

90/660 **Evostar** refraktor StarQuest mechanikán

Sky-Watcher

Éles, kontrasztos kép és
egyszerű használhatóság
kedvező áron.



Fotó: Eder Iván

- f/7,3-as légréses akromatikus objektív
- 90 fokos (1,25") zenittűkör
- 25 mm-es Super Barium okulár (26x nagyítás)
- 10 mm-es Super Barium okulár (66x nagyítás)
- Finommozgatás mindkét tengelyen

124 400 Ft

Budapesti Távcső Centrum

tavcső.hu

Budapest
XII. Városmajor u. 21.
egy percre a Déli pályaudvartól
H-P: 9-17 óra, SZ: 9-13 óra

✉ btc@tavcső.hu
☎ +36 (20) 484 9300
+36 (1) 202 5651

2021. december

meteor

Julija Pereszild



MCSE-tagdíj
2022: 10 000 Ft
62900177-16700448

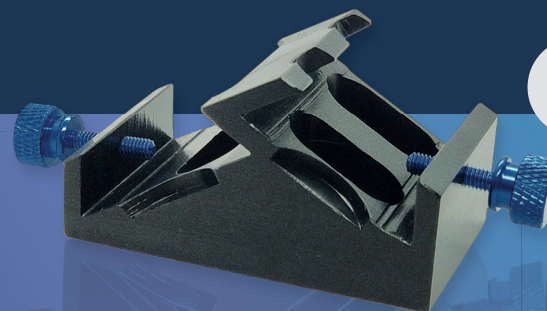


meteor.mcse.hu



Már csak ez hiányzott!

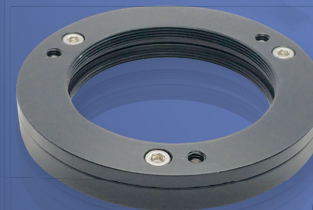
...HOGY ASZTROFOTÓIM
TÖKÉLETESEK LEGYENEK



1

Duál vezetőtávcső papucs
Alacsony építésű és nagy stabilitású kettős kuplung

Tilt adapter
A nemkívánatos szenzordőlés kiküszöbölésére



2



3

Negatív bajonett
Csillagászati kamera teleobjektívvel való használatához

4

Mágneszáras szűrőfiók
Gyors és biztonságos szűrőcseréhez



Samantha Christoforetti olasz űrhajós a Nemzetközi Űrállomás Kupola elnevezésű moduljában
(fotó: NASA/ESA)

hu.lacerta-optics.com/h/astrotuning

MAGYAR NYELVŰ
TANÁCSADÁS



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: TAKBHUHBXXX

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,

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

FELELŐS KIADÓ: az MCSE elnöke

A METEOR ELŐFIZETÉSI DÍJA 2021-RE:

nem tagok számára	9540 Ft
Egy szám ára:	795 Ft

AZ EGYESÜLETI TAGSÁG FORMÁI (2021)

rendes tagsági díj (jogi személyek számára is) (illetmény: Meteor+ Csill. évkönyv)	9500 Ft
ifjúsági tagság	4750 Ft
családi tagság	14 250 Ft
rendes tagsági díj (RO, SRB, SK)	9500 Ft
más országok	20 500 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 információterjesztő 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**

**NYOMDAI MUNKÁK: GELBERT ECO PRINT KFT.
FELELŐS VEZETŐ: GELLÉR RÓBERT ÜGYVEZETŐ**



Tartalom

Kepler távcsöve.....	3
Julija nem akar a Földön járni	4
A Kulin György-díj átadása.....	8
Johannes Kepler, a rokonszenves tudós	10
Csillagászati hírek	14
A távcsövek világa Kepler és a Dioptice.....	20
Hold A Kepler-kráter	26
Bolygók A Mars 2020/2021-es láthatósága	30
A Jupiter migrációja és a Vénusz	34
Változócsillagok A nyár végi, őszi égbolt kedvenc változói	38
Ausztria asztrofotós szemmel.....	42
Meteorok Egy hét a Perseidák alatt.....	46
Kettőscsillagok Robottávcsővel a kettőscsillagok nyomában	52
Jelenségnaptár, programajánló	59

LI. évfolyam 12. (546.) szám
Lapzárta: 2021. november 25.

CÍMLAPUNKON: JULIA PERESZILD OROSZ FILMSZÍNESZNŐ,
KOZMONAUTA, AKI EZ ÉV OKTÓBERÉBEN ŰRUTAZÁSON
VETT RÉSZT A NEMZETKÖZI ŰRÁLLOMÁSON
(FOTÓ: ROSZKOSZMOSZ/NASA). BŐVEBBEN L. JULIA NEM
AKAR A FÖLDÖN JÁRNI CÍMŰ CIKKÜNKET A 4. OLDALON!

ROVATVEZETŐINK

NAP

Hannák Judit
1042 Budapest, Petőfi u. 24., IX/27.
E-mail: nap@mcse.hu, tel.: +36-70-941-8056

HOLD

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

BOLYGÓK

Kereszty Zsolt
9024 Győr, Lahner György u. 1.
E-mail: bolygok@mcse.hu, tel.: +36-30-776-7817

ÜSTÖKÖSÖK, KISBOLYGÓK

Nagy Mélykúti Ákos
7635 Pécs, Gólya dűlő 4.
E-mail: ustokoseszleles@gmail.com

METEÓROK

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

FEDÉSEK, FOGYATKOZÁSOK

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

KETTŐSCSILLAGOK

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

VÁLTOZÓCSILLAGOK

Kiss László, Kovács István, Jakabfi Tamás, Mizser Attila
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

Meteor Szerkesztősége
1300 Budapest, Pf. 148.
E-mail: meteor@mcse.hu

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 TÁVCSŐVEK VILÁGA

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

DIGITÁLIS ASZTROFOTÓZÁS

Majzik Lionel
1300 Budapest, Pf. 148.
E-mail: lionelmajzikphoto@gmail.com

Az észlelések beküldési határideje minden hónap 6-a!

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 honlapon megtalálhatók. Ugyanitt letölthetők az egyes rovatok észlelőlapjai.

Az észlelések online-feltöltése: eszlelesek.mcse.hu

ÉSZLELÉSI ROVATAINKBAN ALKALMAZOTT GYAKORIBB RÖVIDÍTÉSEK:

CM	centrálméridián
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	pozíciószám
S	látszó szögtávolság (kettőscsillagok)

MŰSZEREK:

B	binokulár
DK	Dall–Kirkham-távcső
L	lencsés távcső (refraktor)
M	monokulár
MC	Maksztov–Cassegrain-távcső
SC	Schmidt–Cassegrain-távcső
RC	Ritchey–Chrétien-távcső
T	Newton-reflektor
Y	Yolo-távcső
f	fotóobjektív
sz	szabadszemű 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 (találkozók, táborok, pályázati felhívások) díjtalanul közölünk.

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

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

Kepler távcsöve

Az ember tragédiája, nyolcadik szín. Prága. Ádámot a csillagász Keplerként látjuk viszont II. Rudolf udvarában. A tudós az égbolt titkait kutatná, a császár horoszkópot rendel tőle. A tudós az égbolt titkait kutatná, neje, Borbála horoszkópot rendel tőle. Azaz nem horoszkópot, egyszerűen csak pénzt kér kiadásaira. A pénzt Kepler horoszkóp-készítésből teremti elő – a munkához famulusát, Lucifert hívja segítségül... Azt, hogy a csillagász Kepler mennyiben hitt a csillagjósolásban, a tudománytörténeszek pontosan meg tudják mondani. De hogy megélhetési asztrológus is volt, ahhoz kétség nem fér.

Amikor negyed századdal ezelőtt eljutottam a Weil der Stadt-i Kepler Múzeumba, amely a tudós szülőházában működik, meglepődtem, milyen sok teret szentelnek a tudós által készített horoszkópoknak. Elvégre abból nem lehetett rendesen megélni, hogy a bolygók pályája ellipszis, és annak egyik gyújtópontjában a Nap áll! Ennél is meglepőbb volt a középkori házacska belmagassága – ügyelni kellett, nehogy minduntalan beverjem a fejemet valami gerendába, ajtófélfába. A régi emberek alacsonyabbak voltak, mint mi, nem éltek nagy lábon, ökológiai lábnyomuk is kisebb volt.

Johannes Keplerre mi természetesen nem asztrológusként tekintünk, hanem a modern asztronómia egyik megteremtőjeként. A kiváló csillagászra emlékezünk születésének 450. évfordulóján, a töprengő, küzdő Keplerre, aki egész életében kereste a világok harmóniáját, csak a saját világában nem tudta megteremteni. Hányan, de hányan keressük világunk harmóniáját! Nagyjából egészéből a Föld bolygó teljes népessége. Keplernek azoban mégis csak sikerült megtalálnia valamennyit a világ harmóniájából! Ma pofonegyszerűnek tűnik a három Kepler-törvény, a tudósnak azonban nem kevés fejtörésébe került. Hol lenne a modern csillagászat Kepler törvényei nélkül?

És hol lennénk mi, amatőrök Kepler távcsöve nélkül? Pedig Kepler talán meg se épített egyetlenegy Kepler-távcsövet sem, csak kitalálta, levezette, hogyan kell működni. Vagy mégsem? Csaba György Gábor mostani számunkban a Dioptrice-t, Kepler optikai művét ismerteti, és érdekes eredményre jut. (Kepler küzdelmes életéről pedig Kurucz János írt cikket.)

A lencsés távcső, a refraktor nélkül évszázadok óta elképzelhetetlen a csillagászat. A hosszú fókuszú, egytagú lencsével szerelt teleszkópszörnyektől lassanként eljutottunk az akromatikus refraktorokig, manapság pedig különféle üvegyanyagokból készült apokromatikus varázstubusok között válogathat az amatőr csillagász, aki akár külön munkát is szívesen vállal azért, hogy megvásárolja szíve választottját.

A Kepler-távcső házi készítése az én generációm számára egyet jelentett az amatőr csillagász kezdetekkel. Egytagú lencsék, PVC-cső, fotokarton, majd izgatott rácsodálkozás: tényleg kráterek vannak a Holdon! Ott a Jupiter négy holdja! Még az Albireót is bontja! Hogy csodálkozna ezen Galilei! Valahogy így csodálkozna: „Mondja, fiam, még mindig annyira színeznek a távcsövek, mint az én időmben?”

A Csillagászat nemzetközi évében, 2009-ben az IAU kezdeményezésére született meg az 50/500-as, összeszerelhető Galileoscope. A tömegeknek szánt távcsövet eredetileg 1 dollárból szeretne volna megvalósítani a szervezet, végül a doboza is többbe került ennél. De létrejött a Galileoscope, lehet törni a fejünket, hogyan is kell összerakni, majd eltűnődni: milyen jó, hogy az objektív ragasztott akromát, és hogy a távcső nem Galilei-, hanem Kepler-rendszerű...

Emlékezzünk mi is a nagy német csillagászára a Kepler-kráter észlelésével – lehetőleg Kepler-távcsővel!

Mizser Attila

Julija nem akar a Földön járni

1961. április 12-én a Vosztok-1 űrhajó fedélzetén Jurij Alekseejevics Gagarin szovjet űrhajós első férfiemberként (s ez jelenlegi cikkünk szempontjából fontos) kijutott az űrbe, Föld körüli pályára állt, majd egy majdnem teljes fordulatot (400 km híján) téve sikeresen szállt le. A hír az egész világ-sajtót bejárta, a szovjet űrprogram ismét jelentős előnyre tett szert az amerikaiakkal szemben.

Hat évtizeddel később, 2021 nyarán a sajtóban megjelent egy hír: hamarosan játékfilmet forgatnak az űrben, és két civil, egy orosz színésznőt és egy rendező-producert küldenek az űrállomásra a film néhány jelenetének elkészítésére. Felbolydult a közvélemény, mindenkinek volt véleménye arról, hogy vajon Julija Pereszild színésznő jogosult-e az űrhajós címre.

A két esemény között eltelt 60 év alatt sok minden történt az űrhajózás területén: hatszázan hajóztak már az űrben, közülük pedig hetven a női nem képviselője volt. Ha a nők tudományban elfoglalt helyét nézzük, igen rossz ez az arány: nők már bizonyították, hogy vannak olyan jó tudósok, mint a férfiak pl. az orvostudomány, fizika, csillagászat területén, de ezek úgy mond elméleti tudományok. Mi van azokkal, ahol fizikailag is kell teljesíteni? Számít-e, okoz-e gondot a női fiziológia?

Már az 1940-es években határozott vélemény alakult ki a nők lehetséges űr-részvételéről: nők nem valók űrhajósoknak, mert idegileg nem elég stabilak, és hormonális ingadozásuk kiszámíthatatlanná teszi őket. Még pilótának sem akarták őket engedni, annyira makacsul tartották magukat a férfiak által lefektetett dogmák.

Bár az első nők csak jóval a férfiak után kaptak elismerést, lassan kezdték elfogadni belépésüket az eddig számukra tiltott, csak a férfiaknak fenntartott űrhajózás szentélyébe. A sajgó már 1961-ben felvetette a női

űrhajósok kérdését, és Nyikolaj Kamanyin, a kozmonautákat felkészítő bizottság igazgatója felkarolta az ötletet. Legyen végre női űrhajós! A szovjetek számára ez az űrhajós csakis a Szovjetunióból származhatott, minden más a szovjet nők hazafias érzelmét sértené. A szovjet női űrhajós tervét felgyorsította találkozása Jerry Cobb-bal, aki egyike volt a Mercury-13 program résztvevőinek. A programban a nők ugyanolyan teszteknek voltak kitéve, mint a Mercury-7 férfi résztvevői, remélve, hogy egyszer ők is űrhajósok lesznek. A hölgyek sohasem jutottak ki az űrbe, míg a Hetek férfi tagjai űrkariert futottak be (pl. Alan Shepard, aki a Mercury-program után az Apollo-programban is részt vett, és az Apollo-14 keretében űrsétát tett a Holdon.) A Mercury-13 program tagjai a 60-as években erős lobbitevékenységet folytattak annak érdekében, hogy nőket is képezzenek, és küldjenek ki az űrbe. A sors úgy hozta, hogy egyiküknek ez végül sikerült: Wally Funk, 82 éves korában egy szuborbitális repülésen végre az űrből tekinthetett le Földünkre.

Kamanyint aggasztotta a lehetőség, hogy az Egyesült Államok megelőzi a szovjeteket női űrhajós indítását, ezért szinte a férfiak kiképzése előtt kezdte el a leendő női kozmonauták válogatását. Végül Valentyina Vlagyimirovna Tyeresskovára esett a választás. Tyeresskova 1963-ban első nőként jutott ki a világűrbe. A Vosztok-6 fedélzetén összesen 48-szor kerülte meg a Földet, űrhajóját többször saját maga vezette. A súlytalanságot nem viselte túl jól, ami miatt többen úgy gondolták, hogy a nők fizikailag nem alkalmasak az űrrepülésre. (Ahogy teltek az évek, számos szovjet-orosz űrhajós járt az űrben, de a 95 kozmonautából csak 4 nő (Jekatyerina A. Ivanova, Valentyina J. Ponomarjova, Szvetlana J. Szavickaja; Irina B. Szolovjova). A Roszkoszmosznak jelenleg két női űrhajós van.

Majdnem húsz év telt el, mire újra nő indult az űrbe. A második női űrhajós ismét csak szovjetunióbeli volt: Szvetlana J. Szavickaja. Ugyancsak ő volt az első kozmonauta, aki kétszer járt a Szaljut-7 űrállomáson, és az első nő, aki űrsétát tett.

jós hat társával együtt életét vesztette a Challenger katasztrófájában 1986. január 28-án. Az űrrepülőgép a felszállás után 73 másodperccel robbant fel a levegőben. A tragédia visszavetette az amerikai űrrepülőgép programot. Ugyanilyen tragikus



Rajongók gyűréjében. Valentyna Tyereskova autogramot ad az 1968-as szófiai Világifjúsági Találkozóán. Balra Stanisław Mikulski lengyel színművész, jobbra Pécsi Ildikó színművésznő (Fortepan/Szalay Zoltán)

Az Egyesült Államok 1976-ra beadta a derekát: az űrhajózási szervezet úgy döntött, hogy a NASA Group 8 nőket és kisebbségeket is meghív. Ennek köszönhetően 1983-ban Sally Ride első amerikai és a világ harmadik női űrhajósaként kijutott az űrbe a hetedik Space Shuttle repülés keretében. Nyolcezer jelentkezőből választották ki, ezért igazán büszke lehetett magára. Összesen több, mint tizennégy napot töltött az űrben a világ akkor legfiatalabb asztronautája.

Ezután már több nő is szerepelt a programban, de sajnos nem mindig volt sikeres az útjuk. Szomorú véget ért Judith Resnik pályafutása. A második amerikai női űrha-

lett a vége a Columbia repülésének, amely visszatérés közben a légkörbe érve szétesett, és a legénység mind a hét tagja életét vesztette. Laurel Blair Salton Clark és Kalpana Chawla voltak a legénység női tagjai: Clark orvosdoktorként biológiai kísérleteket végzett, Chawla pedig űrmérnökként szolgált.

Az űrhajózás hajnalán a jelölteteket (akik fehér férfiak voltak) általában a légierő kötelékéből választották ki. Később egyre több, tudományos területen tevékenykedő nő is űrhajós kiképzésben részesült. Az űrhajózás nemcsak a Földünkön kívüli környezet kutatását jelenti, hanem a világűr hasznosítását az emberiség jövője számára. Rengeteg,

az űrkutatás kapcsán született eredményt használunk a mindennapokban, ugyanakkor számos olyan kísérlet van, melyet jövőnk szempontjából csak Földünkön kívül, az űrben lehet és érdemes elvégezni. Ilyen volt Millie Elizabeth Hughes-Fulford munkája, aki már 1983-ban űrorvostani kísérleteken dolgozott. Hughes-Fulford orvoskutató, molekuláris biológus, rakományfelelősként a Spacelab felelőse volt, daganatokkal kapcsolatos kísérleteket végzett a fedélzetén. Segítségére még két másik hölgy volt, Tamara Jerningan és Rhea Seddon. Az 1991-es Columbia repüléséről így ír az akkori Élet és Tudomány: „Ilyen sem volt még az űrhajózás 30 éves történetében! – a héttagú »legénységben« három nő repült.” A sort pedig lehet folytatni. Kathryn P. Hire vizsgálatokat végzett a súlytalanság emberi szervezetre és idegrendszerre tett hatásával kapcsolatban, Peggy Whitson biokémiai kutatásokat folytatott.

Ahogy az űrállomások elkészültek, lehetőség volt folyamatos tudományos kísérletek elvégzésére. Egyre több tudós érkezett, köztük számos nő is. A Skylab, mint az első lakott űrállomás nyitotta meg a sort, majd a Szaljut űrállomások következtek, és a Mir, az első, modulokból álló űrállomás. A kínai űrállomások csak pár évig működtek. A jelenleg is működő, aktív Nemzetközi űrállomás (ISS) folyamatosan fogadja a nemzetközi látogatókat. Itt találhatjuk a legtöbb női kutató-űrhajóst, akik szerint az első pillanattól szerepelői voltak az űrállomásnak. (Számos ország rendelkezik már női űrhajóssal, és a különböző nemzetek űrkutatási ügynökségei közös űrrepüléseket szerveznek. A közös űrprogramokat mindenki jól ismerheti a napi hírekből.) Nancy J. Currie 1998. decemberében részt vett az első összeszerelési expedícióban, amikor az amerikai Unity Node 1 modult építették össze az orosz Zarja modullal. 1999-ben három nő is a legénység tagja volt, köztük Julie Payette, aki nőként és első kanadaiként jutott ki az űrbe. Az eddigi leghosszabb űrséta rekordját 2001-ből Susanne J. Helms tartja. A már korábban a kutatásokkal kap-

csolatban említett Peggy A. Whitson volt az ISS első női parancsnoka 2007-ben, majd 2017-ben ismét ő irányította az űrállomást. Az ISS-sen folyó tudományos munkában 2001 óta vesznek részt nők.

A Nemzetközi űrállomás a modern technika segítségével szinte karnyújtásnyira van tőlünk számítógépeink segítségével. Biztosan mindenkinek ismerősen cseng Samantha Cristoforetti (ESA) olasz űrhajós neve, aki 2014 novembere és 2015 júniusa között 200 napot töltött az űrben, az ISS-en. Számos alkalommal élőben mutatta meg, milyen is az élet egy nő számára az űrállomáson. (Cristoforetti jelenleg az egyetlen női űrhajós az ESA-nál.) Egyszerre legtöbb nőt 2010-ben találunk az űrben, amikor a Discovery űrsikló látogatta meg az űrállomást. A négy űrhajós, Tracy Caldwell Dyson, Dorothy Metcalf-Lindenburger, Stephanie Wilson a NASA, Naoko Jamazaki pedig a JAXA tagjaként volt jelen.

A NASA-nál most már figyelnek arra, hogy egyforma lehetőségeket biztosítsanak a nőknek és a férfiaknak. 2013-ban volt az első olyan űrhajós osztály, ahol mindkét nem egyenlő arányban képviseltette magát.

Az első női űrhajós utazása óta eltelt idő bebizonyította, hogy a nőknek épp annyi helye van az űrhajózásban, mint a férfiaknak. A női szervezet semmiben nem működik másképp, sőt, a nők néhány területen még jobban is teljesítenek, mint a férfiak.

Ha az elsőkről beszélünk, meg kell említenünk Helen P. Sharman nevét, aki az Egyesült királyság első női űrhajósa volt, és szintén ő volt az első nő, aki a Mir űrállomásra látogatott 1991-ben. Claudie Andre-Déshays Franciaország hírnevét öregbítette, mint hazájának első űrhajósnője, aki 1996-ban szintén az orosz űrállomáson végzett élettani és fizikai kísérleteket.

Szívesen sorolnánk itt fel az első magyar női űrhajós nevét, de erre még várunk kell. Ez év októberében elindult egy magyar űrhajós kiválasztási program, mely után egyvalaki (akinek szigorú feltételeknek kell megfelelnie) az évtized közepén repülhet, és magyar fejlesztéseket tesztel-

het a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén. Ki tudja, hátha a kiválasztott személy nő lesz. Szurkoljunk érte.

Az űrhajózás népszerűségét mutatja, hogy egyre több űrturista keresi a lehetőséget a súlytalanság megtapasztalására, az űrutazásra. Bár az űrturizmus még igencsak borsos multság, mégis egyre többen vannak, akik nem sajnálnak semmi pénzt álmaik elérésére. Ebben egyre nagyobb segítséget kapnak az űrrepüléssel foglalkozó cégektől (Virgin Galactic, Blue Origin, SpaceX, Space Adventures, de még a Roszkoszmosz is), amelyek közül többen a jövő új turisztikai lehetőségeit látják az űrturizmusban. A SpaceX Dragon űrhajó pl. az ISS fedélzetére szállítja azokat, akik a legnagyobb élményt szeretnék kapni pénzükért. Másoknak lehetőségük van orbitális és szuborbitális repülésre, a jövőben pedig Hold-utazást is terveznek. Úgy tűnik, ma már semmi sem szab határt, ha van akarat és elegendő pénz.

Az első női űrturista Anuse Anszari, amerikai-iráni mérnök volt, aki 2006-ban tíz napot töltött a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén. Anszari nem tartja magát űrturistának, hanem űrrepülés-résztvevőnek. Az ott töltött idő alatt az ESA számára végzett kísérleteket (pl. vérszegénység háttere, az űrből érkező sugárzás hatása a legénységre és az űrállomáson otthont találó mikrobákra).

Ahogy telt az idő, egyre több civil jutott ki a világűrbe, és időszerűvé vált az űrhajós fogalmának újra definiálása. Eleinte azt a személyt nevezték űrhajósnak, aki űrrepülést hajtott végre, majd ezt kiegészítették azzal, hogy legalább egyszer kerülje meg a Földet, átlépve a Kármán-határt. A sok űrturista miatt új szabályt hoztak. Űrhajósnak csak azt lehet nevezni, aki a fentiekben túl az út során jelentős mértékben hozzájárult az emberes űrrepülés fejlesztéséhez. De hogy mégis kapjanak valamit az űrturisták is, tiszteletbeli űrhajós titulust használhatnak (l. Meteor 2021/10.).

Ilyen előzmények után indult útjára Julija Pereszild színésznő és producer-rendező társa a Nemzetközi Űrállomásra, hogy egy játékfilm űrben játszódó jeleneteit lefor-

gassák. Mivel a kéthetes filmezésen kívül tudományos megfigyeléseken is részt vett, Pereszild hivatalosan is kozmonauta, az első színésznő, aki egyben űrhajós is. Julija Pereszild neve nálunk még nem cseng ismerősen, bár a filmezés világában jártasak szerint érdemes követni a gyönyörű színésznő pályafutását. Julija Pereszild élete nagy eseményének nevezte az űrutazást, egy álomnak, mely végre valósággá vált.

A Kihívás munkacímű film űrbeli jeleneinek felvétele megelőzte egy amerikai film forgatását Tom Cruise-zal, amiben hasonló űrprojekt is szerepel. Az újságok máris címlapon hozták: „Moszkva megnyerte a filmes űrversenyt!”

Sok nő repült már az űrben Tyereskova óta, és a jövőben valószínűleg számuk emelkedni fog. Attól, hogy kromoszómánk nem xy, személyi számunk kettővel kezdődik még pont ott a helyünk, ahol férfitársainknak. Nem a nemünk, hanem saját egyéniségünk és kitartásunk az, ami dönt.

A női űrhajósok talán egy dologban maradtak el eddig férfi társaiktól: nő még nem járt a Holdon, csak tizenkét férfi lába érintette kísérőnk felszínét az 1969–1972 között zajló Apollo-program keretében. Ezt szeretné a NASA megváltoztatni, és a következő, Holdra szállást célzó Artemis-program résztvevői közé nőket is szándékoznak beválogatni – jelentette be Jim Bridenstine, a NASA igazgatója 2021. áprilisában. Az Artemis-program tervezett indulása 2024, és első lépés lenne a 2030-as években induló Mars-expedíciókhoz. Vajon kié lesz az első női lábnyom a Hold poros felszínén? Bárki lesz is, nevét biztosan mindenki ismeri majd.

Nem lehetséges az összes eddigi női űrhajóst megemlítenünk, bár mindegyik megérdemelné azért a kemény munkáért, tanulásért és kitartásért, ami lehetővé tette, hogy űrhajósok legyenek. Ők azok a nők, akik úgy döntöttek, nem csak a Földön fognak járni, és így saját szemükkel láthatják azt, amire a legtöbb ember vágyik: a halványkék vonalat Földünk körül.

Egy Hölgy

A Kulin György-díj átadása

A Magyar Csillagászati Egyesület 75. „születésnapján”, november 11-én a Svábhegyi Csillagvizsgálóban tartott sajtónyilvános eseményen adtuk át a díjat Szabados László csillagásznak.

A csütörtök esti programot Kiss László főigazgató, az MCSE elnöke nyitotta meg. Ezt követően Mizser Attila, az MCSE főtítokára rövid ismertetőt tartott a Magyar Csillagászati Egyesület elmúlt 75 évéről, majd ismét Kiss László következett, aki a Jövő perspektívái, amatőrcsillagászat és tudománykommunikáció című előadásában kicsit az MCSE elkövetkező 75 évét is próbálta „előre jelezni”, olyan, a csillagászat társadalmi megítélése szempontjából is lényeges kérdéseket is boncolgatva, mint a távoli naprendszerek, exobolygók és a Földön kívüli élet lehetősége. Ezt követően a Kulin család nevében Kulin Eszter köszöntötte a megjelenteket.

Szabó Róbert, a CSFK igazgatója ismertette az MCSE elnökségének döntését: a testület 2021-ben Szabados Lászlónak ítélte a Kulin György-díjat. Az indoklásban a kitüntetett tudományos eredményeiről és az ismeretterjesztésben kifejtett munkásságáról is hallhattunk. Az átadáson megjelent Pokorni Zoltán, a XII. kerület polgármestere, aki a kerületben működő (1989-ben, az MCSE újjáalakulásának évében létesült) Városmajori Gimnázium számára nyújtott át egy ajándék MCSE-tagságot azzal, hogy a Hegyvidéki Önkormányzat jó szívvel támogatja, hogy a diákok minél gyakrabban látogathassanak el a kerületben működő Svábhegyi Csillagvizsgálóba. A gimnázium igazgatója, Dr. Szebedy Tas annak a reményének adott hangot, hogy minél több diák szerez életre szóló élményt a Svábhegyi Csillagvizsgáló programjain.

Rövid állófogadást követően a meghívtak és a sajtó képviselői távcsöves bemutatón vettek részt a nemrég felújított Budapest

Kupolában, ahol Kiss Áron Keve volt kalauzunk. A 60 cm-es reflektor 30 cm-es vezetőtávcsövén át szemlélhettük meg a Holdat és a Jupitert. Köszönjük a szervezést a Svábhegyi Csillagvizsgáló csapatának!



Szabados László és a Kulin György-díj
(fotó: CSFK, Tuba Zoltán/Kepszerk.hu)

Szabados László tevékenységéről

A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézete a pulzáló változócsillagok kutatásának nemzetközileg elismert műhelye. A Világegyetem távolságskáláját kalibráló cefeida típusú csillagok kutatása kiemelt fontosságú terület a csillagok asztrofizikájában és a kozmológiai kutatásokban, amit a periódus-fényesség-reláció és az azt befolyásoló jelenségek indokolnak. Dr. Szabados László az 1970-es évek eleje óta intenzíven kutatja a cefeidák fizikai tulajdonságait, a csillagfejlődés kimutatható hatásaként fellépő periódusváltozásokat, illetve a kettős és többes rendszerekbe tartozó cefeidák esetében fellépő hatásokat. A Hipparcos

asztrometriai mesterséges hold programjába az ő javaslatára vették fel a cefeidaparrallaxis-mérési feladatot is. A kapott mérési adatok azt mutatják, hogy a kettőscsillagok közé tartozó cefeidák asztrometriai pályája (a pálya menti keringés és a néhány száz vagy ezer napos orbitális periódus miatt) érzékelhetően meghamisítja a Hipparcos méréseiből leszármaztatott távolságokat, amelyek pedig az Univerzum távolságskálájának alapját képezik. A Hipparcos tudományos programjának vezetői ezen eredmény hatására felkérték az Európai Űrügynökség (ESA) újabb asztrometriai űrmissziójának, a 2013 végén indított Gaia változócsillag-munkacsoportjában való részvételre. Utóbbi munkához új kutatócsoportot hozott létre, amelynek tevékenységéhez kétszer is sikerült ESA-támogatást kapnia (2009, 2012). Jelenleg nyugalmazott tudományos tanácsadóként, ill. kutató professor emeritusként folytatja kutatásait a Csillagászati Intézetben.

