csillagos égboltra, és próbálták megfejteni, mik azok a fura kis fénypontok odafent. Ehhez nem is volt szükségük másra, mint türelemre, kitartásra és tiszta, sötét égboltra. A modern kor viszont nem csak a távcsöveket, kamerákat, számítógépeket hozta el, hanem a fényszennyezés különböző formáit is. A földfelszíni fajta, a települések karácsonyfaként történő kivilágítása elől még valamennyire el lehet menekülni – igaz, a városi ember már így is inkább ismeri a Tejút látványát fényképről, mint saját tapasztalatból. De a felülről jövő fényszennyezés, repülők és műholdak formájában, még a Mauna Kea vagy az Atacama-sivatag tetején is megtalál bárkit.

A műholdak jelenlegi sűrűsége mellett ez azt jelenti, hogy időről időre rákerül egy ronda, fényes csík azokra a digitális képekre, amiket aztán naptárra, poszterre nyomtatunk, mert szépek. Vagy amiken képesek vagyunk mondjuk más csillagok körül keringő bolygókat közvetlenül megörökíteni.

Most körülbelül 4–5000 műhold kering felettünk. Vannak már most is ezek között nagyobb csoportok: amerikai GPS műholdakból 74 van fent, az Iridium két típusa összesen 170-et ad, az apró Dove földmegfigyelő cubesatokból pedig 300 ment fel eddig, de ezek le is potyognak néhány év után. Ha viszont ténylegesen beindulnak a nagy műhold-konstellációk, ez a szám nagyságrendekkel fog megugrani. A SpaceX a kezdeti 12 000 műhold mellett már további 30 000-ról is beszél. A OneWeb 2000-ről.

Az Amazon 3236-ról. Ennyi műhold már önmagára is veszélyes: az Amazon saját becslése szerint ha tízből egy műholdjuk meghibásodik, 12 százalék az esélye, hogy az egyik irányíthatatlan példány nekiütözik majd valaminek. De ez egy másik cikk témája lesz.

Ez a három cég tehát megtízszerezné a felettünk keringő műholdak számát, ami egy-két bosszantó csík helyett telepítőzöngé a csillagászati megfigyeléseket zavaró jelekké. Ez nagyon megnehezítené, vagy akár ellehetetlenítené olyan kutatások végzését, mint például a Földre veszélyes kisbolygók keresése és nyomon követése, hiszen ott ugyanúgy kis mozgó bigyókat keresünk a képeken, csak lassabbakat és sokkal halványabbakat. Egy amatőr csillagász, akit a képek szépsége érdekel, beérheti annyival, hogy több összecsikozott egyedi képet dob ki nagy fotosoppal meg: a tudományos méréseknél viszont, ahol a távcsövidőt akár órákra beosztják, ilyen luxusra nincs lehetőség.

### Az űrtávcsövek létjogosultsága

Erre volt az többszörös válasz (beleértve rengeteg SpaceX fanboyt és magát Elon Muskot is), hogy a csillagászat jövője úgyis az űrben van. Természetesen számos előnye van egy űrtávcsőnek: kikerüli a földi légkör, az időjárás és a nappalok okozta problémákat és fennakadásokat. Számos tudományterület nem lenne meg nélküle, röntgen, gamma, vagy infravörös csillagászatot nem is tudunk máshogy végezni, csak az űrből, mert a légkör nem engedi át ezeket a hullámhosszakat. Nélkülük nem tudnánk kutatni fekete lyukakat vagy a Tejútrendszer középpontját. A Kepler-űrtávcső is azért tudott négyezer exobolygót felfedezni, mert nem kellett minden hajnalhasadáskor leállnia, hanem négy éven át folyamatosan mért. Nincsenek a műszereink felett olyan gonosz molekulák,

mint víz, oxigén, ozon, amik beleszemetelnek a csillagok színképeibe. Nincs horizont, ami mozdíthatatlanul kitakarja az égbolt egy hatalmas darabját. Az űrtávcsövek egyszerűen szuperek, ezt saját tapasztalatból is mondhatom. De földi távcsövek nélkül a csillagászat akkor is meg lenne löve.

### A földi távcsövek létjogosultsága

Musk kijelentése mutatja, hogy valójában mennyire elfogultan látja a kérdést. Nyilván akinek rakétás cége van, az űrben gondolkodik, de van az egész kérdésnek egy alapvetőbb vetülete. Ugyanis figyelmen kívül hagyja, hogy az éjszakai égbolt nemcsak a csillagászok tudományos terepszata, hanem természeti és kulturális örökség is, nem véletlen, hogy a gízai piramisokra sem tűzünk mobilantennákat, vagy nem hordjuk el a Kékest építőanyagként. Ugyanígy el lehet azon gondolkodni, mennyire etikusan teljesen teszemtelni az éjszakai égboltot mesterséges fényekkel.

De ha csak a csillagászatot vesszük, akkor is számos terület van, ahol a földfelszín mindig is előnyben lesz: ezek a méret (és az ár), a megbízhatóság, a javíthatóság és a fejleszthetőség.

### A méret és az ár

A földi távcsövek mindig olcsóbbak lesznek, mint az űrtávcsövek. A James Webb, egy 6,5 méteres tükörrel szerelt űrtávcső összköltsége már elérte a 10 milliárd dollárt. Mindeközben Chilében két új generációs földi távcső is épül: a hét darab nagy tükörrel szerelt, 24 méter-ekvivalens Giant Magellan Telescope, és a 39 méteres tükörrel szerelt Extremely Large Telescope. A költségek kb. 1 milliárd dollár, illetve euró. Ezek árban inkább vannak közel a jóval kisebb, 600 milliósba került Keplerhez, mint a JWST-hez, miközben tizenkétszer, illetve negyvenszer annyi fényt tudnak majd gyűjteni.

A világ legnagyobb távcsövéhez, az ELT-hez egyébként magyar kutatók is hozzájárhatnának majd alanyi jogon, ha a döntéshozók végre elhatároznák magukat Magyarország tagsága mellett az ESO-ban.

De a nyers számok és dollárok önmagában még nem is adják ki a teljes képet. Akkor sem fogják az űrtávcsövek a földi társaikat utolérni, ha hirtelen az USA annyi pénzt lapátolna beléjük, mint amennyit mondjuk egy új vadászrepülő kifejlesztésébe, és nem annyit, amit egyébként csillagászatba hajlandó. Ugyanis valahogy fel kell juttatni azt a távcsövet az űrbe. Tehát olyanra kell megcsinálni, hogy eléggé könnyű és eléggé összehajtogatható legyen, hogy beférjen egy rakéta orrába. A legnagyobb, még csak papíron létező űrtávcső a 15 méteres LUVUOIR, a 2030-as évek végére készülhet el, miközben már most épülnek ennél nagyobbak idelelt.

### Megbízhatóság

Reálisan nézve elég bizarr ötlet feltenni a frissen elkészült, 10 milliárd dollárt érő hardverünket egy hatalmas olajoshordó tetejére, alágyújtani, és bízni abban, hogy majd minden rendben lesz. Pedig ez vár a JWST-re 2021-ben. Bármilyen űreszköz legnagyobb ellensége a rakétán való rövid utazás. Ha beüt valami gikszer, vége a dálnak, az űrtávcsövünk vagy apró repeszekre robban, vagy felismerhetetlen fémkupaccá válik a becsapódáskor. A majd a JWST-t is szállító Ariane-5 taval, 82 hibátlan start után, egyetlen rosszul beprogramozott szám miatt 20 fokkal délebbi irányba indult el, mint kellett volna, pillanatokra volt attól, hogy kiérjen a biztonsági sávból, és felrobbantsák, és végül túl alacsony pályára állított két telkom-műholdat. Már egy ilyen apró hiba is végzetes lenne a JWST esetében. Ezek a kockázatok földi távcsöveknél értelemszerűen ismeretlenek – legalábbis szinte ismeretlenek.

### Javíthatóság

Az évek során, amíg a piszkéstetői távcsövekkel észleltem, számos kisebb-nagyobb meghibásodással kerültem szembe. Megállt a távcső. Nem forgott tovább a kupola. Nem exponál a kamera. Nem forog rendesen a szűrőváltó. Ezek egy részét instant módon, emailes vagy telefonos konzultációval javítottuk, máskor reggel beállított a műszaki

részleg, aztán megjavította. És ez nagyjából így történik szerte a világon.

Ha viszont az űrtávcső hibásodik meg, nagyon-nagyon korlátozott, mit lehet vele tenni. Leginkább a szoftveres javítások sikerében lehet bízni. Amikor a Kepler két lendkereke meghibásodott, nem lehetett hívni a céget, hogy küldjenek már másikat: az űrtávcső több tízmillió kilométerre volt a Földtől. Eddig pontosan egy tudományos célú űrtávcső volt, amihez oda mentek űrhajósok, és megjavították. A Hubble-t viszont eleve úgy építették, hogy több egysége is egyszerűen ki-és beszerelhető legyen: semmi más nem készült ezzel a filozófiával. Mi lett volna, ha nem lehet egyszerűen kihúzni belőle a detektorokat, és betenni a helyükre olyat, ami korrigálja a Hubble hibás tükrét? Valószínűleg már jó ideje az óceán mélyén pihenne. És bár mondhatjuk, hogy a Hubble javítása tudományosan és kulturálisan is megért minden pénzt, valójában egyáltalán nem volt olcsó multság. Egy-egy ilyen küldetés összköltségét, az űrsikló reptetésével, az űrhajósok kiképzésével, és az új műszerek kifejlesztésével együtt nagyságrendileg 1 milliárd dollárra lehet taksálni. Emlékszünk még a számokra néhány bekezdéssel feljebből? Gyakorlatilag szinte az összes meghibásodó űrtávcső instant gazdasági totálkár. Egy földi távcsőnél ehhez képest jön Tibi, rátart a cechammerrel kicsit, aztán lehet is észlelni következő éjjel.

### Fejleszthetőség

Az utolsó pont kapcsolódik az előzőhöz: az űrtávcső, az egy darab Hubble-t leszámítva, pontosan azokkal a műszerekkel fog dolgozni, amit sok-sok évvel korábban megterveztek, majd megépítettek hozzá. Mivel a tervezési fázis után a fejlesztés, építés és tesztelés szinte semmi mozgásteret nem enged meg, mire egy űreszköz feljut az űrbe, a műszi- re már is elavultnak számítanak. A földön ehhez képest ha egy számítógép elavult, lecseréljük; ha egy CCD-csip előregszik, lecseréljük; ha több tárhely kell az adatoknak az archívumban, bővítjük vagy lecserél-

jük. Amikor a Svábhegyi Csillagvizsgáló 60 cm-es távcsövet felállították 90 évvel ezelőtt, elképzelésük sem lehetett róla, hogy a két- ezres években digitális kamera fog dolgozni a fotólemezek helyén. Amikor 1957-ben Franciaországban felszereltek egy új kétméteres távcsövet, az exobolygó szó még nem is létezett. 1995-ben azzal a távcsővel és egy új spektrográffal végezte Michel Mayor és Didier Queloz a méréseket, ami most Nobel-díjat hozott nekik. Űrtávcsöveket meg úgy dobálunk az űrbéli szemétkupacra, mintha nem lenne holnap: többségük nem éri meg akár a tízéves kort sem.

Az, hogy a csillagászat jövője az űrben van, hamis, de legalábbis nagyon leegyszerűsítő érv. Az űrbéli csillagászat egyszerű és kikerülhetetlen, de továbbra is csak rétegműfaj, ami csak akkor működik igazán jól, ha együttműködik a földi távcsövekkel. Számos feladat, például az égbolt folyamatos térképezése autó méretű kamerákkal, több távcsővel végzett interferometriás mérések, a Földhöz hasonló exobolygók kutatása egész laborszobát kitöltő spektrográfokkal, csak a földfelszínről megvalósítható. Szerencsére a SpaceX elkezdett együttműködni az amerikai csillagászokkal, hogy miként csökkenthetnék a Starlink műholdak által visszavert fény mennyiségét, ami jó, de ettől még ott fog mozogni a sok tízezer műhold az égbolton, csak halványabb pontokként.

Bakos Gáspár, a Princetonon dolgozó magyar csillagász, a HATNet exobolygókereső hálózat atyja, petíciót indított annak érdekében, hogy az amerikai FCC hivatal lépjen fel szigorúbban az ilyen tervekkel szemben. A petíció szövege elérhető az MCSE honlapján is ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu), Műholdak tízezei veszélyeztetik égboltunkat). Csatlakozunk a petícióhoz!

Molnár László

*A szerző csillagász, a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont munkatársa.*

*Megjelent: Qubit.hu 2019. december 15.*

## Csillagászati hírek

### Fekete lyuk lehet a kilencedik bolygó?

Az időközben (134340) Pluto névre keresztelt, 1930-as felfedezését követően majd' 70 éven át igazi, kilencedik nagybolygónak tekintett égitest törbebolygóvá minősítését követően sem csökkent az érdeklődés egy „igazi” kilencedik bolygó felfedezése iránt. A különféle modellek továbbra sem zárják ki egy nagy tömegű, a Naptól roppant távolságban keringő égitest jelenlétét.

Sőt a Neptunuszon túl keringő égitestek pályáinak helyzete – pontosabban napközelpontjaik csoportosulása ennek az égitestnek a létezését megerősíteni látszik, ugyanis még napközelpontban is igen távol helyezkednek el a Naptól, így a Neptunusz hatása nem okozhatja ezt a csomósodást. Mindazonáltal az eddigi kutatások és égboltfelmérések nem vezettek eredményre sem optikai, sem infravörös tartományban.

Nemrégiben kutatók egy csoportja újabb elképzelést tett közzé. Az elmélet szerint a Neptunuszon túl keringő nagy tömegű égitest valójában egy kozmosz ősidejéből származó fekete lyuk. A számítások szerint a hatás előidézéséhez az 5–15 földtömegnyi, akár több száz csillagászati egység távolságban keringő égitest szükséges. A megfelelő tömegű fekete lyuk mérete mindössze egy teniszlabdának megfelelő lehet – tekintve pedig, hogy a fekete lyukak semmiféle sugárzást nem bocsátanak ki, egy ilyen objektum detektálása rendkívüli nehézségekbe ütközik. Ugyanakkor az OGLE projekt keretében az égbolton lezajló mikrolencse-események során észlelt gravitációs anomáliák elemzése segíthet a rejtélyes égitest pozíciójának meghatározásában. Az OGLE öt éves működése során összesen hat furcsa mikrolencse-jelenséget detektáltak, amelyek 0,5 és 20 földtömeg közötti égitest jelenlétére utaltak a Tejútrendszer középpontjának irányában. A kutatók szerint ezek a jelek inkább utalhatnak ősi, viszonylag kis töme-

gű fekete lyukak jelenlétére, mint csillag nélküli vándorló bolygókra. Amennyiben pedig ilyen ősi, kis tömegű fekete lyukak valóban nagy számban léteznek, elképzelhető, hogy Napunk is befogott egyet, amely most a Naprendszer peremvidékén keringve pontosan a kilencedik bolygótól várt, megfigyelt hatást okozza – jelenléte pedig némely kutató szerint valószínűbb, mint egy roppant távoli, valódi bolygó.

*Astronomy.com, 2019. október 1. – Mpt*

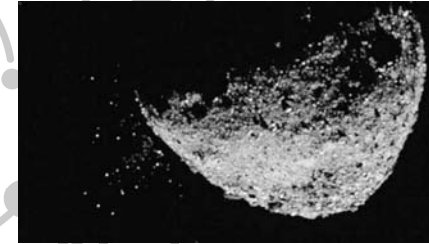
### Továbbra is rejtély a Benu aktivitása

A (101955) Benu egy Földet megközelítő kisbolygó, amelyet az Osiris-REX szonda hosszabb ideje vizsgál. Az eredmények elemzése arra mutat, hogy az aszteroidáról általában centiméteres nagyságrendbe eső törmelék távozik: egyes esetekben akár száz, máskor tucatnyi, néha egyesével. A törmelékdarabok egy része nagy sebességgel távozik, így örökre elhagyja az égitestet, míg mások esetleg több napig tartó keringés után hullanak vissza az égitestre, keringésük során pedig egy törmelékfelhőt alkotnak az égitest körül.

Az aktivitást 2019 januárjában ismerte fel az Osiris-REX kutatócsapat tagja, Carl Hergenrother, az űrszonda által rögzített korábbi felvételek vizsgálata során; ugyanő már a kisbolygó célpontként való jelölésekor, 2005-ben felvetette, hogy az égitest aktív lehet. Ezt feltevést a (3200) Phaethon kisbolygóhoz hasonló megjelenésére alapozták a kutatók, amely napközben több tucat tonna anyagot dob ki magából.

Miután a szakemberek meggyőződtek róla, hogy a részecskék nem jelentenek veszélyt az Osiris-REX szondára, a későbbi megfigyelések során január és február során közel 40 kidobódási eseményt rögzítettek, amelyek során mintegy 70 apró égitest távozott. Az aktivitás a vártan megfelelően a napközelséghez kapcsolható, bár a decemberig tartó

vizsgálatok sem adtak még pontos választ a kidobódások okára és pontos mechanizmusára. A Benu felszínén nem találhatók az üstökösökre jellemző jégmezők, amelyek felolvadása törmelék kidobódást okozhatna, illetve nem mutat üstökösökre jellemző egyéb tulajdonságokat sem. A fennmaradt három modell szerint a kitöréseket az ásványokba zárt vízmolekulák hirtelen felszabadulása okozza, esetleg a kőzetanyag hirtelen repedései, amelyek a folyamatos hőmérséklet-változás, vagy meteoritbecsapódás révén jönnek létre. Mivel a kisbolygó tengelyforgá-



A két képből készült montázon jól megfigyelhető a kisbolygóról kidobódott (a képen balra lent) törmelékanyag (D.S. Lauretta et al./Science 2019)

si periódusa alig 4,3 óra, felszíne intenzív és gyors hőmérsékletváltozásoknak van kitéve 250 és 400 K között, ami a felszín kőzetinek darabolódását segíti elő. A legtöbb anyag kidobódás a megfigyelések szerint a helyi délutáni órákban következik be, ami egybevág azzal a ténnyel, hogy a besugárzott hőnek körülbelül három órára van szüksége a mélyebb rétegekbe való jutáshoz. Ugyanakkor számos hasonló esemény következett be a helyi éjszaka során, sőt, a kisbolygó pályájának naptávolság részén is. Mindazonáltal a japán Hajabusza-2 szonda Ryugu kisbolygóról végzett megfigyelései arra mutatnak, hogy az égitest felszínén az észak-déli irányú repedések a hasonló alakzatok több mint felét képviselik, ami jó összhangban áll egy tengelyforgást végző, jelentős hőingadozásnak kitett égitestre gyakorolt hatások eredményeivel.

Lehetséges, hogy hasonló folyamatok szinte minden, megfelelő pályán mozgó kisbolygó esetében megfigyelhetőek, csupán eddig

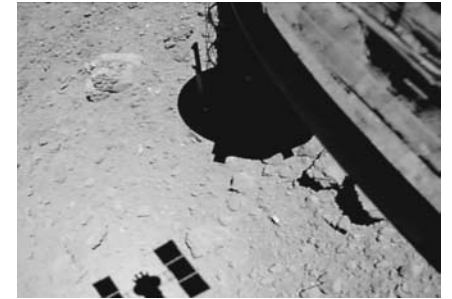
mindössze ezt a két égitestet vizsgálták meg űrszondák közelről és viszonylag hosszabb időn keresztül.

*Sky and Telescope, 2019. december 5.*

– Molnár Péter

### Hazafelé tart a Hajabusza-2

A 2005-ben a (25143) Itokawa kisbolygót vizsgáló sikeres japán Hajabusza szonda után 2014. december 3-án indult a H-IIA hordozórakétán a Hajabusza-2 a Tanegaszima Űrközpontból. A 2015 decemberében elvégzett hintamanőver után 2018. júniusában ért célpontjához, az Itokawánál valamivel nagyobb, közel gyémántkristály alakú (101955) Benu aszteroidához. 2018. szeptember 21-én kibocsátotta 1A (HIBOU) és 1B (OWL) nevű roverekeket, amelyek a német MASCOT roverrel együtt sikeres leszállást hajtottak végre, bár a német eszköz mindössze 17 óráig működött. A MINERVA II-2 rover kibocsátása azonban korábban sikertelen volt.



A Hajabusza-2 és a kisbolygóra vetett árnyéka közvetlenül a mintavételezési manőver után

2019. február 19-én a szonda rövid ideig érintette a kisbolygó felszínét, illetve egy tantárból készült lövedék csapódott be az aszteroidába. A kidobódott anyagot a szonda speciális eszközei gyűjtötték össze, egyúttal számos, fényvisszaverő, célzást segítő objektumot helyeztett el a felszínen. 2019. április 5-én robbanótöltetet juttattak a felszínre, majd a második, mintavétel céljából végrehajtott közelítés során július 11-én mintát gyűjtött a keletkezett kráterből kidobódott

anyagból. A mintavételek az adatok szerint tökéletesen sikerültek, de a begyűjtött anyag mennyisége egyelőre kérdéses.

A szonda november 13-án kapcsolta be hajtóműveit és indult vissza a Föld felé. A szonda 9,2 km/s-os sebességével 13 hónap alatt ér a Föld közelébe. 2020 decemberében várható érkezése során egy 40 cm átmérőjű, a mintákat tartalmazó kapszulát bocsát majd ki, amelyet az ausztráliai Woomera Tesztbázis területén terveznek begyűjteni. Az űrszonda ezt követően Nap körüli pályán marad. Mivel valószínűleg megfelelő mennyiségű xenon üzemanyaga maradt, az egyelőre nem hivatalos tervek szerint meglátogathatja a 2001 WR1 jelű kisbolygót is 2023 júniusában.

*Sky and Telescope, 2019. november 15. – Mpt*

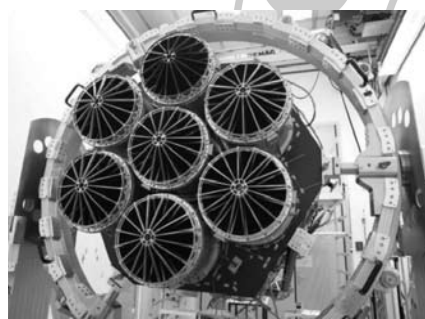
### Új röntgenszemek az égen: eROSITA

2019. július 13-án egy Proton hordozórakétával bocsátották fel az orosz Szpektr-RG műholdat, melynek fedélzetén két új, röntgentartományban működő műszer kezd meg hamarosan a megfigyeléseket: a német eROSITA (extended Roentgen Survey with an Imaging Telescope Array) és az orosz ART-XC.

Az eROSITA műszert a Max Planck Intézetben, Peter Predehl vezetésével fejlesztették ki. Működési elve hasonló az egykori ROSAT, vagy az XMM-Newton röntgentávcsövek esetében alkalmazotthoz. A röntgensugarakat nagyon nehéz fókuszálni, mivel azok egyszerűen áthatolnak az anyagon, és csak abban az esetben lehet őket eltéríteni, ha a visszaverő, parabola formájú, speciális anyagú felületre történő beesési szög kisebb mint egy fok. Az eROSITA esetében 54 darab hosszú, egymás után elhelyezkedő, arannyal bevont, matrjoska-baba módjára egymásba épített tükröfelület fókuszálja a röntgensugarakat. A fedélzetén 7 db ilyen, egyenként 36 cm átmérőjű optika van, mert csak így biztosítható elegendő tükröfelület a megfelelő mennyiségű röntgensugárzás összegyűjtéséhez. A többtükrös megoldás különösen nagy technológiai feladatot jelentett, mert az egyes tükrök egyenként

kis hibái összeadódtak. A röntgenkamerák  $-90$  °C-ra hűtve fognak működni.

Többször változott az elképzelés a távcső alkalmazási helyével és felbocsátásával kapcsolatban. Eredetileg alacsony földközeli pályára helyezték volna, később a Föld-Nap rendszer  $L_2$  Lagrange pontjára esett a választás, amely a Földtől mintegy 1,5 millió km távolságban van. Az első tervek alapján egy orosz Szojuz, a későbbi elképzelések szerint pedig egy ukrán Zenit hordozórakéta segítségével került volna sor a felbocsátásra. A krími események után végül az orosz Proton rakéta mellett döntöttek.



Az eROSITA hét egyedi röntgenteleszkópja

Három hónapra volt szükség az  $L_2$  pont eléréséhez. A jelenleg tartó tesztidőszak sikeres befejezését követően lépésről lépésre megkezdődhet az üzemzerű működés. A tervek szerint a távcső többször feltérképezi a teljes égboltot röntgenforrások után kutatva. A tudósok reményei szerint nagyjából 100 000, egyenként néhány száz, vagy ezer galaxisból álló galaxishalmaz megfigyelésére kerül sor. A galaxishalmazok röntgentartományban való megfigyelése révén a csillagászok szeretnék többet megtudni az Univerzumot egyre gyorsuló ütemben szétfeszítő rejtélyes sötét energiáról. A galaxishalmazok tömegéből, számából és távolságából következtetni lehet az Univerzum történetének egyes szakaszaiban tapasztalható tágulás ütemére, ami segíthet közelebb jutni a gyorsuló expanzió megértéséhez.

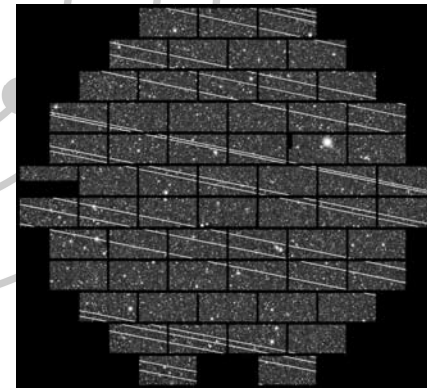
Az együttműködésnek azonban ára van. A távcső célba juttatásáért cserébe az égbolt

egyik felén mért adatok az oroszoké lesznek, a másik fele marad a németeké. Remélhetőleg ez az égi „vasfüggöny” könnyen átjárható lesz, így a teljes égbolt feltérképezése legalább négy évig tart.

*Sterne und Weltraum 2019/10. – Jlo*

### Újabb állásfoglalás a Starlink-műholdakkal kapcsolatban

Az AURA (Association of Universities for Research in Astronomy) számos földfelszíni optikai és infravörös távcső üzemeltetését, tervezését, kivitelezését végzi. Legutóbbi közleményükben a nagy számban felbocsátott (és még nagyobb tömegben felbocsátandó) műholdak csillagászati kutatásra gyakorolt káros hatásaira hívják fel a figyelmet.



A Cerro Tololo-i Inter-American Observatory (CTIO) Blanco nevű 4 méteres távcsövével készült mintegy 5 és fél perces expozíciós felvételen legalább 19 Starlink-műholdnyom látható (NSF/AURA/CTIO/DELVE)

Ezek az igen sok tagból álló műholdrendszerek jelentősen rontják a földi megfigyelések minőségét, csökkentik a rendelkezésre álló megfigyelési időt, vagy akár teljesen meg is gátolhatnak bizonyos fajta észleléseket. Az AURA felügyelete alatt épülő LSST (Large Synoptic Survey Telescope, Chile) a tervek szerint az égbolt nagy látómezőjű fotografikus felmérését fogja végezni 2022-től. A felvételek folyamatos készítése folytán lényegében első alkalommal állít majd elő az egész, adott helyről megfigyelhető

égboltról egy mozgóképet, amivel mind térben, mind időben új távlatokat nyit. Félő ugyanakkor, hogy az LSST elkészültének idejére a sötét égbolt egy része elvesz az alacsony Föld körüli pályán keringő műholdak következtében.

A szimulációk szerint a teljes Starlink-flotta felbocsátása után gyakorlatilag minden, két órával a napnyugtát követően vagy a napkeltét megelőzően készült felvételen megjelenik legalább egy zavaró műholdnyom. A nyári időszakban a műholdak a szűrületi észlelési idő mintegy 40%-ára jelentenek majd zavaró hatást, a helyzet csak a téli időszakban lehet kedvezőbb. Az igen halvány objektumok megörökítésére tervezett detektorok pixeleit még a csillagászati szűrületet követő időszakban is könnyen telítésbe viheti egy-egy áthaladó műhold nyoma, ami a detektoron a nyom környezetén levő objektumok megfigyelését teszi lehetetlenné. Az optikai elemeken fellépő becsillanás pedig akár a teljes felvételt használhatatlanná teheti.

Különösen rossz hatással lehet ez a földszőlő kisbolygók detektálására, mivel ezeket általában a szűrületi időszakban sikerül észlelni. A műholdak által okozott nyomok a sötét anyaggal kapcsolatos kutatásokat is meglehetősen hátráltatják majd a nyom közelében jelentkező telítődés miatt. A teljes Starlink-hálózat felbocsátása után pedig az éjszaka bármely pillanatában több mint 200 alacsony pályán keringő műhold fénye és nyoma zavarná a megfigyeléseket. Számuk pedig csak tovább emelkedhetne a konkurens és hasonló célú, rendkívül nagy számú holdat magukban foglaló hálózatok felbocsátása esetén. A negatív hatások természetesen nem csak az LSST esetén jelentkeznek, de gyakorlatilag minden földi távcsövet, látómezőtől, expozíciós időtől, érzékenységtől és az adatfeldolgozás módjától függő mértékben érintenek.

Az AURA elismeri a tervezett műholdhálózat által nyújtott pótolhatatlan előnyt az egész világra kiterjedő internet-összeköttetés megvalósítása terén. Azonban a történelem tanúsága szerint az űreszközök

korában is jelentős felfedezések születtek földi távcsövekkel, így az AURA és a hozzá szorosan kapcsolódó közösség célja együttműködés szorgalmazása a műholdakat kibocsátó cégekkel annak érdekében, hogy a hasznos célt szolgáló holdak minél kevesebb zavart és akadályt jelentsenek a tudományos kutatás számára.

Hasonló állásfoglalást adott közre néhány hónappal ezelőtt a Nemzetközi Csillagászati Unió is.

*Aura-astronomy.org, 2019. november – Mpt*

### A LED-világítás jótékony hatása Tucsonban

Az Egyesült Államok délnyugati részén, Arizonában fekvő Tucson városa sok szempontból az elsők között van a fényszennyezés elleni küzdelemben. A városban már 2012-ben törvényt hoztak a működtethető világítótestek kapcsán (szigorú előírások a fényforrások megfelelő árnyékolással való ellátására, illetve maximális fényerősségére nézve), különös tekintettel a természetes élőhelyek, illetve a csillagászati észlelőhelyek közelében (amelyekből a város közelében jelentős számú található). 2016-ban Daryl Cole (a város közlekedésért felelős tisztviselője) és Christian Monrad (az IDA képviselője) vezetésével nagy léptékű tervet készítettek a város mintegy 20 ezer utcai,

hagyományos nátriumlámpás fényforrásának energiatakarékos, vezérelhető LED-es fényforrásokkal való felváltására. A 2016 februárjában elfogadott tervnek megfelelő átalakítások 2018-ban készültek el. A munka során összesen 19561 világítótestet cseréltek ki 3000 K-es színhőmérsékletű LED-ekkel működő, korszerű eszközökre.

Az átalakítás pusztán pénzügyi szempontból is teljes sikerként könyvelhető el. A 8 helyett 25 éves várható élettartam mellett a LED-es fényforrások havi mintegy 180 ezer dolláros energiamegtakarítást (mintegy 54 millió forint) eredményeznek. A szabályozhatóságnak köszönhetően a közvilágítás az esti szürkülettől éjfélig 90%-os teljesítménnyel működik, éjféltől napkeltéig pedig 60%-os teljesítménnyel, ami további megtakarítást és fénycsökkenést eredményez.

A fényszennyezést vizsgálva is hasonlóan jó eredményeket hozott a korszerűsítés. Az éves kibocsátott fény mennyiség 481 millió lumenről 181 millió lumenre csökkent a korai éjszakai órákban, az éjféli utáni még takarékosabb üzemmóddal pedig összesen 134 millió lumenre, ami 72 százalékos csökkenésnek felel meg. A közvilágítás csökkenése rendkívül jó hatással van az élővilágra, elsősorban pedig az éjszakai életet élő állatokra is. A közterületeken a fénycsökkenés mintegy 63%-os, a kibocsátott kék fény egy-

harmada megszűnt, összességében a város fényszennyezése 7%-kal csökkent.

A Tucson város közvilágításának korszerűsítése során szerzett tapasztalatok és az alkalmazott módszerek világban a világon bárhol felhasználhatók, jelentős költségcsökkenést eredményezve és nem kevésbé jelentősen hozzájárulva fontos az éjszakai égbolt állapotának javításához.

*Darksky.org, 2019. november 14. – Mpt*

### Hollandia visszaszerezné a csillagos eget

A hideg, barátságtalan tél elviselését jelentősen nehezíti a természetes napfény hiánya – talán ezért is van, hogy Hollandia Európa leginkább kivilágított országa. Azonban jelenleg jelentős kampány folyik annak érdekében, hogy a nagyvállalatok, kormányzatok kapcsolják le a szükségtelen világítást annak érdekében, hogy a polgárok ismét élvezhessék a sötétség és a csillagos égbolt csodáit.

A múlt évben október 26-ára esett az Éjszakák éjszakája elnevezésű rendezvény, amelynek során a vállalatok és az önkormányzatok lekapcsolják a világítást, az emberek összegyűlnek a városokban és a természetben, hogy megízleljék a mesterséges fény hiányát. A rendezvény némiképpen hasonlít a márciusi Föld órája rendezvényéhez, amelynek során egy órára kapcsolják le a világításokat, azonban míg ez utóbbi célja csupán a figyelemfelkeltés, a környezettudatosság terjesztése, az Éjszakák éjszakájával a szervezők a megvilágítással kapcsolatos kialakult szokásokat szeretnék megváltoztatni. Mintegy 45 ezren vettek részt 550 különféle kapcsolódó rendezvényen: éjszakai sétákban az erdőben, csillagászati bemutatókon, gyertyafény mellett rendezett vacsorákon. Ugyanakkor a szervezet egész évben ad tanácsokat az érdeklődő szervezeteknek a mesterséges fény csökkentése, akár teljes lekapcsolása érdekében. Mottójuk: legyen sötét, ahol lehetséges, és legyen fény, ahol szükséges.

Amikor egy cég első alkalommal kapcsolja le az éjszakai világítást, a vezetők sokszor

elgondolkodnak: vajon tényleg szükség van az egész éjszakai kivilágításra, ráadásul a szokott mértékben? Ezt követően jó esetben a kivilágítás minél gyakoribb, havi, heti kikapcsolása következik. Jó példa erre az Interbest, amely Hollandia legnagyobb, hirdetőtáblákkal foglalkozó vállalkozása. Felmérésük azt az eredményt hozta, hogy a kihelyezett hirdetőtáblák mellett az autópályák mellett az autópályák mellett az éjszaka, így sorra elkezdték lekapcsolni ezek megvilágítását hajnali 1 és 5 óra között. Az illetékes kormányhivatal pedig megkezdte azon autópályaszakaszok kivilágításának lekapcsolását, amelyeken a megadott időszakban óránként ötvennél kevesebb autó halad át, továbbá a ritkán használt bicikliút-szakaszok világításának csökkentését.

Mindezek az intézkedések és események egy évszázad óta tartó, folyamatos megvilágítás-növekedési trend megfordulását jelentik. Ezen intézkedések, valamint a szabályozható, okoseszközökkel vezérelt lámpatestek használata meg is hozta a várt eredményt: műholdas adatok szerint 2013 és 2018 között az ország számos tartománya vált sötétebbé. A Hollandia déli részén lévő Middelburg városában egyre gyakrabban kapcsolják ki az utcai világítást, az éttermek reklámként gyertyafényt alkalmaznak, a boltok pedig nem használnak kivilágított hirdetőtáblákat. Az eredmény nem marad el: a lakosok sokkal többször pillanthatják meg a Tejutat, ami egyre ritkább városi látványosság.

Szomorú tény, hogy a világ népességének nagy része már fényszennyezett környezetben él. Az amerikai lakosság 80%, az európai lakosság 60%-ának már elérhetetlen látvány a Tejút lakóhelyéről. A műholdadatok szerint is az égbolt továbbra is fényesedik: 2012 és 2016 között 2,2%-kal nőtt a mesterséges fényrel megvilágított terület aránya, ugyanakkor a már megvilágított részek (pl. belvárosok) fényessége évenként szintén 2,2%-kal emelkedett. Sajnálatos módon néha éppen a LED-világításra való áttérés okoz nem várt hatásokat: az energiatakarékos, tehát olcsóbban üzemelő világítás mellett nem



Tucson városának környezetbarát világítása. Figyeljük meg a jól irányzott világítást, valamint a sötét égboltot (Bettymaya Foott)

gond akár egész éjszakára is felkapcsolva hagyni ezeket a világítótesteket.

A Nacht van de Nacht esemény nagykövete Hollandia legismertebb úrhajója, Andre Kuipers volt. Felkérése jelzi az esemény fontosságát, melynek célja a nagyközönség figyelmének felhívása a sötétség szükségességére. Nemcsak a fák (pl. kutatások bizonyítják, hogy a városi fák rövidebb ideig élnek, mint az erdőben levők), növények, rovarok igénylik – az emberhez hasonlóan – életciklusukhoz a sötétséget, de madarak ezrei pusztulnak el évente az épületek mesterséges kivilágítása következtében.

A fény és annak hiánya különféle hormonok termelődését befolyásolják, melyek az emberi élet ciklusaira is hatással vannak. A túlzott éjszakai megvilágítás akár termékenységi problémákat okozhat, elhízásra hajlamosíthat, a kék komponens pedig a melatonin hormon termelésének megzavarása miatt okoz alvásproblémákat, ami egyes kutatások szerint a mell- és a prosztatarák kockázatát is emeli. Több cég védekezik azzal, hogy az éjszakai megvilágítás biztonsági okokból nélkülözhetetlen. Ugyanakkor a kutatások azt mutatják, hogy a mozgásérzékelőkkel aktivált helyi világítás hatékonyabb, egyben költségkímélőbb megoldás is.

Citylab.com, 2019. november 18. – Mpt



A Szlovák Nemzeti Bank által kibocsátandó Hell Miksa-émlékérem Karol Ličko tervezte

### Hell Miksa-émlékérem

2019 februárjában a Szlovák Nemzeti Bank nyilvános pályázatot hirdetett egy gyűjtőknek szánt, 10 euró névértékű, Hell Miksa (1720–1792) születésének 300. évfordulójára megjelentetendő emlékérem tervezésére. Összesen 11 pályamű érkezett tíz művésztől. A Szlovák Nemzeti Bank célra felállított bizottsága értékelte a pályaműveket, mely bizottság tagja volt többek között Tomáš Dobrovodský (a Hell Miksa Regionális Csillagvizsgáló és Planetárium, Garamszentkereszt) igazgatója.

A döntés értelmében az első díjat Karol Ličko pályázata nyerte el magas művészi színvonala és a téma kiváló ábrázolása miatt. A sarkkörü expedícióra (ahonnan a nevezetes Vénusz-átvonulást valóban megfigyelte) megfelelő ruházatban ábrázolt Hell az érmén az égboltot vizsgálja, míg a hátoldalon látható portré igen részletesen kidolgozott. A második helyezett Ivan Řehák munkája lett, melyen a Vénusz bolygó ábrázolása is megjelenik, a hátoldalon pedig a csillagászról elnevezett (3727) Hell kisbolygót szimbolizáló motívum kapott helyet. Peter Valach harmadik helyezett munkája esetében a kiegyensúlyozott művészi megoldást emelte ki. Az ezüstből készült gyűjtői érmét 2020 májusában bocsátja ki a bank.

nbs.sk (Szlovák Nemzeti Bank) – Mpt



## A hónap képe: a Buborék-köd

„Ezt a csodálatos világot meg akarom mutatni mindenkinek!” – Ehhez hasonló gondolatokat fogalmaztam meg 2005 tavaszán, amikor hetedikes fiúként az első távcsöves élményeimet szereztem.

2014-től a Rózsakerti Demjén István Református Általános Iskola és Gimnázium pedagógusaként dolgozom. Az intézményben 2015 őszén elindítottam egy csillagászati szakkört. A szakkör hatására újra napirendre került a gyermekkori álmom megvalósítása. 2016-ban tükörreflexes fényképezőgépet szereztem be, majd egy évvel később komolyabb asztrofotózásra is alkalmas felszerelést vásároltam. Az első képeim egyikét 2017-ben a Greenwichi Királyi Obszervatórium által kiírt Insight Astronomy Photographer of the Year versenyen az újonc kategóriában a legjobbak közé válogatták. Ez a nem várt nemzetközi eredmény arra sarkalt, hogy átgondoljam az asztrofotós tevékenységemet. Szerettem a mélyég-objektumok világát és az üstökösöket is. Robottávcsöves képeket is készítek. Sajnos csak hétfévente vagy tanítási szünetekben tudok a saját eszközeimmel fényképezni, ezért egy-egy csillagászati jelenséget így örökítek meg – emellett a képfeldolgozási technikám is javul.

Az elmúlt években igyekeztem fejleszteni a műszereimen, de saját erőből nem nagyon tudtam jobb eszközökhöz jutni. Képeimmel 2018-tól kezdődően hat egyéni és négy csoportos kiállításon lehetett találkozni, emellett weboldalt is működtetek, ahol a képekről bővebb leírást teszek közzé, ezzel erősítve az ismeretterjesztést. Múlt év őszén elnyertem a Nemzet Fialat Tehetségeiért Ösztöndíjat, amit egy apokromát beszerzésére fordítottam.

Októberben remek asztrofotós kondíciók fogadtak az őszi szünet idején. Ezt kihasználva a 200/800 mm-es Newton-távcsövemet a Cassiopeia ékessége, a Buborék-köd (NGC

7635) és a Messier 52 párosa felé fordítottam. Nyáron nem igazán tudtam mélyég-felvételt készíteni, ezért különösen vártam, hogy legyen egy nagy projekt. Sajnos másfél órányi anyagot ki kellett dobni a párosodás miatt, de így is több mint kilenc óra fotongyűjtését tudtam a végső kép összeadásánál felhasználni. A látómezőt úgy forgattam, hogy esztétikusan helyezkedjen el a két mélyég-objektum. A felvételt a vörös színű 10 magnitúdó összfényességű NGC 7635 emissziós köd uralja, benne a Buborék-köddel, amelynek központjában a Napunknál körülbelül negyvenszer nagyobb tömegű szuperóriás található. Az óriás csillagszele hihetetlen erővel fújja szét a körülötte található anyagot, ami részben a csillag által kidobott anyag. A felvétel másik domináns objektuma az M52. Ez a kb. kétszáz csillagot tartalmazó 5 magnitúdós nyílthalmaz a számítások szerint 4600 fényévre található tőlünk. A kép jobb alsó sarkában a V628 Cas változócsillag látható.

Az objektumokról és a képről bővebb leírást a weboldalamon közöltem (www.lionelmajzik.com)

2020 január 24-én (péntek) 18 órakor a XXII. kerületi Klauzál Gábor Budafok-Tétényi Művelődési Központ aulájában nyílik meg legújabb egyéni kiállításom. Sok szeretettel várunk minden kedves csillagászat és asztrofotózás iránt érdeklődőt! A képek 2020. február 17-ig tekinthetők meg.

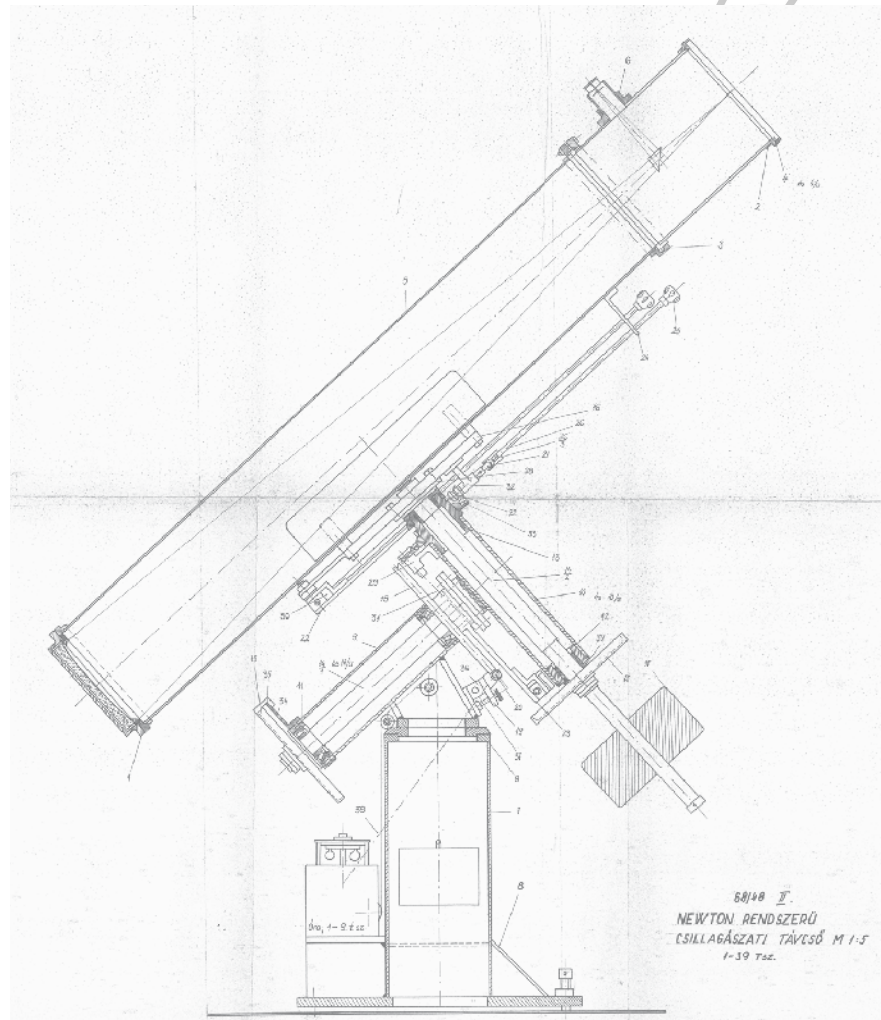
A Tápióbcskén, 2019. október 25–27. között készült kép technikai adatai: Canon EOS 1300D (átalakított), 111x300 s, össz expozíciós idő: 9,25 óra. Egyedi építésű 200/800 mm-es Newton-asztrógráf karbon tubusban, Sky-Watcher EQ6-R Pro GoTo, Sky-Watcher f/4 kómakorrektor, Lacerta Off-Axis guider, Lacerta MGEN-II standalone autoguider. Feldolgozás: Astro Pixel Processor, PixInsight, Adobe PS, LR.

Majzik Lionel

## Távcsőépítő múlt és jelen

Az ötvenedik évfolyam kapcsán visszatekintés gyanánt a múlt és jelen távcsőépítésével foglalkozunk egy kicsit. Messzire kell visszatekintenünk, és akár dicsekedhetünk is azzal, hogy elég mozgalmas múltunk van ezen a téren is. A távcsőépítés minden

korszakban része a szervezett csillagászati életnek. Valószínűleg valamekkora mértékben ez mindig így is marad, művelői pedig külön „kasztot” alkotnak, hiszen ki nem apadó témaforrás maga a távcsőépítés. Elég öröndetes, hogy a közösség azon többsége,



amely sosem gondolkodott komolyan egyetlen kisebb-nagyobb kiegészítő előállításán sem, többnyire élénk érdeklődést mutat a házi fúró-faragó munka sokszor igen egzotikusra sikerült eredményei iránt. Ezt a nyári táborok alkalmával is tetten lehet érni, és a Meteor hasábjain megjelenő ilyen témájú írások többsége jó visszajelzéseket kap, annak ellenére, hogy valódi virágkorát kb. 50 éve élte a hazai (és a külföldi) távcsőépítés. Mára azonban világszerte visszaszorult



Debreczeni István néhai amatőr társunk mindig nagyban gondolkodott, és híres volt igen precíz munkáiról, ami a Hobbym: a csillagos ég c. filmből is kitént. A képen ember magasságú mechanikájának tubushoz csatlakozó felülete látható. Az acélból készült szerkezet mindenütt precíz gépi megmunkálást kapott, de ilyen mértékben már nem is igen lehet másban gondolkodni

ez a tevékenység, de hogy kevés távcsőépítő lenne, az inkább a negyven évvel ezelőtti állapotokhoz képest igaz. A hazai távcsőépítők pl. sokkal többen vannak jelenleg is, mint elsőre gondolnánk, de sokan közülük saját döntésük nyomán egyszerűen nincsenek „szem előtt”. A távcsőépítés népszerűsítőjeként persze örülhetnénk, ha ez a tevékenység ismét tömegmozgalommá fejlődne, azonban ennek ma már alighanem leküzdhetetlen akadályai vannak.

A budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgálóban jó néhány nagy bemutató távcső is készült, többnyire 30 cm-es méretben. A szemközti oldalon Orgoványi János összeállítási rajzát mutatjuk be. Orgoványi névéhez fűződik a hazai nagy távcső-telepitések nagy része, és egyéb urániai gyártmányok is

Az 1940-es években indult Sky and Telescope igazi lendületet adott a tengeren túlon a távcsőépítésnek, és 40–50 éven át szinte kizárólag komoly szakmai tartalmakat közölt az ilyen tevékenységet űző amatőrök számára. Az ötvenes évektől sorra jelentek a máig is legjobbnak tartott, főleg optikai tartalmú könyvek is. Itthon a távcső világa, valamint Kulin György kis füzetekeskei jelentették az egyetlen magyarul elérhető irodalmat, de annak ellenére, hogy rendelkezésre álltak a nyugati lapok is, nemigen volt belőlük átvett tartalom.

A távcsőkészítés fellegvára az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló műhelye volt, szakmai segítséget is leginkább onnan remélhettünk. Volt azonban egy lényeges különbség a mostani időkhöz képest! A még többnyire emberi erőforrásokkal, manufaktúrához hasonlóan működő kisebb-nagyobb üzemünk legtöbbszörében a TMK műhely is elég jól felszereltnek számított, a szakembergárda néhány tagja pedig rendszerint könnyen megnyerhető volt az ügynek, és a vállalatok nem ritkán hajlandóságot is mutattak arra, hogy ezt egy-egy helyi szakör kiaknázhassa.

A kilencvenes évek rohamos automatizációjával, valamint számtalan vállalatunk megszűnésével azonban jórészt megszűnt a távcsőépítők „műhelybázisa” is. Manapság már gyakran előfordul, hogy nagyobb üzemek is több tíz kilométerről rendelik meg azokat a kisebb-nagyobb munkákat, amelyek a működésükhöz olykor szükségesek, és nem tartanak fenn külön műhelyt berendezéseik teljes körű javítására. Kis túlzással azt is mondhatjuk, hogy egy egyetemes csúcseszterga manapság már ritka, mint a fehér holló, és az azt megfelelő színvonalon kezelni tudó szakember is egyre kevesebb. A mostanság elterjedt számítógévezérelt gépek természetesen minden feladat elvégzésére alkalmasak lennének, de nem egyedi darabok előállítására készülnek, és ennek megfelelően a mi céljainkra gazdaságtalanok.