Dr. Szabados László a tudományos kutatások mellett jelentős írásos és szóbeli tudománykommunikációs (szerkesztői és szerzői) tevékenységet folytat. A Magyar Tudomány – az MTA folyóirata – szerkesztésében 1989 óta működik közre. E megbízatása kapcsán említésre méltó a káoszról és a vízről szóló 2-2, a mágnességgel kapcsolatos, továbbá a röntgensugárzás felfedezésének centenáriuma alkalmából megjelent, valamint több földtudományi és csillagászati tematikus cikkgyűjtemény szerkesztése. Szerkesztőbizottsági tagja a Meteor (a Magyar Csillagászati Egyesület havilapja) és a Fizikai Szemle folyóiratnak. A középiskolások számára meghirdetett diákpályázatok kapcsán szoros kapcsolatban áll a Természet Világa szerkesztőségével. E folyóiratban két különszám szerkesztését és elvállalta (a csillagászat nemzetközi éve alkalmából: Feltárul a Világegyetem, 2009/I; Magyarország ESA-csatlakozása kapcsán: Európával a világűrben, 2014/II). Több száz ismeretterjesztő cikket írt, három népszerűítő könyvet fordított magyarra, továbbá számos csillagászati film és filmsorozat

magyar szövegét készítette el, illetve 50-nél több ismeretterjesztő könyv (belértve néhány középiskolai tankönyvet is) és számos film szövegét lektorálta szakmai szempontból. A szaklektorálás mellett időnként olvasószerkesztőként is tevékenykedik, így a Park Kiadó kérésére ő volt a stílári szerkesztője Marcus du Sautoy: A prímuszámok zenéje c. könyve magyar kiadásának.

Legfontosabb magyar nyelvű munkái: az Akadémiai Kiadónál megjelent Csillagászat kézikönyv (szerk. Marik Miklós) változócsillagokkal foglalkozó fejezete és a középiskolai Négyjegyű függvénytáblázatok (Tankönyvkiadó) csillagászati táblázatainak összeállítása. A Magyar Nagylexikon csillagászati és űrkutatási címszavainak szerzője, ill. szakmai lektora volt. 2000-től szerkesztőként, majd lektorként részt vesz a Meteor csillagászati évkönyv készítésében. Jelenleg az MTA Nyelvtudományi Intézetében készülő Magyar nyelv nagyszótára csillagászati és űrhajózási vonatkozású szócikkeknek lektoraként is tevékenykedik.

*

Dr. Szabados László az MCSE 1989-es újalakulása óta tevékenyen vesz részt egyesületünk munkájában, 1989 és 2008 között elnökségi tag volt, 2000–2004 között elnöki minőségben irányította szervezetünket. Rendszeresen vállal előadásokat a Polaris Csillagvizsgálóban és a Változócsillag Szakcsoport találkozóin. képeslapgyűjtő, gyűjteményében több mint 1000 csillagászati témájú képeslap található. Szabadidejében szívesen versel, szellemes csillagászati harkui minden csillagászatkedvelőt jobb kedvre derítenek.

Íme egy témánkba vágó, Szabados László által írt haiku:

Stafétabotot
néhai Kulín után
mi visszük tovább

Magyar Csillagászati
Egyesület

Johannes Kepler, a rokonszenves tudós

Napjainkban már nem is esik nehezemre elképzelni, amit kisiskolásként még hittem is, nem is: létezett egy olyan kor, amikor az asztrolómia és az asztrológia között általában nem tettek különbséget, minden naposak voltak a boszorkányperek, szeánszok és az ismeretlentől való rettegés. Akik a megismerést vágyták, már pusztán emiatt is halálos veszélybe kerülhettek, vagy jobb esetben nevetség tárgyává válhattak, de ez mégsem tántorított el mindenkit attól, hogy a gondolkodás úttörője legyen.

Szinte látom, ahogy egy hallgatag, szikár alak Graz utcáin szaporázza lépteit itt-ott a lobogó fáklyák fényénél támadt hosszú árnyéka kíséretében: Johannes Kepler (1571–1630) hazafelé tart az egyetemi óráit követően. 1594-et írunk, az ifjú tanár matematikai tehetségére csak nemrég figyeltek fel. Néhány éve hallott a kopernikuszi heliocentrikus világképről, amikor teológiát kezdett tanulni, hiszen lelkésznek készült. Gondolatai most is a bolygók körül forognak, és nem nehéz elképzelni, amint este, a hajlékába érve hosszasan tűnődik a gyertyafény mellett. Sok kérdés volt megválaszolatlan. Miért éppen ott vannak a bolygók, ahol vannak? Vajon valóban a platóni testek tartanak távolságot a bolygópályák szférái között? Ekkor még aligha sejtette, hogy Pergai Apollóniosz kúpszeleteinek tanulmányozása milyen jelentőségű lesz majd a kepleri életműben. Első olvasatra szinte bizonyosnak tűnik számára, hogy a platóni testek feltételezése helyes, de ez önmagában nem magyaráz meg minden problémát. Az 1596-ban megjelent művében valamiféle a „Napból kiáradó erő” létevel is számolt, amely a bolygókat a helyükön tartja. Szinte kísért a gondolat, hogy megsejtette a gravitáció jelenlétét, de, mint tudjuk, ezt csak jóval később, Newton tudta helyesen értelmezni. Adott hát egy babonákkal teli kor, melyben az égitestek valós léte is vita tárgya.

Hamarosan megszületik a távcső, Galilei pedig az inkvizíció elé kerül – végső soron az „ördögi szerkezet” miatt. Ám a háttérben mégis az emberközpontúbb reneszánsz kor szele fújdogál, alaposan megmozdítva az arisztotelészi hagyományokban nyugvó, áporodott levegőt. Mindemellett a kutató



Johannes Kepler 1620-ban készült portréja (ismeretlen művész alkotása).

Kép: wikipédia

gondolkodásmód akkor is elég magányos elfoglaltság volt, a kommunikáció többnyire levelezést jelentett, és nehézkesen haladt. Ő maga is hiányát látja az érdembeli párbeszédnek, mindenesetre ez is kiolvasható az idézett sorokból: „Jobban örülök egyetlen intelligens ember éles kritikájának, mint a tömegek gondolkodás nélküli elfogadásának.”

Jóllehet Galileivel egymásra találtak levelezésük során, de ez többször is megszakadt

– Galilei miatt. A két kopernikánus viszonya kezdetben felhőtlennek tűnt, de aztán Itáliából egyre kritikusabb hangvételű levelek érkeztek, sokszor alaptalanul. A fennmaradt források szerint a két tudós merőben különböző személyiség volt. Kepler így ír magáról:

„Ennek az embernek a természete minden tekintetben kutyához hasonlatos. Külseje is olyan, mint valami kicsinyke ölebé. Teste arányos, mozgékony és inas. Étvágya is olyan, mint a kutyáé; szeretett csontokat és száraz kenyérhéjat rágcsálni, és olyan mohó volt, hogy amit csak megpillantott, mindjárt felfalta. [...] Szüntelenül kereste mások jóindulatát, minden tekintetben másoktól függött, leste kívánságait, soha nem haragudott meg, ha elutasították, minden erejével azon volt, hogy újra a kegyeikbe férközzön. Szakadatlanul kutakodott valami után, csapongva tudomány, köz- és magánügyek között, beleértve a legalacsonyabb rendűeket is, és mindig bálványozott valakit, akinek még mozdulatait és gondolkodását is utánozni igyekezett. A társalgás untatja, de a vendégeket olyan örömmel köszönti, mint egy kiskutya, ám ha akár a leghehervényebb dolgot is elveszik tőle, dühbe gurul, és morog. [...] A fürdőktől, főzetektől és tinktúráktól úgy retteg, mint egy kutya. Vakmerősége nem ismer határt – ez bizonyosan a Merkúrral kvadraturában s a Holddal trigonálisban álló Mars hatásának köszönhető...”

Itáliai kortársára azonban sok helyütt keletlen emberként emlékeznek, bár ilyen időtávlatból nehéz lenne megbízható jellemrajzot készíteni. Érdemes észben tartani, hogy Galilei is sokaknak útjában állt már csak a világnézete miatt is. Annyi bizonyos, hogy a levelezés Galilei miatt szakadt meg.

Keplert sem kerülte el a szerelem, 1597-ben megnősült, két gyermeke érte meg a felnőttkort, felesége Barbara Müller lett, egy tehetősnak lánya. A házasság nem sikerült jól, szinte kezdettől viták jellemezték. Vannak is ehhez köthető anekdoták, az egyikből kiderül, hogy a szigorú erkölcsöz azért nem mindenki ragaszkodott akkoriban sem. Az

ifjú ara igencsak kikapós menyecske lehetett, mert már az egész környék hosszú ideje a kicsapongásairól beszélt, amelyek állítólag már a kocsmában is kedvelt beszédtemának számítottak.

1600-ban Kepler Tycho Brahe udvari csillagász segédje lett II. Rudolf prágai udvarában. A császár orvosa a magyar származású Jeszenszky János volt, aki Keplerrel jó baráti viszonyt ápolt. Tudósunk rendszeresen orvos barátjával osztotta meg legújabb tudományos eredményeit, aki egyszer csak már nem bírta türelemmel, és eképpen válaszolt: „Amíg a csillagokat bámulod, észre se veszed mi zajlik az orrod előtt.” Arról már nem szól a fáma, hogy az „éles kritika” milyen hatást váltott ki, de a történet akár igaz is lehet, ha tekintetbe vesszük, hogy az égbolt kutatása sokszor éjszakai életmódot, és távolmaradást kíván a családi fészektől. Az meg maig nem változott, hogy ilyen esetekről csak a leginkább érintett nem tud.

Ezen a ponton nem tudom megállni, hogy szóba ne hozzam Az ember tragédiáját. (Éppen huszonöt éve írtam róla érettségi dolgozatot.) Nem voltam rest, újra olvastam a prágai színt. A prágai színben Ádámot Keplerként, Évát a tudós feleségeként látjuk, Lucifer pedig Kepler segédjének szerepében tűnik fel. Éva itt folyton anyagi elégedetlenségének ad hangot, pedig szerinte többet érdemelne a előkelő származása miatt. A tudós minden jövedelmét Évára költi. (Kepler apósa valóban rendelkezett lovagi címmel, mely azonban minden kétséget kizáróan vásárolt cím volt.)

Madách nem véletlenül választotta Keplert a történet szereplőjének. Úgy tűnik, hogy korának talán egyetlen tudósa volt, akinek nevét szinte minden művelt ember ismerte. Valószínűleg az átlagemberben is a rokonszenves tudós képe jelent meg a Kepler név hallatán. (Newtonról például ennek éppen az ellenkezőjét tartja az utókor.)

Tycho Brahe rendkívüli mennyiségű precíz megfigyeléssel büszkélkedhetett már akkoriban, ami rendkívüli módon érdekelte Keplert. A kitűnő megfigyelőnek azonban kevés tehetsége volt a matematiká-

hoz, Kepler viszont nagyon is otthonosan mozgott a számok világában. Észlelőként nem jeleskedett, látása rossz volt. Brahe elképzelése szerint a Föld körül kering a Nap, és a Nap körül keringenek a bolygók. Úgy gondolta, hogy a matematikus mindezt hamarosan igazolni is fogja a felhalmozódott megfigyelési anyag birtokában.

Az udvari csillagász azonban rövidesen elhunyt, és Keplernek kellett átvenni a helyét, a rengeteg megfigyelést pedig magánál tartotta az örökösök beleegyezése nélkül (más források szerint elperelte tőlük). Akárhogy is, ez tudománytörténeti jelentőségű döntésnek bizonyult, ugyanis 1609-ben már nyilvánosság elé is tárták az általunk első és második törvényként ismert összefüggéseket. Elsőként ismerte fel, hogy „a bolygók ellipszispályán keringenek, melynek egyik fókuszpontjában a Nap áll”. Ezután megállapította, hogy a keringés sebessége a Nap távolságának függvényében változó, a Nap közelében a legnagyobb. „A Napból a bolygóhoz húzott vezérsugár egyenlő idő alatt egyenlő területeket sűrol.”

1611-ben megjelent Dioptrice című könyvének jelentősége is legalább annyira előremutató, mint a bolygómozgásokkal kapcsolatos munkái. Elsőként tanulmányozta tudományos alapossággal az optikát, ha úgy tetszik, a legalapvetőbb tudnivalókat fektette le, melyek birtokában bizonyos fokú optikai tervezésről is már szó lehetett. A szem hibáival külön foglalkozott. A kétszer domború gyűjtőlencse mint objektív, és a kétszer homorú lencse mint okulár képalkotását vizsgálta, a valódi és a virtuális, egyenes és fordított állású kép fogalmát bevezetve. Érdekes megállapítást tett az emberi szemről, melyben a leképezési törvények értelmében csakis fordított állású, valós kép keletkezhet. Nyitott volt a kérdés, hogyan látunk mégis egyenes állású képet? A tudós az agy aktív szerepére gondolt, mint ma már tudjuk, helyesen. Feltárta a távcsövekben a nagyítás és a fókusz távolság közötti összefüggéseket, végül pedig pozitív lencse használatát javasolta az okulár helyén is. Lényegében ma is ilyen rendszerű okulá-

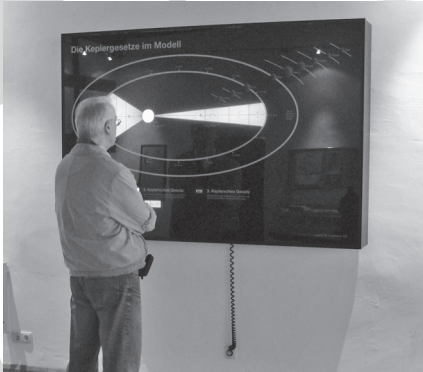
rokat használunk. Ennek legfőbb előnye a „hollandi” távcsővel szemben a lényegesen nagyobb elérhető látómező ugyanazon nagyítás mellett. Vizsgálataihoz a kölni herceg távcsövet kapta kölcsön. Galileit kezdetől támogatta levélben, ezeket közzé is tette. Az itáliai tudós távcsövet is ígért Keplernek, amit azonban sohasem küldött el, és bár levélben egy ideig ő is méltatta a német tudós munkáját, ezt sosem tette meg a nyilvánosság előtt.



Kepler-emlékmű Weil der Stadtban, a tudós szülővárosában (Mizser Attila felvétele)

A kor legkiemelkedőbb üvegművesei Velencében éltek, szemet gyönyörködető holmikat készítettek, de magának az üvegnek az esztétikán túli vizsgálata még sokáig váratott magára. A kezdetleges látszerészeti célú anyagokból születtek az első távcsövek. Akkoriban a Dioptrice-ben volt leírva minden, amit a távcsőről tudni lehetett. A könyvben természetesen a kúpszeletek is megjelennek – csakúgy, mint a bolygók

mozgásánál –, és aki mélyebben beleássa magát az optika világába, az a tükrök esetén rögtön, a lencsék esetén kevésbé kihangsúlyozva találkozik is velük. Ennek oka, hogy napjainkban már csak lencserendszereket használunk. Kettő, vagy több tag ügyes megválasztásával a felületek akár mindegyike is gömb lehet. Kevés szó esik róla, de az egyszerű lencse gömbi hibája aszférizálással éppúgy kezelhető, mint a tükrök esetén. A lencsékkel kapcsolatban történt nagyobb fejlődés John Dollond XVIII. századi optikus nevéhez köthető, aki többek között Euler munkája nyomán készítette az emberiség első akromátját, de az üveganyagok még ekkor sem álltak rendelkezésre megfelelő minőségben, és főleg nem voltak reprodukálhatók.



„A Napból a bolygóhoz húzott vezérsugár egyenlő idő alatt egyenlő területeket súrol.” Egy látogató a regensburgi Kepler Múzeumban (Mizser Attila felvétele)

Kepler alighanem élete legjobb időszakát élte akkoriban, de hamarosan több kemény csapás is érte egymás után. 1611-ben meghalt a felesége két gyermeket hagyva maga után, majd egy évre rá Rudolf császár is elhunyt, és Kepler Linzben talált matematikusi állást. 1615-ben ismét megnősült, ezúttal jóval sikeresebb és boldogabb kapcsolatba lépett, új felesége Susanna Reuttinger lett, ebből a házasságból három gyermeke érte meg a felnőttkort. Az esküvői előkészületek közepette merült fel benne a boroshordók – és

általában a forgástestek – űrtartalmának számítási problémája, s eredményeit rövidesen közkinccsé is tette. Egyes források szerint kedvenc borát rendszeresen hazánkból rendelte meg.

1618. május 15-én újabb összefüggésre bukkant a bolygók mozgásában, miszerint a bolygók keringésidejének négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a Naptól mért távolságuk köbei. Ezt ma Kepler harmadik törvényeként tartjuk számon, és 1619-ben a „Világ harmóniája” című munkájában jelent meg.

A sors további próbák elé állította: édesanyját 1620-ban boszorkányság vádjával börtönbe zárták, és az addigra hírneves tudós is csak ügyvel-bajjal tudta elérni, hogy szabadon engedjék. Nem sokkal később azonban édesanyja elhunyt.

Johannes Kepler a Tycho-féle megfigyeléseket teljesen kiértékelve a kor legpontosabb adatait tartalmazó táblázatokat tett közzé, melyeket aztán később Newton is fel tudott használni. Munkásságáról így ír:

„Három dolog volt leginkább, aminek okát folyamatosan kutattam, hogy miért így és nem másképp vannak, mégpedig a bolygók számát, nagyságát és mozgását. Ahhoz, hogy ezt merjem tenni, a nyugvó dolgoknak, nevezetesen a napnak, az álló csillagoknak, a köztes térnek az Istennel, az Atyával, a Fiúval és a Szent Lélekkel való szép harmóniája indított. [...] Mivel a nyugvó dolgok így viselkednek, semmit sem kételkedtem a mozgó dolgok megfelelő harmóniájában.”

1630-ban hunyt el Regensburgban nincstelenül, Wallenstein herceg asztrológusaként. Eredeti síremléke megsemmisült a harmincéves háborúban, ma egy emlékmű áll a hajdani sírhely közelében. Önmagának szánt sírverse így szól:

„Mennyet mérte szemem, most itt lenn mérem az árnyat. Szellemem égbe hatolt; porlad a test idelemn.”

Nevét a Holden és a Marson is kráter őrzi, ahogy a NASA által 2009-ben pályára állított exobolygó-kutató űrteleszkóp is Kepler nevét kapta.

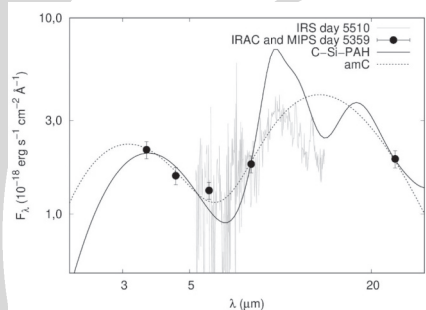
Kurucz János

Csillagászati hírek

Friss magyar eredmények

egy 28 évvel ezelőtti szupernóváról

Szegedi kutatók átfogó elemzést végeztek az SN 1993J jelű szupernóva késői, infravörös fejlődéséről a NASA Spitzer-űrtávcsővének fotometriai és spektroszkópiai adatait felhasználva. Habár az objektum az eddig legjobban feltérképezett szupernóvák egyike, a késői közép infravörös evolúciójának részletes analízise egyelőre hiányzott a szakirodalomból.



Az SN 1993J közép infravörös spektruma és a fotometriai pontokból származó spektrális energiaeloszlása kb. 15 évvel a robbanás után, valamint a legjobban illeszkedő kétkomponensű amorf szén (szaggatott vonal) és szilikátos (folytonos vonal) pormodellek (Zsíros és mtsai. 2021)

A hiánypótló szakcikk az SZTE Asztrofizikai kutatócsoportjának PhD-hallgatója, Zsíros Szanna vezetésével, továbbá Nagy Andrea és a témavezető, Szalai Tamás közreműködésével készült. Vizsgálataik során a szerzők igazolták, hogy a szupernóva közép infravörös tartományban észlelt többletsugárzása két különböző hőmérsékleti komponensű, a robbanás környezetében lévő por jelenlétével írható le. Emellett tanulmányozták a por lehetséges forrásait is: az eredmények szerint mind frissen keletkezett, mind pedig a robbanási lökeshullámnak a korábbi folyamatok során ledobódott csillagközi anyaggal (circumstellar matter, CSM) való

kölcsönhatása során felfűtődő porszemcsék sugárzásával magyarázható az űrtávcső által észlelt többletsugárzás. A kutatók több magyar nyelvű összefoglaló írása után jelen szakcikket a tekintélyes brit MNRAS (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) folyóirat fogadta el közlésre.

A szegedi csillagászok által vizsgált közép infravörös színektartomány a látható fénynél kevésbé érzékeny a csillagközi extinkcióra, számos atomi és molekuláris emissziós vonalat lefed, valamint lehetővé teszi a robbanáskor ledobódott, folyamatosan táguló és hűlő anyag hosszú távú fejlődésének követését. Ezekből adódóan különösen alkalmas a szupernóvák kör-



Az SN 1993J szupernóva az M81-ben. Lovas Miklós felvétele 1993. május 24-én készült 60/90/180 cm-es Schmidt-távcsővel, 15 perc expozícióval, Kodak 103aD fotólemezre

nyezetében zajló porképződési folyamatok, valamint a lökeshullámnak az anyaggal való kölcsönhatásainak megfigyelésére.

A tanulmányban a szerzők a Spitzer-űrtávcső kb. 16 évet lefedő adatait elemezték, a feltételezett por fizikai paramétereit pedig kétkomponensű analitikus pormodellek illesztésével határozták meg. A legjobban illeszkedő, részben szilikátos, részben széntartalmú modelljeik 0,0035–0,0060 naptömegnyi port eredményeztek, összhangban mind az elméletek alapján várt, mind a korábban, más típusú adatokból becsült értékekkel is.

A por paramétereinek becslése mellett a kutatók vizsgálták a szemcsék lehetséges forrásait is. A csillagrobbanások esetében a porszemcsék keletkezhetnek újonnan, akár a szupernóva-robbanás táguló anyagfelhőjén belül, akár a lökeshullám által már elért CSM és ledobott anyag közötti tartományban (az ún. hideg, sűrű héjban). Másrészt a robbanás előtt ledobódott anyagban korábban kialakult szemcsék is felfűtődhetnek a szupernóva lökeshulláma és a CSM ütközése vagy sugárzás útján (vagy a robbanáskor, vagy a CSM-kölcsönhatás során keletkező, nagy energiájú fotonok által).

Az SN 1993J esetében más (optikai, röntgen-, rádió-) hullámhossztartományokban végzett megfigyelések révén már korábban sikerült a CSM-kölcsönhatás egyértelmű jeleit azonosítani, így ez a második lehetőség eleve adva volt. A szegedi szerzők elemzése ezen a téren abból a szempontból hozott újdonságot, hogy a lehetséges alternatívák közül a CSM-kölcsönhatásból származó sugárzás útján történő porszemcse-felfűtődéssel sikerült megmagyarázni az infravörös adatsorok időbeli lefutását, ugyanakkor részben az ütközés útján való felfűtődés is hozzájárulhat a detektált infravörös luminozításhoz.

2021. november 4. – Zsíros Szanna

Több szén kettőscsillagokból

A csillagokban az energia termelése könnyebb atommagok nehezebb elemeké történő fúziója során történik, nagy

tömegű csillagokban egészen a vasig. Az ilyen módon keletkező nehezebb elemeket egyrészt a csillagból folyamatosan áramló csillagszél szállítja a környezetbe, másrészt nagy tömegű csillagok esetében a szupernóva-robbanás „szennyezi be” ezekkel a környező gázfelhőket. A nehezebb elemekkel feldúsított hidrogénfelhőkből keletkező csillagok már – csillagászati értelemben vett – fémekben gazdagabbak, körülöttük pedig bolygórendszer is kialakulhat. Nem kérdés, hogy a létrejövő nehezebb kémiai elemek az élet számára is kulcsfontosságúak – mindannyian csillagok hamujából állunk.

Számos kémiai elem keletkezésének pontos mechanizmusa, illetve egyes csillagtípusok által előállított mennyisége nem ismert jelenleg. Nemrégiben a kutatók a legkönnyebben vizsgálható szén keletkezésének körülményeit vizsgálták meg alaposabban. Az általuk használt modellben – a korábban alkalmazott számos csillagfejlődési modellel szemben – figyelembe vették, hogy a nagy tömegű csillag magányos, vagy kettőscsillag-e. A modellek szerint a felfűvódó, a felszínhez közeli rétegben jelentős mennyiségű szénet felhalmozó csillag esetében a közelben keringő társ, melynek gravitációs hatása anyagot vonz el a vörös óriástól, jelentős mértékben hozzájárul a csillag által termelt szén környezetbe juttatásához. A kettős rendszerben felfűvódó vörös óriásból akár kétszer több szén is kerülhet a csillagközi környezetbe, mint magányos csillagok esetében, mivel a kísértőcsillag tömegvonzása a felfűvódó csillag tömegének akár harmadát is kiszakíthatja.

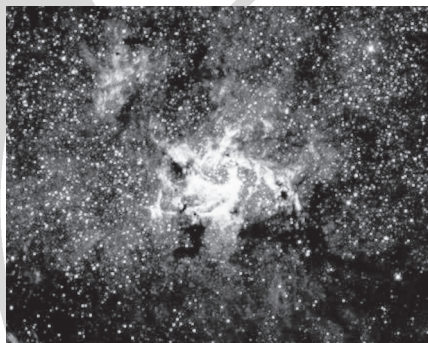
A kozmoszban a szén nagy mennyiségben fordul elő, az élet számára az egyik alapvető kémiai elem. Ugyanakkor hasonlóan fontos, bár sokkal nehezebb az egyéb elemek keletkezési mechanizmusának kutatása. A nagy tömegű csillagok élete során létrejövő elemek révén folyamatosan változik a galaxis kémiai összetétele is, így az elemek keletkezésének pontos megértése a galaxisfejlődés kutatása szempontjából is fontos terület.

Sky and Telescope, 2021. november 3.

– Mpt

A James Webb-űrtávcső és a központi fekete lyuk

Az Event Horizon Telescope az M87-ről készített felvétele volt az első közvetlen bizonyíték az Albert Einstein által a fekete lyukak környezetében lezajló folyamatok létezésére. Ahogyan a galaxisok többségében, saját Tejútrendszerünk középpontjában is egy több millió naptömegnyi fekete lyuk helyezkedik el. Bár saját galaxisunk központi fekete lyuka jóval közelebb található, mint például az M87, ám megfigyelése jóval nehezebb. Napjainkban távcsövek tucatjai végeznek észleléseket az Sgr A* néven ismert központi tartományról a fekete lyuk kutatása érdekében, amely adatok összesítésével számos fontos felismerés született.



A Galaxisunk központi fekete lyuka körül örvénylő gázfelhők eddigi legélesebb felvételeinek egyike (2009), infravörös tartományban (NASA, ESA, STScI, Q. Daniel Wang (UMass))

A remények szerint a nem olyan távoli jövőben a Hubble-űrtávcső utódjának számító James Webb-űrtéleszkóp is csatlakozik az Sgr A* kutatásához. Saját galaxisunk fekete lyuka azért is rendkívül érdekes, mert az egyetlen, melynek környezetének fényessége órás időskálán megfigyelhető fluktuációkat mutat. Ezeket minden valószínűség szerint a fekete lyuk körül örvénylő részecskék átmeneti, de hirtelen és jelentős mértékű gyorsulása okozza, de a pontos részletek még tisztázásra szorulnak. Galaxisunk központi fekete lyukának megértése rendkívül fontos általában a fekete lyukak, valamint a gala-

xisok fejlődésének vizsgálata szempontjából is. A jelenleg távcsövek tucatjai által végzett feladathoz csatlakozó James Webb-űrtávcső kiváló eszköz lesz erre a feladatra. Egyrészt elhelyezkedése ideális lesz a megfigyelésekhez, másfelől képes – jobb érzékenység és felbontás mellett – két különböző infravörös hullámhosszon folyamatos és szimultán megfigyelések végzésére.

NASA Black Holes, 2021. október 27. – Mpt

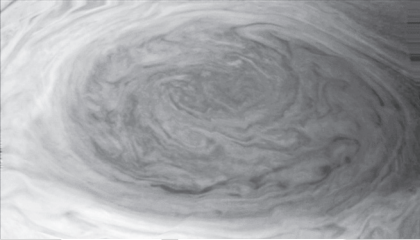
Az N44 kód öblei

Az N44 jelű, hidrogénből álló ködösség mintegy 250 fényévre található Földünkötől. A Hubble-űrtávcső felvételén a ködösségben levő sötét porfelhők, nagy tömegű csillagok, különféle populációba tartozó csillagcsoportosulások figyelhetők meg. A legérdekesebb struktúra mindazonáltal a sötét, csillagokkal gazdagon telehintett középső régió. Ezt a buborékot a nagy tömegű csillagok által kibocsátott csillagszelek alakíthatták ki. A feltételezést azonban megcáfolni látszik az a tény, hogy a buborékban mért áramlási sebességek nem állnak összhangban a buborék megfigyelhető alakjával. Természetesen magyarázat lehet, hogy a csillagszél sebessége nem állandó, hanem a múltban akár több hatalmas robbanás is hozzájárult a struktúra formálásához.

A kutatók sikeresen azonosítottak is közeli szupernóva-maradványt, azonban mintegy 5 millió éves különbség mutatkozik a szupernóva-robbanás időpontját és a kialakult buborék peremének helyzetét figyelembe véve. Ennek alapján nem egy szupernóva-robbanás, hanem csillagkeletkezési folyamatok és robbanások egész sorozata alakította ki a megfigyelhető formációt. A ködösségben a kép jobb oldalán levő tartományban, kb. 8 óra irányában megfigyelhető fényes (az eredeti képen jellegzetesen kékes színű) terület a kód legforróbb területe, egyben legintenzívebb csillagkeletkezési régiója. Az emissziós kód gázanyagát a közeli csillagok sugárzása gerjeszti fénykibocsátásra. A Nagy Magellán-felhőben elhelyezkedő N44 teljes kiterjedése mintegy 1000 fényév.

NASA Hubble, 2021. november 2. – Mpt

Mélyen gyökerezik a Nagy Vörös Folt
Amatőrök előtt is jól ismert a Jupiter hatalmas viharzónája, amely immár közel 200 éve folyamatosan létezik. Formáját, színét állandóan változtatja, a megfigyelések szerint az utóbbi évtizedekben folyamatosan zsugorodik, és bár mérete még mindig meghaladja bolygónk átmérőjét, további sorsa meglehetősen kérdéses.



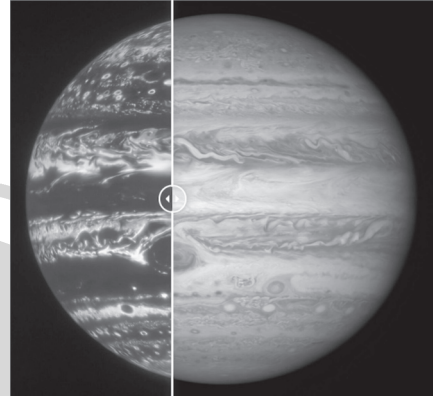
A Nagy Vörös Folt rendkívül részletes képét Gerald Eichstadt és Justin Cowart amatőrök készítették el a JunoCam felvételeiből. Az eredeti animációhoz Shwan Ewald és Andrew Ingersoll adta hozzá az egyes pontokhoz tartozó szélesség-adatokat. (NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Gerald Eichstadt/Justin Cowart)

Keletkezésének, fejlődésének és működésének megértéséhez fontos kérdés a viharzóna mélységének ismerete. Az eddig elfogadott elméletek szerint a viharzóna viszonylag sekély, nem nyúlik le mélyre a felhőrétegbe. A Jupiter körül 53 napos periódussal keringő Juno-szonda adatainak felhasználásával már korábban is nyilvánvalóvá vált, hogy a vihar hatása legalább 200 km mélyen is megnyilvánul.

A legújabb kutatások során a Juno legutóbbi két közelítése során készült adatokat használták fel. Ekkor a szonda mintegy 59 km/s sebességgel száguldott el a Nagy Vörös Folt felett. További tíz, korábbi megfigyeléssel való összevetés során vizsgálták az egyenetlen anyageloszlású felhőszerkezet gravitációs hatása által a szonda pályájára gyakorolt hatását, amely révén a Juno sebességváltozását hihetetlen pontossággal, 0,01 mm/s tartományban sikerült meghatározni. Az adatok feldolgozása alapján a viharzóna legalább 500 km mélységig húzódik, míg

tömegének jelentős része a felszín alatti 300 km-es rétegben koncentrálódik – azaz a viharzóna meglehetősen mély.

Bár mélyebbre nyúlik, mint az eddigi modellek sugallták, még mindig sekélyebbek a hasonló viharzónák, mint a felhőzet jellegzetes sávjai, amelyek akár 3000 km mélységig húzódhatnak (ez a bolygósugár kb. 4%-a).



A Jupiter (és a Nagy Vörös Folt) különböző tartományokban felvett képe. Balra: infravörös tartományban (Near-Infrared Imager (NIRI) a Hawaii Gemini North távcsövén), jobbra: a Hubble-űrtávcső látható tartományban készült felvétele. Mindkét kép 2017. január 11-én készült

Természetesen a híres folt nem az egyetlen viharzóna. Akár amatőr műszerekkel is nagyságrendileg 100 vihar figyelhető meg az óriásbolygón, a Juno kiváló felbontásával ez a szám elérheti az ezret is. Úgy tűnik, minden viharzóna meglehetősen mélyen gyökerezik, a felső atmoszféra alatt, a napfény által elérhetetlen tartományban. A kisebb viharok természetesen sekélyebbek, átlagosan 100 km mélységbe nyúlnak le. A viharzónák kölcsönhatásban állnak egymással, így minél több viharzóna minél hosszabb idejű megfigyelésére van szükség. Szerencsére a Juno működését 2025 szeptemberéig kiterjesztették, így remélhetőleg még sok adatot fog szolgáltatni.

Sky and Telescope, 2021. október 29.

– Molnár Péter

Marsi ketchup

Nemrégiben az ételkészítményeiről ismert Heinz cég támogatásával asztrobiológusok egy csoportja (Space Institute, Florida Tech) érdekes, mintegy két évig tartó kísérlet végére ért, látványos eredményekkel. Míg az eddigi, növénytermesztésre irányuló kísérletek viszonylag rövid időskálát öleltek fel, a jelen kísérlet két éve alatt a növénytermesztés sokkal összetettebb tanulmányozásra nyílt mód szimulált környezetben.



A kutatás során megfelelő üvegházat alakítottak ki, amelyben a marsi környezetet igyekeztek minél pontosabban szimulálni. Ezt megfelelő színhőmérsékletű és intenzitású LED-világítással, kb. 4 tonna, a marsihoz nagyon hasonló regolit-talajjal (amely a Mojave-sivatagból származott), szigorú hőmérsékletszabályozással és rendszeres öntözéssel érték el. Az eredetileg 30 töből álló paradicsom-ültetvényt később 450 főre bővítették, a trágyázáshoz használt anyag összetétele egyelőre nem ismert. A kutatás elsődleges célja annak meghatározása volt, mely fajták lehetnek alkalmasak a Marson történő termesztésre.

A kísérlet sikerrel zárult: a „Marson” termesztett paradicsom megfelelt a Heinz igen szigorú minőségellenőrzési folyamatainak, illetve kiállták az ízpróbát is. Természetesen a kísérlet nem csak marsi termesztésre használható: segíthet a Föld növénytermesztésre kevésbé optimális területein a megfelelő fajták kiválasztásában is.

A tudományos eredmények mellett a Heinz Mars Edition néven állított elő ketchupot, amelyet sajnos csak néhány, a cégnél dolgozó szerencsés kóstolhat meg. Egy üveg speciális ketchup 37 kilométer magasságba emelkedett egy ballon segítségével, majd a $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet elviselése után is megőrizte minőségét.

*Universe Today, 2021. november 9.
– Molnár Péter*

Csillagászok műszerálmai

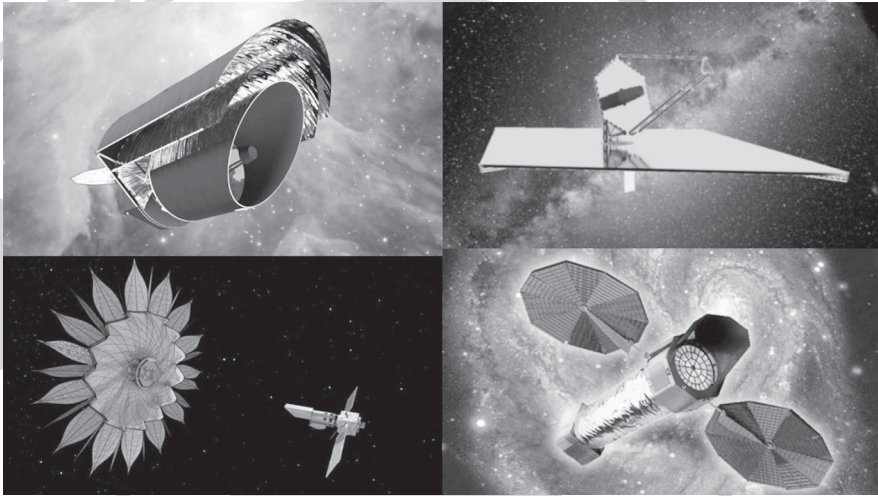
A távcsövek feltalálása óta fejlődésük töretlen, az egyre újabb és fejlettebb műszerek folyamatosan tágitják ismereteinket a világról. Immár 50 esztendeje határozza meg a következő évtized műszerfejlesztési-kutatási irányvonalát az ún. Decadal Survey. Nemsokára az amerikai Nemzeti Tudományos Akadémia által választott tagokból álló bizottság által megvizsgált négy nagyobb, és 10 kisebb üreszközhöz vonatkozó Astro 2020 Decadal Survey is elérhető lesz. (Hasonló dokumentumok szabták meg a prioritásokat a Hubble-űrtávcsőre (1972-es beszámoló, 1990-es indítás), a Chandra-röntgentávcsőre (1982-es beszámoló, 1999-es indítás), a Spitzer-űrtávcsőre (1991-es beszámoló, 2003-as indítás), valamint a James Webb Space Telescope-ra, illetve a Nancy Grace Roman Telescope-ra vonatkozóan).

A jelenlegi dokumentumban négy nagyobb program szerepel: HabEx, LUVOIR, Lynx és az Origins Space Telescope. Az eszközök mindegyike a Nap–Föld rendszer L_2 Lagrange-pontjában fog elhelyezkedni.

A HabEx (Habitable Exoplanet Imaging Mission) feladata a Földhöz hasonló, a csillag lakhatósági zónájában keringő, folyékony víz hordozására is alkalmas bolygók

keresése optikai, ultraibolya és infravörös tartományban. A 4 méteres tükörátmérőjű műszer alkalmas lesz a csillag előtt áthaladó bolygó légkörének elemzésével ún. biomarkerek keresésére, képalkotásának kontrasztja a várakozások szerint ezerszer múlja felül majd a Hubble hasonló jellemzőjét. Az eszköz indítása 2035-re várható.

A Lynx-röntgentávcső a várakozások szerint hatalmas ugrást jelent majd a jelenlegi műszerekhez képest. A minőségbeli ugrás a Chandra és a Lynx között a Palomar-hegyi 45 cm-es távcső és a jelenlegi legnagyobb műszer teljesítménye közötti különbséghez lesz mérhető. Az égbolt 85%-át feltérképező rendkívüli érzékenyséű műszerei rendkí-



Négy a tervezett jelentős űreszközök közül. HabEx, LUVOIR, Lynx és Origins (NASA)

A LUVOIR (Large Ultraviolet Optical Infrared Surveyor) 2039-es tervezett indítása után optikai, ultraibolya és infravörös tartományban fog dolgozni. Nyolc (esetleg 15) méteres tükrenek segítségével fő feladata a különféle típusú exobolygók vizsgálata és osztályozása lesz, és szintén képes lesz bizonyos biomarkerek azonosítására. Felbontása a Jupiter távolságában 25 kilométer, ennek köszönhetően kiválóan alkalmas lesz az óriásbolygók felhőzetének részletes vizsgálatára, valamint képek és spektroszkópiai adatok felvételére üstökösökről, naprendszerbeli holdakról és Kuiper-objektumokról.

vüli spektrális felbontást biztosítanak majd 1" alatti térbeli felbontás mellett. Mindezzel lehetségessé válik például a fekete lyukak körül áramló anyag sebességének több ponton történő mérésére, az anyag áramlásának tanulmányozására.

A 2035-ben indítani tervezett Origins Space Telescope fő feladata a csillagkeletkezés kutatása lesz, emellett a 6 (esetleg 9) méteres tükrével a Tejútrendszerben a csillagközi anyag eloszlását és összetételét is vizsgálni fogja, emellett szintén képes lesz bizonyos bioszignatúrák kimutatására.

Sky and Telescope, 2021. november 3.

– Molnár Péter

Kepler és a Dioptrice

Johannes Kepler, a csillagászat történetének talán legérdekesebb alakja 450 évvel ezelőtt, 1571. december 27-én született Weil der Stadtban. Ősei állítólag nemesek voltak; nagyapja, Sebaldus – nagyhangú, kötekedő ember – a kisváros polgármestere. Szülei már alantás státusba jutottak; hol Leonbergbe, hol Elmendingenbe költöztek, majd vissza; atyja hol kocsmát nyitott, hol zsoldosnak állt, egy alkalommal valami gazemberségért csaknem felakasztották; végül egy magyarországi hadjárat során nyoma veszett. Anyját idős korában boszorkánysággal vádolták s Kepler csak teljes császári matematikusi tekintélyével tudta megmenteni a máglyahaláltól. A Weil-beli házban nyüzsgöttek a furcsánál furcsább jellemű rokonok; nem csoda, hogy a gyermek Johannes nem érezte magát köztük vidámnak s magabiztosnak. Különös betegségek kínozták, és önmagát rühes kutyahez hasonlította.

Intelligenciája azonban szinte kikényszerítette, hogy iskoláztassák; teológiai szemináriumba, majd a tübingeni egyetemre járt. Mielőtt tanulmányait befejezte volna, a grazi egyetem matematika professzora elhunyt, és állására tanárai Keplert javasolták (nyilván látták, hogy lelkésznek nem való). Eddig keveset foglalkozott matematikával vagy csillagászattal, de erre most rákényszerült; többek közt azért, mert a professzor kötelessége volt többek között egy asztrológiai előrejelzéseket tartalmazó naptárt készíteni. Első kalendáriuma s a benne foglalt jövődölések sikeresnek bizonyultak, ami nagyon megnövelte tekintélyét – sokkal inkább, mint kevés hallgató által látogatott, de az egyetem előjárói szerint szerfölött figyelemreméltó előadásai.

Asztronómiai tanulmányai során megismerkedett Kopernikusz akkor még korántsem elfogadott heliocentrikus világképével, és azonnal elfogadta azt. Fél lábbal még a

középkor világképében állt, de másik lábával már az újkori tudomány talaját kereste. Sokat töprengett a Naprendszer szerkezetének részletein – miért úgy keringenek a bolygók, ahogyan teszik, miért épp hatan vannak stb. –, ami persze már évezredek óta foglalkoztatta a csillagászokat. A „megoldás” egy előadás közben jutott eszébe, amikor a táblára rajzolt egy szabályos háromszöget a köré és beírt körökkel. Izgalom fogta el: nyilvánvaló, hogy a két kör átmérőjének arányát az ábra szerkezete meghatározza – így lehet ez a bolygópályákkal is, ha azokat szabályos sokszögek választják el egymástól. Hamar észrevette, hogy a valóságos pályaadatok nem felelnek meg e feltevésnek, de rögtön továbblépett – a térbe. Az öt szabályos poliédert képzelte egymásba zárva, köztük elválasztó gömbökkel; ezek sugarát képzelte a bolygók pályasugarának. Hat bolygó – gömböknként egy – közé öt testet lehet helyezni: íme a magyarázat, miért éppen hat bolygó van! Már csak a testek sorrendjét kellett kitalálnia...

Persze így sem jönnek ki jól a pályasugarak arányai, s ezt Kepler is jól látta. Első lelkesedésében, 1596-ban mégis megírta róla a *Mysterium cosmographicumot*, melynek – legalábbis a könyv első felének – tartalmára a cím eléggé pontosan utal. A második részben azonban egészen más hangot üt meg: a bolygók pályaadatai közt matematikai összefüggést keres. Úgy véli, hogy a bolygók mozgását a középen álló Nap határozza meg: erőt fejt ki rájuk, mely kifelé haladva ugyanúgy gyengül, mint a fényerősség a forrástól való távolsággal. Ez teljesen új, zseniális gondolat: Kepler az első, aki a bolygópályák problémáját nem filozófiai, hanem fizikai kérdésnek tekinti! A *gravitáció* fogalmáig ugyan nem jut el, de kifejti: ugyanaz az erő a Hold és a Föld között is fellép, és ez az árapály-jelenség oka. Egy megjegyzésben (az alább említendő *Harmonices mundi* vége

felé) mágneses hatásra gyanakszik. De az erőt egészen másként gondolja el, mint ma szoktuk; valami örvénylő seprő-félének képzelel, amely forogva s közben rugalmasan meggömbülve hajszoja előre az égitesteket pályájukon.



Johannes Kepler (1571–1630)

Könyve példányait elküldte minden jelentős tudósnak, így Galileinek és Tycho Brahe-nak is. Galilei – ekkor még titokban – szintén a kopernikuszi világkép híve volt, de Kepler könyvét elutasította, mert megvetette mágikus-misztikus gondolkodásmódját. Talán az eléggé középkoriasan gondolkodó Tycho volt az egyetlen, aki megsejtette a mű értékeit. Kepler pedig nagy tisztelettel és némi irigységgel gondolt Tycho gondos és alapos méréseire.

Amikor Grazból kiutasították a protestánsokat, a lutheránus Keplernek is távoznia kellett. Sok hányattatás után 1599-ben Tychótól meghívást kapott Prágába, és más választása nem lévén, hozzá utazott. Tycho és munkatársai az általuk évtizedek alatt gyűjtött adatok segítségével próbálták igazolni, kevés sikerrel, főnökük világképét (a Föld van középen, körülötte kering a

Hold és a Nap, s a bolygók a nap körül). Kepler megérkezésekor Tycho egyik segítőtje, *Longomontanus* épp a Mars pályájával bajlódott; Kepler kijelentette: ha átveszi a munkát, nyolc nap alatt befejezi. A nyolc nappól nyolc év lett, míg megbirkózott a munkával. (Tycho már 1601-ben meghalt; örökösei nem akarták Keplernek kiadni Tycho mérési eredményeit, s mindenféle kifogást találtak, feltételeket szabtak. Kepler kénytelen volt az adatokat – lényegében – ellopni, hogy felhasználhassa.) Az eredmény az első két Kepler-törvény lett. Munkájáról 1609-ben *Astronomia nova* című könyvében számolt be, szokatlanul részletesen. A harmadik Kepler-törvény majd tíz év múlva, 1619-ben jelenik meg a *Harmonices mundibus* című műben.

Tycho utódként udvari csillagásznak nevezték ki, nyomorúságos fizetéssel, amit többnyire nem is kapott meg. Sok kisebb-nagyobb munkát, tanulmányt írt, még „sci-fi”-t is a Hold lakóiról; de ezekből sem tudott megélni. Életét végigkísérte az asztrológia, ebből szerzett némi jövedelmet. Hitte, hogy az égitestek valamiképpen meghatározzák az egyes emberek életének, jellemének kerekeit, de azt vallotta: nem határozzák meg magát a jellemet, és előrejelzésekre sem adnak lehetőséget.

Élete vége felé Wallenstein herceg szolgálatába szegődött. Neki készítette legismertebb horoszkópját, mely egyes asztrológusok szerint „pontosan bevált”. Valójában e horoszkóp a szokásos „rizsa” mellett 24 konkrét állítást tartalmaz, melyekből öt vált be, egyik sem akkor, amikor Kepler megjövendölte. Sajnos Wallenstein sem fizette meg Kepler munkáját, aki hogy járandóságából legalább valamit kikönyörögjön, Regensburgba utazott pártfogójához. Itt megbetegedett, és 1630. november 15-én lényegében éhen halt.

A Dioptrice

1610 elején híre jött, hogy Galilei egy hollandi távcsővel meglepő felfedezéseket tett. Kepler nemsokára olvashatta Galilei *Sidereus nunciatus*-át, s így hiteles információkhoz jutott az említett megfigyelésekről. Azonnal

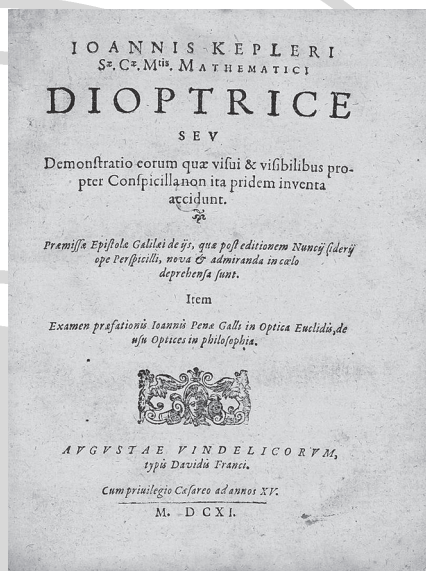
látatlanban elhitte mindezt; lelkesen írt erről egy tanulmányt s elküldte Galileinek. Kérte továbbá, küldjön neki távcsövet, hogy saját szemével is igazolhassa Galilei felfedezéseit. Galileinek esze ágában sem volt e kérést teljesíteni; távcsöveit előkelőségeknek ajándékozta. Szerencsére az egyik távcsőtulajdonos, Ernő kölni választófejedelem 1610 nyarán néhány hétre kölcsönadta műszerét Keplernek, aki megpillanthatta végre – többek között – a Jupiter négy holdját.

Galilei nem tudta, távcsöve (amit ő, majd Kepler is *perspicillum*nak nevezett, nem pedig *tubus astronomicus*nak vagy *telescopium*nak, mint a későbbi csillagászok) hogyan működik. Megállapításait ezért sokan kétségbe vonták. Nem ok nélkül, hisz nem tudhatjuk, mennyire megbízható egy műszer, ha működését nem értjük. Kepler e hiányosság kiküszöbölése érdekében *Dioptrice* címmel könyvet írt a fénytörésről, amely 410 évvel ezelőtt, 1611-ben jelent meg.

Természetesen nem ez volt az első optikai témájú könyv, hiszen a fénytöréssel már a görögök, majd az arabok is foglalkoztak (bár a törés törvényére nem jöttek rá, ami elég furcsa, hisz mind a kísérleti, mind a szükséges matematikai eszközök a rendelkezésükre álltak) és írtak is róla. Maga Kepler is kiadott 1604-ben egy *Astronomiæ pars optica* című értekezést, s ebben megadta többek között a camera obscura, a szem és a látás, valamint a szemüvegek működésének magyarázatát. Ezt az írását Vitellio XIII. századi tudós optikai összefoglaló műve „kis kiegészítése”-nek nevezte. A *Dioptrice* fejtette azonban ki elsőként igazán tudományos módon a geometriai optika alapjait, és azok több alkalmazási lehetőségét is tárgyalta, bár ezeket nem nevezte meg – a távcsöveket sem.

Bevezetésében Kepler előbb „Pena, egykori francia királyi matematikusnak... *Euclides* optikai és katoptrikai műve kiadásában előforduló sok és fontos” dologgal kapcsolatban tesz kritikai megjegyzéseket, azért is, hogy elválasztva a benne előforduló igaz és hamis állításokat, „hozzákapcsolhassa mindahhoz, amit a távcsöves kutatás napjainkban

fölfedett”. Értekezik a légköri – és a bolygók közt esetleg létező átlátszó szférák anyagán történő – refrakcióról, s cáfolja azokat, akik szerint légköri refrakció nem létezik. Kiáll Kopernikusz világképe mellett, foglalkozik a Holddal, a Tejútal stb. Majd rátér Galilei



A *Dioptrice* címoldala (vaticanobservatory.va)

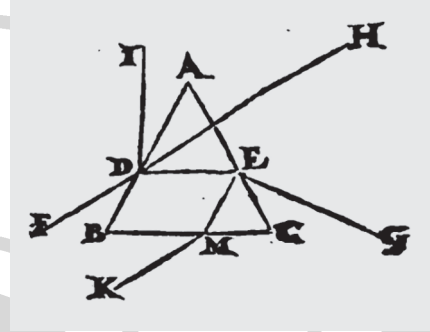
eredményeire, felsorolja és értékeli őket. Közli Galilei három levelét olasz eredetiben, majd latinul. Elsőként azt, amelyet 1610. szeptember 13-án Galilei a prágai toszkán követnek írt. Ebben van az a híres „anagramma”, melyben Galilei a Szaturnusszal kapcsolatos feltevését rejtette el. Ezt Kepler nem tudta megfejteni, míg később Galilei nem közölte, hogy *Altissimum planetam tergeminum observavi* – azaz „a legfelső bolygót hármasként észleltem”. (Távcsöve azt mutatta, hogy a bolygóval valami nem stimmel, és Galilei úgy gondolta, talán hármask bolygót lát.) Közli azt a levelet is, 1610. október 11.-ről, melyben a másik ismert anagramma és megfejtése található: *Cynthia figuræ æmulatur mater amorum*, azaz Cynthia alakját utánozza a szerelem anyja – vagyis hogy a Vénusz fázisokat mutat, mint a Hold.

A könyvben Kepler a geometriai optika segítségével megmutatja, hogyan halad a fény a különféle elrendezésű optikákban; így utal minderre a bevezetés utolsó bekezdésében: „Így tehát, olvasó barátom, megkapod a távcső megbízhatóságának bizonyítását az égitestek új megfigyeléseit illetően, elsőként ama német bizonyosságtétele után. Mi akadályozhatja meg tehát engem, hogy e kitűnő eszközzől dicshimnusz zengjek e geometriai könyvben; és téged, olvasó, hogy érdemének megfelelően, elszánt lélekkel s nem közönséges figyelemmel érdeklődj, midőn elmondom. E művel élesítéd elmédet, a dolgok megértése útján műveltebb leszel a filozófiában, felkészültebb leszel a mechanika, valamint más hasznos és kellemes dolgok felfedezésére; szóval ezerféle módon leszel óvatosabb és biztosabb ott, ahol a sokaság tévedésbe szokott esni. Ég veled, s e bevezetésről legyen a véleményed kedvező és jó.”

Ezután következik maga az optikai tanulmány, amely 141 „definíciót”, „axiómát”, „propozíciót”, „problémát” tartalmaz. A fénysugár fogalmát eleve adottnak tekinti, s mint a mai tankönyvek, először is leszögezi, hogy a beesési és törési szögeket a közeghatár normálisától (a *beesési merőleges-től*) számítjuk. Módszereket mutat e szögek mérésére, majd megvizsgálja az átlátszó testekben fellépő refrakciót. Azt állítja, hogy kb. 30°-os beesési szögig a törési szög arányos a beesési szöggel, és hogy az üveg és a kristályok „közel” egyformán törik a fényt – a törésmutató fogalma még nem merül fel nála. Nem találja meg a törés törvényét sem. A kristályokban a maximális törési szög kb. 48°-ban adja meg, és kimondja, hogy ha a kristályból *kifelé* haladó sugár valóban kilép, akkor legfeljebb ekkora lehet a beesési szög (ezt a szöget ma a *teljes visszaverődés határszögének* nevezzük).

A 15. propozícióban megmutatja, hogy egy szabályos háromszög keresztmetszetű prizma-ban lehetséges egy szimmetrikus sugármenet, amikor is a prizmban a fénysugár a prizma alapjával párhuzamosan halad. (Az ábra feltünteteti nemcsak a megtört, hanem

a prizma lapjain visszavert sugarakat is!) A 16. „tapasztalati axiómá”-ban kimondja, hogy e szimmetrikus sugármenet esetén lépnek föl legszebben a szivárvány színei – ezekről eddig nem esett szó, s ezután sem emlegeti a színszórást, illetve majd a lencsénél a kromatikus aberrációt sem.



Fénytörés és visszaverődés háromszög keresztmetszetű prizma esetén

A fénytörés, illetve a prizma tanulmányozása után a különféle optikai lencsékkel foglalkozik. A 34. propozícióban bebizonyítja, hogy egy „kis nyílásszögű” síkdomború lencse az optikai tengellyel párhuzamosan ráeső fénynyalábot a tengelynek abba a pontjába gyűjti, amely a lencsétől kb. annak görbülete átmérőjének másfélszeresén van. A „fókuszpont” kifejezést nem használja, csak körülírja. Így tesz az 53. probléma esetén is, mely egy fényszóró felépítését írja le: fényforrást helyez egy gyűjtőlencse fókuszpontjába (mögé homorú gömbtükröt, amely a hátra haladó fénysugarakat visszaveri, hogy az eszköz erősebb fényt adjon), és megmutatja, hogy így a lencsét erős, párhuzamos fénynyaláb hagyja el. Igen érdekes az 59. propozíció; ebben azt írja, hogy a lencse akkor gyűjtené össze a fényt pontosan, ha nem gömb, hanem hiperbolikus felülete lenne – felfedezi tehát a szferikus aberrációt!

Nézzük meg részletesebben a 34. propozíciót és a bizonyítást, hogy megismerjük Kepler munkamódszerét és a Dioptrice stílusát!

meteor

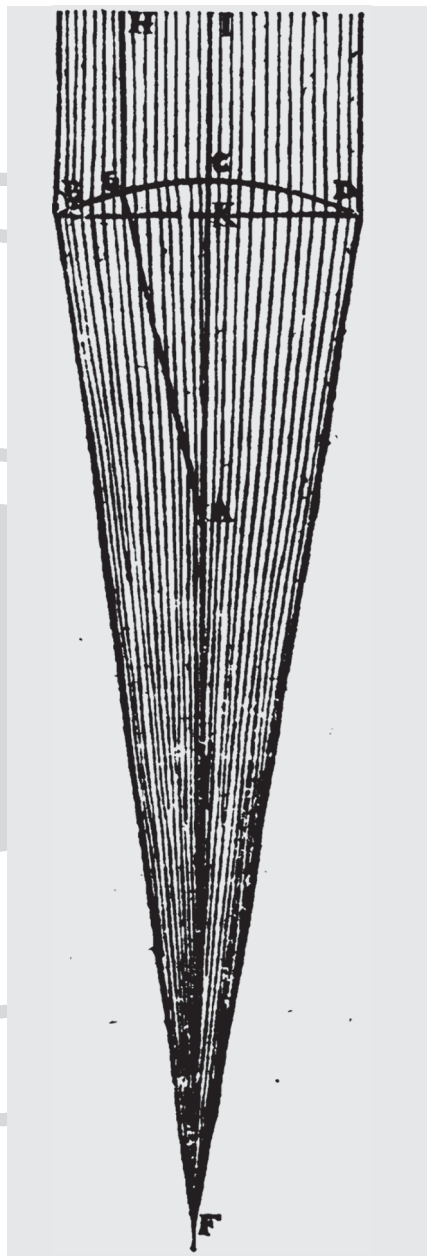
„XXXIV. proposíció.

Ha egy pont párhuzamos [sugarakat] küld egy merőlegesen elhelyezett, 30° -nál kisebb résznyi konvex lencsére, akkor semmi más nem fog történni a sugarakkal, mint hogy belépéskor megtörnek, miközben az az egyetlen sugár nem törik meg, amely áthalad a gömb középpontján, merőlegesen esvén a felületre. A többi törést szenved, és találkoznak a merőlegessel, körülbelül az átmérő másfélszerese után.

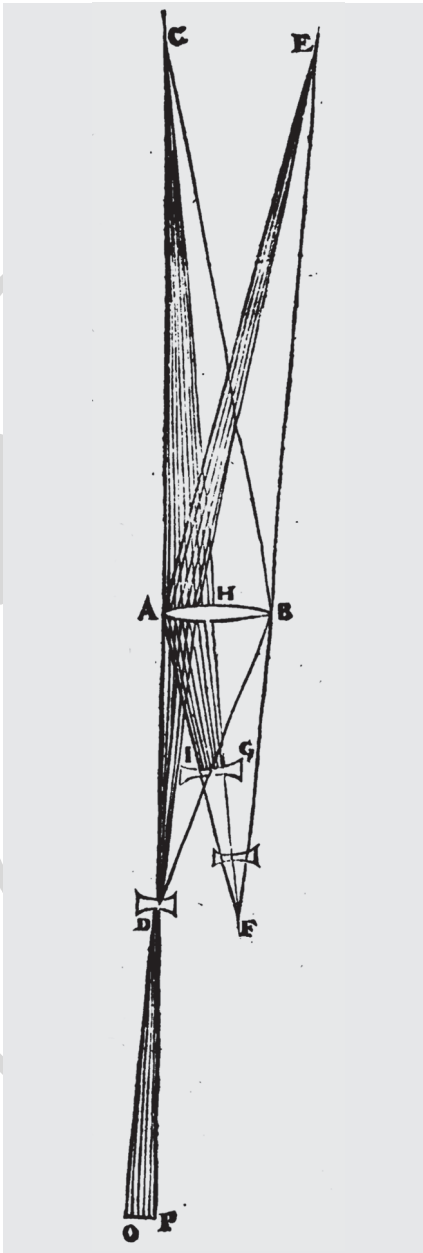
Legyen [adva] valamely távoli pont, amely besugározza egy kristály gömb BD darabját. És legyen BCD [íve] 30° -nál kisebb. A sugárzás tehát a XXIII. szerint párhuzamos lesz. E sugarak közül csak IC lesz merőleges, amennyiben áthalad az A középponton.