Mondhatnánk, hogy a mai piaci helyzetben nincs is szükség távcsőépítésre, mert a tömegtermeléssel a távcső túlkínálat is

megjelent, és még hazai pénztárcával is megfizethető áron juthatunk szinte minden alapfelszereléshez, sokszor nagyon tetszetős kivitelben. Borsosabb árúak inkább csak a hosszabb expozíciós idejű fotózáshoz szükséges fejlesztéseknek van. Rég túléltünk tehát azon a korszakon, amikor azért kellett építeni, mert másképpen nem lehetett beszerezni ahított optikai alkalmatosságunkat.

Egyesekben ma is felmerül hogy a távcsőre ne csak mint az ég fürkészesének eszközére tekintsünk. Megfoghatatlan többletélmény az, amit saját építésű műszerünk az amúgy is élménydús égi barangolásokhoz hozzáad.

Mit tehet a mai távcsőépítő? Ha semmit nem mérlegelünk, akkor mondhatjuk, hogy ugyanazt, mint ötven éve. De számítani kell rá, hogy a hajdan sokszor üzemi támogatásként, vagy baráti ajándékként rendelkezésünkre bocsátott alapanyag, vagy munka ma már csak kivételes esetben kapható meg ugyanígy. Végző soron biztosan találunk néhány tíz kilométeren belül egy kisebb vállalkozást, amely képes elkészíteni pár megálmodott alkatrészünket, ám nem biztos, hogy ez anyagilag is kifizetődő lesz az általános túlkínálattal szemben. Pont emiatt is született meg annak idején a Dobson-mechanika, és általában minden olyan megoldás is, ami szerény felszereltséggel, kevés pénzből, nagy elszántsággal átlagos ügyességgel is elkészíthető.

A szinte minden árucikk esetén fennálló „marketingtorzítás” ismét gondolkodásra késztet, ugyanis abban a korban élünk, amikor a csomagolás ára gyakran vetekszik magával az áruval, illetve a külsőny gyakran fontosabb, mint a funkció. Ez sokat árnyal az olcsó-drága viszonyon, ám anyagi lehetőségeink ettől még jól behatároltak maradnak. A távcső egy sokszor mostoha körülmények között dolgozó műszer, és akkor marad velünk, ha hosszabb távon is jól használhatónak találjuk. Vajon válasszunk egyet a boltban, vagy inkább olyat készítünk, amelyet szeretnénk? Folytathatnánk a kérdéseket, de válaszokra könnyen rálelünk, ha megnézzük napjaink „távcsőfelhazatalát”.

Rögtön meg is állapíthatjuk, hogy egy nagyobb rendezvényen található műszerek kilencven százaléka gyárból kikerült darab, és körülbelül harmaduk-negyedük viseli neves cégek logóját, amelyek persze az átlagnál drágábbak is. Harminc-negyven éve még ennek a helyzetnek a fordítottja volt inkább jellemző, Elég, ha Hobbym: a csillagos ég c. filmre gondolunk. Aki még nem látta, érdemes megnézni, mert obszervatóriumi összetettségű és igazi minimál konstrukciójú távcső egyaránt szerepelnek benne.



A Meteor indulásának időszakában a távcsőépítők egyik „ellátóhelye” volt a Tanért Uránia Boltja (Lenin körút 96.), ahol optikákat, csiszolóport, és alkalmanként gyári távcsöveket is lehetett vásárolni (fotó: Budapest Főváros Levéltára/Forstepan)

A távcsőépítés azonban ma is jelen van! Van, aki a meglévón alakít egy kicsit, van, aki másik alkatrészeket szerel be, vagy egész részegységeket cserél ki, igyekszik komfortosabbá, jobbá tenni a szolid áron beszerzett műszerét. Elég megnézni a távcsőboltok kínálatát, ahol külön átalakító/javító készletek is fellelhetők a barkácsoló kedvű, de alapvetően „nem távcsőépítő” amatőröknek. Erre vonatkozóan nem végeztem felmérést, de kisebb-nagyobb átalakítás akár a műszerek 20 százalékát is érintheti. Mondhatni, hogy manapság a távcső-átépítők száma a legnagyobb, legyen akár szó elektronikus, akár mechanikus „frissítésről”.

A teljes egészében épített instrumentumok kb. a felhazatal tíz százalékát alkotják, és ennek legfeljebb felét az optikailag is egyedi példányok. A mechanikai kivitelezés komoly eszköz- és tudásigénye ellenére is van néhány egyedi szerkezet, és ezek szinte kivétel nélkül a lehető legprecízebb módon készülnek, általában nagyon magas műszaki színvonalon. Általánosságban elmondható, hogy aki manapság ilyen nagy munkába fog, az nagyrészt az elérhető maximumot célozza minden szempontból, optikailag is. Vagyis akik az építés mellett döntenek,

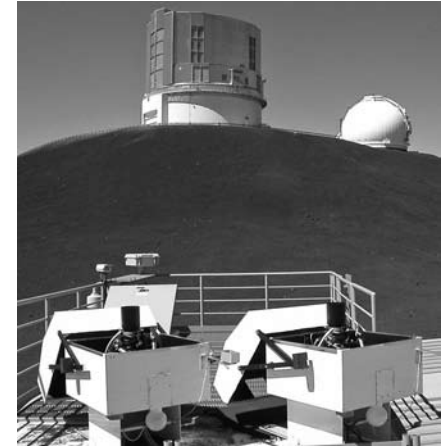


Napjaink egyik közismert „távcsőellátója” a Budapesti Távcső Centrum a Városmajor utcában. A vállalkozás már több mint egy évtizede szolgálja ki az érdeklődők igényeit. Vásárláskor az MCSE-tagok kedvezményt is kaphatnak (fotó: Google Street View)

azokat az alkotási vágy, és a remélt kitűnő végeredmény egyformán motiválja.

A Bakos Gáspár kezdeményezésére született HATNet program nemzetközileg is jelentős állomása a kutatóeszközök fejlesztésének és a távcsőépítés témaköréből sem hagyható ki. A HATNet, azaz Hungarian Automated Telescope Network (Magyar Automatikus Távcsőhálózat) kis, 11 cm átmérőjű távcsövekből álló hálózat, amellyel eredetileg fényes változócsillagok automatikus fényességmérését tervezték. A távcsövek legfontosabb eredménye azonban új exobolygórendszerek felfedezése lett. A hálózat létrehozója Bakos Gáspár, de mel-

lette számos magyar csillagász és mérnök is dolgozik a programban, amelyben mindmáig több mint 130 exobolygórendszert fedeztek fel. (A HATNet-ről hamarosan hosszabb cikket közlünk – a szerk.) A jó példákat természetesen hosszan lehetne sorolni.



A HATNet két távcsőegysége a Mauna Kea Obszervatóriumában. A háttérben a japán Subaru óriástávcső épülete (középen), illetve az egyik Keck-kupola (jobbra). Bakos Gáspár felvétele

Az optika készítése – főleg a tüköré, de a világon van jó néhány lencsekészítő is – közel sem követel olyan komoly műszaki háttérrel, mint akár egy óragépes mechanikáé, mert úgyszólván minden háztartásban keresztülvihető feladat. Mégis egészen kevesen vágnak bele, pedig jelenleg nincs olyan gyártó, amelynek a termékével ne vehetnénk fel a versenyt. Feltéve persze, hogy a megfelelő mennyiségű időt és energiát már beleölték valaki az üveg nem túl könnyű „koprtásába”.

Ehhez még hozzátartozik, hogy egyes egzotikus rendszerek, vagy extrém nagy nyílászárú főtükrök kereskedelmi forgalomból be sem szerezhetők, míg az alkotó szabadságát semmi nem korlátozza, ha ilyen kísérletekbe fog. A tükrökészítés másik hozadéka, hogy az optikai tudásanyag szükség szerűen kibővül, és idővel már kizárólag a valóban fontos dolgok fogják lekötöni az

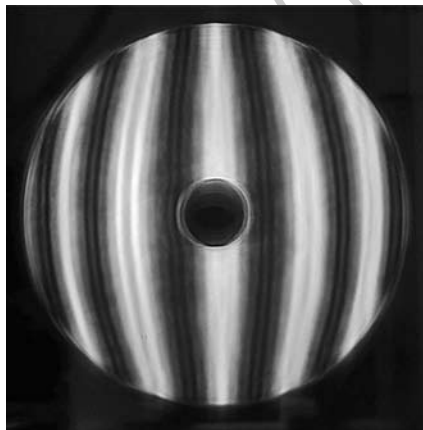
üveggel már sokadjára „birkózó” amatőr figyelmét. Miközben valaki igyekszik az ember által létrehozható legpontosabb felület kialakítani, meg kell tudnia állapítani, hogy hol és mennyi eltérés van még, miközben tapasztalja, hogy ezek milyen mértékű és jellegű hatással vannak a leképezésre. Ez egy elég hosszú és fárasztó folyamat sok buktatóval, de aki keresztülvergődik rajta, az észre sem veszi, hogy látásmódja közben mennyit változik. Ebben az esetben még az anyagi megfontolások is mellénk állhatnak, ugyanis egy nagyobb átmérőjű és fényerős, közel tökéletes optika egyáltalán nem olcsó. Igaz, a sorozatgyártott termékek is sokat fejlődtek az utóbbi években, legalábbis nem annyira szór már a minőség az egyes példányok között.

A házi optikakészítés csekély anyagi áldozatot, de annál több tanulást és befektetett munkát követel, amely gyömoölcsözni csak bizonyos mennyiségű gyakorlat után fog. Ez alatt azt érthetjük, hogy a befektetett idő és energia a gyakorlattal rohamosan csökken, akár felére-harmadára a kezdetekhez képest. Emiatt viszont érthető az is, hogy egyetlen tükrök elkészítésével járó áldozatot sokan nem vállalják az egyszerű anyagi áldozat helyett. Talán nem szentségtörés kimondani, de ez a tevékenység nem is való mindenkinek, mert nem vagyunk egyformák. Jó katona, vagy éppen sakk nagymester se lenne mindenkiből, mert egyfajta beállítottság kell hozzá.

Ma már az is elképzelhető, hogy aki kellően a témába ássa magát, még a tükrök gőzölését is meg tudja oldani, bár ehhez tényleg komoly műhelyhátter, és elég széleskörű műszaki ismeretek szükségesek. Azonban ha szétnézünk, azt találjuk, hogy nyugaton előfordulnak amatőr szerveződések, amelyek közös anyagi befektetéssel végül is megoldják egy kisebb-nagyobb gőzölő beszerzését vagy építését, és még megrendelésre is vállalnak munkát. Hazánkban ilyen szerveződéstről nem tudok, de a csekély lélekszám miatt azon a 4–5 helyen, ahol gőzöltetni tudunk, a megtérülés kérdéses, és inkább csak az üzemeltető személyek



Aki alkotómunkára adja a fejét, nem ússza meg kudarcok nélkül. A képen egy 250-es Cassegrain-főtükör látható, amely a kifúrási folyamat során „felrobbant” az első ránézésre nem jelentősnek tűnő belső feszültség miatt. Az üveg a szerző fúrógépének asztalán látható, a szomorú eseményt Berente Béla örökölte meg



Igazi diadal, ha sikerül legalább jó, vagy akár kitűnő optikát készíteni. A képen a szerző 249/5000-es Cassegrain-főtükörének rácsképe látható

hobbijának részeként lehet rá tekinteni. Mindenesetre ez mint lehetőségek sem nagyon létezett a távcsőépítő hőkorszabon.

Nehezebb vagy könnyebb ma távcsövet építeni, mint pár évtizede? A műhelyek eltűntek, de sokkal több félkész termék lelhető fel manapság, nem beszélve arról, hogy



Schlosser Sándor saját építésű 15 cm-es Kutter- távcsöve. Ezen a tubuson sincs bonyolultabb szerzőmaggéppel készült alkatrészt, az építője egyéni ötletekkel pótolta azokat, illetve fellelt alkatrészeket használt fel célszerű átalakítás után (csillagnezok.hu)



Rékasi Gergő bemutatja 200/1030-as Newton-távcsövet az MTT 2019 alkalmával. A tubus panellakásban készült, és kizárólag egyszerű szerzőmaggé álltak hozzá rendelkezésre. Anyaga impregnált karton, de ez közvetlen közelről sem tűnik fel azonnal, mert nagyon ügyes kidolgozás! A karton súlya kicsi, nagyon tartós és szilárd, megmunkálása pedig könnyű (csillagnezok.hu)

milyen könnyen lehet optikához jutni. Egy Dobson-rendszerű, vagy kisebb azimutális

távcső elkészítése ma valószínűleg emiatt sokkal könnyebb, mint régen volt. A bonyolultabb, sok megmunkálást igénylő szerkezetek azonban ma már nehezebben és drágábban valósíthatók meg. Egy dolog pedig mindenkor feltétel marad annak, aki eredményt akar elérni: ez pedig az elszántság.

Aki távcsőépítési terveket szövöget, legjobban teszi, ha hozzáfog a munkához. Hogy milyen lesz a végeredmény, az a befektetett energiától függ, és hogy mikor lesz kész, manapság többnyire az sem lényegi kérdés. Az amatőr távcsöve szinte sosem készül el teljesen, folyton van mit javítani, kényelmesebbé, jobbá tenni. De amikor először használatba vesszük, kicsit „másként látjuk” vele az eget, és a csillagos égbolt élménye mellett távcsőhasználat közben felbukkan egy-egy emlékeztető pillanat is, amikor a szerkezet valamely részének készítése épp nagy fejtörést, vagy nagy sikerélményt okozott.

„Ez az ügy nem az anyagiakon múlik!” (Kulin György)

Kurucz János

## A tarjáni tábor tűzgömbje

A Meteor 2019 észlelőtábor (MTT) Tarján település déli részén, a Német Nemzetiségi Ifjúsági Tábor területén 2019. július 25-től 28-ig zajlott. Mindjárt az első éjszakán döbbenetes látványban volt részük a tábor lakóinak! Július 25-én 23:46 NYISZ-kor (21:46 UT) egy igen fényes tűzgömb világitotta meg az észlelőretet!

Az égbolt felhőtlen, tejutas és elég tiszta volt. A közelebbi Tatabánya és a távolabbi Budapest az ég alján alig sejtethető derengése nem zavart. A tűzgömb viszont jó magasan haladva szelte át az eget, így a fényes meteorjelenséget mindenki látta valamilyen módon. Vagy teljesen ránézve, vagy a szeme sarkából észrevéve, vagy a társai kiáltozására felügyelve, vagy (háttal állva, vagy a távcsövébe nézve) a tűzgömb okozta fénylést és árnyékvetést érzékelve.

A késő esti regisztráció 100 fős létszámot mutatott, azaz ennyien voltak a tábor területén. Persze néhányan lehettek az épületekben, talán páran már a sátrakban. Ám a 80–90 fős nagy többség az észlelőréten volt, a távcsövek mellett. Fényképeztek vagy néztek valamit. A Jupiter még fenn volt, a Szaturnusz éppen delelt. Sok távcső mellett sorban állva várakoztak, hogy a távcsőutalajdonos által beállított egy-egy látványos mély-ég objektumot megtekinthessék.

Keszthelyi Sándor: „Aki déli irányba nézett, annak balról jobbra (keletről nyugatra) haladt a tűzgömb! Kelet felől, az Aquarius radiánspontja felől jött, bizonyosan Aquarida-rajtaj lehetett. Az Aquarius jobb és az Aquila bal szélén már igen feltűnően fénylett. A Lyra alatt húzott el. A Bootes utánig ment. –6 és –7 magnitúdó volt a fényessége, de az Altair és a Vega alatti 10–15 fok hosszú szakaszán nagyon felfényesedett, talán –8 és –9 magnitúdó közé. Vakító volt! Általában kékes színűnek tűnt, néha kékeszöldnek, de a felfénylés idején kékesfehér volt. A legfényesebb ideje

alatt vastagsága volt, olyan 8–10 ívpercnyi. Az Arcturus és az η Ursa Maioris (Alkaid) között félúton tűnt el. Egy szempillantás alatt szűnt meg, nem folytatta égi útját halványabban. A teljes hosszát 50–60 nyira becsültem, ezt 2 másodperc alatt tette meg.

Gyorsan bementem a kőházba egy spirálfüzetért, írószerért és az észlelőrétre visszatérve kikérdeztem az élményekről a döbbszert észlelőket. Ezen kívül július 28-án, majd augusztus 1-jén felhívást tettem közzé a leonidák-levelezőlistán is. Mindezek alapján további beszámolókat érkeztek.”

Fidrich Róbert: „Épp azt néztem, hogy a közelgő felhők miatt melyik legyen a következő célpont az Aql–Oph vidéken, amikor feltűnt egy nagyon fényes, kék színű tűzgömb a keleti égen. Útja során mintha többször is villant volna. Kb. –8 magnitúdóra becsülném a maximális fényességét. Nagyjából az ε Peg környékéről indult, és valahol az SW CrB környékén hunyt ki. A tűzgömb kb. 3–4 másodpercen át látszott.”

Bánfalvy Zoltán: „A távcső okulárjától néztem fel, amikor villanást láttam és egy emberként kiáltott fel az észlelőréten. A jelenségnek csak a második felét láttam. Nagyon fényes volt, legalább –7 magnitúdós lehetett. A színe kékesfehér volt, a repülés végén lándzsahegyre emlékeztetett az alakja. Két kamerával is csillagíves képeket készítettem az este folyamán. Az északi irányba néző kamera felvételein nem látszik, de fotóztam halszemoptikával is, amin az egész égbolt látszik, ezen sikerült megörökíteni a tűzgömböt. – Sőt a budapesti all-sky kamera is megörökítette.”

Morvai József: „Az észlelőréten beszélgetünk, és a jelenséget csaknem rögtön megláttam, majd végig követtem. Szerintem a fényessége »csak« 6–7 magnitúdós volt.”

Igaz Levente és Igaz Antal: „A tűzgömb fényessége –6 és –7 magnitúdó közötti volt. Az időtartama 2,5 másodperc.”

Csabai László: „A tűzgömböt végig meg tudtam figyelni. Fehér volt, de kékes és zöldes beütéssel. A magnézium égés fényléséhez hasonlított. Fényességére –5 vagy –6 magnitúdót mondok. Nagyon hosszú és lassú jelenség volt.”

Szabó Sándor: „Szép volt, de csak a felfényléskor volt nagyon fényes: –5 és –6 magnitúdó közötti.”

Újvárosy Antal: „Éppen fényképezni akartam, amikor megláttam a tűzgömböt. Elejétől végéig volt szerencsém észlelni. 50 fok hosszú lehetett az égi útja. A fényessége –5 magnitúdó lehetett. A pályájának első harmadában hullámosan haladt. A kifényesedése idején csepp alakú volt a fejrésze és a mögötte húzott nyom kiszélesedett. A végén nem robbant szét.”

Juhász László: „Sajnos a tűzgömbnek csak a végét láttam. Arrcal nyugat felé álltam, amikor felillant a tűzgömb. Meghallván a felmorajló tömeget, hátrafordultam, de csak a táj zöldes fényben történő megvilágítottágát láttam. Hirtelen mozdulattal feltekinttem az égre és a jelenségből talán úgy az utolsó 3–5 fokos részt pillantottam meg. Ekkorra úgy Vénusz fényességű lehetett, a színe is sárgásfehérnek tűnt. A végén nem fényesedett és nem robbant fel, darabok sem szakadtak le róla. Úgy láttam, hogy a zenit felől érkezett és északnyugati irányba haladt. Az eltűnés helye a zenittől 10–15 fokra lehetett (biztosan jóval a Nagy Göncöl rúdja felett).”

Vágó Györgyné: „Éppen kelet felé néztem, így a megjelenésekor azonnal megláttam. Egy nagyméretű gömb haladt az égen, maga mögött húzva a csíkot. Nagyon gyönyörű látvány volt! Elhalványulása legvégén történt.”

Tóth Zoltán: „Távcsöbe néztem. A kiabálásokra figyeltem fel és felnéztem az égre. A tűzgömb zöld színű volt. Az útja végén 4–5 darabra robbant szét, majd hirtelen elhalványult.”

Gyimesi Lajos: „A rét közepén voltam, de lefelé néztem. Az árnyékhatást vettem észre, és akkor néztem fel. Zöldeskék volt és jó nagy pacni.”

Martinek Andrea: „Láttam a tűzgömböt. Nagyon feltűnő és szép volt. A végén szét hullott.”

Katona Dominik: „A jelenség nem volt pontszerű vagy vonalszerű. 10–15 ívperes vastagsága volt.”

Jancsár Antal: „A tűzgolyó zöld színű volt. Az útja végén nem robbant, hanem szétptyogott.”

Vécsei Ákos: „A kiáltozásokra figyeltem fel és néztem az égre, így csak az útja második felét láthattam. Zöldes-kék színű volt. A végén elhalványult.”

Kovács Zsolt: „Vakító fehér és zöld volt a bolida. Végig láthattam.”

Látták a tábor bejáratánál ülő és beszélgető recepcióskok is: Buga Zsófia, Molnár Péter, Nagy Tibor, Tóth Krisztián, Török Tünde. A tűzgömböt az észlelőrétről bizonyosan látta még Kara Barnabás Hunor, Kara Bulcsú Benedek, Keszthelyiné Sragner Márta, Kiss L. László, Magyar Ferenc, Páli Róbert.

Soponyai György: „Életem legszebb, legfényesebb, leglátványosabb tűzgömbje! Életem első tűzgömbje, ami nyolc milliméteres teljes-eges halszemobjektívvel tökéletesen látszott. Ezt belekomponálva egy teljes-eges csíkhúzóba – ez lett volna „A Kép” amit évek óta szeretnék meglőni! Mikor éjfél körül felkelt a Hold abbahagytam a fotózást. Visszanéztem a képeket, gyönyörű volt az egész. Telefonnal lefotóztam a kamera kijelzőjét és elküldtem otthonra a feleségemnek. Rögtön el akartam kezdeni a feldolgozást, de az egész memóriakártya olvashatatlanra vált, amikor kivettem a kamerából. Rajta az egyhetes franciaországi túra négy éjszakájának képeivel, a hamarosan elkészülő anagramma-fotóm egyik „pöttyével” és a tegnapi éjszakával. Hajnali kettőtől fél hatig próbáltam mindenféle adatmentő praktikával, szoftverrel, mágiával – hiába. A tűzgömbképből az eredeti nem, csak annak telefonos változata maradt meg. A képen a jelenség égi útja pontosan rögzült az Altair és a Bootes között. Inkább déli Aquarida rajtaj volt, mint északi.”

Keszthelyi Sándor

## Tarján, 47,59251, 18,49276

„Tarján a Gerecse hegycsoportban fekvő nagyközség, már a rómaiak korában megült hely; határában ugyanis elég sűrűn kerülnek felszínre római épületek alapfalai és egyéb leletek, közelében pedig a hajdani római útnak maradványai láthatók. Első okleveles említése 1326-ban történik, amikor terra Taryan alakban, a Pál mester birtoka. Tarján is a törökök pusztításainak lett az áldozata és akkor pusztulhatott el az a váracs is, mely a közeli Somlyó-hegyen állott, és melynek alapfalai még a közelmúltban láthatók voltak. Később a tatai uradalommal együtt, ez is az Esterházyak kezébe kerülve, németeket telepítettek ide. Lakosai a múlt század elején jól jövedelmező és jóhírű tehenészetet folytattak. Most nagyobb birtokosa nincsen. Van hitelszövetkezete és temetkezési egyesülete. A községben fennálló két templom közül a róm. kath. templom 1779–83 között épült, a református pedig 1785-ben. A községhez tartozik Esterházy tanya is. Tarján házainak száma 365, nagyobbára németajkú lakosaié 1980. Vallásuk róm. kath. és ref., de az előbbiek vannak közöttük többségben. Postája helyben van, távírója és legközelebbi vasúti állomása pedig Felsőgalla.”

(Borovszky Samu: Magyarország vármegyéi és városai; Komárom vármegye községei. Írta: Vende Aladár; 1907)

2014-ben egy amatőr csillagász mesélt nekem először egy nagy távcsöves találkozóról, ahol az észlelőret tele van távcsövekkel, és csak a vörös észlelőlámpák, mint zsarátnok, biztosítják a világitást. Egy tábor, amit nem szabad kihagyni, ha érdekel az égbolt, a csillagok, a csillagászat.

Előtte nem sokat tudtam a tábor helyszínéről, Tarjáról. Ha valaki egykor megkérdezi, hogy pontosan merre is fekszik, gondolkodom kellett volna. Egy biztos, 2014 előtt nem jártam arra.

Azóta már sokszor került meg Földünk a Napot, és Tarján ma már nekem is egyet jelent az év nagy távcsöves találkozójaival. Ez az a hely és időszak, amikor a sok hozám hasonló, a kívülálló számára kicsit különöncnek tűnő amatőr csillagász három nap és három éjjel csak a hobbijának hódolhat itt a Gerecse hegycsoportjában.

A tavalyi táborra, amely július 25–28. között zajlott, immár rutinosan készültem. Még az év elején szabadságot intéztem a nyár két napjára, amit, ahogy a rendezvény

időpontja nyilvánossá vált, pontosítottam is a munkatársak számára. Aztán jött a csomagolás: a szokásos személyes és amatőr csillagászával kapcsolatos dolgok mellett állandó észlelőtársam, az észlelőkutyám személyes dolgai (kb. fél tucat kedvenc labdái közül) is bekerültek az autóbába.