Válasszunk ki az IC merőlegesen kívül a levegőben egyet a párhuzamosok közül, legyen ez HG. Mivel tehát HG ferdén esik a BGC felületre, a II. szerint megtörik a G pont beesési merőlegeséhez képest, ami a GA, és így G után nem fog távolodni az IC és a HG. Következik tehát [ebből]: Történjék az összefutás F-ben, és HG a GF-be törjön, minthogy maga HG a G után nem fog távolodni. Kimondom tehát, hogy AF magának CA-nak kétszerese, és így a BCD gömb átmérője. HG-nek ugyanis, ami párhuzamos az IC merőlegessel, GAC szög az inklinációja [azaz ekkora a beesési szög]. Ha tehát a refrakció szöge egyenlő lenne az inklinációval, akkor a HG a GA-ba törne, tudniillik magába a középpontba. De mert a törési szög nem egyenlő, sem nem kétharmada az inklinációnak, hanem annak egyharmada a VIII. szerint; tehát a megtört GF a GA-hoz a GAC inklináció kétharmadával hajlik. Tehát FGA a GAC szög kétharmada. De az AGF és AFG összege GAC-val egyenlő. Tehát GFA egyharmada magának GAC-nek, és fele magának FGA-nak. Ahogy tehát GEA sinusa fele az FGA kétszeres szög sinusának, úgy GA az AF-nek a trigonometria tanítása szerint. De a 15° -nál kisebb szögek sinusa megközelítőleg arányos magukkal a szögekkel vagy ívekkel. Vagyis az érvelés szerint közelítőleg kétszeres. Ezért GA vagy CA az AF-hez úgy aránylik, mint egy a kettőhöz, vagyis mint a félátmérő az átmérőhöz; és így CF közelítőleg másfél átmérő.”

A továbbiakban sokféle alakú (kétszer-



Kepler ábrája a 34. proposíció bizonyításához



Kepler ábrája a 107. proposícióhoz, amely voltaképpen a Galilei-távcső működését magyarázza

domború, homorú-domború stb.) lencsét, valamint több lencse sokféle kombinációját vizsgálja. Végül eljut a távcsövekhez, de nem nevezi meg őket (csak „tubus”-nak, azaz csőnek mondja, s nem említi, hogy ez egy „perspicillum”). A 104. pontban mutatja meg a Galilei-távcső sugármenetét, vagyis hogy az objektív által összegyűjtött nyálábót a megfelelő helyre tett konkáv lencse hogyan párhuzamosítja. A 107. proposícióban szerkesztéssel megmutatja, hogy „Konkáv lencsét téve a szem közelébe, zavaros látványt ad; de ha egy nagyobb konvex lencsét is teszünk bizonyos távolságba a konkávtól, akkor ez kitisztítja a látványt, és nagyít”.

A 139. probléma: két lencsét úgy elhelyezni, hogy a szem és a tárgy felé is homorú oldaluk forduljon, és mégis működjenek. A 140. probléma: hogyan kell „egy csövet úgy preparálni, hogy mindkét lencse domború oldala forduljon a szem és a tárgy felé is, és nem kevésbé legyen hatásos”. Az utolsó, 141. problémában a cső végein a szem felé homorú, a tárgy felé domború felület néz. Nyilvánvaló, hogy az eredményt a belső felületek görbülete dönti el, amit Kepler az adott esetekre vonatkozóan röviden részletez is. Ha megfelelően választjuk meg ezeket, akkor Kepler-távcsövet kapunk (de kaphatunk Galilei-félet is). Ezt a szerző már nem mondja ki, előadásmódja személytelen, száraz és tárgyilagos. Kepler talán a gyakorlatban is kipróbálta ezeket a lencse-kombinációkat, de az is lehet, hogy csak elméletben foglalkozott velük.

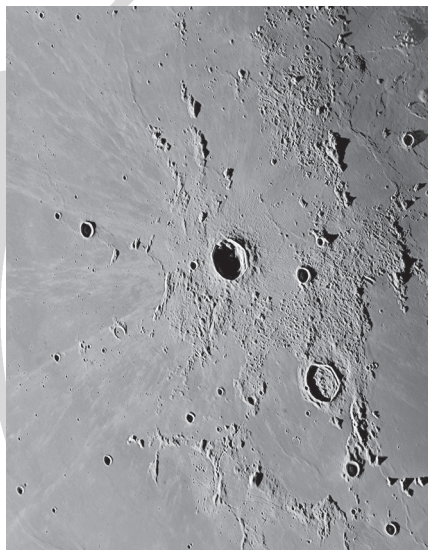
Csaba György Gábor

Subjektív utóirat 1. A szöveg alapján aligha találtam volna meg az előszóban megígért magyarázatokat, ha nem ismerném a Galilei- és a Kepler-távcső felépítését és működését. Hiszen a főszövegben távcsövekről szó sem esik, csak fénytörésről, prizmákról, lencsékéről és különféle lencse-kombinációkról.

Subjektív utóirat 2. A cikkben előforduló idézeteket hevenyészve magam fordítottam a latin eredetiből.

A Kepler-kráter

Telehold környékétől egészen az utolsó negyedig szabad szemmel is megpillanthatjuk a Kepler-kráter hatalmas, ragyogó sugárrendszerét. A maga 32 kilométeres átmérőjével a Kepler közepes méretű kráternek számít, így már kisebb távcsövekkel is részletekre számíthatunk. Nemcsak magán a kráteren, hanem a közvetlen közelében is.

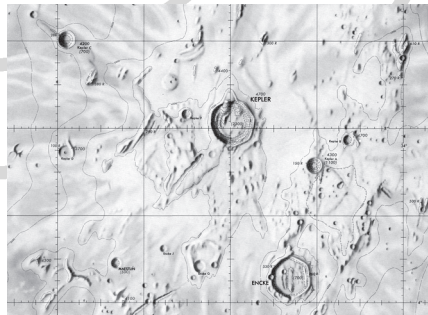


A Kepler-kráter és környéke Csabai István 2018. szeptember 5-én készült nagymozaikjából. A rendkívüli felbontású felvétel egy C-14-es Schmidt-Cassegrain-távcsővel és egy Basler IMX 252-es kamerával készült

A Meteor 1999. áprilisi számában jelent meg Gyenizse Péter Mi látható a Holdon szabad szemmel? című cikke. A szerző 1998 júliusa és 1998 decembere között 29 észlelést végzett szabad szemmel égi kísérőnkről: huszonhatot az esti, hármat pedig a hajnali égen. Összesen 49 alakzatot sikerült azonosítania és térképre rajzolni, ahol a Kepler-krátert a 21-es számmal találjuk. Ez a kiváló cikk nagy hatást gyakorolt rám, azóta is

sokat vizsgálom a Holdat szabad szemmel, igaz, elsősorban csak a távcsöves észlelések megkezdése előtt. Sok krátert sikerült azonosítanom, közöttük a Keplert is. Szabad szemmel természetesen csak az azonosítás, esetleg a sugárrendszer alakjának, színének, intenzitásának a megbecslése lehet a reális cél. Egy jó binokulárral a kezünkben már sokkal többet láthatunk.

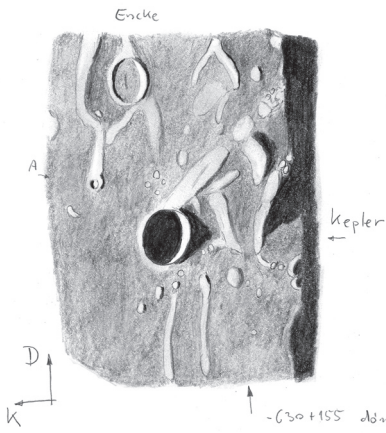
Cherrington a következőket írja a Kepler látványáról az Exploring the Moon című könyvében a 11 napos holdkorongot bemutató részben: „A Copernicustól nyugatra, a terminátorig vezető út távolságának a 2/3 részénél, az Eulernél valamivel nagyobb krátert találunk, a keleti negyedét borító árnyékos részeket kivéve fényes falakkal és kráterbelsővel. Egy ragyogó sugársáv veszi körül, amely az idő előrehaladtával egyre fényesebb lesz, és néhány napon belül 200 mérföldes méretet ér el. Ez az 1-es osztályba sorolt, 20 mérföld átmérőjű, 7500 láb mélységű Kepler. Annnyira érdekes és változatos felszíni alakzatok veszik körül ezt a szerény méretű krátert, hogy a U. S. Geological Survey ezt a területet választotta az első geológiai térkép elkészítéséhez. A csodálatos térkép az I-355 (LAC-57) R. J. Hartmann munkája, és 1962-ben került kiadásra. Szintén ezt a területet választotta az első



A Kepler a LAC 57-es térképen. A -630+155-ös dómot a Keplertől jobbra és kissé felfelé találjuk

navigációs célú térképéhez az Aeronautical Chart and Information Center (U. S. Air Force). A kráter ma este jól látszik, de hamarosan a sugárrendszer olyan fényessé válik, hogy magát a Keplert nehéz lesz azonosítani a ragyogásban.”

Nem binokulárral, hanem egy jó Zeiss 50/540-es refraktorral rajzoltam először a Kepler-krátert, 1992. szeptember 8-án. „54x: A terminátor már jóval túlhaladta, de még így is csodálatos látvány ez a közepes méretű, feltűnő kráter. Belsejét már megvilágítja a Nap, de részleteket ezzel a távcsővel és nagyítással nem látni. Szépen mutatkoznak



A rovatvezető 1994. február 21-én készült rajza a Keplerről és tágabb környezetéről. Az észlelés egy 50/540-es refraktorral, 108x-os nagyítással készült

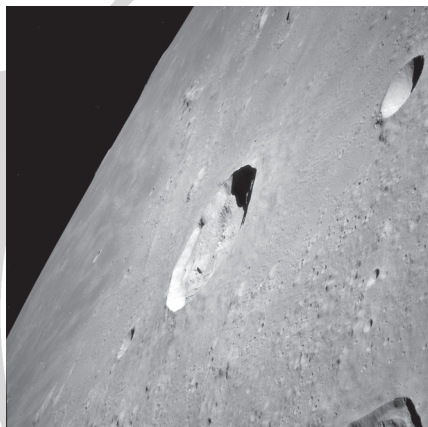
a krátert körülvevő, abból kiinduló sugársávok. A Keplertől dél-délkeletre látszik az Encke-kráter. Falai alacsonyak, belsejében már nincsenek árnyékok.” A kis távcső most előny volt, mert egyrészt nem sokkolt a nagyobb műszerekben látható rengeteg részlet, másrészt a rendkívül kontrasztos holdkorongon a maga teljességében látszottak a sugársávok. Másfél évvel később ismét lerajzoltam a kis Zeiss-refraktorral a Kepler-krátert, de most már egy 5 mm-es japán orthoszkopikus okulárt használtam. Az 1994. február 21-én készült rajz az előzőhöz hasonlóan nagy területet fedett le, de a megvilágítási viszonyok teljesen mások voltak.

„108x: A Kepler feltűnő, viszonylag nagyméretű kráter. A terminátor már több kráterátmérővel túlhaladta, de a belsejét még mindig teljesen kitölti az árnyék. Magának a kráternek háromszög alakú árnyéka van, amelynek hossza a kráter átmérőjének a 2/3-a. A Keplertől nyugatra egy piciny dóm található, amelyet a Rühl-féle Mondatlas is jelöl.”

Ami miatt érdekes ez az észlelés, az a Keplertől északnyugatra fekvő dóm viszonylag könnyű látványa volt. A Luna Cognita dómkatalógusa szerint ez a -630+155-ös, a GLR-group katalógus szerint a Kepler 1-es dóm. A Rühl-féle atlaszban és a LAC 57-es térképen is jelölt dóm átmérője 14 km, magassága 400 m. Szerény magasságának köszönhetően kizárólag alacsony napállásnál látható, ezért is történetelt meg, hogy Römer Péter Kepler-diorámájáról lemaradt (l. Meteor 2009/09., A Kepler-kráter 3D-ben). Ez az egyébként döbbenetesen élethű modell a Lunar Orbiterek felvételei alapján készült, amelyek köztudottan magasabb megvilágításnál készültek, ezért a dóm rejtve maradt. A dómot Peter Grego is megemlíti a 2005-ben megjelent The Moon and How to Observe It című könyvében: „Az Aristarchus-platótól délre lévő terület, amelyet nyugatról a Seleucus, délnyugatról a Marius-dombok, délről pedig a Kepler határol, egy sugársávokkal tarkított, kis kráterekkel telehintett síkság. Az Aristarchustól délre szépszámu finom, alacsony gerincet láthatunk a sávok között – a becsapódás által kidobott törmelékhalomok – ahogyan összeolvadnak a Kepler (32 km) fényesebb sugársávjaival. Ezek olyan fényesek, hogy mindenféle optikai segédeszköz nélkül is látszanak. A Kepler a délnyugati csúcsa a Copernicusszal és az Aristarchusszal alkotott háromszögnek. Annak ellenére, hogy a Kepler feltűnő, éles peremű kráter, közeli vizsgálatok nem mutatják olyan grandiózusnak, mint mondjuk az Aristarchust. Falai jóval alacsonyabbak és keskenyebbek, a teraszosságnak is csak a nyomait mutatják, és kis dombokkal, halmokkal teli talaja sem olyan mély. A Kepler egy kicsiny, egyenetlen

meteor

felszínű plató keleti szélébe csapódott, és csak keleti külső lejtője mutatja a becsapódáskor kirepült, majd a talajra visszahullott törmelék pusztító nyomait. Sugárrendszere kiterjedt, néhány sáv 600 kilométeres távolságig, sőt még annál is messzebb hatol. A Keplert körülvevő, szétszórt hegyvonulatok egy izgalmas örvényszerű struktúrát alkotnak. Ez a legjobban akkor látható, amikor a reggeli terminátor már vagy 6 órával túlhaladt a Kepleren. Külön figyelmet érdemel a Keplertől közvetlenül északnyugatra fekvő nagy, 10 kilométer átmérőjű dóm.”



Az Apollo-12 legénysége így látta a Keplert. A jobb felső sarokban a Kepler A, a jobb alsó sarokban pedig az Encke-kráter egy kis darabja látszik

A Kepler-krátert és a dómot 2009. augusztus 31-én, a Polaris Csillagvizsgáló 200/2470-es refraktorával észleltem: „206x: Nagyon szép látvány ez a jól ismert kráter a nagy refraktorban. A perspektivikus torzulás miatt alakja elliptikus, a kis és a nagytengely aránya 3:2. A nyugodtság csak közepes, de így is rengeteg a részlet. A kráter felét még árnyék fedi, de a nyugati belső részek már szépen látszanak, például a kráterfenék tagoltsága, vagy a sáncfalak teraszos szerkezete. A Keplertől délnyugati irányban egy szép hegyvonulat indul ki, melyhez északról további kisebb vonulatok csatlakoznak. Nagyon szépen látszik az F jelű kráter, talán egyharmad kráterátmérőnyire

a Keplertől. Az F-krátertől északra fekszik a -630+155-ös jelzésű dóm. Bár a terminátor már túlhaladta a területet, mégis könnyedén látszik ez a szép, kissé szögletes alakú dóm. Felszíne sima és egyenletes, tetőkaldera nem látszik. Mérete egynegyede a Keplerének. Colongitudo: 46,4°.”

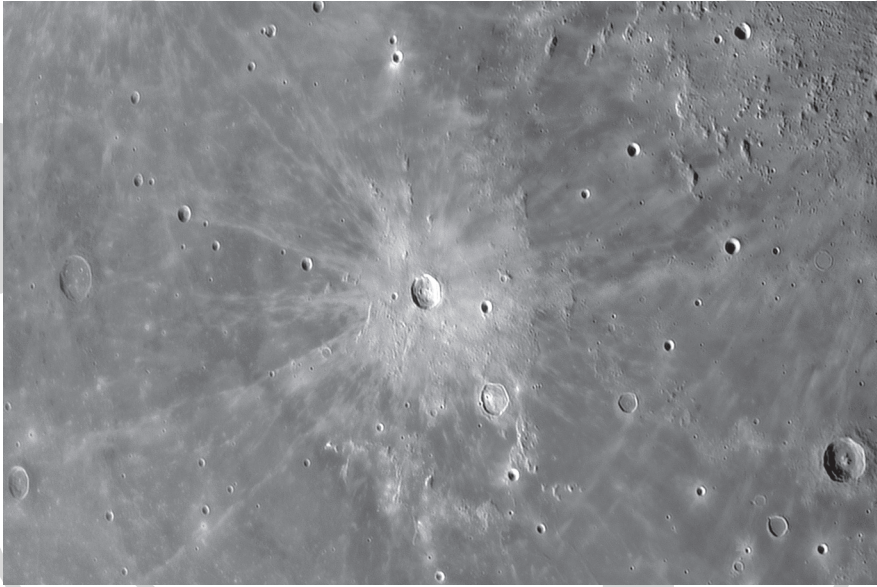
Tizenkét évvel később, 2021. október 16-án ismét észleltem a terminátoron lévő krátert, de most már Bajáról, szeretett 90/1000-es refraktorommal, zenittükörrel és 250x-es nagyítást használva. A látvány döbbenetes volt. A Keplertől nyugatra lévő területek még teljes sötétségben voltak, de a magasabb hegyek, kráterperemek tetejét már megvilágította a felkelő Nap. „250x: Izgalmas látvány a terminátoron tartózkodó Kepler-kráter. Ötszög alakú, a ferde rálátásnak köszönhetően 3:2 arányban megnyúlt fiatalos kráter. Belsejét az árnyék teljesen kitölti, csak a belső nyugati sánc ragyog a napfényben. A keleti külső sáncon is szép részletek látszanak. A krátertől nyugatra a koromfekete árnyékból most bukkannak ki a legmagasabb csúcsok, amelyek nagyon szép látványt nyújtanak. A Keplertől északkeletre az egyik ilyen csúcson összetett szerkezetű, a többinél bonyolultabb alakzat, ami minden bizonnyal a Kepler -630+155-ös dóm. A Keplertől délkeletre látható a harmad akkora Kepler A-kráter. Belseje teljesen árnyékkal telt, a krátertől északra egy gerincszerű alakzat húzódik, egészen a Kepler északi végéig.”

Grego azt írja a Keplerről, hogy a közeli felvételek tanúsága szerint nem veteckedhet például az Aristarchus-kráterrel. Hogy ez mennyire nincs így, elég ránézniünk az Apollo-12 által készített felvételle. Borotvaéles kráterperem, hatalmas talajcsuszamlások és apró központi csúcs látható ezen a nem mindennapi fotón. A Kepler inkább csak egy Triesnecker típusú kráter, ahol a talajcsuszamlások még nem alkotnak összefüggő teraszokat, szemben például az Aristarchusszal. Ez utóbbi, bár csak egy kicsit nagyobb (átmérője 40 kilométer), már a Copernicus, vagy Tycho típusú összetett komplex kráterek táborába tartozik.

Az Apollo-12 fotóján, a LAC 57-es térképen, gyakorlatilag az összes digitális felvételen, a saját rajzaimból kettőn és Cseh Viktor 2014. szeptember 18-án készült rajzán is látható az a jókora suvadás, amelyet Elger is említ az 1895-ben kiadott *The Moon* című könyvében. „Az utolsó negyed egyik legragyogóbb objektuma ez a 22 mérföld átmérőjű, magas sáncú gyűrűssíkság. A nyugati részén az egyik csúcs nem kevesebb, mint 10 000 lábbal emelkedik a talaja fölé. Fala

csak egy földcsuszamlás torzította volna el őket.”

Láthatjuk, hogy bőven van megfigyelnivaló a Kepler-kráteren és közvetlen környezetében, még akkor is, ha maga a kráter első ránézésre nem tűnik különösebben izgalmasnak vagy szokatlannak. A sáncfalak kisebb részletei, az apró központi csúcs és a jókora omlásnyomok megfigyelése már önmagában komoly megfigyelési témát jelentenek. A -630+155-ös dóm megfigyelése



Kónya Zsolt 2011. augusztus 22-én készült felvételén kiválóan megfigyelhető a Keplert körülvevő sugársáv. (150/1650-es Newton, DMK 21AU04.as-webkamera)

erősen teraszos szerkezetű, különösen a keleti felének a külső lejtője, ahol egy keskeny völgy húzódik. Habár a térképeken nem szerepel, a keleti sáncon egy feltűnő, kör alakú mélyedés található. Ez napkelte környékén kifejezetten jól látható objektum. Ezen kívül az északi fal egy látványos szakadást mutat, valamint egy központi hegy magasodik a krátertalajon. A Keplertől közvetlenül nyugatra egy fényes plató fekszik, amelyet északról egy nyílegyenesen futó fal határol, tetején két kis kráterrel. Mind a kettőnek hiányos az északi része, mintha

talán a legfontosabb feladat. Ahhoz képest, hogy bármekkora műszerrel látható, rendkívüli módon alulészlelt.

A Kepler sugársávrendszere nemcsak az egyik legnagyobb, de az egyik legszebb is Holdunk innenső oldalán. Kónya Zsolt 2011. augusztus 22-én készült felvételén teljes pompájában láthatjuk hatalmas és összetett szerkezetét. Digitálisan nagyon egyszerű, vizuálisan viszont nehéz a sugársávok észlelése. Erre lehetne felhasználni a teleholdas időszakot.

Görgei Zoltán

A Mars 2020/2021-es láthatósága

Külső bolygósomszédunk 2020/2021-i láthatósága három évet átívelően, a közel 687 napos keringési idő miatt, a 2019. szeptember 2-ai és 2021. október 8-i együttállások között tartott. Mindannyian jól emlékszünk a 2018-as nagy közelségre, és arra, hogy mennyire beárnyékolta a látványt a 17 fokos delelési magasság és a globális, minden felszíni részletet eltakaró porvihar. Emiatt az sem vigasztalt minket, hogy 24,2" méretű volt a bolygókorong. A hazai bolygóészlelők bizakodva várták a 2020. október 6-i legnagyobb földközelséget, amikor a 22,6" látszó méretű égitest 48 fok magasan delelt. A megfelelő magasság és a jó seeing a kulcsa a Mars kedvező megfigyelhetőségének, a sok részletnek és jó kontrasztjának. Bizonyára sokunk elcsodálkozott a külföldi – ausztrál, chilei, thaiföldi – bolygóészlelők csodálatosan részletes képein, igen ám, de tegyük hozzá, hogy ezek majd mindegyike közel zenitben és nagyon jó seeing mellett készült. Ez az oka, hogy mi itthon nagyon tudunk örülni az 50 fok magasan delelő Marsnak, vagy pár év múlva a 64 fokon delelő Jupiternek.

Különösen öröndetes, hogy rekordszámú, 357 észlelést küldtek észlelőink, összesen 42 fő, emellett érkezett 51 Mars-együttállás fotó is. A feltöltött 47 rajzos észlelés a teljes mennyiség 13%-a, ami üdvözlendő. Most is, mint évek óta mindig, a modern digitális kamerákkal készült Mars felvételek alkotják az észlelések többségét. A hazai amatőrcsillagászok különösen kedvelik a könnyen beszerezhető, speciálisan a bolygóvideók készítésére kifejlesztett és optimalizált digitális kamerákat. Különösen a ZWO cég különböző ASI kamera verziói terjedtek el, mint pl. a 120, 174, 178, 224, 290, 385, 462 MM és MC változatok. A normál színszűrők mellett legtöbbször az UV+IR szűrőket és az Astronomik cég ProPlanet sorozatából a 742 és 642-es infravörös szűrőket alkalmazzák a

Név	Észl.	Műszer
Áldott Gábor	10	15 T
Babcsán Gábor	6	20,3 L
Balázs Gábor	6	30 L
Bánfalvy Zoltán	3	20 VMC
Benei Balázs	3	10,2 MC
Boga Balázs	2	9 L
Csabai István	14	35,6 SC
Cseh Viktor	2	12,7 MC
Décsi Attila	2	20,3 SC
Farkasréti György	7	40,6 T
Fehér Tamás	1	10,2 L
Földvári István Zoltán	4	12,7 MC
Fröhlich Viktória	2	20 T
Gerák Ferenc	7	20 T
Görgei Zoltán	11	30 T
Gulyás Krisztián	7	27,9 SC
Gyuricza István	9	16 T
Hadházi Csaba	7	20 T
Hatházi Gergely	3	11,4 T
Iskum József	31	10 L
Kárpáti Ádám	12	18 MC
Kaszab Dénes	25	40 T
Kereszy Zolt	124	35,6 SC
Kiss Áron Keve	1	10,2 L
Kiss Péter	1	20 T
Kótabé Tamás	1	13 T
Kőszegi Attila	5	13 T
Kuli Zoltán	1	25 L
Marjai Zsolt	6	12 L
Maróti Tamás	4	25 T
Padányi Árpád	1	30,5 T
Polonkai Dóra	1	5 L
Prodán Márton	1	15 SC
Répás Csaba	3	12 L
Sebestyén Attila	19	15 T
Szabó Szabolcs Zsolt	1	18 MC
Szántó Szabolcs	4	25,4 T
Szitkay Gábor	2	40,6 T
Szoboszlai Zoltán	5	25 T
Szulovszky András	1	35 T
Talabér Gergely	1	9 L
Vurai Ákos	1	20 T

Marsnál. Az észlelők gyakran kombinálják is ezeket, az RGB színcsatornához az UV+IR vágószűrőt, az L fénycsatornához pedig pl. a ProPlanet 742-est, ami megdöbbentően kontrasztos, részletes és főként színes képeket eredményez. Képrögzítésben a FireCapture, SharpCap szoftverek, képösszeadásban,

leválogatásban az AutoStakkert! 2-es vagy 3-as verzió és a jó öreg Registax az elterjedt, a végső képfeldolgozáshoz pedig a Photoshop és Gimp programokat alkalmazzák. Nálunk is egyre terjed a légköri színezést csökkentő optikai tag, az atmoszferikus diszperzió korrektor (ADC) használata.

Ezek után nem lehet csodálkozni, hogy számos hazai amatőr csillagász olyan Mars-észleléseket küldött be, ami a nemzetközi szintet nemhogy eléri, hanem bőven meghaladja. A szezon soha nem látott részletességű és minőségű Mars-felvételeket hozott, egyes észlelők nagy átmérőjű távcsövekkel készült felvételein a 0,2–0,3"-es (!) felszíni részletek is láthatóvá váltak (Farkasréti, Csabai, Gulyás, Kaszab, Kereszty, Szántó, Sztikay, Szulovszky). Egyesületünk hírportálján, a www.csillagaszat.hu-n négy esetben közölték észlelőink eredményeit, több ezek közül „A hét képe” lett, ezenkívül a Meteor hasábjain láttunk egy teljes földi évet felölelő Mars-feldolgozást. Kaptunk néhány esztétikus montázst (Gerák, Kaszab, Kereszty, Sebestyén), emellett 10 kalibrált bolygóspektrummal is gazdagodott az archívum. A Phobos és Deimos holdakat ábrázoló felvételt Csabai, Farkasréti (ő vizuálisan is észlelt), Gulyás, Kereszty és Padányi küldött. Érdemes tudni, hogy a modern kamerákkal ez manapság nem túl bonyolult feladat. Bár a hosszabb integrációs idő miatt a bolygó maga beég, viszont a holdak láthatóvá válnak, a helyesen videózott bolygót aztán visszahelyezhetjük a beégett helyére és így láthatóvá válik mind a Mars, mind pedig a két halvány hold.

Marsot rajzoló észlelőink is kitettek magukért, Babcsán, Cseh, Fröhlich, Görgei, Kárpáti, Kiss, Kótábé, Kőszegi, Marjai, Talabér küldött fekete-fehér és színes rajzokat, egyesek digitális utómunkával tették még esztétikusabbá azokat. Számos részlet leírás, albedóalakzat-azonosítás, intenzitásbecslés készült, ezeket megtaláljuk az MCSE észlelésfeltöltőjén. Észlelőink Baader polár, WO semiapo, vörös (#23A), mélynarancs (GSO W21), sárga (#12) és kék szűrőkkel vagy anélkül rajzoltak. Mindegyikük követ-

te a fázisváltozást, a déli pólussapkát (SPC) méretváltozását, megemlítették és azonosították a jellegzetesebb albedóalakzatokat, a látható peremfelhőket. A bolygó alapszínét legtöbbször halvány narancsnak, világosvörösnek írták le. Az egyik legjobb leírást és rajzot szakcsoportunk vezetője Kiss Áron Keve küldte ráadásul színesben, az egy órán keresztül készült elképesztően részletes rajzon több tucat alakzat azonosítható.

A láthatóság első felvételeit 2020 április elején Szabó Szabolcs Zsolt és a rovatvezető készítette, a hajnali égen látszó apró, 6,4" méretű bolygóról, a képeken jól kivehető a jelentős méretű SPC és a Syrtis Major. Ekkor az északi féltekén nyár, a délin tél uralkodott, emiatt volt nagy méretű az SPC. A marsi évszakokat az Ls (Solar Longitude) szögértékkel tudjuk könnyen értelmezni és megadni. Az Ls a marsi égen járó Nap hosszúsági köre, azaz a Mars szöghelyzete a Nap körüli pályáján. Ezt a marsi tavaszponttól mérjük az északi félteke irányából nézve, az óramutató járásával ellentétesen. A tavaszponton Ls=0.

Ls	Északi félteke	Déli félteke
0	tavaszi napéjegyenlőség	ősz napéjegyenlőség
70	aphélium	
90	nyári napforduló	téli napforduló
180	ősz napéjegyenlőség	tavaszi napéjegyenlőség
250	perihélium	
270	téli napforduló	nyári napforduló

A következő észlelések 2020 júniusában érkeztek, a bolygó ekkor már éjfél körül kelt, mérete 11" fölé nőtt, fényessége negatív magnitúdóértékre váltott és fázisa jelentős, 84% körüli volt. Ekkor még mindig az SPC volt a leglátványosabb alakzat, benne sötétebb foltokkal, körülötte a jég alól kibukkanó szürkés gyűrűvel (Csabai). Júliusra megjött az észlelők kedve, a –1 magnitúdós, 14" méretű égitest már 30 fokon delelt és a jobb nyugodtságú pillanatokban már előtűnt a Valles Marineris finom, szálas szerkezete, a felbomló Sinus Sabaeus, Sinus Meridiani, a látványt azonban még mindig a szinte világító és részletekkel szabdalta SPC uralta (Földvári, Iskum, Kaszab, Maróti). Augusztusra a 45 fok körül delelő Marsot

már késő estétől észlelhettük, ekkor jelentős mennyiségű megfigyelés érkezett a –1,5 magnitúdósra és 18" méretűre hízott bolygóról. Jó hír, hogy 40 fok magasság felett már az ADC-t sem kell használni, így, ha a seeing is úgy akarta, szubívmásodperces felbontású képek születtek. A felvételeken északon és a peremen megjelentek az első élénk és kékes színű felhők. Az SPC egyre erőteljesebben húzódott össze, ahogy mérete csökkent, önálló fehér, fagyott kicsi szigetszerű foltok maradtak vissza körülötte, (Csabai, Gulyás, Iskum, Kereszty). A Hellas-medence okkeresen, a világosabb részek sápadt narancsvörösen, a sötétebb albedóalakzatok szürkés narancs színben, az SPC pedig fehérben tűnt fel ekkortájt. Szeptemberben a –2,5 magnitúdós, 20–22" méretű, 49 fokon deleli bolygót már az éjszaka nagy részében észlelhettük. Délen ekkor jött el a nyár kezdete, északon pedig a tél. Egyelőre látható méretű porviharnak nyoma sem volt, szinte hiányzott valami izgalmas történet, az SPC egyre jobban olvadt és kb. 3–4x1 ívmásodperc méretű, cakkos szegélyű csíkká zsugorodott. Ahogy a 95%-os fázisú korong hízott, a felszíni részletek is csak jöttek és jöttek, egyre több észlelő készített szokatlanul apró részleteket feltáró képeket. A kékes színű felhők északon egybefüggően mutatkoztak és egyre délebbre húzódtak, a hajnali peremen fényesebben, az alkonyatin halványabban látszottak. A bolygó egyre színesebbé vált. Ekkor került jó pár hétre ideális megfigyelési helyzetbe, magasan delett, 50 fokon, 22,4" méretű volt és szerencsére a seeing az itthoni közepestől néhány északára akár 7–8/10-es értékre is felugrott. A legjobb hazai felvételek ekkor készültek, sokan küldtek be az MCSE-hez és az ALPO-hoz is nagyon szép, részletes képeket, bizony nehéz kiválogatni a legszebbeket. Ezekből mutatunk most néhányat a teljesség igénye nélkül. Érdekes megfigyelni, hogy az egyes észlelők műszerei bár ugyanazt a Marsot mutatják, mennyire más a végeredmény, az eltérő nyugodtsági körülmények, a változatos kamerák, távcsövek és a különböző képfeldolgozási technikák

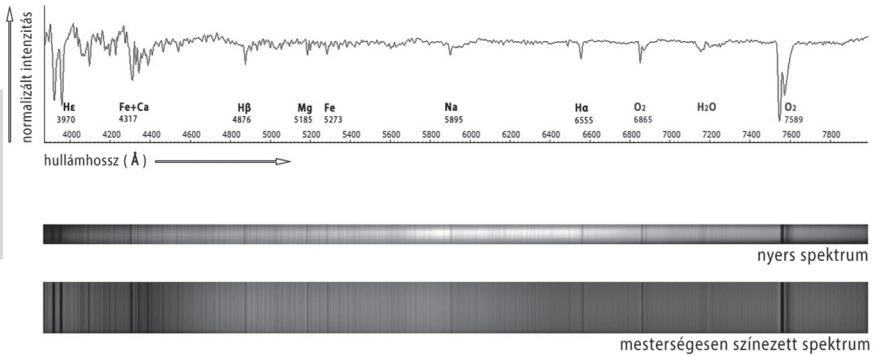
miatt. Mindegyik felvétel különösen szépen színes, esztétikus, a részletfelbontás kiváló, egyeseken tizedívmásodperces. Jól követhető az SPC zsugorodása, többek képén feltűnik az Olympus Mons és a Tharsis-síkság vulkánjai (Arsia, Pavonis, Ascreaus Mons – Csabai, Farkasréti, Kereszty, Szulovszky), néhol orografikus felhők látszanak a magasabb hegyeknél. Északon a felhőzet inhomogén, sötétebb foltok jelentek meg benne, Szántó képén a keleti peremfelhők, majd a bolygó egyharmadáig nyúlnak. A legjobb felbontású felvételeken 100 km-es kráterek azonosíthatók (McLaughlin, Marth, Rutherford stb.), ezek már bőven topográfiai és nem albedóalakzatok.

A Mars 2020. október 14-én került szembenállásba, de a pályaviszonyok miatt ez most 8 nappal elcsúszott a legnagyobb közelségtől. Október-november során még számos észlelés született, bár a bolygó mérete 15"-re, fényessége –1 magnitúdósra csökkent. Az ívmásodperc méretűre zsugorodott SPC még jól látható. Novembert kissé felpeszditette, hogy Randy Christensen amerikai észlelő november 5-i kisebb felbontású képén az Aurorea Sinustól nyugatra, a Joventae Fons kinyúlásán egy apró, de világos folt tűnt fel, ami másnapra eltűnt. Terouaki Kumamori japán észlelő 12-i felvételein, szintén itt az Aurorea Sinus keleti részén két vékony por-sáv jelent meg, nem messze a 10 km mély Valles Marineris kanyonrendszer keresztben álló Ganges Chasma nevű árkától. A nagysebességű szelek miatt a porvihar másnapra teljesen elöntötte, és a felvételeken jól láthatóan fényes sárgára színezte a Valles Marinerist. Egy nappal később a brutális porvihar kitört a kanyonból, és elkezdett végigfutni a Mare Erythraeum sötétebbnek látszó részein. Újabb egy nap múlva a por az Argyre medence széléig jutott. Itt a vihar intenzitása hirtelen lecsökkent, amit azzal magyaráznak, hogy a csupasz közetekkel borított vidéken újabb port már nem tudott felkapni, csak azt, amit az egyenlítőről magával hozva ide fújt. Ugyanekkor kisebb viharok kaptak életre az egyenlítőn, több fényesebb sárgás porfolt is megjelent.

November 16-a után a Mare Erythraeum területén a por legyező alakban egyre inkább szétterült, a hazai felvételeken ez okkersárga háromszögszerű szerkezetként azonosítható kb. dél-nyugati irányban. Észlelőink feltöltött képein egészen december elejéig tudtuk követni a jelenséget. A mostani Mars láthatóságnak a sok azonosítható részlet mellett talán ez lokális vihar volt a legizgalmasabb planetológiai vonatkozása. Bár a Brit Csillagászati Egyesület (BAA) jelentései az érintett időszakban beszámolnak, kisebb,

ideális időpontokban észlelhettük, viszont átmérője és fényessége február végére rohamosan lecsökkent, 6,4" és 1 magnitúdó volt. Még ekkor is érkeztek észlelések, sőt januárban spektrális felvételek is készültek a bolygóról. A Mars a Naptól nyeri fényét, így az amatőr spektrumon főként a Nap elnyelési vonalai és a földi atmoszféra szélesebb O_2 és víz sávjai láthatók.

Márciustól egyre inkább kezdtünk rálátni az északi poláris régióra, először az NPH, majd később a nagyméretű fehér NPC tűnt



A Mars spektruma 2021. január 27-én, 356/3910 Celestron SC távcső, Dados résspektrográf, ASI1600MM Pro kamera, Kereszty Zsolt felvétele

de kevésbé feltűnő porviharról, egyértelműen a novemberi volt a legnagyobb, amit szerencsére több magyar észlelő is látott és megörökített (l. Csabai 2021. november 17-i felvételét a mellékelt képsorozathoz: jobb alsó kép), a vékony, kissé ék alakú porhivár kb. 10–11 óránál látszik a bolygó baloldali pereménél.

Decemberre a bolygó 10" méretűre zsugorodott, de még mindig magasan, 50 fok felett delelt, az időjárás viszont nem volt kegyes hozzánk, a hónap nagy részében ugyanis sűrű felhőzet fedte hazánkat. Néhány részletesebb felvétel még ekkor is készült a távolodó bolygóról. A képeken jól látható, hogy a fázis 90% alá csökkent, az SPC ekkor csupán apró pont, északon szépen, ívesen állnak a kékszínnel egybefüggő felhők.

2021 első hónapjaira a bolygó egyre korábban nyugodott, az éjszaka első felében még

fel. Egy 20-ai felvételen jól kivehető a csuklya és a sapka, ugyanakkor az ellenkező póluson, délen a megszokott kékes színű felhőzet tűnik fel. Ugyanezen hónapban az M45 mellett elhaladó vörös bolygó szép fotótémát adott a Fiastyúk kék ködösségével. Áprilistól a rovatvezető végzett észleléseket, végül a láthatóság utolsó felvétele már a nappali égen, 2021. szeptember 3-án készült a 3,6" méretű, nagy kiterjedésű, gyűrűs lakú NPH-t mutató égitestről.

A hazai észlelőknek ezzel összesen 519 napot átölelő időszakon keresztül sikerült megfigyelnie a bolygót, ami kiemelkedő hosszúságú követett időszakot jelent. A Mars végül 2021. október 8-án került együttállásba Napunkkal, hogy 2022. december 8-án újra oppozícióban legyen, 17"-es átmérővel de már 67 fok magasan.

Kereszty Zsolt

A Jupiter migrációja és a Vénusz

A vénuszi légkör és annak fejlődése sokat kutatott, rendkívül összetett témakör. Ez nem véletlen, hiszen a bolygó olyannyira hasonlít a Földhöz, hogy égi testvérünként szokás emlegetni. Azonban a Vénusz felszíne forró, láva borítja, atmoszférája sűrű, mérgező gázokkal teli, így a felszínén bármilyen életforma létezésének lehetősége kétséges. A kutatások egyik fő motivációja az a feltevés, mely szerint a Vénusz és a Föld múltja valószínűleg sok ponton hasonlított. Feltételezhető, hogy valamikor a Vénuszon is létezett élet, lehetett olyan időszak, amelyben szinte földi körülmények uralkodtak: kellemes időjárás, óceánok, gyengébb üveg-házhatású légkör.

A vénuszi légkör jelenlegi állapota számottevően függ a Naprendszer kialakulásának kezdeti időszakaiban uralkodó körülményektől. Számos elmélet született már a korai, a mainál életképesebb Vénusz hirtelen átalakulásáról. Ezek az elképzelések sokszor amellet érvelnek, hogy a kezdeti kellemes körülmények ellenére az életnek nem lett volna elég ideje kifejlődni: a Vénuszon sosem jöhettek létre felszíni óceánok, minthogy hosszúra nyúlt a bolygó „magmaabdként” töltött kezdeti életszakasza. Ekkor a bolygó egésze egy hatalmas vulkánként működött, felszínét láva és bazalt borította. Hasonló periódus ugyan lezajlott a fiatal Földön is, azonban elég hamar lecsengett, így lehetőség nyílt egy hűvös klíma, a felszíni víz és akár az élet kialakulására. Egy másik feltevés szerint egy eredendően nitrogéndús vénuszi légkör jelentősen felgyorsíthatta az üvegházhatást, így rövid idő alatt jelentős változás mehetett végbe. A üvegházhatás visszafordíthatatlanná lett, aminek következtében a Vénusz nagyon hamar lakhatatlanul forróvá vált.

Néhány más modell szerint azonban a Vénuszon mérsékelt állapotok uralkodhattak egészen kb. egymilliárd évvel ezelőttig,

ezzel együtt pedig a múltban felszíni víz jelenléte is valószínűvé vált.

Minél jobban megismerjük a Naprendszer működését, annál valószínűbb a feltételezés, hogy az óriásbolygók a Naphoz jelentősen közelebb keletkeztek mostani pozíciójuknál, életük során pedig elvándoroltak onnan. Ezen vándorlás leírására eddig két, szilárd lábakon álló hipotézis született: a Nice (Nizza városa után) modell, illetve a Grand Tack (kb. Nagy Szembefordulás) modell.

A Grand Tack hipotézis szerint a Jupiter a Naptól ~3,5 CSE-re keletkezett), majd 1,5 CSE-re is megközelítette, ezek után pedig kifelé mozgott, egészen a mai, 5,2 CSE messzeségben lévő helyzetének elfoglalásáig. Ez alatt a Szaturnusszal 2:1-es rezonanciába került, tehát mialatt a Jupiter kétszer, a Szaturnusz egyszer kerülte meg a Napot.

Vándorlása során a Jupiter kétszer is áthaladt a mostani aszteroidaöv térségén, szét szórva az ottani kisbolygók nagy részét. Ez egybeesik megfigyeléseinkkel, mely szerint az aszteroidaöv együttes tömege napjainkban relatíve kicsi, a benne keringő égitestek pályájának excentricitása és inklinációja igen változatos.

A nizzai modell szerint a Naprendszer négy gázóriása eredetileg majdnem tökéletes körpályán mozgott 5,5–17 CSE közti távolságokban. Innen kb. 35 CSE-ig egy újabb, az aszteroidaövhöz hasonló, kisebb égitestekkel teli képződmény volt található. Amikor a Jupiter–Szaturnusz páros rezonanciába lépett, a Szaturnusz kifelé kezdett vándorolni, megzavarva az Uránusz és a Neptunusz pályáját, illetve a külső kisbolygóövet. A modell szerint a két nagybolygó helyet cserélt, így került a Neptunusz kívülre, az Uránusz belülre, annak ellenére, hogy tömegük alapján az ellentétes sorrendet várnánk el, mivel a nagybolygók tömege csillaguktól távolodva általában csökken. A hirtelen változások hatására rengeteg kis

égitest szóródott szét, és a kezdetben jelen lévő gáz- és porkorong nagyrésze is eltűnt.

Az elméletek számos jelenségre adnak magyarázatot: a késői nagy bombázást – mely alatt a belső Naprendszerre nagyságrendekkel több kisbolygó és üstökösmag zúdult – a vándorlások alatt az aszteroidáövet a Nap felé elhagyó kisbolygóknak tulajdoníthatjuk. Sok kis égitestet a Jupiter gravitációs tere fogott be, ezekből születtek a Hilda és Trójai csoportok. Más apró égitesteket a legkülsőbb bolygók fogtak be, innen származik az Uránusz és a Neptunusz rengeteg irreguláris, nem forgási ellipszoid alakú holdja. A nizzai modell által vázolt Uránusz–Neptunusz vándorlás ezen felül a laza szerkezetű, kis tömegű Kuiper-öv és Oort-felhő kialakulására is magyarázattal szolgál.

Egy ilyen horderejű eseménysorozat semmiképpen nem járhat következmények nélkül a belső bolygókra nézve. Két fontos, tisztázatlan kérdés maradt: egyrészt mikor játszódott le a migráció, megtörténtek-e hol tartott a belső bolygók fejlődése, másrészt mennyire volt gyors, kaotikus, mindent felkavaró, vagy épp komótos, nyugalmas a nagybolygók vándorlása?

A Jupiter gravitációjának fontos szerepe van a Naprendszer fejlődéstörténetében. Emellett egy bolygó pályájának lapultsága is nagyban befolyásolhatja a kőzetbolygók klímájának fejlődését. Azoknál a bolygóknál, ahol nagy az excentricitás, azaz elnyúlt a pályájuk, jelentős az árapályfűtés is, ha a Naphoz közel keringenek. Ekkor a bolygó napközeli közelben sokkal több hőt kap, mint nap-távolban, ez a jelenség pedig még egy mérsékelt éghajlatú bolygón is üvegházhatást hozhat létre. A Vénusz esetében a forgási periódust is befolyásolhatta a pálya excentricitása. A bolygó tengely körüli forgása 243, Nap körüli keringése 225 földi napot vesz igénybe.

Jelenleg a Vénuszé a legkisebb excentricitás a Naprendszerben (0,006) és itt a legerősebb az üvegházhatás is. Ez azonban nem feltétlenül volt mindig így. Lehetséges-e, hogy a külső bolygók migrációja nagy hatás-

sal volt a Vénusz excentricitására a korai Naprendszerben, ennek következtében pedig segíthette a felmelegedést és akár vízvesztést is okozhatott a Vénuszon?

Ezen kérdéseket tette fel a Stephen R. Kane (Department of Earth and Planetary Sciences, University of California) vezette kutatócsoport a *The Planetary Science Journal* 2020. szeptember 4-i számában közölt cikkükben, amely a Naprendszer korai fejlődését, különösen pedig a Jupiter helyzetének Vénusra gyakorolt hatását vizsgálta. A modellben a Vénusz már teljes értékű, kifejlett bolygó, de a pálya magas excentricitása még visszamaradt a Naprendszer kialakulásának kezdeti szakaszából. A szimulációk egy nagyobb, a jupiterpálya méreteinek és excentricitásának teljes Naprendszerre gyakorolt hatását vizsgáló projekt részei voltak, amit Vervoort és Horner irányítottak, MERCURY nevű program segítségével. E program képes hosszú távon kiértékelni különböző pályamódosulások hatásait egy rendszer égitestekre. A Naprendszer nyolc nagybolygóját és azok mostani kimért pályaadatát felhasználva Kane csapata az összesen lefuttatott 159 201 szimulációból több százat felhasználva vizsgálta az előidézett pályamódosulásokat.

A Vénusz excentricitása jelenleg periodikusan változik kb. 0,006 és 0,07 között, így épp minimumértéket vesz fel. A kutatócsoport megnézte, hogyan változnak ezek a minimum- illetve maximumértékek különböző jupiterpálya-méretek esetén. A kapott adatok szerint több olyan helyzet is létezik, ahol a Jupiter jelentősen elnyújtja a Vénusz pályáját. Az egyik ilyen (5,18 CSE-nél) pedig kifejezetten közel van a gázóriás mostani, 5,2 CSE-s helyzetéhez. A legerősebb maximum 4,3 CSE-nél jelentkezik, ekkor a Vénusz excentricitása 0,31 (tehát a mostani 52-szerese!). A Jupiter helyzete ekkor hosszú távon nem stabil, de elképzelhető, hogy migrációja során áthaladt ezen a ponton, és ha elég sokáig tartózkodott itt, megzavarhatta a Vénusz pályáját. A legmagasabb, évmilliárdokon át stabil maximum 4,05 CSE-nél jelentkezik, ekkor a vénuszpá-

lya lapultsága 0,24 (a jelenlegi 40-szerese). Ha ennyire lapult volt a Vénusz pályája, hogyan lehetséges, hogy ma mégis a „legkörzszerűbb” az összes bolygópálya közül? A leghatásosabb mechanizmus egy pálya „körösítésére” az árapály. Főként a Nap, de a többi bolygó által keltett árapályerők is segítik a körpálya kialakulását. Kane és csoportja a POSIDONIUS programmal (Emeline Bolmont, Genfi Egyetem) szimulálták a lehetséges változatokat. Az árapályerők meghatározásának fontos tényezője a bolygó anyagának viszkozitása („képlékenysége”), amely nagyban függ az óceánok jelenlététől vagy hiányától, ami ráadásul az idő előrehaladtával változhat is, így csak tipelni lehet, pontos értékeket számolni nem.

Megvizsgálva, mi történne, ha a vénuszi excentricitást maximumra, 0,31-re emelnénk, azt találták, hogy csak a Föld és a Nap által kifejtett árapályerők nem elegendőek ahhoz, hogy a Naprendszer élete során visszaálljon a körpálya. Ezeket az eredményeket azonban egy viszonylag száraz Vénuszt feltételezve kapták. Ez tehát azt jelenti, hogy a Vénuszon régen sokkal több víz lehetett, akár akkora mennyiségben is, mint a mai Földön. Nagy mennyiségű víz jelenléte, figyelembe véve a bolygó magjának folyamatos hűlését és egy szignifikáns atmoszféra kialakulását, már elegendő lehetne ahhoz, hogy a modell által igényelt időskálán kialakuljon a körpálya.

A Vénuszon tehát valaha rengeteg víz lehetett. Miért utalkodik most rajta mégis szárazság és visszafordíthatatlannak látszó üvegházhatás?

Egy bolygón a tárolt hőnek három fő forrása van: a benne található radioaktív anyagok bomlása, a bolygókeletkezésből visszamaradt hő (ez az idők során egyre fog, amint a bolygó belseje hűl) és a gravitációs árapály (amely során a felszíni folyadékok és kőzetek súrlódásával, valamint a kőzetek deformációja révén hő keletkezik). Szükséges esetekben az árapályfűtés drámai változásokat okozhat az atmoszférában, ide sorolható a gyorsan megjelenő, erős üvegházhatás is. Az árapályfűtés mértéke nagyban függ a bolygó pályájának Naptól való távolságától,

illetve annak excentricitásától. A Vénusz esetében a ma mért árapályhatások csak minimálisan növelik a hőmérsékletet. Ezen hatások akkor voltak a legjelentősebbek, amikor a Vénuszon még lehettek óceánok és amikor a Naptól érkező sugárzás mennyisége jóval alacsonyabb volt a mainál.

A fent említett sugárzási érték a csillagok fejlődésével folyamatosan változik, Napunk esetében kb. 30%-kal kevesebb energia érkezhett a bolygókra a Naprendszer életének kezdeti fázisában. A vénuszpálya magas excentricitású időszakát szimulálva a kutatócsoport úgy találta, hogy a bolygó csupán nagy excentricitásának köszönhetően, még egy ennyivel gyengébben sugárzó Nap mellett is több mint kétszer annyi besugárzásnak volt kitéve napközben, mint Földünk manapság. Mivel az excentricitásból adódó árapályfűtés önmagában is üvegházhatást hozhat létre, nagy mennyiségű vízvesztés alakulhat ki egy ilyen körülményeknek kitett bolygón. Ráadásul a kezdeti napkitörések is erősebbek és gyakoribbak voltak, amelyek tovább rontották a vízkészlet hosszú távú fennmaradásának esélyeit, főleg, ha a Vénusz tengelyforgása lassult és ettől mágneses tere gyengült.

Tehát a Vénusz ebben a magas excentricitású időszakában sok vizet veszített. De pontosan mennyit? A szimulációk alapján a földi óceánokkal megegyező mennyiségű vízkészlet elvesztése 3 milliárd év alatt történik meg ilyen körülmények között. Ezt az időt ugyan megnyújtja kissé a nagyon magas excentricitás, ugyanakkor lerövidíti a Nap egyre nagyobb sugárzása, és az ezzel együtt járó nagyobb erejű napszél érkezése. Mindezeket figyelembe véve megállapítható, hogy ennél lényegesen gyorsabban veszíthette el a Vénusz kezdeti óceánjait. A Jupiter vándorlása valószínűleg a drasztikus vízvesztés bekövetkezése előtt lezajlott, amikor még a víz stabilan létezett a Vénuszon, de, mivel a körpályára való visszatérés rendkívül sok időbe telik, így a migráció okozta nagy excentricitás, a körpályára állás, és ezzel együtt a vízvesztés, sokáig elhúzódó folyamatnak tekinthető.

Ahhoz, hogy igazán értékelni tudjuk a magas excentricitás jelentőségét, érdemes megnézni azt is, hogy a Föld pályájának excentricitása miként befolyásolta bolygónk klímáját az idők során. A földpálya lapultsága 0 és 0,06 között ingadozik száz- és négyszázezer éves periódusokkal, amelyeket a Marssal, a Jupiterrel és a Vénusszal való gravitációs kölcsönhatások hoznak létre és erősítenek fel. Jelenlegi értéke 0,01. Ezekre a folyamatokra visszavezethető többek között a pólussapkák kiterjedésének ingadozása, amely kb. százezer éves periódussal változik a 45–85. szélességi fokok között, ez pedig a jégkorszakok periodicitásával is kapcsolatos. Az is kimutatott tény, hogy hosszú távon az excentricitás változására szén tör elő, majd vonul vissza a földkéregből, ami szintén közvetlen forrása lehet egy felerősödött üvegházhatásnak. Mindezek mellett a légköri hóáramlatok és az óceánok dinamikája is függ a pálya lapultságától.

A korai pályamódosulások a Vénusz esetében hasonló következményekkel járhattak. A jóval magasabb besugárzás és az így keletkező hő miatt bekövetkező vízvesztés, a vízpára felsőlégkörbe kerülése felgyorsíthatta egy nedves üvegházhatás kialakulását. Bár a szén-dioxid önmagában is okozhat erős üvegházhatást, egyáltalán nem elhanyagolható annak a szerepe sem, hogy a bolygón lévő víz hányadrésze tartózkodik az atmoszférában, mivel a vízpára maga is egy üvegházhatású gáz.

Ilyen folyamatok mellett az egyik lehetőség, hogy felgyorsul az üvegházhatás és az ultraibolya sugárzás hatására bomló H_2O molekulából a hidrogén a világűrbe szökik, míg az oxigén egy részéből ózon (O_3) keletkezik. Így az üvegházhatás felélénkül, gyorsan következnek be drasztikus változások.

A magas excentricitás tehát láncreakciót indított be a Vénusz légkörében, melynek végterméke egy vastag, hőviszattartó felhőréteg és a forró felszín révén pozitív visszacsatolású, visszafordíthatatlan üvegházhatás, azaz egy lakhatatlan bolygó.

A Jupiter korai vándorlása a Vénuszon visszafordíthatatlan változásokban műkö-

dött közre. A Vénusz excentricitása nagyban függ a Jupiter helyzetétől, bizonyos helyzetek pedig nagyban megnövelik a pálya lapultságát. Ennek következménye a jelentősen felgyorsult vízvesztés, és ezáltal a gyorsan önfenntartóvá váló üvegházhatás. Nem tudni biztosan, hogy a Vénusz felszínén a kezdetekkor mennyi víz lehetett, ha volt egyáltalán. A szimulációk alapján azonban a pálya újból körré válásához a Vénuszon a földi óceánokkal összemérhető mennyiségű víznek kellett lennie – amennyiben helyes a modell.

A kutatás eredményei az exobolygórendszerek felépítésének megértésében is segítséget nyújthatnak. Ha a Jupiter tényleg felgyorsította ezeket a folyamatokat a Naprendszerben, akkor azok máshol is bekövetkezhetnek. Az ilyen rendszerekben megnövekszik a Vénusz-analógiák lehetősége, ami pedig befolyásolja a lakható bolygók számát. Kane és csoportja megmutatta, hogy egy-egy bolygórendszer korai időszaka igencsak kaotikus lehet, ha van a rendszerben egy vándorló óriásbolygó. Egy ilyen égitest jelenléte pedig kritikus szerepet játszhat a kőzetbolygók légkörének és éghajlatának fejlődésében. Ha az efféle vándorok gyakoriak, akkor az excentricitások növekedése majd lecsillapodása is az, ennek fényében pedig gyakoribbak lehetnek azon bolygók, amelyek radikális felmelegedésen és így jelentős vízvesztésen mennek keresztül, kitolva az exobolygó-rendszerekben a „Vénusz-zóna” határait.

A vénuszi klíma fejlődését még mindig témérdek kérdés övezi. Ezen kérdések megválaszolása nem csak a Vénusz, illetve az exobolygók lakhatósága és akár későbbi benépesítése, hanem a Föld, az itteni üvegházhatások, a klímaváltozás, így saját jövőnk szempontjából is fontos.

Fröhlich Viktória

*A Csillagászati és Földtudományi
Kutatóközpont által meghirdetett cikkírói
pályázaton megosztott harmadik helyezést
elnyert pályamunka.*

A nyár végi, őszi égbolt kedvenc változói

Az augusztus és október közötti három hónapban 45 amatőrtársunktól összesen 10 065 vizuális és 8072 CCD észlelés érkezett be szakcsoportunkhoz. Az észlelések mennyisége enyhén emelkedett az utóbbi időszakokhoz képest. Úgy tűnik, mintha a megfigyelők számának két évtizede tartó csökkenése is megállt volna, és a közelmúlt látványos változós jelenségei felszították a változós közösség lelkesedését.

Nyugodt szívvel kijelenthetjük, hogy ez a három hónap a nóvák időszaka volt, hat új nóvafelfedezés történt, több, mint korábban egy egész év alatt, és több régebbi nóva is mutatott aktivitást, nem is akármilyet! Ezekkel együtt idén már 17 új nóvánál tartunk, köszönhetően főként a Gaia programnak, amely az utóbbi években 17–18 magnitúdóig tolta ki a nóvafelfedezéseket.

A márciusban feltűnt különleges nóva, a V1405 Cassiopeiae alig veszített fényességéből, továbbra is tartotta a 6–8 magnitúdó közötti értékeket. Egyik legészleltőbb változócsillagunk lett, már több, mint 1000 magyar megfigyelés gyűlt össze róla, köszönhetően cirkumpoláris elhelyezkedésének, nagy fényességének és kiszámíthatatlan viselkedésének.

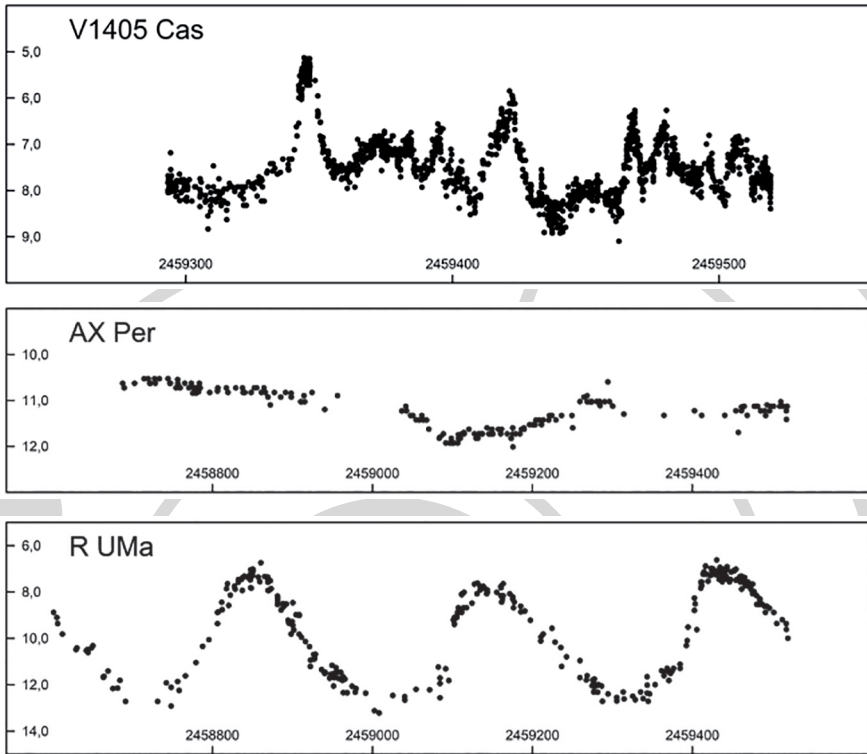
Augusztus 8-án az RS Ophiuchi visszatérő nóva újabb kitörését fedezte fel Keith Geary, erről bővebben lejjebb írunk.