A tábor az észlelés mellett néhányunknak nemcsak pihenést, hanem munkát is jelent. A Polaris néhány tagja általában már a tábor nyitását megelőző nap leköltözik a találkozónak helyet adó német nemzetiségi táborba, hogy mire a táborlakók másnap megérkeznek, minden készen várja őket. Ehhez természetesen majd' a fél Polaris leköltöztettük, hogy se az érdeklődő látogatók, se a keményen dolgozó önkénteseink ne szenvedjenek semmiben sem hiányt.

A recepció így egyfajta mini-Polaris-recepcióként működött, ahol a tábori regisztráció kívül lehetett tagságot intézni, kiadványokat, könyveket, egyesületi pólót vásárolni, vagy csak üldögdélni és beszélgetni rég nem látott barátokkal egy forró kávé vagy hideg üdítő mellett.

Sokat változott a tarjáni tábor első látogatásom óta. Egyes területei nevet kaptak, így mindenki pontosan tudhatja, mi hol található. Találkozhatunk a Szentmártoni Béla vagy a Konkoly Thege Miklós észlelőretn a szokásos okulásztre, de ha egy kávéra vagyunk, az Űrutasellátó egysége

a megfelelő hely. A szerencsések az Őtház észlelőret valamelyik házában is megszállhatnak, így csak ki kell lépniük a távcsövek mellé, hogy máris a csillagokkal borított ég alatt találják magukat. A recepciótól a gépjárművel érkezők a Hadak útján juthatnak el az Intergalaktikus réthez.

A kényelmesebb és higiénikusabb táborozást a szaniterkonténer, a régóta problémát jelentő szemét elhelyezésére pedig az önkormányzattól megvásárolható gyűjtőzsákok alkalmasak, melyek árában a szemét elszállítás is benne van.

„A sok jó ember kis helyen is elfér” tétele itt is igaz, a tábor jó hangulatban zajlott. Persze ahol sok ember van együtt, ott azért elkerülhetetlen a kisebb-nagyobb sűrűlódás. Itt is akadt olyan, aki szemünkre hányta az árak emelkedését, vagy a szemeteszsák elvileg kötelező használatát. Néhányan a kapott szobával nem voltak megelégedve, mondván, nekik egy másik házban volt foglalásuk, de alapján véve zökkenőmentesen zajlott le a találkozó.

Az így megváltozott tábor azonban nem a fentiek emiatt volt emlékezetes. Ötven évvel ezelőtt lépett először ember a Holdra, természetesen megemlékeztünk az Apollo-11 útjáról és utasairól. Ötven éve Jósavafőn tartották az első igazi amatőr csillagász táborát, a Magyar Csillagászati Egyesület 30 évvel ezelőtt alakult újjá, a Nemzetközi



A 2019-es csoportkép (fotó: Kelemen Péter)



Simon János 250/1200-as tükrös binokulárjával (csillagnezok.hu)

Csillagászati Unió pedig 100 éve jött létre – innen a tábor jelmondata: közös égbolt alatt.

A Meteor 2019 észlelőtábor során számos tartalmas előadást hallgathattunk. Ezek részben újabb csillagászati felfedezésekről (Kiss László és Kereszturi Ákos előadásai), csillagásztörténetről, az amatőr csillagászat múltjáról és jelenéről is szóltak (Mizser Attila: 50 éve készült a Hobbym: a csillagos ég). Számos, az amatőr csillagászok számára hasznos gyakorlati tudnivalóról is értesülhettünk (Kurucz János és Igaz Antal előadásai, a Távcsofcentrum új ajánlatai). Az előadások az MCSE Csillagászat Youtube-csatornáján is megtekinthetők.

Természetesen a már régóta megszokott programok sem maradhettek el. Ismét volt tükröcsiszoló tanfolyam, ezúttal Tardos Zoltán vezetésével, ahol egy-két tükrő már távcsőre érett; volt okulárteszt, amely most a 8–11 mm-es okulárokat vette célba Kása János és Vizi Péter szervezésében. A várva várt, igen népszerű asztrobazár nélkül elképzelhetetlen az MTT, így most is sokan tolongtak a csiszolóház táján. A bazár népszerűségét valószínűleg az adja, hogy a száz forintos binokulárkupaktól a kitűnő minőségű Nagler-okulárokig, vagy csillagá-



A július 25-tűzgömb Soponyai György felvételén, amely a memóriakártya hibája miatt elveszett, csak a kijelzőről készült kép maradt meg (l. A tarjáni tábor tűzgömbje című cikkünket a 30–31. oldalon)

szati szakkönyvekig szinte bármilyen dolog beszerezhető.

A táborban két vándorkiállítás is megtekinthettek a résztvevők. Az Űrutasellátó környékén, a „kerítéskiállításon” a kozmikus távolságokat lehetett felfedezni a kiállított molinók segítségével, az előadóteremben pedig a júliusban a tatabányai Várban sikert arató „Asztrofotográfia. Tudomány és ismeretterjesztés a Monarchiában” című konferenciához tartozó kiállítás képeit láthatták a

### A Meteor 2019 észlelőtábor előadásai

Jósvafőtől Tarjánig, Fél évszázad táborkrónikája (Mizser Attila)  
Csillagászat 3D-ben (Kása János)  
Kozmikus hatások és kockázatok (GINOP-2.3.2-15-2016-00003)  
Csillagközi égítetek a Naprendszerben (Kiss László)  
Új távcső az ország nyugati végén: egy hosszú út állomásai (Szabó M. Gyula)  
Miből vannak a belénk csapódó kisbolygók? (Kereszturi Ákos)  
Tauridák éjjel-nappal (Sárneckzy Krisztián)  
Az új tűzgömbészlelés-bejelentő felület használata (Igaz Antal)  
Látványok a fogyó Holdon (Tóth Imre)  
Horror Vacui – a vékonyréteg készítésének fizikája (Kurucz János)  
A planetáris ködök világa (Tóth Krisztián)  
Ötven éve történt: a Sas leszállt! (Újvárosy Antal)  
Holdi meteoritok (Keresztury Zsolt)  
50 éve készült a Hobbym: a csillagos ég (Mizser Attila)  
Felfedezni jó! A Vendégcsillag-program újabb eredményei (Fidrich Róbert)  
Galaxidi galaxisai (Sánta Gábor)  
A kisiú, aki le akarta lőni a csillagokat (Mizser Attila)

táborlakók. Jó alkalom volt ez azoknak, akik esetleg lemaradtak az eredeti eseményről.

Elkészült a hivatalos csoportkép, és ismét volt „Mutasd meg távcsőved!” műszerbemutató. Az akció során Szabó Szabolcs Zsolt és Kelemen Péter járta sorra a távcsőtulajdonosok, videójuk a Csillagnézők csatornáján látható.

Elég volt körbesétálni az észlelőretnen, hogy különleges, egészen apró, vagy óriás binokuláris távcsővek mellett akár 60 cm-es Newtonokkal is gyönyörködhesünk az égboltban. AZ MTT látogatói az ország szá-

mos részéről érkeznek, sokaknak valószínűleg nem újdonság a vidéki, sötétebb égbolt. Nekünk azonban, akik a városi ég alatt nem vagyunk elkényeztetve, jó volt végre a Tejutat látni. Talán ezért volt az, hogy én az első este órákat töltöttem binokulárommal pásztázva az égboltot, vagy csak szabad szemmel meredve a csillagokra a Szentmártoni Béla észlelőretnen. Szerencsém is volt, első este életem legnagyobb és legfényesebb tűzgömbjét sikerült észlelnem. Július 25-én 23:46-kor egy -8 magnitúdós, kékes színű tűzgömb szelte át az égboltot keletről nyugatra. Sokáig, 3–4 másodpercig volt látható, útja végén pedig egy pukkanással tűnt el. A tűzgömb árnyékot vetett, lehetetlen volt nem észrevenni. Gyönyörű volt.

A következő két éjszaka már nem volt ilyen derült, szombat éjjel még vihart is kaptunk, de azért mindenki próbálta kihasználni a hely adottságait. Bár az MTT általában újhold körüli időpontra van időzítve, idén kissé meg kellett változtatni a hazánkban megrendezett Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia miatt. Így azonban a fogyó Holdban is gyönyörködhetek azok, akik megvárták a kora hajnalban kelő égitestet.

Gyorsan eltelt a három nap, és hirtelen vasárnap reggel lett. Itt volt az idő a távozásra. Az összecsomagolás valahogy lassabban ment, mint a kipakolás, talán akaratlanul is húztuk az időt. Azért csak-csak elkészültünk, a mini-Polaris is eltűnt az autók csomagtartójában. Még üldögéltünk egy kicsit az elnéptelenedett táborban, felelevenítve az eseményeket. Egyetértettünk abban, hogy nekünk ez volt az eddigi legjobb táborunk. Hogy miért? Talán azért, mert jó emberek voltak együtt egy jó helyen, jó időben. Megegyeztünk abban, hogy 2020-ban is biztosan eljövünk, és erre buzdítottunk minden amatőr csillagászt. Várunk mindenkit az MTT 2020 táborában!

Török Tünde

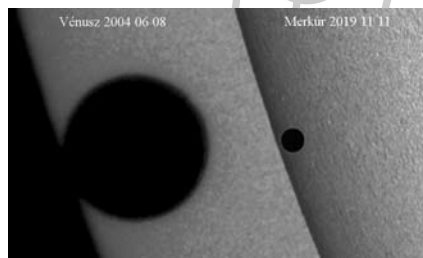
## Merkúr-átvonulás november 11-én

Nagy örömkre mindössze három és fél évvel a legutóbbi Merkúr-átvonulás után ismét láthattuk a bolygó piciny korongját a Nap előtt. Ebben az évszázadban 2003-ban és 2016-ban észleltünk Magyarországról Merkúr-átvonulást (mindkettő májusi esemény volt), a 2019-es esemény a ködös novemberben következett be. Mivel ilyenkor a Nap rövidebb ideig van a horizont fölött, ritkábbak a novemberi események, most is csak a jelenség első fele látszott hazánkban. A ködös-felhős őszi hónap részben rácafolt rossz hírére, hiszen szerencsére majdnem az ország teljes területéről látszott legalább egy kis ideig a jelenség – a kivétel a nyugati határszél volt ahol sűrű felhőzet takarta el az eget. A legtisztább idő az ország középső részein volt, főképp a Budapest környékiek részére vált napnyugtáig derültt az égbolt. A jelenség idején délről egyre vastagodó fátyolfelhőzet vonult észak felé, így a levegő nyugodtsága csapnivaló volt. Viszont néhány helyen fényes Nap-halóban gyönyörködhetek az összegyűlték.

Hazánkból a belépés két kontaktusa látszott, majd a Merkúr vonulása során napnyugtára érte el a legkisebb távolságát a napkorong középpontjától. Míg a belépést viszonylag sokan meg tudták figyelni, napnyugtára már csak kevés helyen maradt derült az égbolt. A belépés külső és belső érintése között mindössze 100 másodperc telt el a Merkúr piciny, 10 ívmásodperces átmérője miatt. A Merkúr-korong gyorsan került a Nap elé, de sajnos nagyon kevés kontaktusmérést kaptunk. Mivel Magyarország területén az előrejelzett időpontok 2 másodpercen belül voltak, és a hullámzó napperem miatt pontos mérést nem lehetett végezni, ezért a földrajzi helyzetből eredő eltérésekkel nem foglalkoztunk.

Bartha Lajos (aki 59 évvel ezelőtt látta első átvonulását) és Nagy Helga (időmérés) Budapestről jól látta végig a belépést.

Név	Műszer
Balogh Gábor	6,6 L
Bartha Lajos	30 T
Csabai István	35 SC
Dienes Péter	8 L
Gyarmathy István	foto
Molnár Péter	8 L, Ha
Nagy Helga	7 L
Szabadi Péter	15 T
Szabó Sándor	15 T
Szabó Szabolcs Zsolt	15,2 L
Tóth Imre	8 L



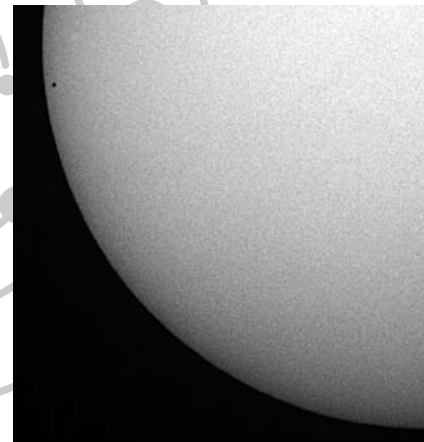
Csabai István látványos montázsán egyforma nagyítással láthatjuk a 2004-es Vénusz- és az idei Merkúr-átvonulás belépését. A 2004-es felvétel 80/1200-as Zeiss AS refraktorral, SFO szűrővel, Barlow 2-ezővel és Nikon D100 fényképezőgéppel készült. A 2019-es fotó 35 cm-es Schmidt-Cassegrain-távcsővel (C-14), Baader ND 3,8 Solar Continuum szűrővel és Basler acA2040-12um kamerával készült

Az alacsony napállás és az erős légköri nyugtalanság folytán a napkép nagyon rezgett, a perem hullámzott. Időnként vékony gomolyfelhők zavartak. Leghamarabb azt az időpontot tudták mérni, amikor a Merkúr-korongnak kb. 0,3 része már a Nap előtt volt: 12:35:47 UT. Korrekcióval a Merkúr mozgásából és átmérőjéből így az első kontaktus időpontjára kb. 12:35:30 UT adódott. A belső érintkezés (elválik a napperem belsejéről): 12:37:10 UT.

Szabadi Péter 150/750-es Newton-távcsővel ugyancsak Budapestről észlelt: „A napkorong csorbulását 12:35:37 UT-kor észleltem először, 75-szörös nagyítás mellett. A második kontaktus időpontját 12:36:55-re

becsültem; az előrejelzésben szereplő időpontnál több mint tíz másodperccel korábban már határozottan úgy tűnt, hogy a teljes korong a napperemen belülré került! Kb. 5–10 másodpercig tartó feketecsepp-jelenséget is észlelni véltem.”

Szabó Sándor vonuló felhőzeten keresztül csak akkor vette észre a korongot, amikor már kb. egyharmadnyira a Nap előtt volt. A II. kontaktus vizont már biztosabban látszott, időpontja 12:37:13 UT, bár a napperemen több ívmásodperces hullámzások nehezítették a pontos mérést.



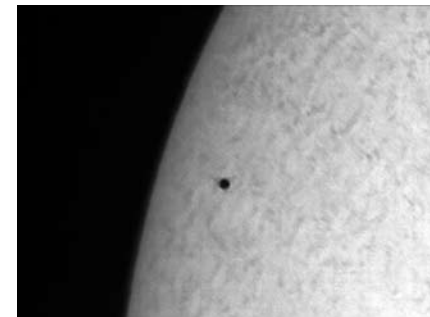
A belépés utáni pillanatok Balogh Gábor budapesti fotóján. A Nap felszíne teljesen folttmentes volt. 66/388 ED, 2x Barlow, Canon EOS 700D

### A jelenség menete

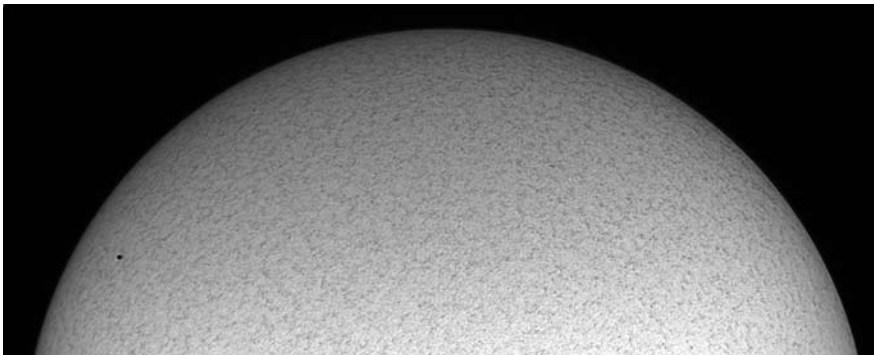
Ahogy a Merkúr elindult a napkorong közepe felé, lelassultak az események. Mivel napfolt egyáltalán nem látszott, az érdekességet a felhőzet vonulása, a tisztább és sűrűbb párarétegek közötti váltakozás jelentette. A fotósok dolgát megnehezítette a fény csökkenése-erősödése, valamint a nagyon nyugtalan levegő. Jobb képek csak a már megszokott módon, videó készítésével és átlagolással születtek. Bemutató a nagyközségeknek csak néhány helyen volt a bizonytalan időjárás miatt. A hangulatot jól jelzi a szolnoki csoport beszámolója: „Nálunk a tetőn az átvonulást teljes sikerként könyveltük el, előkerültek a legszebb kontrasztot

adó távcsöveink, a 63/840-es Telementor és a 152/1200-as Black Diamond refraktorunk is. Vizuálisan a nagy refraktorba egy semi-apo szűrőt tekertünk, a kép ezek után fantasztikus kontrasztos lett. Szépen lehetett látni a fotoszféra szerkezetének grízességét, előtte pedig az anyajeggé avanszált fekete Merkúrt. A belépést sikerült végig követnünk, majd megfelelő fóliaszűrővel készítettünk a jelenségről pár fényképet. A vonuló fátyolfelhőzet ellenére sikerült fényképezőgéppel és webkamerával is követni az eseményt. Sikerült néhány képet készíteni erős nagyítással hidrogén-alfa tartományban is. Az ez idő tájt előrejelezhetetlen időjárás miatt nem hirdettünk meg bemutatót. A tetőn ezért összesen 13-an voltunk jelen. Pazar volt a hangulat. Az esemény legvégé előtt jó fél órával félig-meddig áttetsző cirruszok jöttek, amelyek tompították a fényt. A fóliaszűrőn keresztül semmit nem lehetett látni, szűrő nélkül pedig rendkívül erős és veszélyes volt. Hirtelen ötlettől vezérelve egy ND3-as neutrálszűrőt tekertünk a 20 mm es okulárunk nyakába és ezt helyeztük a napszűrőtől „megfosztott” Telementor végébe. A kép ismét enyhé és élvezhető lett. Itt még tudtuk picit követni az eseményt, de ekkor már voltak akik pakolásba kezdtek.” (Szabó Szabolcs Zsolt)

A szerencsésebb, Budapest környékén észlelők egészen naplementéig tudták követni az átvonulást, a legérdekesebb mozzanat



Kereszty Zsolt fotója H-alfa sávban Győrben, a Corona Borealis Csillagvizsgálóból (152 mm Lunt H-alfa tubus, double stack, Fornax 152+FS2, ASI178MM)



Molnár Péter felvétele a Polaris Csillagvizsgálóból készült, 80 mm-es Lunt naptávcsővel

Szabadi Péter leírása a „Merkúr–Budai-hegység kontaktusról” napnyugta idején: „Ahogy múlt az idő, szépen látszott, ahogy a kis égitest egyre beljebb halad a napkorong közepe felé. A jelenség (tőlünk látható részének) vége felé a horizont közelében felhők zavarták a megfigyelést, és bár távcsövön keresztül némileg derengett még a Nap, a kis fekete pötty észrevételéhez kevés volt, amit a felhőzet átengedett. Úgy tűnt, hogy számomra ezzel véget is ért az észlelés. Nem így lett... Néhány perccel azelőtt, hogy a ritka égi páros eltűnt volna a Budai-hegység mögött, a felhőzetten egy kis rés támadt. A Nap távcsőben is egyre szebben látszott, és hamarosan ismét megpillanthattam a Merkúrt. Néhány perc múlva megjelent a

látómezőben a budai hegyek sziluettje is. Érdekes volt a – domborzati viszonyok miatt pár perccel előrébb hozott – naplementét így távcsövön keresztül figyelni, ugyanis a 60-szoros nagyítás miatt határozottan »time-lapse« élményt adott, valódi mozgóképpel! 14:58-kor (UT) aztán a napkorong közepén járó Merkúr feketesége egybeolvadt a budai erdőség feketeségével, majd néhány másodperccel később a Nap utolsó sugara is eltűnt. Habár az átvonulás tőlünk megfigyelhető részének legnagyobb eseménye a belépés volt, számomra a legérdekesebbnek – a horizont közelében uralkodó szerencsés viszonyoknak köszönhetően – talán mégis a „Merkúr-nyugta” bizonyult.”

Szabó Sándor

## Michael Mästlin és az állítólagos Vénusz–Mars okkultáció

A Naprendszer bolygóinak egymás általi fedése (okkultációja) akkor következik be, amikor két bolygó a földi megfigyelő számára éppen egy irányban látszik úgy, hogy az egyik – teljesen vagy részlegesen – kitakarja a másikat. Ezek az események rendkívül ritkák, és még ritkábban megfigyelhetők. Egyrészt szemben a napfogyatkozással, amelyhez egy kiterjedt korongnak egy másik kiterjedt korong általi takarására

bolygóokkultációk még ritkábban követik egymást, mint általában a Föld valamelyik pontjáról megfigyelhetők. Harmadrészt ezek gyakran a két leggyorsabban mozgó bolygóhoz, a Merkúrhoz és a Vénuszhoz kötődnek, amelyek viszont többnyire a Nap közelében tartózkodnak, ami tovább csökkenti a megfigyelhető okkultációk számát.

A számítások szerint az elmúlt évszázadokban történt ugyan jó néhány fedés, ám ezek többsége különböző okokból nem – vagy legalábbis Európából nem – volt látható (1. táblázat). Érdekes, hogy vannak okkultációban gazdagabb időszakok, de például az elmúlt 200 évben nem ment végbe a Földről megfigyelhető bolygófedés. És bár XXI. század második felében több is be fog következni, ezek egyike sem lesz (a napközelség vagy a nappali időpont miatt) Magyarországról (jól) észlelhető.

Mindezek után nem meglepő, hogy a távcső feltalálása óta eltelt mintegy négy évszázad során csupán egyetlen esetről tudunk, amikor valaki sikeresen megfigyelt egy bolygóokkultációt: 1737. május 28-án a Vénusz elfedte a Merkúrt, és ezt észlelte a Greenwichi Obszervatóriumból John Bevis (1695–1771), akit egyébként a Rák-köd első felfedezőjeként tartanak számon. Emellett a távcső előtti időkből is maradtak feljegyzések néhány szabadszemes okkultáció-megfigyelésről. Ezek megbízhatósága ugyanakkor vitatott, hiszen a bolygók kicsiny látszólagos mérete és erős fényessége miatt távcső híján gyakorlatilag megkülönböztethetetlen egymástól egy valódi fedés és egy közeli együttállás (más szóval konjunkció) – az utóbbi esetben a két bolygó nem fedi egymást, csupán olyan közel kerülnek, hogy látszólag összeolvadnak. Akadtak, akik a Biblia betlehemi csillagát is egy ilyen közeli együttállással igyekeztek magyarázni, köztük Johannes Kepler (1571–1630), akinél a Föld egy konkrét pontjáról megfigyelhető



Michael Mästlin (1550–1631)

van szükség, itt a két égitest szinte pontszerű, vagy legalábbis a látszó méretük olyan apró, hogy csak távcsővel oldható fel (ívmásodperc nagyságrendű), így a fedésnek jóval kisebb a valószínűsége. Másrészt hasonlóan a napfogyatkozáshoz, ezek a jelenségek nem az egész Földről, hanem annak többnyire csak egy adott részéről láthatók (ahonnan nézve a közelebbi kitakarja a távolabbit), így a Föld egy konkrét pontjáról megfigyelhető



**Tisztelt Tagtársunk!** Az MCSE Iovasberényi Csillagtantervét önkéntes munkával és adományokkal egyaránt támogathatja. A Csillagtantervről a Meteor 2019/10. számában olvasható cikk – az ott ismertetett állapotokhoz képest nagyon sokat fejlődöttünk az utóbbi hónapokban. Pénzadományok a Magyar Csillagászati Egyesület bankszámlájára utalhatók, MCSE Csillagtanterv megjelöléssel (62900177-16700448). **Köszönjük!**

még egy nóva (ma már tudjuk: szupernóva) is szerepelt a történetben.

Az egyik feljegyzett okkultáció-megfigyelés éppen Kepler legfontosabb tanárához, Michael Mästlinhez (1550–1631) köthető, akiről számos forrás elmondja, hogy észlelte, ahogy a Vénusz elfedi a Marsot 1590. október 13-án. A továbbiakban ezt az állítást vesszük szemügyre. Először is megvizsgáljuk, honnan tudunk erről az észlelésről, ami tanulságos lesz a hivatkozási szokások szempontjából. Utána röviden megnézzük, miért lehetett jelentős egy ilyen esemény Mästlin korában, a Kopernikus utáni csillagászat forradalmi időszakában.

Először is szögezzük le, hogy a korszak jelentős kutatói által írt Mästlin-életrajzok (pl. Günther 1884, Rosen 1975, Bialas 1987, Green 2007), vagy a róla szóló fontosabb tanulmányok (pl. Westman 1972, 1975, Grafton 1973, Methuen 1996, Tredwell 2004, Granada 2007, 2014, Grasshoff 2012) nem tartják elég fontosnak az állítólagos megfigyelést ahhoz, hogy említést tegyenek róla – hiszen sokminden egyebet is el lehet mondani Mästlinről az 1572-es szupernóva és az 1577-es nagy üstökös egyik legkiemelkedőbb észlelőjeként, Kopernikus egyik első nyílt támogatójaként és Kepler legfontosabb mentoraként. Annál hangsúlyosabb szerepet kap ez az esemény a Wikipedián: a Michael Maestlin, Planetary transits and occultations, Mars, History of Mars observation angol nyelvű cikkek mind beszámolnak róla. Ezt az információt aztán átveszi számos további internetes oldal, valamint néhány (itt inkább nem megnevezett) nyomtatott szöveg is. Mivel mindenki tudja, hogy a Wikipédiára nem illik hivatkozni, ezért az átvett információ forrásaként azt szokták megadni, amire a Wikipedia-oldalak is hivatkoznak. Viszont könnyen át lehet látni a szitán, ugyanis a Wikipedia kérdéses hivatkozásai rosszak.