Augusztus 13-án egy napon két régi nóva kisebb kitörését is észlelték: az X Ser (Nova Ser 1903) 14,9 magnitúdós, illetve a V2109 Oph (Nova Oph 1969) 16,5 magnitúdós kifejeződést mutatott.

Augusztus 18-án beindult a Gaia nóva-gepezete a Gaia21dwe (Sco, 16,3^m) megtalálásával. Ezt 22-én követte a Gaia21dyi, amely félig ASAS-SN felfedezés is ASASSN-21pa néven (Sco, 14,8^m). Szeptember 19-én akadt távcsővégre a Gaia21ejq klasszikus FeII nóva (Sgr, 17,2^m), melynél a későbbiekben két visszafényesedést is sikerült detektálni,

Név	Nk.	Észl.	Műszer
Bagó Balázs	Bgb	1332	35 T
Benő Dávid	Bdv	265	20 T
Cseh Viktor	Csv	34	14 T
Csörgei Tibor, SK	Csg	32	25x70 M
Csukás Máttyás, RO	Ckm	304	20 T
Eigner Balázs	Eig	871	30 T
Fidrich Róbert	Fid	271	27 T
Forgács Attila	Fat*	39	10 L
Fröhlich Viktória	Fvi	11	sz
Gombos Szilárd, RO	Gss	7	25 T
Görgei Zoltán	Ggz	12	8 L
Hadházi Csaba	Hdh	472	20 T
Hadházi Sándor	Hds	204	9 L
Illés Elek	Ile	30	15 T
Juhász László	Jlo	639	25 T
Kárpáti Ádám	Kti	367	10 L
Keszthelyi Sándor	Ksz	154	10 L
Klajnrik Krisztián	Klk	8	30 T
Koltai Gábor, PL	Kga	6	10x50 B
Komáromi Tamás	Kmr	6	30 SC
Kovács Adrián, SK	Kvd	309	25 T
Kovács István	Kvi	57	25 T
Mátis István, RO	Mvn	33	15 T
Maros Szabolcs	Msz	36	11x70 B
Mizser Attila	Mzs	554	25 T
Molnár Péter	Mpt	4	20 T
Papp Sándor	Pps	410	24 T
Pirity János	Pir	121	20 T
Poyner, Gary GB	Poy	3306	50 T
Rätz, Kerstin, D	Rek	214	10x50 B
Sárközi József	Saj	14	sz
Szauer Ágoston	Szu	56	10x50 B
Tepliczky István	Tey	805	20 T
Timár András	Tia	224	25 SC, CCD
Tordai Tamás	Tor	6113	25 T, CCD
Tóth Éva	Tev	7	10x50 B
Török Tünde	Tti	16	10x50 B
Tuboly Vince	Tuv	136	50 T
Uhrin András, N	Uha	199	12 L
Vincze Iván	Vii	385	17 T
Vizi Péter	Vzp	10	20 T
Zsíros Zoltán	Zsz	45	15x80 B

melyek az első kitörésnél jóval fényesebbnek bizonyultak. Ugyanezen a napon jutott kitörésbe a Gaia21ejf (Sco, 18,2^m), amely csak azért ennyire halvány, mert az Tejút síkjának poranyaga miatt 20^m-t veszített a fényességéből. Egy nappal később tűnt fel a Gaia21esm (Sgr, 13,8^m), míg október 6-án a Gaia21eqn (Nor, 13,9^m).

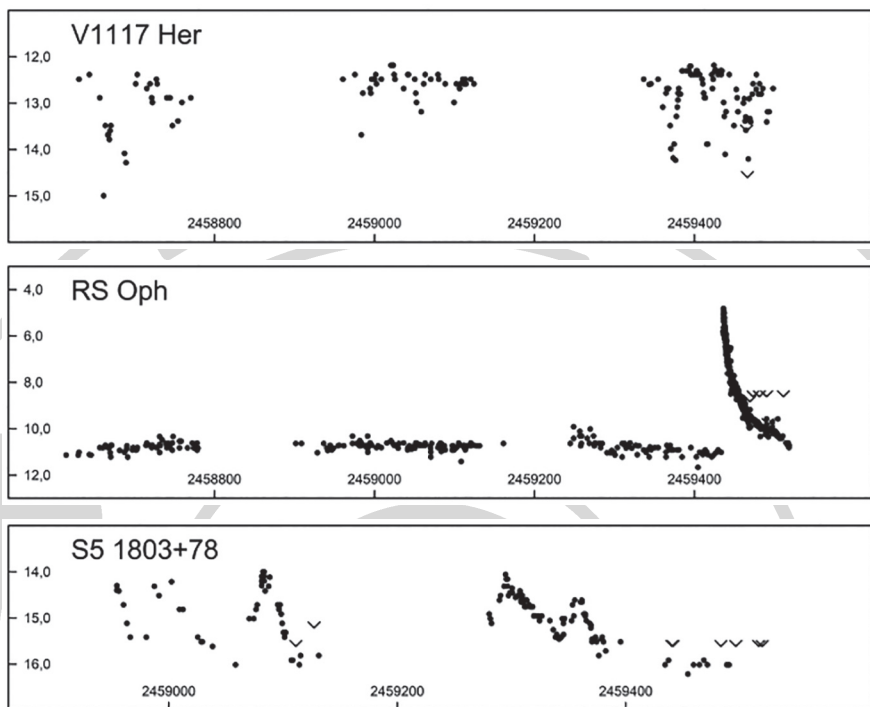


0130+53 AX Per ZAND+E. A szimbiotikus változók fényességváltozásában az a közös, hogy egyáltalán nem hasonlítanak egymásra, sőt egy adott változó is időnként megváltoztatja a jellegzetességeit. Az AX Persei fénygörbéjének jellegzetessége a 682 napon-ta jelentkező fedési minimum. Korábban a klasszikus ZAND típusú fényváltozást követte: néhány évtizedenként 8,5^m-s kitörések, közöttük nyugalmi állapot 11^m körül. Az utóbbi időszakban – ami egy évtizedet jelent – a fedések elmélyültek, és köztük akár 10^m-s fényességet is elérhet a csillag. Nehéz eldönteni, hogy ezt az állapotot lehet-e valamiféle kitörésként értelmezni, vagy ez még csak az előszele egy következő maximumnak.

1037+69 R UMa M. A vörös óriás változók fénygörbéin nagyon sok esetben láthatók szabálytalanságok, mint például a felszál-

ló ágon jelentkező vállak, vagy a kettős maximumok. Ezek magyarázatára az egyik magyarázat egy kísérőcsillag jelenléte lehet. Ha a társ forró, akkor viszonylag egyszerű a kimutatása, az ilyenek többnyire szimbiotikus rendszereket alkotnak. Egy hűvösebb kísérő esetében nincsenek ennyire jól látható jelek, de a színekép ultraibolya tartományában többlétsugárzást mérhetünk az elméleti magányos vörös óriás színekéhez képest. A GALEX űrobszervatóriummal végeztek ilyen vizsgálatokat, és ennek során az R Ursae Maioris is kettőscsillagnak bizonyult, a 3500 K hőmérsékletű mira változónak egy 9200 K-es társát azonosították.

1634+09 V1117 Her UXOR. Habár 1929 óta ismert mint változócsillag, 2000-ig kellett várni, hogy egyáltalán megfigyelések szülessenek erről a változóról. Az azóta rendelkezésre álló fénygörbe alapján az

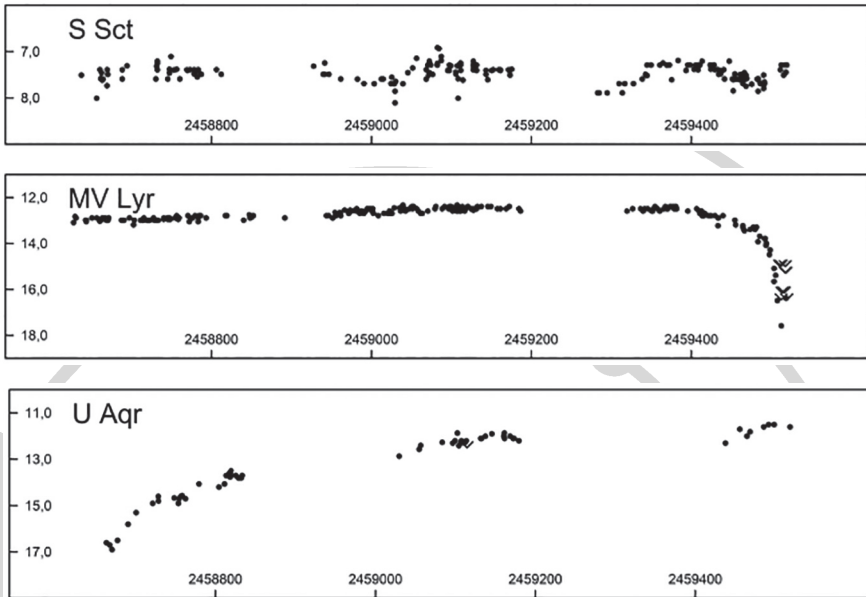


UX Orionis változók közé sorolták be – ezek olyan fiatal csillagok, melyek körül jelentős anyagkorong kering, és az ebben található sűrűsödések fedési jelenséget eredményeznek. Csillagunk esetében ráadásul 400 nap körüli ciklikusság is megfigyelhető. Egyetlen probléma merült csak fel, hogy a V1117 Herculis viszonylag távol helyezkedik el a Galaxis síkjától, így a csillagkeletkezési területektől, ami az ilyen fiatal objektum esetében különös.

1744-06 RS Oph NR+LB. A kisszámú ismert visszatérő nóva közt az egyik leggyakrabban kitöréseket mutató objektum az RS Ophiuchi, 1898-as felfedezése óta hét kitörését sikerült megfigyelni, és gyaníthatóan legalább kettőt a Nappal való együttállás miatt elszalasztani. Két maximuma között átlagosan 15 év telik el, de ez a gyakorlatban 9 és 26 év között változik. Legutóbbi kitörése 2006-ban történt, így statisztikailag az idei évre volt várható a követ-

kező, ami augusztus 8-án be is köszöntött. Keith Geary figyelte meg 5,0^m fényességnél, illetve tőle függetlenül a Fermi Gamma-ray Space Telescope gammatartományban. Maximumban 4,5^m-t ért el, a fényváltozás lefolyása szinte megegyezett a korábbiakkal, három hónap alatt, október végére érte el újra a nyugalmi fényességét.

1806+78 S5 1803+78 Dra BLLAC. Habár az aktív galaxismagok a spektrum nagy energiájú részen, röntgen- és gammatartományban mutatják meg az igazi arcukat, a vizuális észlelőknek sem okoznak csalódást változékonyságukkal. Az S5 1803+78 jelzésű objektumra 1991 környékén figyeltek fel a kutatók, de a megfigyelők érdeklődése a 2015-ös, 14,4^m-t elérő fler után fordult az objektum irányába. Az utóbbi években még ennél is fényesebb, 14,0^m-s kitöréseit is megfigyelhettük, ezek sűrűn, bár véletlen időközönként jelentkeznek, és nagyjából 60 napig tartanak.



1844–08 S Sct SRB. Az erősen felfúvódott vörös óriások csillagszél formájában erős anyagvesztéssel szenvednek el. Gyakori jelenség, hogy a ledobott anyag gömbhöz formában gyűlik össze a csillag körül. Az S Sct esetében egy bonyolult, kettős héjszerkezetet sikerült azonosítani, aminek magyarázatára több lehetséges verzió is született: lehetséges, hogy a frissen ledobott anyag utolérte a korábbi, lassabb anyagot, és összeroldódtak, vagy a hélium-felvillanások után jelentősen megnövekvő csillagszél hozta létre ezt a struktúrát. A jelenlegi megfigyelések mindkét lehetőségre mutatnak pro és kontra érveket.

1904+43 MV Lyr NL/VY. Az anti-törpe-nóvák, azaz a VY Sculptoris típusú katalizmikus változók legfontosabb tulajdonsága, hogy az idejének nagy részét aktív állapotban tölti, és csak ritkán, rövid időre halványodik nyugalmi állapotba. Az MV Lyr esetében ilyen halvány állapot utójára 7 évvel ezelőtt volt, ami az eddig észlelt leghosszabb ilyen időszak. A korábbi

fényváltozás alapján most néhány évig 18^m körüli állapotban marad, amit rövid idejű kifényesedések szakíthatnak meg, esetleg a fényessége megrekedhet egy 14–15^m közötti átmeneti állapotban – bár erre mind ez idáig nem sok alkalommal került sor.

2157–17 U Aqr RCB. Első ránézésre egy átlagos, hidrogénszegény, szénben gazdag R Coronae Borealis változónak tűnik, azonban a színképében – típusának többi csillagával ellentétben – megjelennek olyan, a vasnál nehezebb elemek, amelyek létrejöttéért az ún. s-process, azaz a lassú neutron-befogás felelős. Létezik egy eddig csak elméletben megjósolt égitesttípus, a Thorne–Żytkow-objektum, mely egy neutroncsillag és egy óriáscsillag összeolvadásából keletkezhet, ennek színképi sajátosságaihoz lenne hasonló az U Aquarii spektruma, ám a részletes vizsgálatok alapján bizonyos elemek aránya jelentősen eltér az elméletben megjósolt értéktől, így csillagunk megértéséhez új elméletre lesz szükség.

Kovács István

Ausztria asztrofotós szemmel

A Vega Csillagászati Egyesület jóvoltából én is részt vehettem szeptemberi ausztriai észlelőhétvégéjükön, Stájerországban. Az utóbbi időszak kaotikus helyzete sajnos alaposan rányomta a bélyegét a szabadságokra, ezért végül a szeptemberi időszak jó választásnak bizonyult...

A célterület Ausztriában, Trahüttentől nyugatra lévő Koralpenblick Biohotel volt, amely mellett egy hatalmas „észlelőréten” akár ezer távcső is elfért volna. Északkeleten Deutschlandsberg városa volt picit közel, ám ez a későbbiekben nemhogy nem volt zavaró, inkább érdekes volt, ugyanis ott a közvilágítást 22 órakor 60%-ra veszik vissza, majd 2 órakor még tovább csökkentenek a fényteljesítményen 35%-ot.

A legfontosabb információ, hogy a kiválasztott terület 1100 méter magasan volt a hegyekben, így ez rögtön előny például a Zseliccek szemben, ahol a legmagasabban is csak kb. 270 méterrel vagyunk a tengerszint felett.

Augusztus utolsó napján az előrejelzések aggasztóan, utólag teljesen pontatlanul jelezték, hogy az észlelőhétvégén azon a területen nagy esők várhatók. Ahogy teltek a napok, úgy minden futást, frissítést néztem. Napról napra javult a tendencia, de csakis ott a helyszínen derülhetett csak ki, hogy kiderül, vagy beborul aznap. Ám az észlelőhétvége előtti időszak nem adta egykönnyen magát. Rengeteg munka mellett a rengeteg éjjeli derült is „nehezítette” a napokat, bár az asztrofotós rendszerek automatizáltsága pont időben lett megoldva, kicsit megkönnyítve ezzel az éjszakai fotózást. Az indulás előtti éjszakán is gyűjtötték a rendszerek a fényt.

Az óta 2021. szeptember 9-én került sor. Vámosi Flórián érkezett hozzánk egy Dacia Logan MCV-vel, amely ilyen célra tökéletes volt. A távcsövek, eszközök, bőröndök szinte teletöltötték az autó hátsó részét, mind

a csomagterét, sőt a vezetőülék kivételével még a lábknál is voltak értékes holmik. A páromat, Juliannát szinte „körbeépítettük” puhább csomagokkal.

Megérkezéskor a kocsiból kiszállva szinte harapni lehetett tiszta, de kissé hűvös alpesi levegőt. Délnyugaton a fenyvesek kontrasztos árnyéka egyre terjeszkedett, míg északon kb. 20°-ig közelebbi fenyők takarták a horizontot. Keleten a horizont felett emelkedő földárnyék, nyugaton még a Weinebene-hegy és az azon uralkodó szélgenerátorok kezdenek egyre kontrasztosabbá válni, ahogy a Nap nyugszik le. Dél felé szabad volt a horizont némi hegygerinccel és egy magányos közelebbi fával.

Egy kis csodálkozás és a tagtársakkal való örömteli találkozás után a rendszerek felépítése volt a fő cél. Egy bosszantó, de érthető probléma volt az áram elérése: a hosszabbítót nem volt egyszerű több száz méteren keresztül kihúzni. Flórával sokáig küzdöttünk az áramingadozás stabilizálásán. Szabályosan akkora észlelőréttünk volt, hogy már csak a rendszerekhez való kísértelés is kb. 5–7 percre került. Keleten az asztrofotósok voltak, középen Tibi hangulatos konyhája, mely menedékként finom teát és kávé nyújtott a hosszúra nyúlt éjszakákon, míg nyugaton a vizuális észlelők gyülekeztek a VCSE 46 centis Dobsonja körül.

Következett a szobák elfoglalása. Fenyővel burkolt falak, meleg és kényelmes szobák hermetikusan zárható (és a távcsövekre néző) ablakokkal, redőnyökkel, tiszta és rendezett mellékhelyiséggel, ugyan, mi kell még? Pihenés kellett volna, de azt már elvből sem ismertük, hiszen legalább nyolc éjszakát fotóztunk előtte végig. A bőséges vacsora után nem kellett aggódni, hogy az ember esetleg éhes lesz hajnali kettőkor.

Ahogy ránk sötétedett úgy nyilvánvalóvá vált, hogy az égbolt meglehetősen jó. Délen és nyugaton szinte horizontba mentek a

csillagok, míg északkeleten a megszokott zselici hangulat, némi fényszennyezéssel, azonban a zenitben az égbolt kivételesen sötét volt. Érezni lehetett a szintkülönbséget. Magyarországon jellemző, hogy egy jó égbolt esetén kb. 45° felett lehet jól fotózni, míg a horizont felé haladva egy átmenet után az objektumok a párába és a homályba

köd), és az M20 (Trifid-köd) is jött szabad szemmel. Magasabban a Collinder 399-cel (Vállfa-halmaz) sem kellett küzdeni. A zenit környékén az NGC 7000 (Észak-Amerika-köd) is jól látszott.

Kíváncsi voltam, hogy az M33 (Triangulum-galaxis) látszik-e a zenitben. Elfordított látással egyértelműen érzékelhető volt!



A hétvége résztvevői

fulladnak az alsó $5-10^\circ$ -on. A helyszínen azonban a fotózható égterület jóval nagyobb volt. 30° -on sem volt nyoma komolyabb homálynak. Hajnali 2 óra után, a kevéske városi fényszennyezés drasztikusan csökkent, tovább növelve az égbolt és a képek minőségét.

Szabad szemmel már nehéz volt a horizonton a fényszennyezést (?) megkülönböztetni a légkörfénytől, ez pedig kivételesen sötét eget jelentett. A zenitben páratlan volt a látvány. A Cepheus szinte elveszett a csillagok sokaságában, míg a Cassiopeia környékén ennyi csillagot még sose láttam. Voltam már sötét égbolton a déli féltekén, de erre nem voltam felkészülve, ami itt várt.

A Tejút az éj első felében kettészelte az égboltot. a centrum részleteit probléma nélkül lehetett még látni, valamint a környéken lévő ködösségeket is. Az M8 (Lagúna-

Teljes sötétadaptációnál köztudott, hogy a Zselicben a tájat deríti a csillagos égbolt. Ez a jelenség az ausztriai észlelőhétvégével kapcsolatban is így volt. A mozgáshoz nem nagyon kellett zseblámpa. Az alacsonyan járó Jupiter árnyékot vetett, míg az Orion csillagképénél lehetett érezni, hogy abból az irányból több fény érkezik: láttuk a magányos facsoport diffúz árnyékát. A szabad-szemmes határmagnitúdó kb. $6,7^m$ lehetett. Az épületből kilépve északnyugatra tekintve a Nagyöncölben gyanúsán sok csillagot lehetett észlelni még a sötétadaptáció felépülése közben is.

Távcsövekben döbbenetes volt a látvány. Szilárd 35 cm-es Dobsonjában OIII szűrővel 23 mm-es SW Skypanorama okulárral az NGC 6888-ben (Sarló-köd) a fodrozódást könnyedén fel lehetett ismerni. Az OIII szűrő adta a legjobb látványt.

Flórián 40 cm-es GOTO Dobsonján kikapcsolt követéssel, illetve 26 mm-es okulárral szinte végignéztem az égbolton látható ismertebb objektumokat. Az M33-ban hihetetlen részletek jöttek. Gyakorlatilag monokróm fotószerű volt az élmény és talán ilyenkor érzi az ember igazán a galaxis távolságát. Szintén távcsővégre kerültek a bolygók: Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz. A Szaturnusz különösen látványos volt, amikor másodjára azt néztük távcsővel, hogyan nyugodott le a heggyerinc mögött.

Az asztrofotós rendszeremnél az IC 5146-ot (Selyemgubó-köd) választottam célpontként. Jó magasan járt, egész éjszaka lehetett fotózni meridián flippel. A terv az volt, hogy végre egy észlelőhétvége alatt „kitermeljek” egy teljes képsorozatot. Utólag belegondolva nemcsak egyet tudtam volna, hanem akár hármat is. Az észlelőhétvége nek annyiira jó volt az égboltja, hogy az elkészült 135x5 percnél a harmadát is elég lett volna egy objektumra fotózni. Rögtön az első ellenőrzésnél látszódott, hogy rendkívüli az ég a zenitben.

Gondot egyedül a hirtelen meg-megszakadó áramellátás okozott, amely miatt kissé gyakrabban rá kellett nézni a rendszerekre. Néha kínos csend és sötétség uralkodott el az asztrofotós szekción az áramszünet miatt, ezért rögtön futni kellett újraindítani, bár nálam az eszközök kevésbé sérülékenyek, de Flórinál azért nem volt teljes nyugalom a hűtött kamera és a vezérlőszett miatt. Azok jóval sérülékenyebbek, és az áramkimaadástól „meg is bolondultak” egy kis időre.

A „timelapse” sorozatfelvételekre épített szettet rögtön üzembe helyeztem a mélyegés rendszer indítása után. Egy ilyen berendezés a fényképezőgép, objektív és a programozható távkioldó mellett egy olyan háromlából áll, amelyet jobban ki lehet nyitni, ha esetleg a szél feltámadna. Van objektívfűtés, ami szintén elengedhetetlen kelléke a mozgóképes felvételek készítésének. Talán már mindenki járt úgy, hogy hosszú órák után bepárasodott a szabadon hagyott objektívje. Egy-egy ilyen sorozat akár 5–600 képből is

állhat, az expozíciók záridőtől függően 1,5–3,5 óra időt emésztene fel. A portrémarkolat ilyenkor elengedhetetlen, előnyt élvez a műakkuval szemben a terepen.

A tervek szerint sikerült készítenem olyan sorozatokat, melyeken a Tejút épp nyugszik, illetve hosszabb fókusznál az előtérben „bajlódnak” az asztrofotósok. Készült sorozat a Polarisszal és a fenyőfákkal, valamint a Nagyöccöllel is. A nyugati égboltot sem hagytam ki, amely nagyon különleges volt a Weinebene éjszakai sziluettjével. Az észlelőhétvége utolsó estéjét pedig a Vega lenyugvásával zártam. Összesen 3500 kép készült hét részletben. A néhány perces kisfilm Alpine Darkness névvel felkerült a Youtube-ra.

Az asztrotájképeknél igyekeztem mindenféle-fajta felvételt készíteni. Jellemzően minden estére jutott egy vagy akár több körpanorámás (fulldome) felvétel, amely azért jobb egy normál halszemes fotónál, mert a félgömb helyett akár egy teljes gömböt is meg lehet jeleníteni, ugyan hosszabb munkával, de több részlet is előhívható. Később akár másfajta vetülettel is lehet ezeket a képeket újra feldolgozni. Mindegyik ilyen fulldome felvételnél érzékelhető, hogy 1100 méteres magasságban készültek, tehát sokkal alacsonyabban ér véget a légkör asztrofotózásra kompromisszumokkal terhelt része.

A szokványos szériámnak mondható követett panorámákból nagyon jól sikerült a Weinebene mögött nyugvó „karacsonyfahalmaz” amely az Arcturus együttállását mutatja a szélgenerátorokkal (ezt a tavalyi észlelők nevezték el, és tényleg nagyon hangulatos látvány volt). Természetesen a nyugvó Tejút-centrum se maradhatott ki, valamint a Tejút sávját horizontálisan ábrázoló mozaik. Hangulatos kép készült a Nagyöccöllel, ahol egy ködösítő szűrővel kiemeltem a csillagokat, így jobban kivehető rajta a Göncölszekér alakja.

Igen izgalmasak lettek azok a fotók, amelyek hosszú expozícióval készültek, de nagy átmérőjű és hosszú fókuszú távcsővel. A 40 cm-es GOTO Dobsonra néha

üresjáratban felraktam a fényképezőgépet. Kíváncsiságból készítettem egy olyan felvételt, ahol a Jupiter nyugszik, és a képen jól kivehető, ahogy mind a bolygót, mind a holdjait lágyan ringatja a légköri turbulencia, valamint a Jupiter fénye megvilágítja a hegygerincen növő fűcsomókat, egyfajta élfényt adva a hegynek.



A Rák-köd Ágoston Zsolt felvételén (Trahtütten, Ausztria, 2021. szeptember, 200/800 mm-es Newton-reflektor, ZWO ASI 294MM, Sky-Watcher HEQ5 GoTo, 600x10 s L, 3x200x10 s RGB, Bin2, Gain 300)

Ugyanezt a taktikát követve, de már nem hosszú expozícióval, végigfotóztam, ahogy a Hold nyugszik a fenyőfák, majd a hegygerinc mögött, igazi alpesi holdnyugta hangulatot adva a fotónak.

Az asztrotájképek nagyrészen inkább a légkörfény látszik jobban, mint a fényszennyezés. Északkelet és kelet kivételével a zöldes, vöröses derengés, hullámság megfigyelhető a képeken, amely sötét és jó minőségű égboltot jelez.

Amíg én az IC 5146-ot fotózom, addig Ágoston Zsolt egy HEQ5 mechanikán a 200/800-as Newtonra szerelt ASI 294MM Pro-val az M1-et örököltette meg lucky imaging technikával. Nagyon kíváncsi voltam, hogy milyen képet lehet rövid expozíciókkal, de sok darabszámmal készíteni.

Vízi Csaba szintén HEQ5-re épített 200/1000-es Newtonnal gyűjtötte a fényt az IC 1805 (Szív-köd) területéről.

Péter Attila nyers Androméda-köd felvételén láttán is egyértelmű volt, hogy nagyon jó az ég, így Mezei Balázs a Sharpless 126-os

halvány ködösséghez nagyszerű nyersképeket tudott gyűjteni az egyedi építésű 250/1000-es Newtonjával. Természetesen az áramingadozás ott is közbeszólt, ami miatt valahogy a mechanika azt hitte, hogy az Atlanti-óceán közepén van, így veszélyesen indult el a tubus ütközőpályán haladva a mechanikával. Szerencsére ezt a problémát is sikerült megoldani.

Az éjszakák menete hasonló volt. Asztrofotós rendszer indítása, mozgóképes rendszer indítása, megtervezett asztrotájképek elkészítése, majd vizuális észlelés.

Napközben felfedeztük a vidéket. Először csak a környéket, majd következett egy nagy kirándulás a Weinebene csúcsára, melyet már csoportosan tettünk. A csúcson már az igazi mélykék égbolt és szikrázóan tűző Nap fogadott minket. Gondolkodtunk rajta, hogy milyen lenne ott egyet asztrofotózni, vagy legalább asztrotájképeket készíteni, de inkább a csapattal maradtunk. Majd legközelebb!

A hegymászás után érdemes lett volna pihenni, de nyilván lassan érkezett a vacsora, és utána egy újabb hosszú éjszaka, így a deutschlandbergi várnál már az „utolsókat rúgtuk”. A vármúzeumot meglehetősen jól megcsinálták. Az alagsorból egyre inkább felfelé jutva különböző korszakok eszközeit állították ki. A kezdeti kőszerszűk után némi lépcsőzéssel már a középkorban találta magát az ember, és végül még egy-egy emelet és előkerültek a világháborús fegyverek is. Az egésznek hangulatát csak a fáradtságból eredő fejfájás rontotta kissé.

A hazautazás napján hárman maradtunk legutoljára, mert a rendszereket vissza is kellett pakolni az autóbó, ami ismét nem volt egyszerű. Este újra csak nem volt menekvés, immáron otthonról indultak a távcsövek.

Összességében bőven megérte elutazni Ausztriába, nem is olyan messze a Zselicről, hogy egy jobb égboltot kifogjon az ember. A rizikó is nagy volt, hiszen a hegyvidék igen szeszélyes lehet időjárás szempontjából, de mind a látványért, mind a társaságért bőven megérte!

Schmall Rafael

Egy hét a Perseidák alatt

Nyáron, a legmelegebb éjszakák időszakában, valamint az iskolai vakáció és a szabadságolások idején jelentkeznek a Perseus csillagkép irányából áramló meteorok, ezért ez az év legnépszerűbb meteorraja. Papíron július 17-e és augusztus 24-e között tűnhetnek fel Perseidák. A maximum augusztus 11–14. között jelentkezik, a legnagyobb gyakoriság általában nem élesen jelentkezik: 2–3 napig is eltart.

A 2021. augusztus 8-i újhold és a Perseidák maximumának környékére, azaz az augusztus 7-től 15-ig tartó időszakra hirdették meg az „Egy hét a csillagok alatt” országos programot. Az IMO augusztus 12-én 19–22 UT-re (21–24 óra NyISz-re) jelezte a maximumot. Ez éppen a már sötétbe boruló Európa és Magyarország felett következett be, azaz a legtöbbször a 12/13-i éjjelen tervezték nézni az eget. A Hold idén nem zavart, 22 órakor mindenütt lenyugodott. Találkozhattak a meteorok és a meteorészlelők!