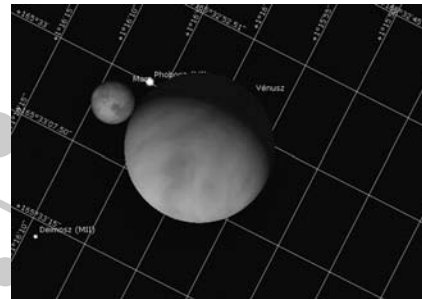
A fenti weboldalak közül az első kettő Albers (1979)-et nevezi meg forrásként. A második kettő szintűgy, csak éppen rossz névvel, ugyanis Steven C. Albers neve helyett tévesen Stephen Breyer neve szerepel

az ugyanazon címmel és megjelenési hellyel jellemzett cikk szerzőjeként. Ám akár melyik néven is hivatkozunk az említett cikkekre, az nem tartalmazza a kérdéses információt, vagyis nem említi Mästlin nevét. Ehelyett kiszámítja (egy e célból írt számítógépes program segítségével) az elmúlt évszázadok Földről látható bolygófedéseit, és ezek között láthatjuk, hogy a kérdéses időpontban tényleg volt egy ilyen okkultáció (a táblázat 2. sora). Tegyük rögtön hozzá, hogy

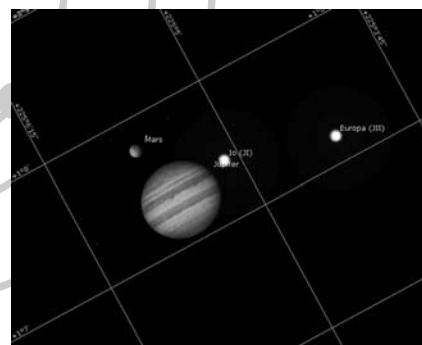
Időpont (E.T.)	Fedő bolygó	Fedett bolygó	E (°)
1570.02.05–07:47	Vénusz	Jupiter	25 W
1590.19.13–04:55	Vénusz	Mars	34 W
1613.01.04–02:08	Jupiter	(Neptunusz)	108 W
1623.08.15–17:03	Jupiter	(Uránusz)	[9 W]
1702.09.19–13:26	Jupiter	(Neptunusz)	165 W
1708.07.14–13:02	Merkúr	(Uránusz)	25 E
1708.10.04–12:46	Merkúr	Jupiter	[1 E]
1737.05.28–21:54	Vénusz	Merkúr	22 E
1771.08.29–19:38	Vénusz	Szaturnusz	14 W
1793.07.21–05:40	Merkúr	Uránusz	24 E
1808.12.09–20:35	Merkúr	Szaturnusz	20 W
1818.01.03–21:51	Vénusz	Jupiter	16 W
2065.11.22–12:47	Vénusz	Jupiter	[8 W]
2067.07.15–11:57	Merkúr	Neptunusz	18 W
2079.08.11–01:30	Merkúr	Mars	11 W
2088.10.27–13:46	Merkúr	Jupiter	[5 W]
2094.04.07–10:46	Merkúr	Jupiter	[2 W]
2123.09.14–15:26	Vénusz	Jupiter	16 E
2126.07.29–16:07	Merkúr	Mars	[9 W]
2133.12.03–14:40	Vénusz	Merkúr	[4 E]
2223.12.02–12:39	Mars	Jupiter	89 E

I. táblázat. Az elmúlt és elkövetkező évszázadok bolygófedései. Az időpont a Gergely-naptár szerint és efemerisz időben van megadva, amely néhány perccel eltérhet a koordinált világidőtől (UTC). Zárójelben azok a bolygók, amelyek a fedés idején még ismeretlenek voltak. Szögletes zárójelben a 10°-nál kisebb elongáció (Naptól való kitérés) értékek, melyek mellett a klasszikus észlelés már aligha lehetséges (Albers (1979) alapján)

mivel a Sky and Telescope magazin számai általában nem hozzáférhetőek az interneten (szemben a legtöbb tudományos folyóirattal), ezért a Wikipedia internetes tájékozáshoz szokott olvasóinak és – úgy látszik – szerkesztőinek nem olyan egyszerű ellenőrizni a kérdéses állítás igazságát, hiszen be kell sétálni egy olyan (vagy nagyobb, vagy szakmai jellegű) könyvtárba, ahol az adott folyóirat elérhető.



1. ábra: Az 1590. október 13-i „majdnem-fedés” Tübingenből nézve 5:50-kor (CET), a legkisebb szeparáció időpontjában, a Stellarium alapján. A Vénusz átmérője 13,04”, fényessége –3,97 (ext. –3,62) magnitúdó. A Mars átmérője 3,92”, fényessége 1,80 (ext. 2,14) magnitúdó



2. ábra: Az 1591. január 19-i közeli együttállás Tübingenből nézve 6:20-kor (CET), a legkisebb szeparáció időpontjában. A Jupiter átmérője 35,12”, fényessége –1,93 (ext. –1,62) magnitúdó. A Mars átmérője 5,86”, fényessége 1,12 (ext. 1,43) magnitúdó (Stellarium)

De ne adjuk fel ilyen könnyen a nyomozást, hanem jobb híján nézzük meg azt a cikket, amire Albers inspirációként hivatkozik: Meeus (1970)! Ebben bárki felfedezheti (hiszen ez online is hozzáférhető), hogy több okkultáció és közeli konjunkció esetén megjegyzéseket, rövid leírásokat is olvashatunk, ám az 1590. október 13-i fedésnél – amely a cikk szerint inkább csak a déli féltekéről látszott fedésnek – ugyancsak nem találkozhatunk a kérdéses észlelés említésével. Azonban a következő oldalon, az 1591. január 19-i eseménynél, amely a Mars és a

Jupiter közeli együttállása volt, azt olvashatjuk, hogy ezt a jelenséget megfigyelte Mästlin és Kepler, akik ráadásul fedésnek látták. És hogy ezt honnan tudjuk? Meeus itt megad egy hivatkozást Ashbrook (1956)-ra. És valóban, ha megnézzük ez utóbbi írást (bár ehhez ismét csak könyvtáraznunk kell), láthatjuk, hogy annak első két bekezdése plasztikusan leírja a fenti észlelés történetét – sajnos azonban az előző évi, minket érdeklő fedésről nem tesz említést. Ráadásul, lévén egy rövid ismeretterjesztő írásokat közlő rovat egyik cikke, egyetlen hivatkozást sem ad meg.

Zsákkutácba jutottunk tehát: a Wikipedia rossz hivatkozásából elindulva nem tudjuk kideríteni, hogy Mästlin valóban észlelte-e a szóban forgó okkultációt, csak az derült ki, hogy hónapokkal később megfigyelt egy közeli konjunkciót, bár az továbbra sem világos, hogy ezt honnan tudjuk. Lehetséges, hogy a források összekeveredtek valahogyan, és valaki a január 19-i, fedésnek látott mégsem-fedést tévesen azonosította az október 13-i majdnem-fedéssel?

Hogy ezt kibogozzuk, fordítsuk a figyelmünket a januári eseményre! Ha ezt Kepler is látta, akkor ennek nyoma kell hogy legyen valamelyik szövegében, legyen az nyomtatott mű, kézirat vagy levél. Mindezeket tartalmazza Kepler szövegeinek kritikai kiadása: Caspar (1938-), amelynek több mint 20 kötetét szerencsére online is tanulmányozhatjuk, ráadásul kereshető szövegformátumban. Ha tehát rákeresünk ezekben valamilyen, a fenti eseményre jellemző kulcsszóra, pl. a dátumára vagy az „occultatio”-ra – vigyázat: bár a jegyzetek és magyarázatok németül vannak, de Kepler természetesen latinul írta a szövegeit! –, akkor már a 2. kötetben megtaláljuk, ami után kutatunk. Az Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur című, 1604-ben megjelent fontos optikai munkájában Kepler egy külön fejezetet (VIII. könyv 5. fejezet) szentel az okkultációknak, és ebben (264. oldal) írja le azt a január 19-i észlelést, melyet Ashbrook és Meeus cikkei felidéznek: „Mästlin látta Tübingenben, s vele

jömagam is 1591. január 9-én, hogy a Jupitert teljesen elfedte a Mars. A Mars tűzvörös színe amellet szolt, hogy a Mars volt alacsonyabban.”

És itt jön a váratlan fordulat, ugyanis két sorral lejjebb ezt olvashatjuk: „A Vénusz és a Mars esetén ugyanaz a Mästlin utalt egy megfigyelésre, melyet 1590. október 3-án, reggel 5 órakor végzett. A Vénusz teljesen kitakarta a Marsot, és itt is a Vénusz ragyogó színe utalt arra, hogy a Vénusz volt az alacsonyabb.” Megvan tehát a keresett esemény, amelyről maga Kepler számol be! Vegyük észre gyorsan, hogy ugyan 10 napos eltérés van az általa és a modern számítások által megadott dátumok között, csakúgy mint a januári eseménynél, ám ez pusztán annak köszönhető, hogy a mai cikkek a Gergely-naptár szerint közlik az időpontokat, míg Keplerék még a Julián-naptár szerint. Érdekesképpen hozzáteljük, hogy leginkább talán éppen Mästlinnek köszönhető, hogy a német protestánsok nem fogadták el a XIII. Gergely pápa által bevezetett 1582-es naptárreformot, ugyanis a reformáció egyik legfőbb felsőoktatási intézménye, a Tübingeni Egyetem csillagász professzoraként hosszú (1583–93) vitába keveredett a naptárreform kidolgozásának hátterében álló jezsuita kollégájával, a római Christopher Claviusszal (1538–1612).

Bár ennél több részletet Kepler sem közöl, de a megfigyelt eseményt ellenőrizhetjük a Stellarium nevű planetáriumprogram segítségével. A nyári időszakot figyelmen kívül hagyva reggel 5:50-kor következett be a fedés – pontosabban majdnem-fedés: ha Mästlinnek lett volna távcsöve, akkor lakhelyéről, Tübingenből nézve azt láthatta volna, hogy a két bolygó korongja szinte pontosan érinti egymást (1. ábra). Ezt támasztja alá Meeus (1970) korábban idézett számítása, mely szerint a fedés inkább a déli féltekéről volt látható (ám ott akár teljesként lehetett látni).

Érdekes, hogy Kepler közel egy órával korábban teszi az időpontot, mint a Stellarium. Ennek oka csak kisebb részben a mai standard közép-európai idő és

Tübingen szoláris (azaz a Nap deleléséhez igazított) ideje közti eltérés, amely nagyjából 10 perc: vagyis ha Mästlin egy pontos, a szoláris időhöz igazított órával mérhette volna az együttállást, akkor azt látta volna, hogy az 5:40-kor következett be. Nagyobb jelentősége lehet annak, hogy a legszorosabb együttálláskor már pirkadt (a Nap magassága  $-9^\circ$  volt), míg hajnali 5-kor, még a szürkület előtt jobban meg lehetett figyelni a jelenséget (igaz, ekkor még csak  $12^\circ$ -kal a horizont felett). Mivel a két bolygó szeparációja az eltérést kiadó 40 perc alatt szűk 1 ívperccel változott, az együttállás ennél pontosabb időpontja szabadszemmel megállapíthatatlan maradt. Főleg mivel a Vénusz közel 6 fényrenddel, azaz több, mint százszor fényesebb volt ekkor, mint a Mars, így szinte láthatatlanná tette azt. Ebből a szempontból szerencsésebb volt a januári esemény, ahol kisebb volt a fényességkülönbség és nagyobb a szeparáció (2. ábra) – ám Keplerék még azt is fedésnek érzelték.

De ha már szkeptikusak vagyunk a hivatkozásokkal szemben, miért higgyünk éppen Keplernek? Ha az októberi észlelésnél nem volt jelen, akkor honnan tud róla? Persze eleve valószínű, hogy a januári közös megfigyelésük idején Mästlin mesélt neki a három hónappal azelőtti, nagyon hasonló élményéről, azonban ennél biztosabbat is tudunk. Létezik ugyanis Kepler műveinek egy, az előbb említettől korábbi, teljes latin nyelvű összkiadása, gazdag jegyzetanyaggal, amelynek ugyancsak a 2. kötetében (Frisch 1859) szerepel Kepler szóban forgó műve. A fordításban idézett utóbbi szöveghelyünkhöz a szerkesztő egy jegyzetet fűzött (431. oldal 82. jegyzet), amely szerint ezen állítás forrása Mästlin Disputatio de eclipsibus Solis et Lunae (Tübingen, 1596) c. művének 18. oldala. Vagyis megtaláltuk a végső forrást, aki nem más, mint maga Mästlin!

Összefoglalásként elmondhatjuk tehát, hogy (1) a Wikipedia nem téved abban, hogy Mästlin valóban megfigyelte a szóban forgó eseményt, de (2) téved akkor, amikor okkultáció-észlelésként említi a jelenséget, hiszen a megfigyelés helyéről nézve nem volt való-

di okkultáció (bár Mästlin annak vélte látni), és (3) teljesen rossz hivatkozással támasztja alá az erre vonatkozó kijelentését.

Az utóbbi kapcsán kézenfekvő volna levonnunk azt a tanulságot, hogy mindig pontosan járjunk utána a hivatkozásoknak, és soha ne éljünk azzal a félrevezető gyakorlattal, hogy ellenőrzés nélkül átvesszük mások hivatkozásait. Ám sajnos ezt mégsem követhetjük maradéktalanul: Mästlin Disputatiója fennmaradt ugyan, bár csak eredeti kiadásban, de – szemben néhány más írásával – nem hozzáférhető az interneten, és a legközelebbi példányai Németországban vannak. Ezért most kénytelenek vagyunk beérni azzal, hogy megbízunk az első Kepler-összkiadás XIX. századi szerkesztőjében, aki remélhetőleg alaposabban végezte a munkáját, mint a Wikipedia-cikkek szerzői szokták.

Ezek után vessünk egy pillantást a következő kérdésre: miért lehetett mindez érdekes? Mit szeretett volna megállapítani a távcsövet nélküli megfigyelő egy ilyen jelenség észlelésével? A válasz a fenti Kepler-idezetekből is kiderül: az volt a fontos, hogy melyik bolygó van „lejjebb” és „lejjebb”, azaz a Földtől távolabb és közelebb. Ez ugyanis a geocentrikus elméletek számára gyakorlatilag eldönthetetlen kérdés volt, míg Kopernikus elméletében a Naprendszer felépítésének egyenes következményeként adódott.

A geocentrikus csillagászati hagyományban az égitestek látszó mozgásának olyan geometriai modelljeit alkották meg, amelyek középpontjában a megfigyelő, azaz a Föld áll (hozzátéve, hogy a Föld mérete, azaz a megfigyelő kimozdítótsága a középpontból elhanyagolható az égi szférák nagyságához képest). A modellek funkciója az, hogy minél pontosabban képesek legyenek leírni egy adott égitest látszó pozíciójának időbeli változását – különböző matematikai technikák, pl. epicyklus körök, excenterek alkalmazásával –, és ennek sikere teljesen független attól, hogy magát a szférát milyen nagynak képzeljük el. Ezért az ókor legfontosabb csillagászati munkája, az

i.sz. II. századi Ptolemaiosz Nagy matematikai összefoglalása (Syntaxis matematiké avagy Almagestum) egymástól függetlenül tárgyalja az egyes bolygók pályaköreit, és nem vizsgálja azt a kérdést, hogy ezek mekkorák akár abszolút értelemben, akár egymáshoz képest. Így tehát az sem derül ki, mi a szférák sorrendje (bár erre nézve megkockáztat feltételezéseket a IX. könyv 1. fejezetében).

Attól még, hogy a ptolemaioszi elmélet képtelen választ adni a sorrend kérdésre, természetesen az ókori csillagászokat is foglalkoztatta a probléma, de nem tudtak dűlőre jutni ebben a kérdésben. Azon túl, hogy a Hold van hozzánk a legközelebb (hiszen képes kitakarni a többi égitestet, valamint az ún. napi parallaxisa is kimérhető), a többiek egymáshoz képesti elhelyezkedése nyitott kérdés maradt. Leginkább a (csillagos égi háttérhez mért) sebességük alapján rendezték el őket, így a leglassabb Szaturnusz került közvetlenül a csillagok alá, a leggyorsabb Hold pedig a légkör fölé. Ez a szempont azonban nem tudott különbséget tenni a Nap, a Merkúr és a Vénusz között, hiszen ezek sziderikus (csillagokhoz képesti) keringési ideje egyaránt 1 év (vagyis az ún. középmozgásuk egyforma). Az egyetlen döntő bizonyítékot éppen a fedések megfigyelése adhatta volna, ám ezek igen ritkán következtek be, szabadszemmel aligha jól megfigyelhetők, s ráadásul csak a modern csillagászat válik majd képessé arra, hogy eléggé pontosan előrejelezze az okkultációk időpontjait, hogy azok észlelésére kellően fel lehessen készülni.

A heliocentrikus elméletben azonban sokkal nagyobb jelentőségre tesz szert a sorrendiség problémája azáltal, hogy a bolygók látszó mozgásait a pályájuk és a földpálya együttes geometriája határozza meg, így a megfigyelt jelenségek a pályák relatív nagyságával magyarázhatók. A megfigyelő, azaz a Föld kimozdítótsága a mozgások középpontjából alkalmas arra, hogy a látszó jelenségek és a geometriai rendszer összevetésével bármely időpontban meg tudjuk mondani, hogyan aránylik egymáshoz két

bolygó Földtől mért távolsága. Így a közeli együttállások esetén előre fogjuk tudni, hogy ha bekövetkezik a valódi fedés, akkor melyik égitestnek kell kitakarnia a másikat.

Nem csoda tehát, hogy Mästlin és Kepler, Kopernikusz elméletének lelkes, ám még kisebbségbe szorult hívei nagy jelentőséget tulajdonítottak az okkultációknak, hiszen azok elviekben alátámaszthatták a heliocentrikus hipotézist. Mint ahogy az sem meglepő, hogy bár a két jelenség egyike sem volt valódi fedés, ők annak vélték látni, és „véletlenül” mindkét esetben helyesen megállapították, melyik bolygó takarná ki a másikat: pont az, amelyiket a kopernikuszi elmélet alapján eleve vártak. Persze az érdemi észlelésekhez távcsőre lett volna szükségük. És bár a távcsövek mintegy két évtized múlva meg is jelentek, ám ezt az eszközt egyikük sem igazán használta (bár kipróbálták), és ráadásul életük ezen utolsó két évtizedében nem történt olyan fedési vagy majdnem-fedési esemény – az utóbbihoz lásd a Meeus (1970) 284. oldalán látható táblázatot –, amelyet észlelhettek volna.

Lezárásképpen idekíváncozik két további megjegyzés. Először is szeretnénk hangsúlyozni, hogy amikor Mästlin fedésnek látta a közeli konjunkciókat, akkor ez biztosan nem az ő ügyetlenségéről, hanem a szabadszemes szeparáció kilátástalanságáról tanúskodik, ugyanis Mästlin látása híresen éles volt. A Plejádokban például (amely a legtöbb néphagyomány szerint 7 csillagot tartalmaz) nagy pontossággal (2') kimérte 11 csillag pozícióját – lásd Winnecke (1878) –, sőt Kepler a Dissertatio cum nuncio sidereo c. művében (1610) 14-re teszi a Mästlin által a halmazban látott tagok számát. Ugyancsak Kepler az Ad Vitellionemben azt írja róla, hogy „látása egyedülálló élességének köszönhetően komoly gyakorlatra tett szert a Vénusz nappali észlelésének terén” (142. oldal). Stephenson és Clark (1977) pedig megállapították, hogy Mästlin mérései az 1572-es szupernóva pozíciójáról pontosabbak voltak, mint híresebb kortársának, Tycho Brahének (1546–1601), a legendás észlelőcsillagásznak ugyanerre vonatkozó

észlelései. Ha tehát e két együttállást meg lehetett volna különböztetni az okkultációtól, akkor Mästlin lett volna erre a legalkalmasabb észlelő.

Másrészt érdemes megemlíteni, hogy a bolygómozgások leírásában, s így az okkultációk lehetőségének előrejelzésében hatalmas előrelépést jelentett Kepler – szintén évtizedekkel később felfedezett – törvényeinek megjelenése. Ha bolygófedést nem is, de tranzitokat, azaz a bolygók napkorong előtti átvonulásait sikerült előrejelezni: részben magának Keplernek a Merkúr 1631-es tranzitját, részben angol követőinek – Jeremiah Horrocks (1618–1641) és William Crabtree (1610–1644) – a Vénusz 1639-es átvonulását. Ezen események előrejelzésének sikere ékesen igazolta a kepleri bolygómozgás-elméletek (és a mögötte álló kopernikuszi kozmológia) felsőbbrendűségét a jóval pontatlanabb rivális modellekkel szemben, miközben a megfigyelések alkalmat adtak a bolygók (azidáig egy nagyságrenddel felülbecsült) látszó átmérőinek megállapítására – immár távcsöves észlelések segítségével.

*Kutrovácz Gábor*

### Hivatkozások

- ALBERS, Steven C. (1979) “Mutual Occultations of Planets: 1557 to 2230.” *Sky and Telescope* 57/3: 220-222.
- ASHBROOK, Joseph (1956) “John Bevis and an Occultation of Mercury by Venus.” *Sky and Telescope* 16/2: 68.
- BIALAS, Volker (1987) “Mästlin, Michael.” In Hans Körner et al. (ed.): *Neue Deutsche Biographie*. Band 15. Berlin, Duncker & Humblot. 644–645.
- CASPAR, Max, ed. (1938-) *Johannes Kepler. Gesammelte Werke*. München: Verlag C.H. Beck.
- FRISCH, Christian, ed. (1859) *Joannis Kepleri astronomi opera omnia*. Volumen II. Frankfurt-Erlangen, Heyder & Zimmer.
- GRAFTON, Anthony (1973) “Michael Maestlin’s Account of Copernican Planetary Theory.” *Proceedings of the American Philosophical Society* 117/6: 523-550.

GRANADA, Miguel A. (2007) “Michael Maestlin and the New Star of 1572” *Journal for the history of astronomy* 38: 99-124.

GRANADA, Miguel A. (2014) “Michael Maestlin and His Unpublished Treatise on the Nova of 1604.” *Journal for the History of Astronomy* 45: 91-122.

GRASSHOFF, Gerd (2012) “Michael Maestlin’s Mystery: Theory Building with Diagrams.” *Journal for the History of Astronomy* 43: 57-73.

GREEN, Daniel W.E. (2007) “Mästlin [Möstlin], Michael.” In Thomas Hockey et al. (eds.): *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. New York, Springer. 743-745.

GÜNTHER, Siegmund (1884) “Maestlin: Michael M.” In Rochus Freiherr von Liliencron (ed.): *Allgemeine Deutsche Biographie*. Band 20. Leipzig, Duncker & Humblot. 575–580.

MEEUS, Jean (1970) “Mutual Occultations of Planets.” *Journal of the British Astronomical Association* 80: 282-287.

METHUEN, Charlotte (1996) “Maestlin’s Teaching of Copernicus. The Evidence of His University Textbook and Disputations,” *Isis* 87: 230-247.

ROSEN, Edward (1975) “Rheticus, George Joachim.” In Charles Coulston Gillispie (ed.):

*Dictionary of Scientific Biography*, Vol 9. New York, Charles Scribner’s Sons. 395-398.

STEPHENSON, Richard F. – CLARK, David H. (1977) “The Location of the Supernova of AD 1572.” *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 18: 340-350.

TREDWELL, Katherine A. (2004) “Michael Maestlin and the Fate of the Narratio Prima.” *Journal for the History of Astronomy* 35: 305–325.

WESTMAN, Robert S. (1972) “The Comet and the Cosmos: Kepler, Mästlin and the Copernican Hypothesis.” In Jerzy Dobrzycki (ed.): *The Reception of Copernicus’ Heliocentric Theory*. Dordrecht, Reidel. 7-30.

WESTMAN, Robert S. (1975) “Three Responses to the Copernican Theory: Johannes Praetorius, Tycho Brahe, and Michael Maestlin.” In Robert S. Westman (ed.): *The Copernican Achievement*. Los Angeles, University of California Press. 285-345.

WINNECKE, Friedrich August Theodor (1878) “On the Visibility of Stars in the Pleiades to the Naked Eye.” *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 39: 146-148.

### Plusz egy fő!

Kérjük tagjainkat, segítsék egyesületünk toborzó munkáját 2020-ban is! Nincs hatékonyabb eszköz a személyes kommunikációnál: kérjük, mondják el barátaiknak, ismerőseiknek, mitől is jó MCSE-tagnak lenni, miért jó a magyar amatőrcsillagászok nagy közösségéhez tartozni. Közös észleléseken, bemutatókon és egyéb programokon is népszerűsítsük az MCSE-t! A tagtoborzáshoz szükséges információk megtalálhatók egyesületünk honlapján, ahol online felületen is várjuk az új belépőket ([www.mcse.hu](http://www.mcse.hu))



**MAGYAR**  
CSILLAGÁSZATI  
EGYESÜLET

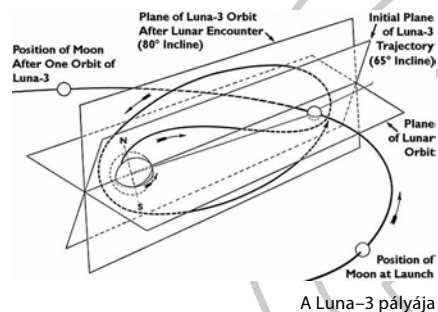
## A szerencsés Luna-3 I. rész

A Meteor 2019. szeptemberi számában olvashattunk a Luna-2 szovjet holdszonda viszontagságos történetéről, becsapódásának körülményeiről, illetve annak megfigyelését övező ellentmondásokról. Ezúttal a Luna-2 után nem sokkal felbocsátott Luna-3 nem kevésbé érdekes, izgalmas és rejtélyes történetével ismerkedhetünk meg. A cikkben először áttekintjük a Luna-3 szondával kapcsolatos enciklopédikus adatokat, majd megismerkedünk meglepő történetekkel, amelyekből kiderül, hogy az akkoriban szokásos stílusban kiadott hivatalos győzelmi jelentések mögött nem csak a valóban kimagasló tudományos és mérnöki teljesítmények állnak, hanem hús-vér emberek hétköznapi reakciói: aggodalmak, izgalom, kíváncsiság, gyermeki öröm stb. Meglepő módon számos adat máig meglehetősen ellentmondásosan lelhető fel a Luna-3 történelmi útjáról.