Adony. Rosenberg Róbert írta: „Augusztus 12/13 éjjel Adonyban, a kertünkben 21:15–01:03 UT-ig, két kamerával, 18 és 14 mm-es objektívvel fényképezve 33 meteor került a képekre. A két kamera közel 4000 képet rögzített. A maximum a vártnál gyengébb volt. Négy csóvás Perseida jelentkezett, 2–3 másodpercig látszó nyommal.”

Budapest. Augusztus 12/13-án Pásztor Tamás, Pásztor Dóra és Gál Ágnes kitelepült a hármashatárhegyi repülőtérré és onnan figyelte 21:30-tól 02:00-ig vizuálisan a Perseidákat. „Az éjszaka első felében nagyon kevés meteort sikerült megpillantanunk. Az észlelést nehezítette a néha megjelenő felhőzet, ami aztán felszívódott. Hajnal felé erősen megnőtt a darabszám. 0:45 és 1:00 UT között volt egy halványabb meteor, amit rögtön követett egy kb. –4 magnitúdós erős zöld fényű. Az szétrobbant, majd útját töretlenül folytatva ismét szétrobbant és harmadszor is, mire végleg elhalványult. Nyoma

pár másodpercig megmaradt.” Összesen 60 meteort láttak, amelyeket űrlap kitöltésével küldtek az MCSE észlelésfeltöltőjére.

Bükk. Nagy Ágoston, régi váci amatőrtársunk közölte: „Mi a szentléleki Turistaparkban töltöttünk két éjszakát (augusztus 12. és 13.), 750 m magasan. Olyan ég volt, amelyet Magyarországról nem tudom, hogy láttam-e valaha! Műszerparkunk: 100/900 ED APO, 20x80 B, 12x60 B volt. Feleségemmel ketten mentünk, de ahogy előkerült a távcső, jöttek a kempingezők – kedves szociális esemény lett a meteorozás.”

Debrecen. Zajácz György: „A Zsuzsi kisvasút fenntartójával közösen Hármashatárhegy alján szervezett a Magnitúdó Csillagászati Egyesület csillaghullós programokat. Mindkét szombati alkalommal (augusztus 7-én és 14-én) másfélszáz érdeklődő vonatkozott a helyszínre. Naprendszer-makett, játék, csillagkép-keresés, távcsövezés mellett az „észlelőretn” a vendégek kifizűdtek és több tucat hullót láttak. Hortobágy-Mátán és a Halastónál is folyt bemutató, játékkal, távcsövel, Baader-planetáriummal. Az érdeklődők meglelédeéssel nyugtázták a Perseidákat. Legalább százan vettek részt a hortobágyi programokon. Hajnalonként Debrecenből a hatodik emeleti erkélyről fotóztam. 2021. augusztus 11-én 00:02 UT-kor egy fényes robbanó Perseida került a gép látómezéjébe. Hamarosan kiderűlt, hogy Landy-Gyebnár Mónika Veszprém közeléből ugyanezt a meteort rögzítette.”

Hajdúböszörmény. Forgács Attila beszámolója: „Az MCSE hajdúböszörményi csoport és a Terminus Egyesület közös szervezésében augusztus 12-én igazán idilli körűlmények között sikerűlt megtartanunk csillagászati estűntek a hajdúböszörményi tájházak udvarán. Az udvar lámpáit piros krepp pappírral takartuk el, városunk vezetése támogatásuk jelűl a közelűnkben elhelyezett lámpatesteket kikapcsolta, a délután

gyülekező fellegeteket pedig az égiek oszlaták el. Az eseményt igyekeztünk a lehető legtöbb módon reklámozni, Facebookon, helyi rádiókban, napilapokban. Este 8 órai kezdettel a hullócsillagok szabadszemes megfigyelése mellett csapatunk 11 fővel, kerekén 10 távcsővel várta az igen nagy számban megjelenő érdeklődőket. A távcsöves társak mellett külön köszönetet érdemelnek azok a csoporttagok, akik a rendezvényt szervezték – nem kis munka volt. Az esti program részeként lézeres csillagkép túrát és vetítéssel egybekötött előadást hallhattak a jelenlévők. Az esemény vonzáskörzete alaposan túlnyúlt városunkon, megyénken. Debrecen, Józsa, Balmazújváros is képviseltette magát. Egzakt, számszerű észleléseket nem végeztünk, mindenestre nem záporoztak Szent Lőrinc könnyei. Az eseményt röviddel éjfél után zártuk. A résztvevő csoporttagok: Balogh Zoltán, Fazekas Zsolt, Forgács Attila, Kocsis Bence, Kovács Ákos, Marjai Zsolt, Pinczés Sándor, Rózsa Ferenc, Sári Judit, Szörnyi Miklós, Vass László.”

Kaposfő. Augusztus 12/13-a éjjelén Schmall Rafaell Kaposfőn 00:00–03:00-ig fényképezte az eget egy Canon EOS 6D-vel. „Az észlelt Perseidák esetében elmaradt a tűzgömbök sokasága, melyek inkább más rajokból érkeztek. Amelyek a képre hullottak, azokat sikerült észlelni is az adott időintervallumban a kiváló zselici ég alatt. Egy felvétel 300 képkockából a meteorot tartalmazó képek kiválogatásának összeadásából készült. Egy Star Adventurer mechanika által lett követve az égbolt és a nagy érzékenység, közepesen hosszú záridő és az f/2-es rekesz miatt szinte minden hullócsillag, ami látszott, az a képre került.”

Kisunyom. Augusztus 12/13-án Szalai Péter 20:00–00:00-ig fényképezte a Perseidákat egy Canon 1200D-vel és 8 mm Rokinson halszemoptikával. Nem volt túl jó az ég, 50–70%-os volt a felhőborítottság. Fáradt is volt, többször elaludt, ennek ellenére 8 db meteor sikerült megfigyelnie. Csak 9 fényképen rögzült meteorunyom, amiből 2 volt viszonylag fényesebb. Összesen 306 fotó készült 40 másodperces expozícióval.

Nagymágocs. Kukoveczné Takács Henrietta: „Nagymágocson próbálom népszerűsíteni a csillagászatot, a Vega Csillagászati Egyesület tagjaként. A Facebookról értesültem az »Egy hét a csillagok alatt« rendezvényről. A mi programunk egy jó hangulatú szalonasüttéssel egybekötött meteorles volt augusztus 12-én este, a Lapos nevű hatalmas, füves réten, ahol kisebb a fényszennyezés. Este 18 órakor gyűjtöttuk meg a tüzet. Kezdték az emberek gyülekezni. 25–30 fő jött össze. Közben besötétedett, és miután megvacsoráztunk, előkerültek a takarók és a parázs fénytől távolabb kifelé költünk a Tejút alá. A Hold és a Vénusz nyugovóra tért, de nem hagytak minket egyedül, hiszen a Jupiter–Szaturnusz páros figyelt minket. Gyönyörűek voltak a Perseidák, bár én kicsit keveselltem intenzitásukat. Láttunk azért belőlük, bár nem számoltuk, de nagy volt az öröm mikor megpillantottunk egy-egy meteor. Legalább 15–20 meteorot mindenki látott. Nagyon boldog voltam, hogy ilyen sokan eljöttek, hogy ennyien felnéztek az égboltra, ahonnan a Vega nézett le ránk a Nagy Nyári Háromszögből. Hajnali fél 2-kor pakoltunk össze.”

Nagyra. Pető Zsolt összegzése: „2021. augusztus 7/8. és 14/15. között minden éjszaka fotóztam meteorokat. Erre a hétre szabadságot vettem ki, már jó előre elterveztem a fotós munkát, illetve napközben a munkákat a birtokokon. A hét meglehetősen sűrűre sikerült, így kellőképpen el is fáradtam. Hogy a két tevékenység párhuzamosan folyhasson, a meteorfotós munkát elsősorban a hajnali időszakra időzítettem. Volt olyan éjszaka, amikor csak egy, volt olyan, amikor két fényképezőgéppel dolgoztam. Az említett időszakban 39 óra alatt 3059 fotó készült, ezek közül 96 képen van meteor. Meglepően sok fényes van köztük! Természetesen a Perseidák dominálnak, ám az időszak különlegességét a Kappa Cygnidák okozták: több fényes tűzgömböt láttam a rajból, fotózni egyet (vagy kettőt) sikerült. Augusztus 13-án 01:20 UT-kor egy parádés KCG tűzgömb húzott át magasan, szinte zenitközelsben, többszörös felvillanást

produkálva, ezek becslésem szerint -7-es fényességűek voltak. A jelenség nyoma legalább fél percig látható volt, a robbanások helyén különösen erősen. 10 éves meteorfotós tevékenységem egyik legszerencsésebb képe született meg, mert a halszemoptikás felvétel sarkába épp bepottyant a tűzgömb! A korábbi évek tapasztalataival összehasonlítva a Perseidák idén különösen kitettek magukért, az elméleti maximum után érezhető volt a további napok erősebb aktivitása. A legszebb fotók a honlapomon, a <https://eszleles.hu/meteor> oldalon találhatóak."

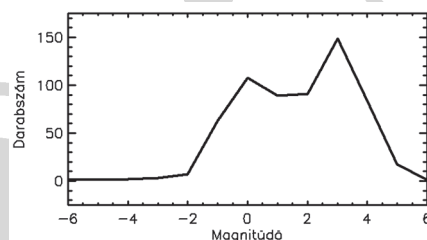
Nagyszénás. Földi Andrásné beszámolója: „A Mira Csillagászati Szakkört benevezettük az Egy hét a csillagok alatt nevű országos programsorozatba augusztus 12/13-án éjszakára. Erre a szakkörösökhöz és családjaikhoz kívül érkeztek Békéscsabáról, Kétsopronyból, Mezőberényből, Szarvasról, Szegedről, Orosházáról és Gádorosról is.

Először Lipták Pál érkezett Békésről öt könnyen szállítható távcsövével, köztük két speciális naptávcső, két állványra szerelhető binokulár, az ötödik pedig egy 150/1700-as Makszutov-Cassegrain-távcső volt. Sajnos a Napot alig tudtuk megnézni, részletek meg szinte nem látszóttak sem a mi napszűrővel ellátott távcsövünkben, sem a vendégünk naptávcsövében, a megjelenő vastagabb és vékonyabb felhők miatt!

Mire besötétedett, majdnem mindenki megérkezett, a Hold lenyugodott, az ég kitisztult és megkezdődött a csillagképtúra Ravasz Tamás vezetésével. Már néhány meteort láttunk ez idő alatt is. Ezután Lipták Pál binokulárjai és Makszutov-Cassegrain-távcsöve mellé települt, Varga Anikó a 200/1200-as Dobson-távcsövével, valamint Ravasz Tamás a szakköri 200/1000-es Newton-távcsövével. Jöttek a látható bolygók: a Szaturnusz és a Jupiter, a nyílt- és gömbhalmazok, galaxisok, miközben egyre több meteor jelent meg. Volt, aki nem törődött a távcsövekben látható érdekességekkel, csak a meteorokat figyelte, és két óra alatt 48 meteort számolt meg. Hajnali 3 és 4 óra között én is számoltam a meteorokat, és a 15-ből mindössze 3 nem volt Perseida. Rövid

ideig látszó, kicsi, vékony csíkot húzó meteor volt egy kivételével, amit láttam. Őszintén szólva több meteorra, nagy ovációkra is számítottam este 21 óra és éjfél között.

Öt távcsövel folyt az észlelés mindaddig, míg látható magasságba nem emelkedett a Fiastyúk (ettől kezdve már csak meteorészlelés zajlott). Szükség is volt több távcsőre, hiszen 70-nél többen jöttek el erre az eseményre. Szép éjszaka volt, akiknek hamarabb távoznia kellett, azok is, de az itt maradók is nagyon jól érezték magukat, rengeteg élménnyel gyarapodtak."



Az Órimagyarósdon megfigyelt Perseida-meteorok fényességeloszlása. Személyi korrekciókat nem alkalmaztunk, így talán a relatíve sok kezdő észlelő miatt van egy lokális csúcs a nulla magnitúdós meteoroknál, ami a meteorfényességek kezdőkre jellemző túlbecsléséből eredhet

Órimagyarósd. Koncz Bendegúz, Csizmadia Szilárd, Szenté Hajnalka beszámolója: „Ha a holdfázis engedi, akkor az MCSE Zalaegerszegi Csoportja, a Vega Csillagászati Egyesület és a TIT Öveges József Egyesület közös VEGA-táborát mindig Perseida-maximum környékére szervezzük, immár 30 évre. 2021-ben így is alakult, a tábor aug. 7-14-ig tartott, és az augusztus 12/13-i éjszakán maximum-megfigyelést végeztünk vizuális módszerrel. Az észlelők voltak: Balogh Boglárka, Balogh Gabriella, Csizmadia Szilárd, Dénes Nándor, Horváth Dávid, Horváth Márton, Kelemen Tamás, Jandó Attila, Jandó Dániel, Koncz Bendegúz, Mikics Eszter, Soós László, Szenté Hajnalka, Tornyos Rózsa, Varga Bence. A megfigyeléseket kezdetben felhősödés zavarta, éjféltájban azonban teljesen kiderült, és nagyon jó ég köszöntött ránk, a szabadszemes

határmagnitúdó 6,3 körül volt átlagosan. Folyamatosan jegyeztük a határmagnitúdó változásait (különösen hajnalban, amikor már elkezdett világosodni az ég), a takartságot, a holtidőket, az egyes észlelők szüneteit. Feljegyeztük, melyik meteort ki látta, hány magnitúdósnak, milyen rajtságot becsült, volt-e nyoma, és ha elég fényes volt és mutatott színt, akkor a hullócsillag színét is. Mindezt átlagosan 10 perc hosszúságú időszakokra, ezen belül viszont az egyes meteorok pontos időpontját csak akkor, ha -4^m -snál fényesebbek voltak. Így az adatok

hetett egy radiáns az Orion környékén és az Ursa Maiorban is. Ez utóbbi rajt hol észleljük, hol nem: olyan, mintha 4–5 évente jelentkezne az Alfa UMa környékéről. Ezeknek a lehetséges rajoknak a tagjait is külön megjelöltük az észlelőlapon.

A meteorok döntő többsége – 616 darab az észlelt 828-ból – Perseida volt. A Perseida-meteorok átlagfényességére 1,7 magnitúdót kaptunk, a mediánfényességük $+2$ magnitúdó volt. -6 magnitúdósból egyet, -5 magnitúdósból egyet, -4 magnitúdósból kettőt láttunk mindössze. Ezek a számok is mutatják,



Porva-Szépalmapuszta tölgyfája és 31 Perseidája. Landy-Gyebnár Mónika kompozitja augusztus 12/13-án

alkalmasak későbbi populációs index és ZHR-számításra. Az észlelést 22:25 NYISZ-kor kezdtük és hajnali 4:40-ig folytattuk, ekkor világosodott ki az ég.

Összesen 828 meteort láttunk, de a legnagyobb hullási időszak idején elképzelhető, hogy kb. 15–20 meteor feljegyzetlen maradt. Megkülönböztettük a Perseidákat, a Kappa és Alfa Cygnidákat, az Aquaridákat és a sporadikusokat. Említésre méltó, hogy érzésünk szerint jelentkeztek további kis rajok, úgymint a Piscis Austrinidák, és működ-

hogy a Perseidák igazából idén halványak voltak. Az észlelt Perseidák 55%-a volt $+2$ magnitúdós vagy halványabb! Azok, akik több Per-maximumot is megfigyeltek, arra jutottak, hogy sok volt a meteor, de kevés az igazán fényes a korábbi maximumokhoz képest. Mindenesetre hatalmas élmény volt az észlelés mindannyiunknak!"

Porva. Augusztus 12/13-án Landy-Gyebnár Mónika 19:00–04:45-ig a Perseidákat fényképezte Nikon D5300 géppel. „A bako-nyi Porva mellett lévő Szépalmapusztán

fotóztam Ladányi Tamás és egy szép, dombtetőn álló tölgyfa társaságában. A kompozit képre 31 meteor került. A maximum, ha az volt, nagyon visszafogott volt, nem tudom eldönteni, mi történt: még később volt a maximum (volt már erre példa), vagy az elmúlt évek romló tendenciái folytatódnak? Elsősorban a fényes rajtagok hiányoznak, egy igazán szép meteor volt csak. Sok egészen halvány volt, ami nem is hagy nyomot fotón. Míg volt olyan évem, hogy közel 400 meteorom lett fotón a maximum éjszakáján, most még a százat sem érte el a számuk összesen a két kamerával. A felhőátvonulások nem zavartak igazán, csak fátyol jött hajnalig, és csak fél 5 felé lettek vastagabb felhők is, de akkor meg már nem sok látszott a csillagokból sem.” Az éjszaka legfényesebb meteorja egy Perseida tűzgömb volt, ami kb. -6 magnitúdókat villant 00:43-kor.

Pula. Fehér Tamás: „Idén Horvátországra jöttünk a családdal nyaralni, a mostani időszakot Pulában töltjük, aminek az ege nagyjából a budapesti agglomerációval megegyező. A Tejút csak halványan látszik, a város és a tőle keletre lévő marina fényei nagyban rontják az élményt. Két este mégis sikeres volt meteorészlelés szempontjából.

Augusztus 11-én 22 óra előtt (NYISZ) ültém ki a teraszra, és nagyjából 5 perces eltéréssel rögtön két nagyon fényes meteor húzott át az égen. Az első 21:50-kor, egy nagyon fényes, -2, -3 körüli sötét narancs színű, közepes tempójú volt. A Hattyútól nyugatra izzott fel és majdnem a déli horizontig volt látható, az Antares környékén tűnt el. 1-2 másodpercig halvány füstcsík volt látható a nyomában. Még egy hasonló, -1 körüli fényességű érkezett 22:01-kor a zenithez közel, ez fehérebb, de szintén narancsos színű volt, a megtett út kb. a felét-kétharmadát tudtam követni. Ezt követően hosszú ideig semmi, majd jóval 23 után egy halvány sporadikus érkezett a Delfin felől, kb. 10 fokos utat tett meg a Jupiter irányába. Fehér színű volt, fényessége 1-2 magnitúdó között lehetett. Ezt követően elővettem a kis refraktort és az éjszaka hátralévő részében a bolygókra terelődött a hangsúly.

Augusztus 12-én folytatódott a kora esti show. Még szürkületben kitettük a családdal a székhelyünket a teraszra lévő napágyakra. Rögtön az elején, 21:30-21:35 között két meteor érkezett, az előző estiekhez hasonló fényességben, bár az első egyik sem érte el 0 és -1 között volt a fényességük, mindkettő keleti irányban látszott, halvány narancs-sárgák voltak. Az első az Andromeda és a Pegasus között húzott el, halvány kackaringós csíkot húzott maga mögött, ami gyorsan halványodott, a fényessége sem volt egyenletes, egy kisebb felizzást produkált, mielőtt eltűnt volna. A második magasabban, délkelet felől lépett be, a Sas környékén és haladt dél-délnyugat felé. A kettő közül ez volt a halványabb és rövidebb pályájú, de szintén nagyon látványos volt. Irányuk alapján az előző esti két fényessel együtt őket is Perseidának vélem. A gyors siker után egyórás szünet következett, majd 22:30 körül volt három nagyon halvány fehér színű, nem túl hangsúlyos. Ezt az estét itt fejeztem be, muszáj volt kipihenni a napot.”

Szentendre. Vizi Péter: „Augusztus 12-én este bemutatóztam Szentendrén úgy, hogy én ugyan háttal álltam a radiánsnak, de velem szemben százan pont arra néztek egy töltésoldalon, ideális helyzetben. Nyugodtan mondhatom, az égbolt legalább 60%-át folyamatosan figyelték. Kb. 15 meteor, többnyire Perseidát számoltak össze éjfélig. Ahhoz képest, hogy az előrejelzések nagy hullát jeleztek előre, pont erre a pár órára, ez nem sok, meg úgy általában sem az. Voltak előző esték, amikor időarányosan többet láttam az udvaromból.”

Szombathely. Augusztus 12/13-án Szauer Ágoston Olad városrészben Perseidázott. „A Perseidák maximumának éjszakáján egy nem túl mozgalmas fotografikus észlelés után az egyik kamerával mélylegezni kezdtem a kiváló átlátszóságú égen, míg a másik géppel folytattam a meteorvadászatot. Nem bántam meg, mert a korábban rögzített négy halvány meteor után végre egy fényes »hüllőcsillag« futott a látómezőbe a Fiastyúk fölé, a klasszikus lándzsahegy alakot mutatva. A mélyleges gép beállításával foglalatossá

nem láttam a meteort, utólag a monitoron fedeztem fel nagy örömmel, végül ez lett a háromnapos észlelés legszebb zsákmánya.”

Szombathely-Bucsú. Augusztus 9-én 20:30-tól a Gothard Jenő Csillagászati Egyesület »Hullócsillag és galaxis útikalauz – nemcsak stopposoknak. Távcsoves bemutatás a sötét ég alatt« címmel rendezett programot Szombathelyről északnyugati irányban, Bucsú település délnyugati dombtetőjén. Távcsovekkel 20 órára kitelepültek: Geguss Zoltán, Keszthelyi Sándor, Lampért Dénes, Lampért-Csáki Marianna, Mitre Zoltán. A 20:15-ös napnyugta előtt már sok kocsis érkezése jelezte az érdeklődést. Az egyre sötétedő estében a létszám 65–70 főre gyarapodott. Sokan családosan, gyermekekkel jöttek a környező falvakból vagy Szombathelyről. Az ég nagyrészt felhőtlen volt. Csak a nyugati horizont alján volt felhő, így a Vénuszt és a sarlóholdat nem láthattuk. Viszont a Szaturnusz és a gyűrűje, valamint a Jupiter és a holdjai látványa a távcsovekben sikert aratott. Ahogy sötétedett úgy lehetett a fényesebb csillagokat mutatni lézeres lámpával. A Tejút látványára is rácsodálkoztak a városlakók többsége, mert sokan életükben először látták. Végül a csillagképek részleteit és mondáit ismertettük. A repülő és a műholdak mellett 30–40 meteort is láttak átsuhanni az égen. 23:45-kor zárult a bemutatás.

Két nappal később, 11-én 20:30-tól a GAE »Egy este a hullócsillagokkal – Perseida maximum a Tejút íve alatt« címmel csillagkép-ismertetőt és távcsoves bemutatást rendezett Szombathelyről északnyugati irányban, Bucsú település délnyugati dombtetőjén. Távcsovekkel 20 órára kitelepültek: Horváth Márton, Keszthelyi Sándor, Lampért Dénes, Lampért-Csáki Marianna, Mitre Zoltán, Szalai Dávid. Napnyugta előtt már sok kocsis érkezett. Az egyre sötétedő estében a létszám 120–130 főre gyarapodott. Sokan családosan, gyermekekkel jöttek a környező falvakból vagy Szombathelyről. Tucatszerűen kerékpárral érkeztek. Az ég teljesen felhőtlen volt. Először a nyugati ég alján a Vénuszt, majd a Hold krátereit mutat-

tuk meg. A csillagképek mondáit ismertettük, majd lézervetítéssel megmutattuk a csillagképeket és a csillagokat. Az egyre szebb Tejút is nagy sikert aratott. Sokkal több meteor volt, mint két estével ezelőtt, legalább 50 Perseidát láttak az érdeklődők. 23:30-kor távozott az utolsó látogató.

Vérteskozma. Nagy Zsófia beszámolója a székesfehérvári Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló csillagász szakkörének nyári észlelőtáboráról: »Az idei évben Vérteskozmán a Vértes Meteor kulcsosházban táboroztunk augusztus 10–16 között. Ez már a 38. nyári táborunk volt. Az észleléseket a hátsó kapun kívül elhelyezkedő mezőn végeztük, ahol gyakorlatilag minden irányban távoli erdősavok takarták a mesterséges fényforrásokat, azonban az ég majdnem horizontig megfigyelhető volt. Idén nagy szerencsénk volt, az ott töltött hat éjszakából öt alkalommal sort tudtunk keríteni meteorészlelésre, csak az utolsó éjszakán nem tette lehetővé az időjárás.

A meteorészlelés mellett égbolttudományi, illetve távcsovekezelési és ismeretterjesztő bemutató-gyakorlatot tartottunk a fiatal szakkörösök számára a csillagvizsgáló hordozható távcsoveivel, illetve asztrofotózásra is lehetőség volt. A tábor szakmai programján részt vett: Banc Roland, Berger Hanna, Hajnal Éva, Hesz Flóra, Horváth Árpád, Horváth Boróka, Keserű Norbert, Kiss Attila, Korödi Nándor, Kötél László, Lehoczky Csilla, Nagy Beáta dr., Nagy Rezső dr., Nagy Rezső, Nagy Zsófia, Németh Balázs, Rózsavölgyi Ádám, Tatai Álmos, Torma Péter, Zimmermann Gyula. Az észlelők augusztus 10/11-én 20:30–23:00-ig, 11/12-én 20:30–01:00-ig, 12/13-án 20:15–01:00-ig, 13/14-én 20:45–00:15-ig és 14/15-én 20:45–01:15-ig csoportosan figyelték a meteorokat, de minden egyes észlelő feljegyezte az általa látott hullócsillagokat. Bizonyos időszakonként megadták, mennyi Perseidát és nem-rajtagot láttak, mennyi volt a szabadszemes határmagnitűdő. Így a megfigyeléseket feltölthették az IMO-nak.”

Keszthelyi Sándor

Robottávcsővel a kettőscsillagok nyomában

A kettőscsillagok világa érdekes, bár napjainkban kissé elhanyagolt területe az amatőr-csillagászat világának, ugyanakkor számtalan lehetőséget rejt magában. A kettős és többes rendszerek káprázatos látványt nyújtanak a kisebb távcsövekkel észlelő amatőrök számára, sokuk városi égen akár binokulárral is könnyedén megfigyelhető. Még a telihold fénye sem jelenthet akadályt! Észlelésük által lehetőségünk nyílik az égbolt jobb megismerésére, hiszen ezek az égi objektumok valamennyi csillagképben megtalálhatóak.

A csillagpárok közül sok a gyakran észlelt objektum, jó néhányuk azonban méltatlanul háttérbe szorult, kevés szer, vagy régen megfigyelt, mért, kiértékelt kettős. Többről azt sem tudjuk biztosan, vajon valóban egymás körül keringenek-e, vagy csupán látszólagos optikai párok. A Gaia-űrtávcső rendkívüli pontossággal térképezi fel az égboltot, megannyi fontos információt rögzítve a csillagok égi pozíciójáról, mozgásáról és távolságáról parallaxisuk segítségével. Ezekben az adatokban kutatva számtalan, eddig fel nem fedezett kettőst fognak azonosítani a jelen és a jövő csillagásza. Különböző eljárásokkal kiszámítható a csillagok Földtől mért távolsága, kalkulálhatóvá válik az egymáshoz viszonyított pozíciójuk, melyből nagy eséllyel megmondható, vajon gravitációs kölcsönhatásban vannak-e egymással. Végső bizonyítékot mégis csak a folyamatos mérési adat sorok szolgáltathatnak, melyek segítségével leírható egy kettős vagy többes rendszer pályája.

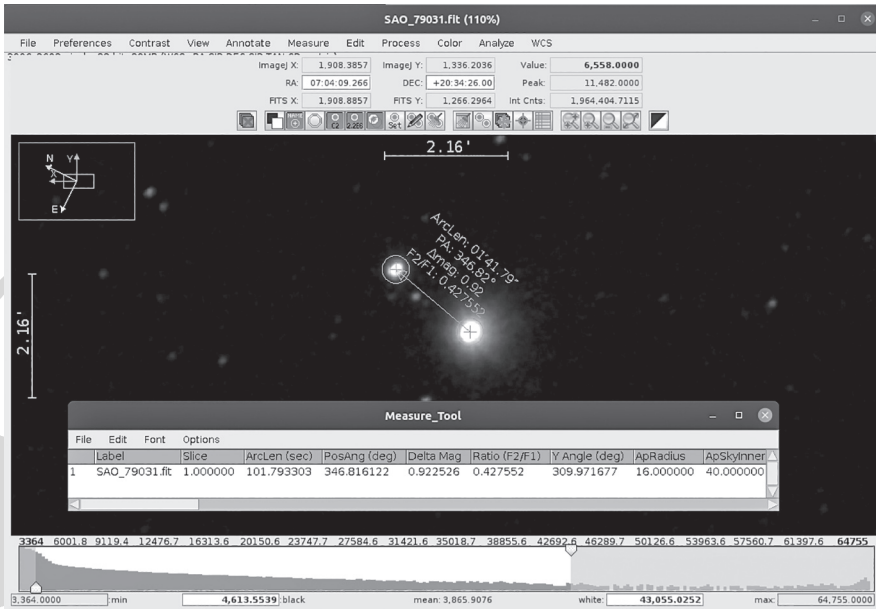
A legtöbb optikai csillagpár keringési ideje évszázadokban vagy évezredekben mérhető, előfordulnak azonban az emberi élet léptékében már látható változásokat mutatók is. Érdekes tehát időt és energiát szentelnünk erre a témakörre. De mégis, hogy álljunk neki? Mivel mérjük, hogy dolgozzuk fel az információt? Főképp hogyan auto-

matizáljunk, ha több célpontot szeretnénk észlelni? Ehhez hasonló kérdések kavargtak a fejemben, miközben – a Meteor egyik korábbi számában ismertetett – kis automatizált távcsöveget szereltem össze a hátsó kertben egy kora áprilisi estén (Építsünk robottávcsövet! Meteor 2020. július–augusztus). Arra gondoltam, ideje megpróbálkozni a valóban automatizált működéssel, nekem csak arra legyen gondom, hogy kiválasztom az objektumokat, megnyomom a start gombot és letöltöm a képeket. Minden mást csináljon a gép!

A kettőscsillagok méréséről

Néhány évtizede bőven cikkeztek arról, hogyan lehet pozíciószöget és szögtávolságot mérni két csillag között vizuális módszerekkel, gondoljunk csak a mérőokulárokra, vagy mikrométerekre. A digitális technológia az utóbbi tív évben ugyanakkor nagyot lépett előre. Napjainkban rendelkezésre állnak a megfelelő eszközök az amatőrök számára, ha szeretnék megörökíteni az éjszakai égboltot, ráadásul nem is csillagászati áron. Az elkészült képeket több szoftver segítségével is feldolgozhatjuk, jómagam a SAOImageDS9-cel és az AstroimageJ-vel próbálkoztam.