A Luna-3 szonda a Szovjetunió korai holdprogramjának ún. E-2 sorozatához tartozott (az E-1 és E-1A típusúak rendeltetése a Holdba történő becsapódás volt), melynek fő feladata a Hold tulsó oldalának lefényképezése volt. Ellentétben elődjével, melyhez hat sikertelen, egy részben sikeres (Luna-1) és egy sikeres (Luna-2) indítás kapcsolódik, az E-2A típusból kizárólag egy példány készült. Ennek tükrében kifejezetten szerencsésnek mondható, hogy a korabeli szóhasználatnál elve „automata bolygóközi állomás” sikerrel teljesítette feladatát, azaz lefényképezte a Hold tőlünk nem látható oldalát és továbbította a képeket. Nagy teljesítménynek bizonyult a szonda rádiójeleinek fogadása és – mai mércével szerény minőségű – képekké alakítása. Mégis ezek lettek az emberiség első felvételei a Hold tőlünk nem látható oldaláról, ami a maga idejében úttörő eredménynek számított.

Még el se indították az első szputnyikot, amikor a Hold tulsó oldalának fényképe-

zésére irányuló szonda előzetes tervezése 1957-ben elkezdődött. A terv véglegesítésére és jóváhagyására azonban csak 1958 áprilisában került sor.



Jó pár új technikai problémát kellett leküzdeni. A szondát olyan pályára kellett állítani, hogy viszonylag közelről lehetővé váljon a tulsó oldal megfelelő megvilágítási viszonyok között történő lefényképezése, majd az adatok továbbítása érdekében a visszatérés a Föld közelébe. Ennek megvalósítása érdekében első ízben terveztek meg egy gravitációs hintamanővert, úgy, hogy a Hold gravitációs terét használták ki a pályamódosításra. Ez a szonda, akárcsak elődei, még nem volt felszerelve saját hajtóművel, így nagyon pontosan kellett kiszámítani a pályára állítás paramétereit és nagyon szűk indítási ablak állt rendelkezésre a felbocsátásra. Kiemelten fontos volt, hogy a rakétafokozatok a számításoknak megfelelő időtartamban és tolóerővel működjenek. A kapcsolattartást, a felvételkedítés megkezdéséhez és az elkészült képek továbbításához szükséges parancsok kiadását kizárólag a Szovjetunió területén telepített irányító központból lehetett megvalósítani, így a pályát is ennek megfelelően kellett kialakítani. Msztyiszláv Vszevolodovics Keldis volt a fő felelős a számítások elvégzéséért, amelyeket a Szovjetunió Tudományos Akadémia

Sztyeklov Alkalmazott Matematikai Intézet és a 4. számú Tudományos Kutató Intézet (NII-4) munkatársai végeztek el. Ezek alapján kiderült, hogy ilyen felvételek készítéséhez abban az időszakban mindösszesen két alkalom adódott: 1959 októberében illetve 1960 áprilisában. A pályát úgy számították ki, hogy a felvételek készítésekor egyrészt a Föld fénye ne zavarjon, másrészt a Hold innenső, illetve tulsó oldala 30–70% arányban legyen megvilágítva, így biztosítva, hogy az újonnan felfedezendő alakzatok beazonosítása könnyebb legyen.



A Jenyiszaj berendezés, a „fürdő-mosoda tröszt”

A következő megoldandó problémát az jelentette, hogy – szintén első ízben az űrkutatás történetében meg kellett oldani a mindhárom tengely mentén történő stabilizálást, mivel a fotókamera fixen volt beépítve és a szondának a felvételek készítése során végig a Holdra kellett irányulnia. Borisz Viktorovics Rausenbah vezette azt a munkacsoportot, amely kidolgozta a Csájka (Sirály) névre elnevezett orientációs és stabilizáló rendszert. Ez a rendszer magába foglalt nyolc napfénydetektort, egy holdfénydetektort, szögsebességmérő egységet, sűrített nitrogénnel üzemelő mikrohajtómű-

veket, valamint egy vezérlőegységet, amely a jeladók jeleit parancsokká alakította át.

A Hold tulsó oldalának lefényképezése érdekében szó szerint a hagyományos, filmes fényképezés technológiáját választották ki, melyet a nagyobb kontraszt elérésével indokoltak. Lehetséges, hogy a szovjeteknek akkor még nem állt rendelkezésre a megfelelő, megbízhatóan működő televíziós technológia. A fényképezéshez a Leningrádi Televíziós Tudományos Kutatói Intézetben Igor Rosszelevics vezetésével, Pjotr Fjodorovics Blaclavec és Igor Válik mérnökök kifejlesztették az ún. Jenyiszaj komplexumot, amely a Luna-3 vonatkozásában a legnagyobb kihívást jelentő feladatnak bizonyult. Ez egyrészt egy, a szondába szilárdan beépített, bonyolult működésű, kétobjektív, hagyományos 35 mm-es filmes fényképező rendszerből (AFA-E1), egylépcsős előhívó berendezésből és az exponált fényképeket átvilágító és Földre továbbítandó rádiójelekké átalakító, fedélzeti analóg szkennerről állt. Másrészt a szonda jeleinek Földön történő vételéhez és átalakítására szolgált a Jenyiszaj-1 és a Jenyiszaj-2 komplexumok, amelyek lehetővé tették a perigeum (48 280 km) környékén a gyors- (50 vonal/s), apogeum (468 300 km) környékén pedig a lassú vételi (1,25 vonal/s) módot. A szondáról érkező jelek képekként történő rögzítésére különböző módszereket találtak ki: a jeleket különleges mágnesszalagon rögzítették, ún. foto televíziós berendezéssel később előhívandó filmre vették, közvetlen megjelenítést biztosító hópapírra nyomtatták, illetve ún. szkiatron képernyőkön (inverz képet adó speciális katódsugárcső) jelenítették meg. Végül egyedül a filmes rögzítés bizonyult használhatónak. A hópapíron és a szkiatron képernyőn maximum a Hold kerekességét lehetett látni, a mágnesszalagokról pedig nem sikerült visszajátszani a felvételeket. Arról nem olvashatunk, hogy sikerült-e visszajátszani és képekké alakítani a Jodrell Bank-ből érkezett felvételeket.

Az AFA-E1 objektívjeinek gyújtótávolsága és fényereje 200 mm f/5,6, illetve 500 mm f/9,5 volt. A 200 mm-es objektív látómezejé-

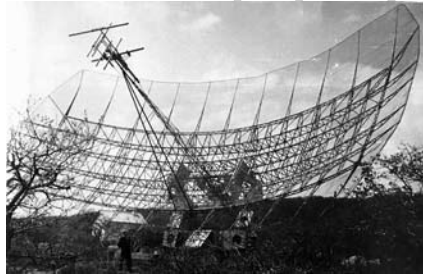
ben elfért a teljes holdkorong. Az expozíciós idők rendre 1/200, 1/400, 1/600 és 1/800 s voltak. Egyszerre két szomszédos kockára fényképeztek, mindkét objektíven keresztül. A berendezést 40 képkocka exponálására tervezték. Az exponált és előhívott képeket a Földről küldött parancsokkal lehetett szkennelni 1000 elem/sor és 1500 sor, azaz mai szóhasználattal élve 1000x1500 pixel felbontással, valamint továbbítani a jeleket.

A hidegháborút követően nyilvánosságra került egy érdekes tény. Mivel a szovjet ipar annak idején nem tudott előállítani a kozmikus sugárzásnak és a hőmérséklet-ingadozásnak megfelelően ellenálló filmet, a holdszondákhoz az amerikaiak által Nyugat-Európából a Szovjetunió irányába indított, de nagy számban annak területén lezuhant Genetrix kém léggömbökből nyerték ki a nyers fekete-fehér ortokromatikus filmet, amit azután méretre vágtak és perforáltak. Ezt az egész dolgot annyira titokban tartották, hogy még a legfelsőbb szovjet állami- és pártvezetés sem tudott róla. Így érthetővé válik a filmek „AS” típusjelzése, amely az orosz „amerikánszkije sárik”, azaz „amerikai léggömbök” kifejezésből származik.

A szonda a Földdel a 186,6 MHz-es frekvencián kommunikált, úgy a telemetriai adatok és videojelek továbbítása, a parancsok nyugtázása, mind a rádióparancsok vétele során. A kommunikációs eszközök fejlesztését a 885. számú Tudományos Kutató Intézetben végezték Jevgenyij Boguszlávskij irányításával, aki meglepetésre nem a jobb teljesítményt nyújtó impulzus-, hanem a folyamatos üzemű rádiókapcsolat mellett döntött, amely bár gyengébb minőségű jeleket eredményezett és már abban az időben is elavult technológia volt, de a tervezési idő rövidsége miatt mégis fontosabbnak tartotta a kipróbált, megbízható üzemelést. A fedélzeti rádió sugárzási teljesítménye 3 watt volt.

A jelek vételéhez egy fő- és egy tartalék ún. földi mérő pontot (a későbbiekben az egyszerűség kedvéért csak irányító központnak nevezzük) rendeztek be, egyet a Krimben, Szimeiz közelében, a másikat

pedig Jelizovó mellett, a Kamcsatka-félszigeten. A helyszínek kiválasztása nem volt véletlen. A Krim déli fekvése miatt volt kedvező helyszín. Itt volt a Pulkovói Csillagvizsgáló fiókszervezeteként működő Krími Asztrofizikai Observatórium és a 32103. számú katonai alakulat (a kozmikus kommunikációs eszközök a hadsereg felügyelete alatt voltak), nem utolsósorban a Krim kedvelt üdülőhely. Megjegyzendő, hogy néhány évvel később Jevpatórija körzetében helyezték üzembe a Szovjetunió stacioner kozmikus kommunikációs antennarendszerét. Kamcsatka az ország legkeletibb részén volt, így a két irányító központ közötti nagy földrajzi távolság hosszabb ideig tette lehetővé a szondával történő kapcsolattartást.



A Luna-3 jeleinek vételére szolgáló antenna

Akárcsak a Luna-2 esetében, a szovjetek ezúttal is megadták az angliai Jodrell Bank rádióobszervatórium részére a Luna-3 szonda rádiófrekvenciáit és égi pozícióit.

Maga a szonda, melynek tervezését Gleb Makszimov vezette, egy 130 cm hosszú, és mintegy 95 cm átmérőjű henger formájú konténer volt, amelynek a két végén egy-egy 120 cm átmérőjű félgömb volt található. A konténert 0,23 bar nyomáson hermetikusan lezárták. A belső hőmérsékletet hőmérőkkel és belső ventilátor segítségével 25 °C-on kellett tartani, mivel egyrészt az akkori szovjet gyártmányú tranzistoros elektronikai eszközök nem működtek volna az új extrém körülményei között, másrészt a hagyományos filmre való fényképezés és a kémiai eljárás alapuló előhívás megköve-

telte a megfelelő hőmérséklet fenntartását. A szonda belsejében helyezték el a giroszkópokat, az ezüst-cink akkumulátorokat, a híradó eszközöket és a Jenyiszaj berendezést. Egyéb tudományos műszerezettség szempontjából a Luna-3 hasonló eszközökkel volt ellátva, mint elődei (mikrometeorit detektor, ioncsapdák, Cserenkov-detektor, magnetométer, szcintillációs és gázkiszűréses sugárzásmérő). A fotókamerák a felső félgömbben kaptak helyet, míg az alsóban voltak a stabilizáló reaktív fúvókák. Kívülről körben napelemek voltak elhelyezve a szonda testén, amely a forgás közben biztosította az egyenletes áramtermelést az akkumulátorok feltöltése érdekében.

A Luna-3-at 1959. október 4-én, napra pontosan két évvel a Szputnyik-1 startja után indították. (Jellemző a hidegháborús titkolózásra, hogy a kozmodróm helyszíne 270 km-re volt Bajkonurtól, a legközelebbi település akkoriban valójában Tyuratam nevű falu volt. Az űrrepülőtér közelében felépített, Leninszk nevű város csak 1995-ben kapta a Bajkonur nevet). Az indítást követően a szonda sikeresen állt egy elnyújtott, elliptikus föld körüli pályára, amely lehetővé tette a Hold déli pólusának olyan mértékű megközelítését, hogy a Hold gravitációs tere elnyúlt nyolcas alakúra módosította a szonda végső pályáját. A repülés elején a szonda kissé túlmelegedett, amely néhány műszer meghibásodását eredményezte. A fényképezés előkészítése érdekében megállították a szonda forgását, aktivizálták a giroszkópos stabilizáló rendszert. A maximális holdközelség október 6-án 14:16 UT-kor következett be, amikor is a számítások szerint mintegy 6200 km-re repült el a déli pólus felszíne felett a szonda, és a Nap által megvilágított, tőlünk nem látható oldal irányában átszelt a Hold keringési síkját. Október 7-én a szonda felső félgömbjében lévő fotóelem észlelte a Hold által a Nap visszavert fényét, és mintegy 65 000 km távolságra megkezdődött a 40 perc időtartamú fényképezés. 29 kockát exponáltak, ezt követően elakadt a mechanikus zár. Az utolsó képkocka 66 700 km távolságból készült.

Az előhívást, szárítást és a kidolgozott kockák tárolóba történő továbbcsévelését követően, ami mindösszesen valószínűleg mintegy 10 óra időtartamot tehetett ki, megkísérelték a képek továbbítását. A jel gyengén és szakadozottan érkezett, statikus és földi eredetű rádiózájjal terhelve, így az egyetlen kapott képen gyakorlatilag nem voltak részletek. A következő kísérletre az apogeum környékén, a Földtől 470 000 km távolságra került sor, azonban az adatátvitel minősége ismét alacsony volt, feltehetően az antennák nem optimális irányultsága miatt. Azért, hogy csökkentsék a mesterséges rádiózájok hatását, a Fekete-tengeren a szimeizi fogadóantenna körzetében rádiótitlalmat rendeltek el. A szemtanúk tanúsága szerint a geometriai helyzet sem kedvezett, mert a Hold a szonda és a Föld között helyezkedett el. Az a döntés született, hogy várnak 10 napot, míg a szonda közelebb kerül a Földhöz. Ekkor néhány sor megpróbálták a gyors rezsimben továbbítani a képeket. Végül október 18-án a jel hirtelen felerősödött és sikeresen vettek 17 db zajos, de valamennyire részletes képet. Október 22-én a szonda a Szovjetunió területéről nézve a Föld árnyékába került és többszöri próbálkozás ellenére soha többé nem sikerült vele kapcsolatot teremteni. Vagy elromlott a fedélzeti rádió-berendezés, vagy lemerültek az akkumulátorok. A szonda a számítások szerint 11 keringést követően, 1960. áprilisban Észak-Afrika felett belépett a Föld légkörébe és elégett.

Koroljov egyik helyettese, Boris Jevszejevics Csertok Rakéták és emberek című könyvében részletesen ír a Luna-3 jeleinek vételével kapcsolatos problémákról, aggodalmakról és arról, hogy milyen kalandos körülmények között sikerült azokon úrrá kerülni.

Október 4-én, az űrkorszak kezdetének második évfordulóján, Levitán (a Szovjetunió híres, kitűnő orgánumú rádióbemondója, ő olvasta fel a háborús évek alatt a híreket) hangján a világ megtudhatta a harmadik kozmikus rakéta sikeres felbocsátását. A TASSZ az ígéretek ellenére, tartva

az esetleges kudarcról, mindent kigyomlált a hír szövegéből, amiből meg lehetett volna ismerni a küldetés valódi célját, a túlsó oldal lefényképezését. Október 4-én az állami bizottságnak jelentették, hogy a szonda rendben üzemel, és a Kóska (Macska) hegyen üzemelő irányító központ minden eszközzel folytatja a megfigyelést és kapcsolattartást. Október 5-én kora reggel a fürdő-mosoda tröszt (a Jenyiszej berendezés beceneve) működtetésével foglalkozó szakemberek a Krímbe, a vezetők Moszkvába utaztak.

Csertok október 6-án visszament az irodájába, hogy folytassa a katasztrófális állapotban lévő Vénusz projektet, amikor korán reggel Koroljov azonnali hatállyal magához rendelte. Amikor belépett a főnöke irodájába, az éppen telefonált. Befejezván a hívást, Koroljov elmagyarázta Csertoknak, hogy a szondáról gyenge jelek érkeznek, a telemetria alig fogható, a parancsok nem érkeznek meg, így még aznap, a 16 00 óras (13:00 UT) megbeszélésre az ideiglenes irányító központba, Szimeizbe kell repülni, indulás. Jellemző Koroljov kapcsolataira, hogy képes volt mozgósítani a légierőt, az Aeroflot légitársaságot, a Szovjetunió Kommunista Pártjának (SZKP) krími szervezetét, valamint a Szovjet Minisztertanács titkárságát. A TU-104 típus volt az első sugárhajtású, polgári légi közlekedés céljaira szolgálatba állított repülőgép, amit akkoriban még újdonságnak számított a szovjet repülőtereken. Koroljovnak sikerült egy ilyen gépet szereznie azon az áron is, hogy ezért törölték egy külföldre induló járatot.

Koroljov azt követően hozta ezt a döntést, hogy előző nap gyenge és hektikus, alkalmanként mintegy 10–20 perces időtartamú jelek érkeztek a szondától mindösszesen 5 ízben. Jodrell Bank adataiból utólag ismert, hogy ezen a napon a nagy, 76,2 méteres rádióátvcső sem vett semmilyen jelet a fő, 186,6 MHz frekvencián, csak a 39,986 MHz tartalék frekvencián tudott fogadni gyorsan fluktuáló és elhalkuló jeleket annak ellenére, hogy a brit rádióátvcső apertúrája legalább egy nagyságrenddel nagyobb volt,

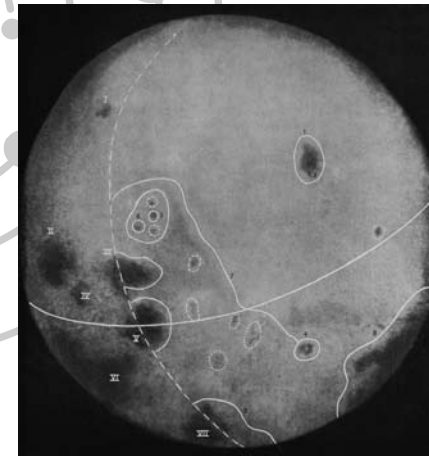
mint a krími kicsi antennának. Koroljovnak volt miért aggódnia.

Mindössze hat főből állt az utaslista, Koroljovon kívül a gépen utazott a helyettese Borisz Csertok, Keldis akadémikus, és Arkagyij Osztasov az OKB-1 Kísérleti Tervező Iroda főmérnöke, aki olyan későn érkezett a repülőterre, hogy a már a gurulóúton lévő repülőgépet meg kellett mialtata állítani. Ahogy a repülőgép megérkezett a Krímbe, haladéktalanul helikopterrel szálltak, amelynek a legénysége azonban a kijelölt leszállási helyen (Aj-Petri) kialakult havas eső és zéró látótávolság miatt nem javasolta a leszállást, így a helikoptert Jaltába irányították át, akárcsak a rájuk váró, a helyi pártszervezet által biztosított autókat. A krími vezetők azt hitték, hogy a vendégek pihenni érkeztek, szerették volna körbevezetni őket, meghívni vacsorára és kirándulásra, azonban Koroljov határozottan kérte, hogy haladéktalanul vigyék őket Szimeizbe, az obszervatórium melletti irányító központba, ahová a csoport végül 14.30-kor megérkezett.

Csertok könyvéből az derül ki, hogy a szondával a fő, 186,6 MHz frekvencián történő kommunikációhoz egy 120 m<sup>2</sup> felületű lapos, forgatható antenna szolgált. A rövidebb hullámhosszú (39,986 MHz) fogadóantenna valószínűleg szintén a Kóska-hegyen, vagy annak közelében helyezkedtek el. A vételi berendezések gépjárműveken és vontatmányokban, míg maga az irányító központ ideiglenes fa barakkokban volt berendezve. A helyiségek egyikében volt a képrögzőtő berendezés, ahol a szonda képeit közvetlenül hópapírra, valamint később, Moszkvában előhívandó filmre rögzítették. A létesítmény inkább emlékeztetett egy katonai táborra (bizonyos szempontból valójában az is volt, hiszen katonák üzemeltették és adták a személyzet zömét), mintsem egy holdszonda irányító központjára. Az állomány sátrakban lakott, a delegáció tagjait az érkezéskor gőzölgő tábori konyha látványa fogadta.

Boguszlávszkij véleménye szerint a gyenge jeleket a szonda antennájának kedvezőtlen

irányultsága okozhatta. Koroljovnak viszont úgy látszik, hogy érzéke volt a hanyagság felfedésére. Az irányító központ operátorainak kikérdezése során kiderült, hogy a rádióparancsok koordinálatlanul, duplikálva kerültek kiadásra. A dolog mögött a központban tevékenykedő két ezredes túlbuzgósága lehetett, akik szintén irányítani akarták szondát és megismételték a kiadott parancsokat. A beosztott operátorok számára pedig, akik maguk is katonák voltak, egy asztaluk előtt tornyosuló ezredes sokkal realisabb hatalom, mint egy tudós. A tényállás tisztázását követően Koroljov szigorúan megparancsolta, hogy kizárólag



Az első közzétett felvétel a Hold túlsó oldaláról

Boguszlávszkij adhat ki utasításokat a szondával történő kapcsolattartáshoz. 16:00-kor sikerült fogni a telemetria adatokat, és nagy meglepetésre a szonda fedélzetén minden rendben volt. Eközben, pontosan 1959. október 6-án 14:16 UT-kor történt a legnagyobb közelítés, amikor is a szonda a déli pólustól 7884 km-re repült el.

Koroljov utasítást adott arra, készüljön terv másnap reggelre, amikor a Hold fényképezése megtörténik. Ekkor a Jenyiszej rendszer tervezője, Braclavec aggodalmát fejezte ki amiatt, hogy kevés lesz a szonda rádiójeleinek rögzítésére szolgáló speciális mágneses szalag. Koroljov felháborodott miatt,

hiszen ha időben jelzik a problémát, akkor a konstruktóri irodából hoztak volna magukkal. Ennek ellenére Koroljov ezt a kérdést is elrendezte, egy Moszkvából Szimferopolba közlekedő kereskedelmi repülőjárát személyzete elhozta a hiánycikknek számító szalagot, amit azután helikopterrel szállítottak át az irányító központba.

Már éjszaka volt, amikor Koroljov és társai egy kivételével pihenni vonultak egy Jalta közelében, Nyizsnyaja Orenada nevű településen lévő hotelbe. Itt az éjfélidőpont ellenére luxusvacsora fogadta őket, de Koroljov parancsba adta, hogy senki nem ihat alkoholt, mert reggel 6-kor indulniuk kellett. Mindösszesen négy órájuk maradt a pihenésre.

A Hold túlsó oldalának lefényképezése 1959. október 7-én, 03:30–04:10 UT között történt, a Holdtól 65 567–68 785 km-re. A fényképezés kezdetén még fogadtak időszakos telemetria adatokat, később azonban energiatakarékosság céljából kikapcsolták a telemetriát. Időközben Keldis felhívta az NII-4-et, hogy ellenőrizzék a pályaadatokat, ahonnan azt a választ kapta, hogy a biztonság kedvéért háromszor is átszámolták a pályát, és ez alapján arra jutottak, hogy a szonda 7000 km-nél nem közelebb haladt el a Holdtól (a valódi érték 7884 km volt a Hold középpontjától számítva).

Keldis meghívására átjött az irányító központba Andrej Boriszovics Szevernij, a Krími Asztrofizikai Obszervatórium igazgatója is, aki kisebbfajta pánikot keltett, míg a társaság várta, hogy a képkészítési eljárás véget érjen. Jelezte ugyanis Koroljovnak, hogy teljesen feleslegesen várnak az eredményekre, hiszen a film úgyszólván csak a nap- és kozmikus sugárzástól. Véleménye szerint legalább 5–6 cm vastag ólomborításra lett volna szükség a film megóvására. Koroljov egyszerűen eltolta magától a számvetéseket tartalmazó papírokat és semmit sem válaszolt. Szevernij biztosan nem volt beavatva az amerikai ballonok történetébe.

Juhász László

Folytatjuk!

## Az M50 és vidéke

Télen ritka ajándék a derült, köd- és páramentes éjszaka, amikor a szél sem zavarja a megfigyelést. Még ritkább, ha az amatőrcsillagász nem városból, hanem vidéki, sötét égbolton kutathat a téli csillagképek titkai után. Ha nincs csontig hatoló hideg sem, akkor ilyenkor úgy érezzük, eltékozolt minden pillanat, amit nem az égbolt alatt töltünk.

Fordítsuk műszereinket a téli Tejút sávja felé! Lehetőleg minél fényerősebb, kompaktabb távcsövet, RFT-t (rich field telescope – nagy látómezejű távcső) használjunk, amelyben kényelmesen elférnek a szokottnál nagyobb látszó átmérőjű téli mélyégobjektumok is. Saját spirálkarunk, az Orionkar belső része felé tekintve érzékeljük, hogy az itt található mélyégobjektumok közeli, mivel nagy látszó méretűek és fényesek. Az M45 megfigyelése is hatalmas látómezőt igényel, hát még a Hyadoké!

A Monoceros jellegtelen konstellációjában található halvány Tejút-szakasz nehezen megfogható fátylát a legcsekélyebb fényszennyezés is könnyen eltünteti szemünk elől. Minthogy szabad szemmel látható csillagokban szegény ez a terület, városi és elővárosi égbolton szinte teljesen üresnek látszik, a legegyszerűbb az, ha az Ikrek bal lábától indulunk felfedezőutunkra. Csillaghalmazról csillaghalmazra, ködről ködre ugorhatunk RFT-nk legkisebb nagytávcsővel kapott hatalmas látómezőnk segítségével, ám egyszer csak, valahol az NGC 2301 után elfogynak a fényesebb halmazok. Innen 9 fokkal majdnem pontosan délre található a konstelláció egyik legimpozánsabb nyílthalmaza, az M50.

Giovanni Domenico Cassini fedezte fel ezt valamikor 1711 előtt, ahogyan fia, Jacques Cassini írja: „Apám egy ködöt fedezett fel a Nagy Kutya és a Kis Kutya közötti területen, amely távcsőben az egyik legszebb látványt nyújtja.”

Charles Messier, ismerve elődei munkásságát, kutatott az általuk látott ködfoltok után. Szerette volna ellenőrizni Cassini észlelését is, de nem járt sikerrel. Így ír róla: „M(onsieur) Messier többször kutatott ezen köd után a derült égen, de nem tudott ráakadni, és feltételezi, hogy talán egy üstökös lehetett, amely éppen láthatóvá vált vagy eltűnt, hiszen semmi sem hasonlít jobban egy ködre, mint egy üstökös, amely csak távcsővel látható.”

Ugyanakkor Messier felfedezett egy ködöt a Monocerosban 1772 tavaszán: „1772. április 5. 06<sup>h</sup>51<sup>m</sup>50<sup>s</sup>, -7°57'42". Halvány, különböző fényességű csillagok halmaza, az Egyszarvú jobb ágyéka alatt, a Canis Maior fülének Thetája fölött, és egy 7 magnitúdós csillag mellett. Messier az 1772-es üstökös észlelése közben fedezte fel ezt a halmazt. Bejelölte azon a térképen, amelyre az üstökös pályáját rajzolta. Mem Acad. 1772.”

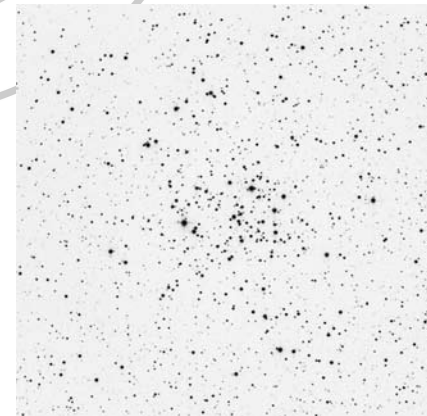
Ez az üstökös a történelem egyik leghíresebb csóvás égi vándora, amelyet Montaigne fedezett fel, Messier pedig függetlenül vette észre. Pályaszámítójáról ma 3D/Bielaként ismerjük, egy Jupiter-családba tartozó rövid periódusú, de elveszett kométáról van szó. A harmadikként felismert periodikus üstökös 1845-ben két részre szakadva tért vissza, majd 1852-ben ismét két üstökösöt lehetett megfigyelni. Ezt követően soha nem akadtak a nyomára, az üstökös valószínűleg szétoszlott. 1872. november 27-én azonban egy rendkívül erőteljes és váratlan meteorhullást észleltek az Andromeda csillagkép irányából. A 3000 db/óra erősségű kitérés akkor észlelték, amikor bolygónk áthaladt az akkor már két évtizede elveszett Biela-üstökös pályasíkján (Andromedidák vagy Bielidák).

Térjünk most vissza az M50-hez! Messier 1777-ben így ír róla: „1772. április 5. Ugyanazon az éjszakán (amikor az 1772-es üstökösöt észlelte – a szerk.) meghatároz-

tam egy halvány csillagokból álló halmaz helyzetét, amely a Canis Maior fülében lévő Theta (jelű) csillag és az Egyszarvú jobb ágyéka között található; pozícióját az április 3-án meghatározott pozíciójú, távcsővel látható csillaghoz képest adtam meg, amely egy 7 magnitúdós csillaggal együtt a halmaz közelében található.”

Messier tehát megtalálta ugyan a halmazt, de nem ismerte fel az M50 azonosságát a Cassini által látott ködfolttal. Johann Bode, aki szintén a ködök utáni kutatásba fogott, már sikerrel azonosította egymással a kettőt:

„Ködösségbe ágyazott csillaghalmaz. 1774. december 2-án a Mr. Cassini által a Nagy és Kis Kutya (CMA és CMi) között felfedezett ködös csillag kereséséhez akartam látni, de a pozíciójáról nem találtam közelebbi leírást. Végül ezen a területen, a CMA fejében lévő  $\theta$ ,  $\mu$  és  $\gamma$  csillagoktól északra, avagy a Mon(oceros) hasa alatt, találtam egy ködbe ágyazódó kicsiny halmazt. Úgy hiszem, talán ez lehet Cassini ködös csillaga.”



Áldott Gábor felvétele az M50-ről  
(15 T, Canon EOS 350D, 41x60 s, ISO 800)

Az M50-et kietlen területen, fényes csillagoktól és csillaghalmazoktól távol találjuk, a Siriust és a Procyont összekötő szakasz mentén. Távolsága a Siriustól a szakasz hosszának harmada, ahogyan Smyth admirális megjegyezte. A Monoceros hasát vagy

ágyékát alkotó  $\delta$  Mon-tól majdnem pontosan délre, 8 fokra található. A legközelebbi Bayer/Flamsteed jelölésű csillag a  $\theta$  CMA, amely 4,2 fokkal DDK-re van az M50-től.

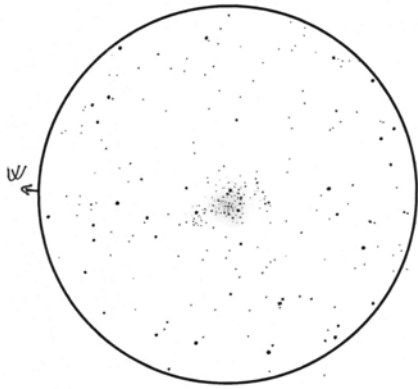
Igen kiváló, fényszennyezés-mentes égbolton halvány foltként szabad szemmel is megpillantható, bő fél fokra az 5,9 magnitúdós HD 52312-től keletre. Binokulárokkal sötét égbolton részben bontott, ezüstös folt, amely 9 magnitúdós csillagok ölelnek körül – ezek is a halmaz tagjai. A halmaz fényessége 5,5–5,9 magnitúdó között van, ennek java része egy 10'-es régióból származik, ám teljes kiterjedése 20–25'. Komponensei 7,8–13 magnitúdó közöttiek, de többségük 12 magnitúdó feletti, így az égbolt és a nagytávcső függvényében 8–15 cm-es műszerekkel szinte teljesen felbontható. A csoport legfényesebb komponense a déli peremén található K2 színképtípusú vörös óriás, a 7,8<sup>m</sup>-s HD 52938. Ha kisebb távcsővel nézzük az M50-et, akkor egy csigára hasonlít, amelynek háza a halmaz fő tömege, hasa a HD 52938, felfelé nyújtott nyakát és fejét a HD 53058-tól induló csillagsor képezi. A halmaz némi-képp spirális szerkezete nagy távcsövekkel szembeűnő.

A csoport tagjainak többsége egy nagyjából ovális, 10' körüli térrészben sűrűsödik, ahol a HJ 748-at találjuk, amely egy régóta ismert, látványos többes csillag. A John Herschel által felfedezett rendszer központi csillaga 8,4<sup>m</sup>-s, tőle 7"-re a 12<sup>m</sup>-s B komponens, 16"-re a 12,8<sup>m</sup>-s C komponens található további – optikai – komponenseket H. A. Abt és munkatársai katalogizálták a 20. sz. második felében (ABH 59AD–AJ).

Az M50 mintegy 3200 fényévre található, hozzávetőleg 80–100 millió éves nyílthalmaz. Valós kiterjedése kb. 20 fényév. Az 1893-ban Isaac Roberts által végzett fotografikus észlelések alapján közel 200 csillag tartozik hozzá. Trumpler-besorolása I,2,m / II,3,m / II,3,r (különböző szerzők szerint), vagyis az M50 a környezetétől jól elkülönülő, befelé kevésbé sűrűsödő, fényesebb és halványabb tagokat egyaránt tartalmazó, közepesen gazdag nyílt csillaghalmaz.

Lássunk most néhány leírást a hazai észlelőktől!

13 T, 26x: Nagy látómezőben szerettem volna megörökíteni ezt a közismert halmazt. Alakja háromszögre emlékeztet, és Ny-ra valamint K-re tőle két kis csillagsziget csatlakozik hozzá – talán ezek is a halmaz részét képezik. Nagyon gazdag csillagokban, több tucat tag sziporkázik, szinte rajzolhatatlan mennyiségben. Errefelé az LM is igen gazdag csillagokban, érezni, hogy a Tejútban észlel az ember; szinte mindenhol parázlik az égbolt. (Cseh Viktor)



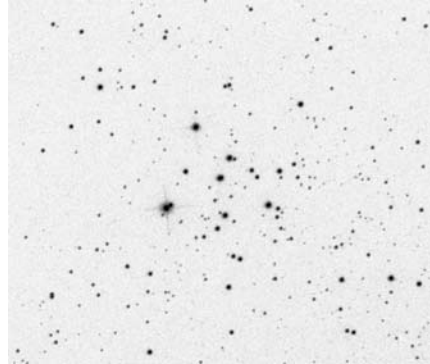
Cseh Viktor rajza az M50-ről (13 T, 26x, 2 fok 10')

16 T, 50x: Az első negyedben lévő Hold már kissé zavaró, így a teljesen bontott halmaz összes tagja nem látszik. A legfényesebb tagok szép színesek, sárgák és kékek. A kristálytisztá égen csak úgy ragyog a halmaz, EL-sal rengeteg halvány tag jön még elő. (Hadházi Csaba)

22 T, 48x: Az M50 holdfényben is elég impozáns, bár szerkezete elég összetett. A 65°-es LM jó harmadát kitölti, de csak belső, 5–10°-es része igazán sűrű. Két fényes csillag uralja, de összesen 30–40 tagot számolok össze a területén. Kelet felé látszik a „kar”, amit e nyílthalmaz jellegzetességének mondanak. (Sánta Gábor, 2009)

25 T, 82x: Teljesen bontott halmaz. Ahol a legnagyobb a csillagsűrűség a látómezőben, ott kissé torz pentagon alakú a halmaz. Csillagdús az egész látómező. (Erdei József)

Az M50 kietlen környezetben található, de tőle 2 fokkal délkeletre a mélyég-objektumok igazi Kánaánja kezdődik. Az IC 2177 (Sirály-köd, Seagull Nebula) egy 3500–3600 fényévre lévő aktív csillagkeletkezési régió, amely egy kb. 2 fokos sötét buborék nyugati része, ahol a fiatal csillagok sugárzása megvilágítja és fénykibocsátásra készteti a gáz- és poranyagot. Itt találjuk az NGC 2343 jelű 6,7<sup>m</sup>-s nyílthalmazt, amely kisebb távcsövekkel kompakt, grízes folt, nagyobbakban viszont csillagaira bomló, háromszög alakú látványos csoport.



Az NGC 2343 Nagy Mélykúti Ákos fotóján (20 T, Canon EOS 750D, 9x50 s)

Az IC 2177 fő tömege egy 2 fok hosszú, ÉD-i irányú, ívelt filament, amely középső részén kiszélesedik, így egy kiterjesztett szárnyú, repülő sirály alakját formázza. Tőle északra a 7<sup>m</sup>-s, 5'-es NGC 2335 halmaz észlelhető. Ez a csoport jóval messzebb, 4600 fényévre van tőlünk, így nincs köze az IC 2177-hez. A buborék keleti peremén lévő LBN 1036 rendkívül halvány fénylésként észlelhető, északi peremén viszont a fényes, 7<sup>m</sup>-s, szétszórt (20') NGC 2353 komponenseit láthatjuk egy 6<sup>m</sup>-s előtérscillag körül.

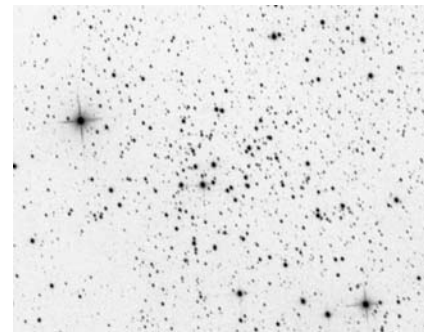
Az IC 2177 környéke sötét égen, kis nagytávval pazar látványt nyújt, és akár már binokulárral is látható a köd.

10x50 B: Az M50 észlelését követően elkalandoztam térkép nélkül a Mon aljáig, és megdöbbenve vettem észre, hogy térkép és a pontos hely ismerete nélkül is felfedezhető



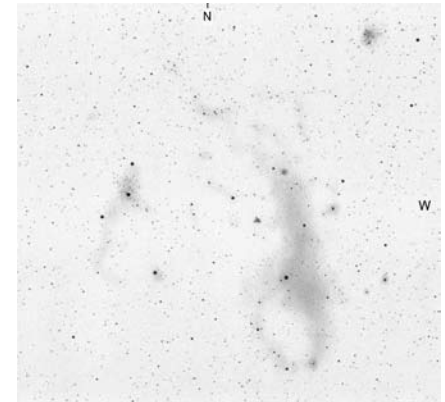
Szántó Szabolcs felvétele a Sirály-köd központi régiójáról (IC 2177 és vdB93). 25 T, Canon EOS 450D, 66x10 perc ISO 1600-on

a Sirály-köd! Ismerős alakja világosan kirajzolódik a koromfekete égi háttér előtt, el se lehet téveszteni. Jól látható, két fok hosszú és max. 20–30' széles, csavart, furcsa alakú DF! Szenzációs! (Sánta Gábor, 2007.03.16., Zselici Messier-Maraton)



Az NGC 2335 NY Nagy Mélykúti Ákos felvételén (20 T, Canon EOS 750D, 9x50 s)

Stepher J. O'Meara ezt a régiót a Monoceros égi kincseskamrájaként aposztrofálta, de szépségének észrevételéhez, élvezetéhez igen kiváló égbolt szükséges, ami csak rit-



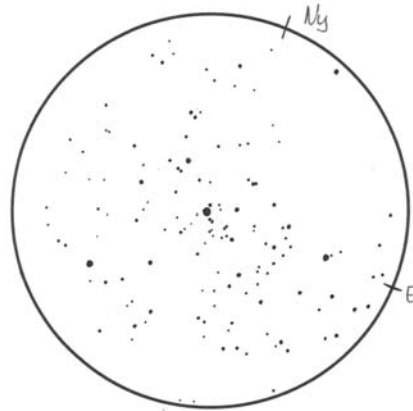
Kernya János Gábor rajza az M50 és az IC 2177 régiójáról (6 L, 11x, Thousand Oaks UHC, a kivágás kb. 5x5 fokos területet ábrázol)

kán adatik meg. Mivel ez a terület 10 fokkal van az égi egyenlítőtől délre, alig 30–35 fok magasan delel, így délebbi országokból sokkal könnyebben megfigyelhető. Így tett Kernya János Gábor is, aki Namíbiáig utazott, hogy ezt az égterületet (is) szemügyre vegye:

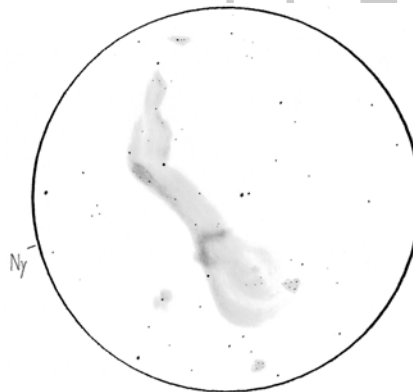
6 L, 11x+Thousand Oaks UHC: Ez a hantulat, hatalmas csillagbölcső téli éjjeleken Magyarországról is kényelmesen tanulmányozható (korábban részletesen láthattam egy 10 cm-es refraktoral), ám ennek ellenére mégsem nevezhető közismert célpontnak. Közepesen nehezen látható objektum, de sötét, fényszennyezéstől mentes égen biztosan észrevehetjük finom, ezüstös, hullámzó szalagját. Ez a fotókon valóban hasonlít egy röppenő madárra. A namíbiai szavanna kristálytisztá ege lehetővé teszi, hogy mindössze 6 cm-es lencsés távcsővel nézve kezdjen kirajzolódni a madár (illetve szárnyainak) formája: közel észak-déli irányba húzódó ezüstös, enyhén ívelődő, hullámzó finom derengés húzódik a gazdag csillagmezőben. Hossza biztosan eléri a 2°-ot. Déli végét egy csillagot bevonó kissé kompaktabb tartománya, a van den Bergh 94 képezi. Az IC 2177-től keletre a nehezebben látható emissziós köd, az LBN 1036 sejlik.

A „Sirály-köd” szűrő nélkül is megpillantható, ám a legszebb látvány UHC és H-Beta szűrőkkel érhető el. Az IC 2177 környezete bővelkedik további ködökben, nyílthalmazokban és aszterizmusokban. A halmazok közül kiemelkedő látvány a Messier 50 mintegy 6 magnitúdó összfényességű csoportja. (Kernya János Gábor, 2016)

150/600 T, 22x: Az IC 2177 legalább 2 fok kiterjedésű DF, amely keresztül szeli a látómezőt. Alakja hosszúság, több „kanyart” vetve, különböző intenzitású területeivel vonul végig az LM-n. Északi széle kiszélesedő, szinte kör alakú és elég diffúz, míg déli széle keskenyedő, szabálytalan peremével hívja fel magára a figyelmet. A Ced 90 DF a Sirály-köd déli csücskénél található diffúz megjelenésű objektum, alakja elnyúlt háromszög, három csillag látszik a felületén. A vdB93 DF a köd fő tömegétől nyugatra található egy fényes csillagra vetülve. A köd nyolcas alakú és a csillag az objektum szimmetria tengelyén fekszik, a DF déli része a feltűnőbb. Az NGC 2335 kisméretű, tömör nyílthalmaz, nagyrészt felbontatlan, de felületén 5 db csillag látható, háromszög alakú. Az NGC 2343 valamivel kisebb mére-



Az NGC 2353 NY Sánta Gábor rajzán (10 L, 55x, 63")



Szabó Gábor rajza az IC 2177 komplexumról (15 T, 22x, 2 fok 45')

tű NY, szintén tömör, felületén 3 db csillag, bontás nincs. Alakja kicsit gömbölyű szélű háromszög, Ny-i széle halványabb, diffúzabb. (Szabó Gábor, 1998)

Az M50-et és a közelében található nyílthalmazokat városi égbolton is észlelhetjük, igaz, érdemes 10 cm feletti átmérőjű műszert használnunk. A csillagászati fényképezéssel foglalkozók számára is kiváló célpont lehet a köd és környezete. Ha ezen a télen alkalmunk nyílik koromfekete, kristálytisztá ég alatt távcsöveznünk, ne hagyjuk otthon binokulárunkat vagy RFT-nket, és eredjünk az M50, valamint társai nyomába!

Sánta Gábor

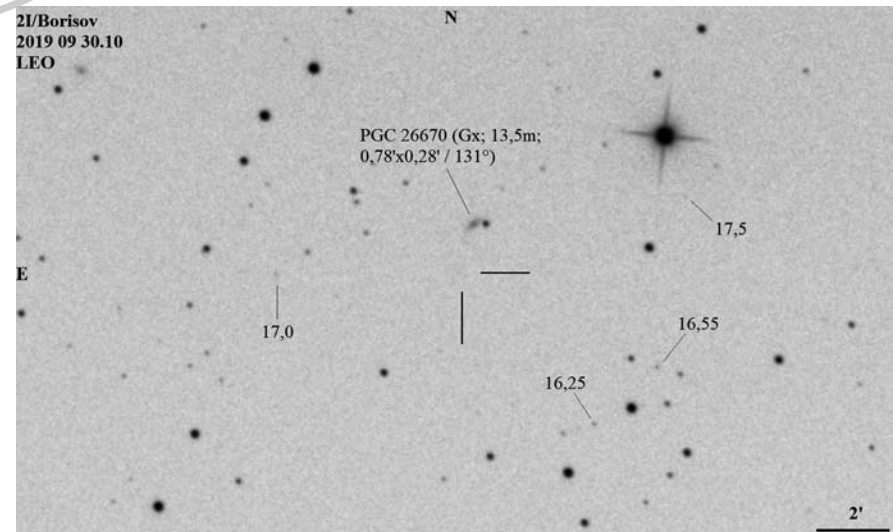
## 2I/Borisov, a különleges üstökös

„2019. augusztus 29-én este fényképeket készítettem az égbolt egy adott területéről. A képeken egy, nem a kisbolygó övben haladó mozgó objektumot vettem észre. Kimertem a koordinátáit és ezek ismeretében konzultáltam a Minor Planet Centerrel. Kiderült, hogy új égitestet fedeztem fel. Aztán megnéztem, hogy ez véletlenül nem földsúroló égitest-e (NEO, Near-Earth Object) vagy más szavakkal, akár a Földre is veszélyes objektum. Ebben az esetben a kutatók azonnal közlést tesznek az eredményeket és megerősítést várnak, hogy a pályaszámítások alapján pontosabb útvonalat lehessen számolni. De most azt is hozzá kellett tennem, hogy az objektum diffúz és így nem kisbolygó, hanem üstökös.” – írta Gennagyij Boriszov, miután felfedezte sorban hetedik üstökösét a Krímben levő saját, 65 cm-es távcsövével.

Már az első pályaszámítások azt mutatták, hogy az üstökös pályája szokatlan, excentricitása nagyobb, mint 1. Minél nagyobb

az excentricitás (0 és 1 között), annál hosszabb az üstökös keringési ideje. Kevés 1-nél nagyobb excentricitású pályán mozgó égitestet (kisbolygót és/vagy üstökösöt) ismerünk. Mivel ezek excentricitása is nem sokkal nagyobb 1-nél, ezért többségük valószínűleg az Oort-felhőből, vagy akár azon túlról is érkezhettek a Naprendszer belsejébe, más, szintén a Naprendszerhez tartozó égitestek perturbáló hatására.

A 2I/Borisov, vagy eredeti, felfedezéskori nevével a C/2019 Q4 (Borisov), pályájának excentricitása már az első számítások szerint is nagyobb volt, mint 1. Felfedezése után nagyon gyorsan és nagyon sokan kapcsolódtak be a megfigyelésébe és a pályaelemek pontosításába. Viszonylagos fényessége miatt (17,5–18 magnitúdó) már akár nagyobb amatőr távcsövekkel is követhetővé vált az objektum. Az első hazai észlelést Nagy Mélykúti Ákos végezte 2019. szeptember 30-án, amikor csak egy kis 19" átmérőjű

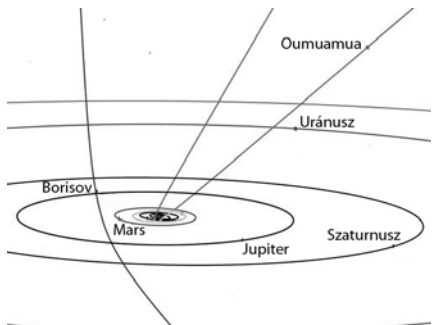


Az első hazai felvétel 2019. szeptember 30-án készült a 2I/Borisovról (Nagy Mélykúti Ákos fotója)

16,7 magnitúdós foltként azonosította az üstökösöt.

A sok megfigyelésnek köszönhetően viszonylag hamar kiderült, hogy excentricitása 3,3573 értékű, így az égitest nagy valószínűséggel a Naprendszeren kívülről érkezett. Pályamenti sebessége (32,2 km/s = 6,79 CSE/év) elég nagy ahhoz, hogy biztosan állíthassuk: az üstökös a csillagközi térből érkezett. Ez a második olyan égitest, amiről biztosan tudjuk, hogy a Naprendszeren kívülről, a csillagközi térből érkezett! Az első ilyen az 11/2017 U1 'Oumuamua kisbolygó volt, amely felfedezésekor, 2017. szeptember 9-én már túl volt napközelpontján és a Naprendszerből kifelé haladt.

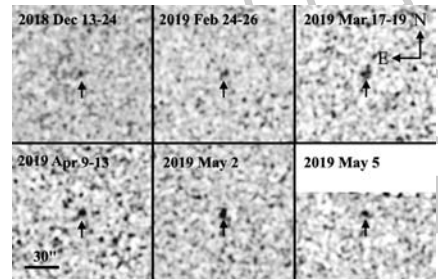
Sokan mondhatják, hogy eddig ilyeneket nem találtunk, majd most egyre többet fogunk felfedezni, de miért hozza ez annyira lázba a csillagászokat és mitől érdekesebb az üstökös, mint a kisbolygó?



A két interstelláris látogató, a Borisov és az 'Oumuamua pályája

Ennek megértéséhez a bolygórendszerek keletkezésének elméletét kell elővennünk. A csillagok és velük együtt a bolygórendszerek kialakulása rohamosan fejlődő kutatási terület, amiről még nagyon kevés ismeretünk van. A jelenleg elfogadott elmélet röviden összefoglalva: a csillagkeletkezés során a csillagot szülő molekulafelhőben mindenféle vegyületek jönnek létre a majdani csillaghoz közel és távol. Azonban amikor a csillag „begyullad”, akkor a közeli térben levő anyagot (molekulákat) a kelet-

kező csillagszél felbontja, ionizálja és gyakorlatilag üresre söpri a térséget. A születő csillagtól távolabb (a Naprendszer esetében pl. az Oort-felhő távolságában) azonban megmaradnak/megmaradhatnak az eredeti molekulafelhő anyagai/molekulái. Ezeknek legjobb „raktára” az üstökösök, ezek a kis-méretű objektumok, fagyott anyagcsomók. Az anyagcsomók ebből a felhőből más égitestek (nagyobb bolygók, közelben elhaladó csillagok) hatására a szülőcsillag felé kilöködve válnak majd igazán üstökössé. A csillag közelében keringő más égitestek hatására ismételt pályamódosulások következhetnek, és így minél többször és hosszabb ideig járnak a szülőcsillag közelében, annál inkább elvesztik a csillagot szülő molekulafelhőről őrzött „emlékeiket”, majd válnak üstökösökből kisbolygókká.

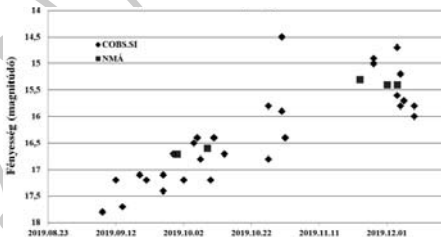


Válogatás a felfedezés előtti időszakból született felvételekből

A fentiek miatt talán már érthető, hogy miért lehet fontosabb egy üstökös megfigyelése, mint egy kisbolygóé. A kisbolygókról sokkal nehezebb információt szerezni, és nem is mutatják be olyan jól a csillagkeletkezési környezetet, mint az üstökösök. Az üstökösök megfigyelésével, űrszondás megfigyelésével a Naprendszer kialakulásáról alkothatunk pontosabb képet. Ez azonban csak a mi rendszerünk, a többi csillagról nem tudunk szinte semmit. De létezhetnek olyan objektumok, amelyek máshonnan jönnek, mint az 11/2017 U1, vagy a 2I/Borisov. Az elsőről „lemaradtunk”, de a másodikat még időben fedezték fel ahhoz, hogy megfigyeléséből elég adatot lehessen nyerni. Az így megszerzett adatokat össze lehet hason-

líteni a naprendszerbeli üstökösök adataival és pontosabb képet kaphatunk a bennünket körülvevő világról.

Ezért is kezdte el szinte mindenki és minden műszerrel észlelni a 2I/Borisov-üstökösöt. Kell is, hiszen felfedezése után három hónappal, december 8-án elérte napközelpontját, majd távolodni kezdett.



A 2I/Borisov fénygörbéje

Az első, amit meg tudtak mérni, az az üstökös fényessége, illetve annak változása. Ha hasonlít egy naprendszerbeli üstökösre, akkor ebben a három hónapos időtartamban aktivitása nőni fog. Az eddigi megfigyelések alapján a csillagközi üstökös nagy hasonlóságot mutat a naprendszerbeli üstökösökkel. Fényessége az eltelt időszak alatt folyamatosan nőtt, és ezen belül egy kis amplitúdójú, kb. 13,2±0,2 napos ciklikusság volt megfigyelhető. Ez a ciklikusság valószínűleg nem a tengelyforgásból származik. A naprendszerbeli üstökösöknél is megfigyelhető a tengelyforgásból származó periódicitás, de ennek időtartama 0,2-2 nap között mozog. Egyes üstökösöknél (pl. 1P/Halley) előfordulhat hosszabb, a tengelyforgást meghaladó periódus is, ami a forgástengely precessziós mozgásából fakad. A 2I/Borisov esetében is erről lehet szó.

Az üstökös felfedezésekor 2,98 CSE-re tartózkodott a Naptól. A pályaelemek ismeretében korábbi képeken is megpróbálták megtalálni. Erre azért van szükség, mert az üstökös aktivitása a vízjég szublimálásával 3-5 CSE távolságban kezd megemelkedni. Minél korábbi felvételt találunk az üstökösről, annál pontosabban lehet a méretét is meghatározni. A kutatók ezért előkeresték azokat a felvételeket, amelyeken az égitest

2018. október 1. és a felfedezés közötti időpontokban rajta lehetett. 202 db ilyen képet találtak, amelyek között többön is sikerült azonosítani a 2I/Borisovot és így még pontosabb pályát lehetett számolni. A legkorábbi időpontból származó felvétel 2018. december 13-án született, amikor az üstökös még csak kb. 9 CSE-re volt a Naptól.

Fontos ennek meghatározása, mert egy üstökös láthatósága nagyon függ annak méretétől és a magban, a magon lezajló folyamatoktól. Minél messzebb van, a csillag annál kevésbé melegíti és csak a nagyon illékony anyagok szabadulhatnak el a felszínről, így kicsi a fényessége. De ahogy közeledik a csillaghoz, jelen esetben a Naphoz, annál jobban nő az aktivitása, egyre több anyagot bocsát ki és egyre inkább láthatóvá válik. Ez történt a 2I/Borisov esetében is. Először 5-8 CSE távolságban a CO, CO<sub>2</sub> és CN kezd el szublimálni, de az aktivitás lényegi beindulása kb. 3 CSE távolságra a vízjég szublimálásával kezdődött. Hasonló folyamatok játszódnak le azokkal a naprendszerbeli üstökösöknél is, amiknek nagyon hosszú a keringésidőjük, vagy éppen csak „mostanában” kerültek be az Oort-felhőből a Naprendszer belső régióiba. Ezek az üstökösök hajlamosak a felbomlásra is, szemben a rövid periódusú üstökösökkel.

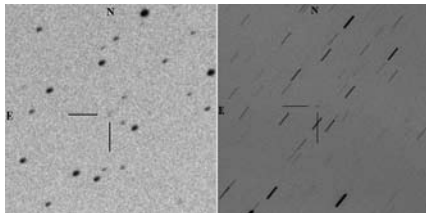
Az anyagkibocsátás minőségéből (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O stb.) és mennyiségéből, a fényességéből, valamint a Naptól való távolságból jó becslést lehet adni az üstökös magjának méretére, ami a kezdeti 2-16 km-es becslésről mára inkább a 0,5-2 km átmérőre változott.

Nem lepődtek meg a kutatók azon, hogy a 2I/Borisov CN (cián) kibocsátása mekkora. Ez is jó egyezést mutat a naprendszerbeli, nagyon hosszú periódusú üstökösök CN kibocsátásával. További spektroszkópiai vizsgálatok víz távozását is kimutatták. Minden, az üstökösből távozó anyag jó egyezést mutatott a Naprendszer távoli vidékeiről a belső vidékekre kerülő üstökösök összetételével.

Az üstökös fényességnövekedése a felszínről elszabaduló por mennyiségétől is

függ, mivel ez jobban visszaveri a napfényt. Ahogy egyre közelebb került a Naphoz, a fényessége folyamatosan növekedett, mivel a jégből kiszabaduló gázok egyre több por-szemcsét is magukkal ragadtak. A kóma egyre csak hízott, lassan kialakult az üstökös csóvája is. Mindkettő a szokásos naprendszerbeli üstökösök formáját mutatta.

Az eddig beérkezett hazai megfigyelések két amatőr nevéhez fűződnek. Molnár Iván (1 db) és Nagy Mélykúti Ákos (5 db) észlelték az üstökösöt. Nem lehet azt mondani, hogy



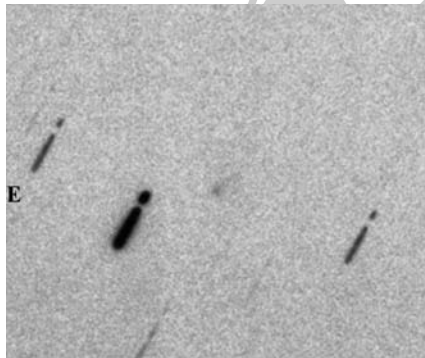
Tényleg a 2I/Borisov van a képeken? Igen!  
Balra: Nagy Mélykúti Ákos, 2019.10.09.,  
200/800 Newton; Canon 750D, Exp: 9x50 s  
Jobbra: Yoann Degot Longhi, 2019.10.09.  
200/1400 Schmidt-Cassegrain; Sony A7s  
Exp: 80x20 s

a 2I/Borisov megfigyelésének körülményei ideálisak lehettek volna, ugyanis csak hajnalban, az eléggé párás égen, nem sokkal napkelte előtt, a horizonthoz közel lehetett távcsővégre kapni az üstökösöt. A megfigyelést minden alkalommal az is nehezítette, hogy az üstökös a hatalmas távolsága ellenére (kb. 2 CSE) is jelentős látszólagos mozgást produkált, így a csillagokra összegzett képeken a gyakorlatlan szem könnyen elsiklott felette. De éppen ez adja ennek a műfajnak a szépségét!

Az első megfigyelést egy hónappal az üstökös felfedezése után végezte Nagy Mélykúti Ákos. A képen az üstökös csak egy nagyon halvány, diffúz foltként azonosítható. A következő megfigyelést észlelőnk 2019.10.09-én hajnalban végezte. Az elkészült képen PA 316 irányban már sejtethető a csóva és alaposabb tanulmányozás után az görbültnek látszik. Könnyű azonban az észlelés és a feldolgozás során belefutni egy rossz azonosításba, vagy pixelhibába, ami

akár téves észlelést is eredményezhet. Ezt elkerülendő észlelőnk azonos időszakban készült képeket is keresett az interneten, és így talált rá Yoann Degot Longhi francia amatőr képére, amin a csóva szintén görbültnek látszik. Mindkét észlelő hasonló méretű műszert használt, így szinte kizárt, hogy a csóva görbültsége téves észlelés lenne.

Még négy észlelés született a láthatóság hátralevő részében. Ezek közül a 2019.11.22-i nem a legjobb égen, így az üstökös méretén és fényességén kívül mást nem is lehet meg-



Molnár Iván felvétele 2019.11.30-án 04:26–04:53 UT között készült 280/1764-es Schmidt-Cassegrainnel, 34x30 s expozícióval

állapítani. Molnár Iván 2019.11.30-i felvételeinek körülményei a horizontközeli helyzet ellenére jók voltak, így az elkészült képen szépen látszik az üstökös kb. 16,5 magnitúdós magja és rövid csóvája is. Nagy Mélykúti Ákos 2019.12.01-i és 12.04-i észlelésének körülményei szintén jók voltak, és újra látszott a 2 CSE távolságban járó üstökös rövid, halvány csóvája.

Cikkünk megjelenésekor a 2I/Borisov már messze távolodott a Földtől, és soha többé nem közelíti meg központi csillagunkat. A csillagászok egy darabig még nagy földi és űrtávcsövekkel még nyomon tudják követni. Az elvégzett megfigyelésekből származó adatok feldolgozása is el fog tartani jó ideig, így erről az üstökösről is még derülnek ki érdekes részletek.

Nagy Mélykúti Ákos

## Programajánló

### A bolygók járása (február)

**Merkúr:** A hónap első felében jól megfigyelhető az esti ég alján. Február 10-én van legnagyobb keleti kitérésben, 18,2°-ra a Naptól. Ekkor bő másfél órával nyugszik a Nap után, ez idei első legjobb esti láthatósága. 20-a után láthatósága gyorsan romlik. 26-án alsó együttállásban van a Nappal. 29-én már kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében, fél órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Fényesen ragyog az esti és kora éjszakai délnyugati égen. A hónap elején három és fél, a végén már négy órával nyugszik a Nap után. Az ekliptika látóhatárhoz viszonyított meredek állásszöge miatt kitérő a láthatósága. Fényessége  $-4,1^m$ -ről  $-4,3^m$ -ra, átmérője 15,3"-ról 18,6"-re nő, fázisa 0,73-ról 0,63-ra csökken.

**Mars:** Előretartó mozgást végez az Ophiuchus, majd 11-étől a Sagittarius területén. Kora hajnalban kel, a hajnali délkeleti ég alján látható. Tovább fényesedik 1,4<sup>m</sup>-ről 1,1<sup>m</sup>-ra, látszó átmérője pedig 4,8"-ról 5,53"-re nő.

**Jupiter:** Előretartó mozgást végez a Sagittariusban. Hajnalban kel, napkelte előtt kereshető a délnyugati ég alján mint ragyogó fényű égitest. Fényessége  $-1,9^m$ , átmérője 33".

**Szaturnusz:** Előretartó mozgást végez a Sagittarius csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége 0,6<sup>m</sup>, átmérője 15".

**Uránusz:** Sötétedés után kereshető az Aries csillagképben, a nyugati égen. Folytatja előretartó mozgását. Késő éjszaka nyugszik.

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

Kaposvári Zoltán

További információk:  
Égi kalendárium, [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)



### Utazásom az égbolt csodái között

Majzik Lionel asztrofotós kiállítása

2020. január 24., péntek 18 óra

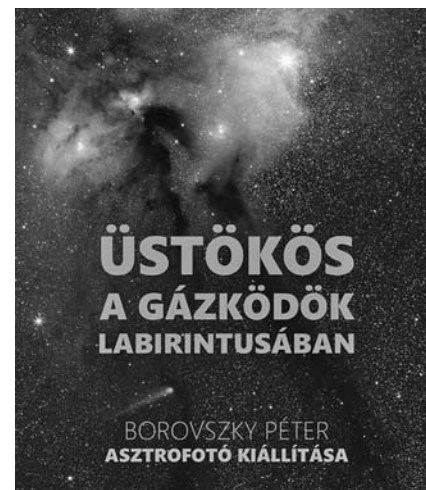
Megnyitja: Mízer Attila  
a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára

Közreműködik: a Nagykőrűi gitáruő

A kiállítás megtekinthető: 2020. február 17-ig.

KLAUZÁL HÁZ

Klauzál Gábor Budapesti Tényei Művelődési Központ  
1222 Budapest, Nagytéri utca 31-33.



Borovszky Péter kiállítása a Hatszín Teátrumban  
(Budapest VI., Jókai u. 6.) tekinthető meg január közepéig.

## BEMUTATÓ ÉS KÖZÖSSÉGI CSILLAGVIZSGÁLÓK

### Agóra Tudományos Élményközpont

4032 Debrecen, Egyetem tér 1.  
www.agoradebrecen.hu/

### Bajai Bemutató Csillagvizsgáló

6500 Baja, Tóth Kálmán u. 19.  
www.bajaobs.hu/bbcs

### Balaton Csillagvizsgáló

8184 Balatonfűzfő, Sport Centrum  
www.balatoncsillagvizsgalo.hu

### B&B Csillagvizsgáló Kft.

6400 Kiskunhalas, Kossuth u. 43.  
www.csillagvizsgalo.eu

### Bay Zoltán Oktatóközpont

5700 Gyula, Városerdő  
mzljajos@gmail.com

### Bödök Zsigmond Bemutató Csillagvizsgáló

7751 Boly, Békáspusztá  
draconid@freemail.hu

### Bödök Zsigmond Csillagda

930 52 Blahová 54, Szlovákia  
www.uma.sk

### Canis Maior Csillagvizsgáló

8800 Nagykanizsa, Zrínyi u. 18.  
www.nae.hu

### Fényi Gyula Csillagvizsgáló

3523 Miskolc, Fényi Gyula tér 10.  
users.atw.hu/fenyigyula/

### Gaia Csillagda

3556 Kiszgyőr, Szőlőkalja u. 8.  
ronaorzo.csillagpark.hu/

### Gedőcz-tetői Csillagvizsgáló

3100 Salgótarján, Gedőczy u. 36.  
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

### Hármashegyi Csillagda

Debrecen-Nagycsere, Természet Háza  
zsuzsivasut.hu/termeszett-haza

### Haynald Observatórium

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

### Hegyháti Csillagvizsgáló

9915 Hegyhátsál, Fő u. 19.  
www.observatory.hu/

### Hortobágyi Csillagda

Fecskeház Erdei Iskola  
4071 Hortobágy-Máta, goo.gl/xDTEq4

### Jászberényi Csillagvizsgáló

5100 Jászberény, Bercsényi út 1.  
jaszkonyvtar.hu/csillagda/

### Kecskeméti Főiskola Csillagvizsgálója

6000 Kecskemét, Kaszap u. 6–14.  
kefoportal.kefo.hu/csillagvizsgalo-2

### Kiss György Csillagda

5931 Nagyszénás, Ságvári utca 26.  
www.kgyocsillagda.atw.hu/

### Kőszeg Város Oktató- és Bemutató Csillagvizsgálója

Béri Balogh Ádám Általános Iskola  
9730 Kőszeg, Deák F. u. 6.  
www.gae.hu

### Kövesligethy Radó Oktató és Bemutató Csillagvizsgáló

9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.  
www.gae.hu

### Kulin György Bemutató Csillagvizsgáló

Könyves Kálmán Gimnázium  
1043 Budapest, Tanoda tér 1.  
kulincsicillagda.hu/

### MCSE Csillagtanya

8093 Lovasberény, János-hegyi út  
www.mcse.hu

### Pannon Csillagda

8427 Bakonybél, Szt. Gellért tér 9.  
www.csillagda.net

### Polaris Csillagvizsgáló

1037 Budapest, Laborc u. 2/c.  
polaris.mcse.hu

### Posztoczky Károly Bemutató Csillagvizsgáló és Múzeum

2890 Tata, Eötvös u. 19.  
www.titkom.hu/tataicsillagda.html

### Specula (Varázstorony)

Eszterházy Károly Főiskola  
3300 Eger, Eszterházy tér 2.  
varazstorony.ektif.hu/

### Svábhegyi Csillagvizsgáló

CSFK CSI, 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 15–17.  
www.konkoly.hu

### Dr. Szabó Gyula Bemutató Csillagvizsgáló

3534 Miskolc, Dorottya u. 1.  
csillagda.web44.net/

### Szegedi Csillagvizsgáló

6726 Szeged, Kertész utca  
astro.u-szeged.hu/

### Tápiómenti Bemutató Csillagvizsgáló

2241 Súlysáp, Régi Úri út  
www.sacse.hu

### Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló

8000 Székesfehérvár, Fürdősor 3.  
telapo.datatrans.hu/Telapo/index.htm

### TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló

5000 Szolnok, Jubileum tér 5.  
www.tit-szolnok.hu

### Zselici Csillagpark

7477 Zselickisfalud, 064/2 hrsz.  
zselicicsillagpark.hu

## Polaris Csillagvizsgáló ÓBUDA



Az MCSE közösségi csillagvizsgálója, a Polaris változatos programokkal várja az MCSE-tagokat és az érdeklődőket. Címünk: 1037 Budapest, Laborc u. 2/c., tel: 06-70-548-9124. **MCSE-tagok számára programjaink ingyenesek.**

**Távcsöves bemutató** minden kedden, csütörtökön és szombaton este (derült idő esetén). A belépődíj felnőtteknek 1400 Ft, diákoknak 700 Ft.

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

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

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

**Észlelőszakkör és tükörcsiszoló kör** minden korosztály számára. A szakköri foglalkozásokon való részvétel feltétele az MCSE-tagság.

További információk: [www.mcse.hu](http://www.mcse.hu)

## Helyi csoportjaink, partnereink

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

**Debrecen:** A MACSED összejövetelei csütörtökönként 18 órától az Újkerti Közösségi Házban (a hónap első csütörtökén az Agórában). Információk: [macsed.csillagpark.hu](http://macsed.csillagpark.hu)  
**Dunaújváros:** Péntekenként 16:00–18:00 között összejövetelek a Munkás Művelődési Központban.

**Hajdúböszörmény:** Minden hónap utolsó péntekjén 18 órától találkozók a Sillye Gábor Művelődési Központban.

**Eger:** Kéthetente szakköri foglalkozás a Líceum Varázstoronyában (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.).

**Kaposvár:** Minden hónap első péntekjén 18 órakor találkozók 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

**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 Timeánál, orosz.ti@gmail.com, [www.facebook.com/mcseszhs](http://www.facebook.com/mcseszhs)

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

**Tápiómentek:** 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)

## Hónapsoroló (január)

Manapság úgy emlékezünk vissza 1987 januárjára, mint amikor utoljára látogatott el hozzánk Tél tábornok, az ideiglenesen hazánkban állomásozó szibériai hidegek élén. Jó pár ideiglenesen hazánkban állomásozó szibériai legény is részt vett a mentésben a Vörös Hadsereg sorkatonájaként, hiszen menteni kellett, ami menthető. Manapság már nincsenek ilyen hidegek, az időjárást Tél tábornok egészen alacsony rangú beosztottjai intézik, legfeljebb őrmesterek, törzsőrmesterek, de nincs már messze az idő, amikor egyszerűen kiadják ezt az egész tél-ügyet a hadtápnak. Ha a Polaris 180 négyzetméteres észlelőteraszára és a hólapátra gondolok, nem hiányzik az *igazi*, havas tél, de a dolgok rendje mégis csak az, hogy ha már tél van, legyen rendes tél.

Akár kemény a tél, akár enyhe, lucskos, csatakos, az észlelés közbeni didergésre még manapság is bizton számíthatunk. Hát még ha a hidegfront tiszta levegője heves széllel érkezik! Így volt ez az 1976-os Quadrantidák idején is.

A budapesti észlelőket, különösen a fiatalokat, akkoriban Keszthelyi Sándor próbálta meg összefogni. Fiatal urániás szakkörösök, bemutatók alkották ezt a maroknyi csapatot. Január 2-án este a 72-es busszal mentünk ki Törökbálintra, a falu határából figyeltük a lenyugvó Merkúrt, a leheletnyi, 25 órás holdsarlót, majd a meteorokat. Holl András, Keszthelyi Sándor és jómagam vártuk a Quadrantidák feltűnését. Másél óra alatt egyetlen rajmeteor mutatkozott, ami nem is csoda, hiszen nem csak a radiáns volt alacsonyan, de a raj maximuma is messze volt még, a következő éjszakára vártuk. A Quadrantidák maximuma ugyanis rendkívül éles, hiába megyünk ki az előtte vagy az utána következő éjszakán, csak egy-két hullóra számíthatunk óránként. Az se mindegy, hogy az éjszaka első, vagy a második felére esik a csúcs. Éjfél előtt – különösen kora este

– még alacsonyan áll a radiáns, a hajnali órák a legkedvezőbbek, amikor a zenit felől záporozhatnak a meteorok.

A szél már január 2-án is nagyon kellemetlenül fúj, a következő éjszaka még rosszabb lett a helyzet. Az érkező vihar Nyugat-Európában néhol 140–180 km-es szellőkészekkel tombolt, mintegy ötvenen estek áldozatul. Hazánkba érve már megszelídült, de így is rendkívül kellemetlen volt a szabadban, pedig nem is volt túlságosan hideg, 2–3 fokra húlt csak le a levegő.

Január 3-án este Juhász Róberthez utaztunk ki Szigethalomra, az előző este csapata így négyfőnyire bővült, észlelőhelyünk komfortosabb lett, egy háztető gerince mellé húzódva, egy teraszról meteoroztunk. Így se bírtuk sokáig, egyhuzamban legfeljebb fél órát észleltünk, majd be a meleg szobába! Észlelés közben kimaradozott a közvilágítás, aminek persze örültünk, hiszen jobb lett az ég, végül teljesen elsötétedett. Az ötször fél óra alatt összesen 55 rajmeteorot láttunk, a hajnalra várható maximumot azonban már nem, mivel kevéssel éjjel egy óra előtt teljesen beborult. Szépen hullottak a sporadikusak is, ezekből összesen 31-et láttunk, a legfényesebbeket Holl András észlelte, hosszú, sárga meteorokként érkeztek az Uma felől (valójában a Tau Ursae Maioridák tagjai lehettek). A viharos erejű szél Magyarországon is sok kárt tett. Hajnalban mi magunk is azzal szembesültünk, hogy nem jár a csepeli gyorsvasút, mivel vezetőkeiket leszaggatta az orkán.

Azóta sokszor volt szerencsém a Quadrantidákhoz, a legtöbb rajtagot 1982 januárjában sikerült észlelnem, Keszthelyi Sándorék társaságában, Pécs-Vasasról. Olyan szeles hidegben, mint 1976 elején, azóta se volt részem, igaz, ma már bölcsebb vagyok, ilyenkor inkább bent maradok a melegben.

*Mizser Attila*



Az NGC 6888, a Sarló-köd Kereszty Zsolt felvételén. 250/1000-es foto-Newton, átalakított Canon 80D fényképezőgép, ISO 1600. A felvétel RGB és H-alfa szűrőkkel készült, az össz-expozíciós idő 5,4 óra



Soponyai György olajpasztell festménye a július 25-i tűzgömbről (Meteor 2019 észlelőtábor)

Tűzgömb a Meteor 2019 észlelőtábor egén 2019. július 25-én 21:46 UT-kor. Bánfalvy Zoltán felvétele Canon EOS 5D fényképezőgéppel készült (Peleng 8 mm-es f/3,5-ös objektív f/4-en, ISO 800, 120 s expozíció)





## A hónap képe

A Buborék-köd Majzik Lionel felvételén. A képzőzőt az NGC 7635 jelű emissziós köd uralja, benne a jellegzetes formájú Buborék-köd, amelyet a köd középpontjában található szuperóriás csillag csillagszele hoz létre. Balra fent az M52 látható, egyike a Cassiopeia látványos nyílthalmazainak