A mérés szempontjából mindkettő remekül működik, egyszerre több képet is kezelhetünk velük. Ha például készítettünk 10 expozíciót egy csillagpárról, egy lendülettel kimeríthatjuk a programok segítségével, így lesz 10 mérésünk, ami szép pontosságot adhat. Az AstroimageJ segítségével elvégezhetjük az asztrometriát is, a program az astrometry.net-hez csatlakozik, majd ennek segítségével állapítja meg az elkészült fotónk pontos koordinátáit és felbontását. Rendkívül könnyű a mérési folyamat, a kapott adatokat exportálhatjuk csv-be, de akár közvetlenül is kimásolhatjuk a programból.



Az AB tagok mérése, a kép alján a táblázatban szereplő adatok közül az „ArcLen (sec)” a szögtávolságot mutatja ívmásodpercben, a „PosAng (deg)” pedig a pozíciószöget fokban mérve

Robottávcső a hátsó kertben

Napjainkban több robottávcső is az amatőrök rendelkezésére áll, ilyen például az iTelescope.net hálózata. Ezek segítségével elérhetjük a távoli földrészekben működő műszereket, képeket készíthetünk egy-egy objektumról, a felvételeket pedig szabadon használhatjuk. Én is szerettem volna egy robottávcsövet otthonra, amúgy is öreg volt már a használtan vett EQ3-as mechanika kézzvezérlő szoftvere, frissítést évek óta nem adtak ki rá, jól jött egy alternatív megoldás. A másik fő ok az időhiány. Nem akartam folyamatosan nézni az órát, állítgatni a távcsövet, indítani az expozíciókat. Mindezt ráadásul télen a távcső mellett álva, kesztyűs kézzel nyomogatva a laptop billentyűit a fagyos éjszakában.

A megoldás könnyen jött egy USB kábel képében, melynek segítségével összeköthető a mechanika és a számítógép, esetemben egy Raspberry pi. A távcső részletes leírása megtalálható a már említett cikkemben.

Néhány szóban mégis szeretném összefoglalni a rendszer működését, figyelemfelkeltésül. A központi „agy” egy hitelkártya méretű Raspberry Pi 3. A mobil ARM processzorral és 1 gigabájt memóriával rendelkező eszköz az állvány mechanikáját egy SkyWatcher USB kábelén keresztül vezérli a megfelelő driverek segítségével (EQMOD). A Pi-re közvetlenül csatlakoztathatunk monitort, egeret és billentyűzetet, de ez nyilvánvalóan nem kínál olyan kényelmes megoldást, mintha távolról érnénk el a kis gépet. Érdemesebb a számítógépes hálózatra kapcsolni és távolról vezérelve használni. Ez különösen télen, hidegben praktikus.

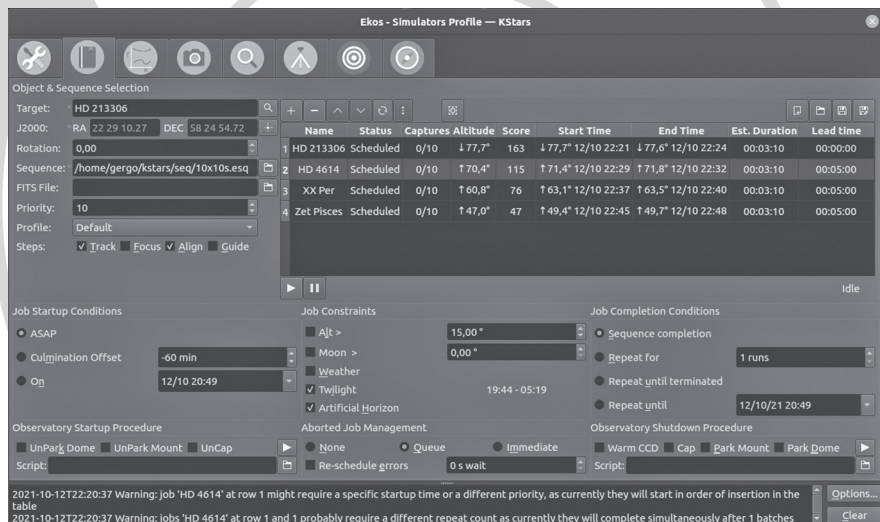
A Raspberry-n egy egyedi Astroberry nevű operációs rendszer fut. Különlegessége, hogy kifejezetten a hardverre optimalizált, számtalan előtelepített programmal rendelkezik, melyek a későbbiekben jó szolgálatot tesznek. Megjegyzendő, hogy a legfrissebb verzió nagyjott lépett előre az asztrometriához kötődő funkciók terén, ezért érdemes

frissíteni, ha valakinek a gépén egy korábbi változat fut. Bővebb információ (alkalmazások, letöltés és telepítési segédlet) a www.astroberry.io oldalon található angol nyelven.

Kis számítógépünkkel a mechanika mellett számtalan eszköz vezérelhető, például szűrőváltó, kamera és vezetőtávcső. Minket ezek közül leginkább a kamera érdekel. Csillagászati CCD-k mellett lehetőségünk van digitális tükörreflexes gépek teljeskörű kontrollálására, amely magában foglalja az érzékenység és az expozíciós idő beállítását is. Jelenleg egy Canon 1000D-t használok. A DSLR-ek előnye a nagy érzékenységű köszönhető nagyméretű látómező, amit – mint majd látható – remekül ki tudunk használni.

koros, EQ3 goto vezérléssel. A Raspberry-t a kézívezérlő helyére kell csatlakoztatni, és máris rendelkezésre áll a robottávcső.

Lássuk, hogyan kelthető életre a rendszer, hogy aztán különböző alkalmazások segítségével feldolgozható információt nyerhessünk ki belőle. Ha sikerült életet lehelni az Astroberry-be és összekötöttük a mechanikával, még nem dőlhetünk hátra. Bár az alaprendszer sok praktikus alkalmazást magában rejt, szükségünk lesz néhány további csomag telepítésére is. A távcsövet a Kstars nevű planetáriumprogrammal fogjuk vezérelni az Ekos beépített alkalmazás segítségével. Ezek szerencsére előre telepítve vannak az Astroberry-ben, akárcsak azok az INDI meghajtó progra-



Az Ekos segítségével összeállíthatjuk az észlelési programunkat. Ezeket a célpontokat fogja a program az előre meghatározott beállításoknak megfelelően végigfényképezni

A távcsőként egy 90/1250 mm-es Makzotov-Cassegrain rendszerű optikája szolgál, amely ideális utazótávcső. Nem tudom eléggé méltatni az optika előnyeit, őszintén szólva nem gondoltam volna, hogy 30 másodperces expozícióval a képeken látható és mérhető csillagok fényességének alsó határa 14,5–14,7 magnitúdó körül alakul majd. A mechanika szintén meglehetősen

mok, melyekkel a távcső mechanika és a képrögzítő (jelen esetben a Canon 1000D) vezérlését végezzük.

Az egyik telepítendő alkalmazás valójában nem is program, hanem úgynevezett index fájlcsoomag, melyet az Ekos csillagászati helymeghatározásra használ. Gyakorlatilag egy térkép sok-sok referencia csillaggal, melyekre szükségünk lesz majd, ha azt sze-

retnének meghatározni, merre néz a távcső az égen. Az automata működéshez ez elengedhetetlen, mivel a program asztrometriát végez minden egyes alkalommal, amikor új objektumra áll, biztosítva, hogy jó irányba nézzen a távcső.

Ezután még be kell állítanunk a programban az asztrometriát, ehhez remek leírások találhatók az interneten, illetve a kezelőfelületet folyamatosan fejlesztik, változtatják, ezért a részletes ismertetésétől eltekintünk. Ha minden komponens a helyére került, ideje, hogy használatba vegyük a robottávcsövet, megtervezzük az észlelésünket és hátradőlünk, elindítva a session-t.

A „Start Scheduler” gomb megnyomásával elindítjuk a folyamatot. Az Ekos ettől a ponttól kezdődően automata módon végigmegy az összes célponton, vagyis a kívánt objektumra fordítja a távcsövet, asztrometria segítségével ellenőrzi a helyes pozíciót, majd elindítja a képkészítést. Fontos megjegyezni, hogy az általunk beállított helyen jelennek majd meg a képek az adott objektum nevét viselő mappában. Egyszerű, mégis nagyszerű.

A teljes folyamat órákig is eltarthat. Az elkészült képeket szerkeszthetjük közvetlenül a Pi-n, ezt azonban senkinek sem ajánlom. A csillagászati képfeldolgozás sokkal gördülékenyebb a megfelelő teljesítményű számítógépen, mint ezen a kis eszközön.

2021. április 3.: észleljünk!

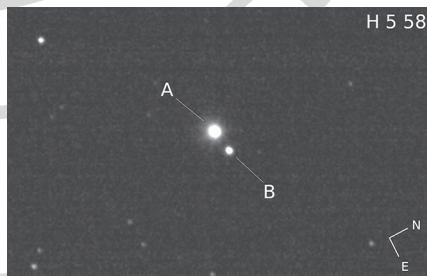
Szimulált teszteken felbuzdulva elhatároztam, tesztek egy kísérletet. Vajon hogy működik a robottávcső? Valóban csak hátra kell dőlnöm, miután mindent beállítottam, és megnyomtam a gombot? Tényleg tudja azt, amit ígér? Kipakoltam mindent az udvarra, bedugtam a kábeleket, és elindítottam a rendszert. A Pi tökéletesen kapcsolódott a vezeték nélküli hálózatra, én pedig VNC segítségével rájelentkeztem a konyhaasztalnál ülve. A dolog pikantériája, hogy bár légvonalban mindössze talán 5–6 méterre ültem a távcsőtől, az valójában lehetett volna akár a világ túlsó felén is. Innen kezdve gyakorlatilag mindegy is,

hogy ténylegesen hol van a műszer, a lényeg, hol életre kelt a robottávcső!

Objektumonként 10 darab 30 másodperces expozíciót készítettem, melynek teljes ideje 5 perc, ehhez hozzáadva a távcső igazításához szükséges 60–90 másodpercet, egy objektumra körülbelül 7 percet számoltam, ha minden jól megy. Nos, nem ment, de erről majd később. Összesen 41 célpontot válogattam össze az aznap esti égboltról, figyelve arra, hogy több konstellációból válogassak. Szerettem volna tesztelni, mennyire működik pontosan és megbízhatóan a rendszer, ha sokat kell tekernie a motoroknak a mechanikán. Hat objektumot sajnos nem sikerült megörökíteni, túl fényesnek bizonyultak és beégtek a képen, megghiúsítva ezzel a mérést. A többi 35 felvételen összesen 95 párt sikerült azonosítani és megmérni. A DSLR gépek érzékelője nagy (körülbelül 0,6x1 fokos) látómezőt ad, ezért lehetett némelyik fotón több csillagpár. Közülük válogattam egy csokorra valót. A képek minden esetben az eredetiből kivágott részletek.

WDS 09359+1423 H 5 58 (7 Leo)

Az Oroszánban megörökített kettősről készült kép különlegesen szerencsésre sikerült, összesen öt párt tartalmazott. Ezt a kettőst William Herschel fedezte fel 1782-ben. A fehéren ragyogó csillagok valóban fizikai kettőst alkotnak. Szögtávolságuk meglehetősen nagy, mintegy 41", könnyedén felbontható akár kistávcsövekkel is, bár a 6,3 magnitúdós főcsillag mellett 9,4 magnitúdós a kísérő. Kell hozzá a sötét ég!

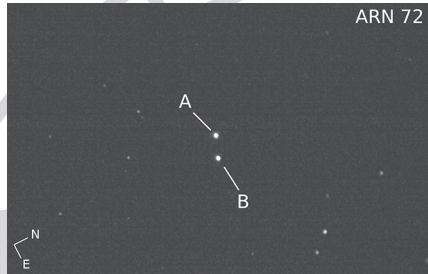


09359+1423 (H 5 58)

meteor

WDS 09362+1436 ARN 72

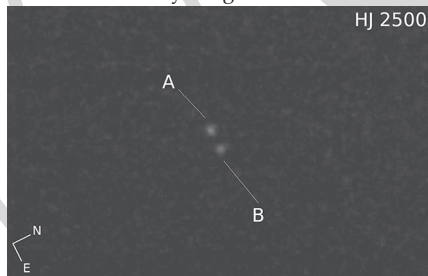
Szintén az Oroszlánban találjuk, szinte közvetlenül a 7 Leo mellett, így kerülhettek közös képre. Szeparációjuk $81,7''$, majd' a duplája az előzőnek, mégsem javasolnám kis binokulárok célpontjául. A főcsillag $8,82$, a kísérő pedig $9,1$ magnitúdó fényességű, szintén gravitációs kötésben keringő pár.



WDS 09362+1436 ARN 72

WDS 09364+1359 HJ 2500

A harmadik kettős a 7 Leonisról készült képen pusztán optikai pár. A két csillag $11,7$ és $11,9$ magnitúdós fényességükkel jóval halványabbak az előzőeknél. Szeparációjuk $17,1''$, szépen látszanak, de ha szabad szemmel szerettem volna észlelni, minden bizonnyal beletört volna a bicskám a próbálkozásba, elég közel vannak a kis távcső vizuális határfényességéhez.

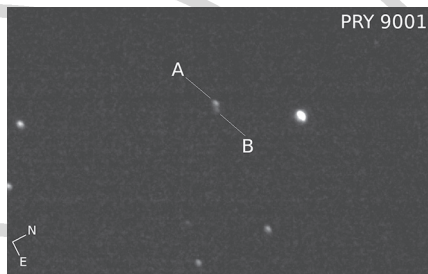


09364+1359 HJ 2500

WDS 09354+1447 PRY 9001

A 7 Leonisról készült képeken talán ez volt a legnehezebb, leghalványabb és legszorosabb pár. Tulajdonképpen közel jártam a távcső-mechanika-fényképezőgép alkotta rendszer képességeinek határához. A $12,4$ és $13,8$ magnitúdós komponensek $11,5''$ -re

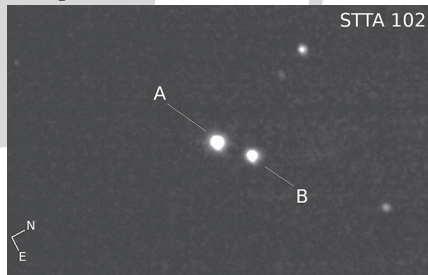
vannak egymástól, volt aznap este ennél szorosabb csillagpár, de relatíve nem ilyen halvány, illetve ami halványabb objektum lencsevégére került, annak a szögtávolsága volt nagyobb, ezért jobban el lehetett különíteni őket. A vezetés nagyon hiányzott. Ahogy a képeken is látszik, bizony van periodikus hiba a mechanikában.



09354+1447 PRY 9001

WDS 09352+1405 STTA102

Az utolsó pár szintén nem fizikai kettős (a parallaxisuk alapján kiszámítható). $7,8$ és $9,1$ magnitúdós fényességük és $44,9''$ szeparációjuk miatt jól észlelhetők a kék-fehér csillagok kis távcsövekkel.



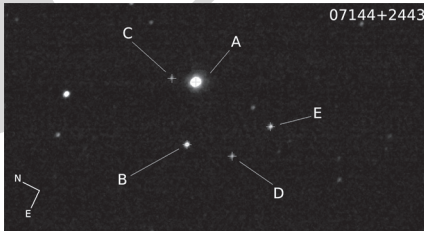
09352+1405 STTA102

Elérkeztünk az első kép kettőscsillagainak végére, már csak 34 felvétel lenne vissza, de megkímélem az olvasót az összes pár ismertetésétől. Azt szerettem volna érzékelteni, hogy egyszerű felszereléssel is lehet viszonylag nagy látószögű, mégis részletes fotókat készíteni, melyeken több kettőscsillag is szerepel.

A továbbiakban szeretnék kizárólag az érdekesebb, összetett rendszerekre szorítkozni.

WDS 07144+2443 ENG 30AB (V356 Gem)

Ez az érdekes kis rendszer az 52 Geminorumról készült képeken tűnt fel. Különlegessége, hogy az AC tagok kivételével (mely nem fizikai pár) a többiekéről nem bizonyított, hogy fizikai kapcsolatban vannak-e, vagy csupán optikai kettősök. A főcsillag fényessége túl van a szabadszemes láthatóság határán (6,9 magnitúdó), a B és E komponenseket (11,5 és 12,1 magnitúdó) még épp megpillanthatjuk kis és közepes távcsövekkel, sötét égbolton, de a C és D csillagokhoz (12,9 és 13,7 magnitúdó) elkél a komolyabb műszer. A távcsövünk és az ég állapotának tesztelésére mindenesetre kitűnő célpontnak bizonyulhat, keresőtávcsövel könnyű megtalálni.



07144+2443 ENG 30AB

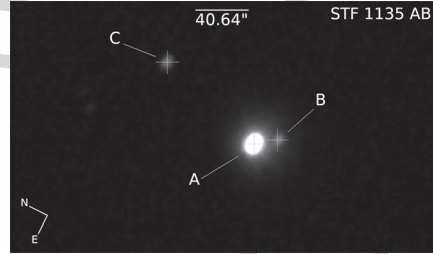
WDS 07144+2449 POU 2588

Bár nagyon sok párt találtam az 52 Geminorumról készült képeken, kiemelkedik közülük halványságával a POU 2588. Főcsillaga 13,6, a kísérő 14,5 magnitúdós. Alig láthatóak a képeken, de az Astroimagej mégis megbirkózott a kihívással, sikerült megmérni a pozíciószöveget és a szeparációt is ($14,95''$, $358,91^\circ$), melyek meglehetősen közel vannak a 2015-ben mért adatokhoz ($15,1''$ 357°).

WDS 07475+3325 STF1135AB (π Gem)

Szintén egy relatíve könnyen kereshető, jobb éjszakákon szabad szemmel is látható rendszer a π Geminorum, főcsillaga 5,3 magnitúdós. Mellette a B tag rendkívül halványnak hat, a fényességkülönbség tetemes, mintegy 6,3 magnitúdó. Ettől lesz igazán érdekes célpont. A harmadik kísérő szintén halvány, 11,2 magnitúdójú komponens.

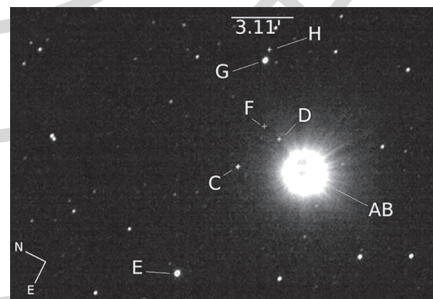
Szeparációjuk ($AB=19,6''$ és $AC=91,6''$) lehetővé teszi, hogy akár kistávcsövekkel is észlelhessük, ha megengedi az ég (szó szerint és átvitt értelemben is), közepes műszerekkel pedig szinte biztos a siker, feltéve, ha a jó végébe nézünk a távcsőnek!



07475+3325 STF1135

WDS 07393+0514 SHB 1 (Procyon)

Ez a felvétel az egyik kedvencem a sok közül, bár a főcsillag annyira fényes a többihez képest, hogy teljesen beégett a képen, ezért az AB tagok közti szeparációt és pozíciószöveget sajnos nem lehetett megmérni. Ez az ára annak, ha szeretnénk megörökíteni a halványabb komponenseket. Szerencsére ebben a többes rendszerben akad belőlük bőven! Az AB csillagok biztosan fizikai kapcsolatban vannak, az AC és az AG pedig biztosan nem. A többit érdemes lenne alaposabban szemügyre venni, a felfedezésük (XIX. és XX. század) óta nem vitték túlzásba a méréseiket, 5–10 hivatalos észlelést tart nyilván a WDS adatbázisa csillagpáronként. Ehhez képest a Procyont majd' százszor megmérték az évek alatt.



07393+0514 SHB 1

Tanulságok

Végezetül szeretnék megosztani néhány tapasztalatot azokkal, akik hasonló fába vágnák a fejszéjüket.

1. Az asztrometria futása sok időt vehet igénybe, ha kevés a csillag a látómezőben, vagy ha túl rövid az expozíciós idő. Állítsuk az alignment timeout-ot rövidebbre az Ekos beállításában.

2. A Kstars, mint minden program, le tud fagyni. Ilyenkor újra kell indítani az alkalmazást, vagy Pi-t. Minden esetben mentsük el a célpontjaink listáját a munka elején, hogy ha beütne a krach, vissza tudjunk állni a kiinduló pozícióba, és folytathassuk a megkezdett munkát. Csak annyi a dolgunk, hogy kivegyünk a listából azokat az objektumokat, amelyekkel már végeztünk. A 42 objektum fotózása alatt összesen kétszer volt „üzemzavar” a futás közben aznap este. Bár okos a szoftver, mégsem lehet teljesen magára hagyni, érdemes időről időre ellenőrizni, minden rendben van-e.

3. Nagyon sok képet feldolgozni nagyon sok idő. Lemásolni a gépről, stackelni mind-mind időrabló tevékenység, ezért aki első-sorban mérésre használja az eljárást, az igyekezzon spórolni a feldolgozáson, végül is nem művészi asztrofotókat készítünk. A legalapvetőbb zajsűrűsítés és egyéb eljárásokon túl (mint például a bias, flat és dark képek elkészítése) ne töltsünk ezzel sok időt, fő a pontos eredmény.

4. Több kép = pontosabb mérés. Vitán felül áll, mégis érdemes megemlíteni. Egy mérés nem mérés, az alsó határt öt kép átlagolt eredménye képi. A WDS is ennyi, vagy ennél több mérési pontot fogadott el.

5. Kevesebb objektum = több eredmény. „De miért?” kérdezhetnénk. 42 objektumot hetekig tartott feldolgoznom esténként. És ezt a kis robottávcső minden éjszaka képes lenne legyártani, ha tiszta lenne az ég és elindítanám. Ráadásul alkalmanként akár másik 30–40 objektumról. Kilátástalanul sok munka ez egy amatőr számára. Érdemesebb lehet négy-öt kettőscsillagot kiválasztani,

azokat lefényképezni és megmérni időről időre, akár éveken keresztül. Ha kitartóak vagyunk és rövid periódusú fizikai párokat választunk, néhány év alatt láthatóvá válik az elmozdulás, ahogy körtáncot járnak a láthatatlan tömegközéppont körül.

6. A kettőscsillagokkal remekül lehet gyakorolni az eljárást, jó képet kapunk a távcsövünk képességeiről, összehasonlíthatjuk az eredményeinket más amatőrökével, de akár a Gaia program adataival is. És bár kettősöket észlelni és mérni meglepően élvezetes tevékenység, maga az eljárás szinte bármilyen objektum esetében használható, ha a felszerelésünk képességei és az égbolt lehetővé teszik. A csillagpárokon szerzett gyakorlattal felvértezve aszteroidák nyomába eredhetünk, változócsillagokat figyelhetünk meg vagy épp extragalaktikus szupernóvák után kutathatunk kedvünk szerint.

Úgy gondolom, érdemes foglalkozni a témával, ahogy ezt teszi sok amatőr csillagász az amerikai kontinensen. Nem feltétlenül szükséges elérhetetlenül drága felszerelés ahhoz, hogy robottávcsövet építsünk magunknak, időre viszont annál inkább szükség van. Ez a kis eszköz igazán hatékony, ráadásul ha jól belekapaszkodom, egyszerre ki tudom vinni összeszerelve. Sokoldalú, többfajta megfigyelésre is alkalmas, amennyiben a cél nem a művészi asztrofotók készítése. Megfigyelhetőek és mérhetőek nemcsak kettősök, de változó csillagok is, kereshetünk nóvákat, üstökösöket, kisbolygókat egyaránt.

Számomra a fő tanulság az, hogy nem kell kishitűnek lenni és belenyugodni, hogy bizonyos technológiák (például egy robottávcső) elérhetetlenek számunkra. A technológia elérhetővé vált, a szoftverek ingyenesek, a megvalósításhoz szükséges számítástechnika pedig odáig fejlődött, hogy mára elér a zsebünkben. Használjuk ki ezt a potenciált! Az én utazásom a kettőscsillagokkal kezdődött, és valószínűleg a kisbolygókkal folytatódik majd.

Talabér Gergely

Jelenségnaptár Programajánló

A bolygók járása (január)

Merkúr: A hónap első felében megfigyelésre kedvező helyzetben van, napnyugta után kereshető az esti égen. 7-én van legnagyobb keleti kitérésben, $19,2^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával nyugszik a Nap után, idei első kedvező esti megfigyelhetőségét adva. Láthatósága 15-e után gyorsan romlik, 20-án már csak negyven perccel később nyugszik, mint a Nap. Ezután elvész az alkonyfényben, 23-án már első együttállásban van a Nappal. Gyorsan átkerül a hajnali égre, 25-én már fél órával a Nap előtt kel, a délkeleti ég alján kereshető. Láthatósága gyorsan javul, 31-én már egy órával kel hamarabb, mint a Nap.



A holdsarló, a Szaturnusz és a Merkúr látványos háromszöget alkot január 4-én, a délnyugati égen (16^h UT). Kép: Stellarium

Vénusz: A hónap elején még megfigyelhető napnyugta után, 1-jén még háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Láthatósága azonban gyorsan romlik, 8-án első együttállásban van a Nappal. 11-én már újra kereshető napkelte előtt a délkeleti ég alján, ekkor majdnem háromnegyed órával kel a Nap előtt. Gyorsan javul a láthatósága, a hónap végén két és negyed órával kel a Nap előtt, a hajnali délkeleti égen látszik erős fehér fényű égitestként. Fényessége $-4,2^m$ -ról

$-4,8^m$ -ra, átmérője $61''$ -ről $62,8''$ -re nő, majd $50''$ -re csökken, fázisa $0,02$ -ről $0,003$ -re csökken, majd $0,14$ -ra nő.

Mars: Előretartó mozgást végez az Ophiuchus, majd 19-étől a Sagittarius területén. Hajnalban kel, napkelte előtt kereshető a délkeleti ég alján. Látszó fényessége $1,5$ magnitúdó, vörös fénye segíti a megtalálását. Látszó átmérője $4,0''$ -ről $4,3''$ -re nő.

Jupiter: Az Aquariusban végez előretartó mozgást. A hónap folyamán napnyugta után kereshető a délnyugati ég alján, fényes égitestként. Az esti órákban nyugszik. Fényessége $-2,1$ magnitúdó, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Capricornus csillagképben. 1-jén még másfél órával a Nap után nyugszik, a hónap első napjaiban még kereshető a délnyugati ég alján. Ezután elvész a Nap sugaraiban. Fényessége $0,8^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg az Aries csillagképben, éjfél után nyugszik. Előbb hátráló, majd 18-ától előretartó mozgást végez.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez az Aquariusban. Késő este nyugszik.

Kaposvári Zoltán

Az év első meteorraja

A ma már nem létező Falikvadráns (Quadrans Muralis) csillagkép területén (a mai Ökörhajcsár (Bootes) csillagkép északi részén) levő radiáns irányából érkező meteorraj 2022-es maximuma rendkívül kedvező időpontban, szinte pontosan újholdnál következik be. A december 26. és január 16. között aktív raj szülőégiteste a 2003 EH1 jelű kisbolygó, amely a kutatók szerint a kínai, koreai és japán csillagászok által megfigyelt C/1490 Y1 üstökösrel lehetett kapcsolatban a régmúltban. Az α UMa-val és az Arcturusszal szinte egyenlő szárú derékszögű háromszöget alkotó radiáns (ez található

meteor

a háromszög derékszögénél) cirkumpoláris, 2022. január 3-án este 8 óra körül alsó delelésben van, 4-én hajnali 3 óra 60 fok körüli magasságba emelkedik. A mintegy 40 km/s sebességgel érkező rajtagok jellemzően halványabbak (3–6 magnitúdósak), így megfigyelésükhöz sötét égbolt ajánlott. Nyomot nem hagynak, de gyakoriak a viszonylag fényes tűzgömbök.



Landy-Gyebnár Mónika montázsa a 2019-es Quadrantida-maximum idejéről

Az IMO 2022-es meteorraj-kalendáriuma szerint a Quadrantidák maximuma január 3-án 20:40 UT-ra várható, a ZHR előrejelzett értéke 120 körüli, a valóságban a radiáns helyzetét figyelembe véve ennél jóval kevesebb meteor várható, azonban érdekesség, hogy gyakoriak lehetnek a rendkívül hosszú utat befutó rajtagok. A Quadrantidák észlelése mindenkor érdekes feladat Különösen érdekessé és fontossá teszi a raj követését a maximum rendkívül éles volta, ez akár csak néhány órán át tart. Észleljük az év első meteorraját akár egyénileg, akár – a várható hideg időjárásra való tekintettel – tervezett váltásokkal, a hagyományos vizuális módszer mellett fotografikusan, videós és rádiós módszerrel is!

Molnár Péter

Meteor csillagászati évkönyv 2022

Decemberben jelenik meg évkönyvünk sok-sok előrejelzéssel, érdekes ismeretterjesztő cikkel. 2022-es jelenségek, előrejelzések, évfordulók, továbbá cikkek, beszámolók a hazai csillagászati intézmények munkájáról.

A tagságukat 2022-re megújító MCSE-tagok, illetve az újonnan belépők az évköny-

vet tagilletményként kapják. A tagdíj összege 2022-re 10 000 Ft (illetménykiadványaink: Meteor csillagászati évkönyv 2022 és a Meteor c. egyesületi lap 2022-es számai). A tagdíjak banki átutalással rendezhetők, a teljes név és cím feltüntetésével: Magyar Csillagászati Egyesület, 62900177-16700448. A tagdíj rendezése bankkártyával is lehetséges (egbolt.mcse.hu).

A kötet külön is megrendelhető illetve megvásárolható, ára nem MCSE-tagok számára 4000 Ft + postaköltség. Terjedelme 292 oldal + 8 oldal színes melléklet. MCSE-tagok számára további példányok kedvezményes ára 2500 Ft + postaköltség (közvetlenül az MCSE-től rendelve, a Polaris Csillagvizsgálóban személyes vásárlásra is van lehetőség). Megrendelés: mcse@mcse.hu. Kérjük megadni a pontos számlázá-

si címet, ezt követően átutalásos számlát küldünk, majd az összeg beérkezése után postázzuk az évkönyvet.

Évkönyvünk kapható lesz a Budapesti Távcso Centrumban és a Makszutow.hu távcsoboltban, továbbá az országos könyvesbolt-hálózatok boltjaiban (az utóbbival kapcsolatban a boltok tudnak felvilágosítással szolgálni).



A tartalomról

A 2022-es Meteor csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetővel hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyégitestek stb.).

Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghoz, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak

további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: meteor.mcse.hu). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az észlelések.mcse.hu címen található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagásztörténeti érdekességek is színesítik.

Idei kötetünk cikkei között megemlékezünk a Magellán-felhők öt évszázaddal ezelőtti felfedezéséről és a kutatásukkal kapcsolatos eredményekről, olvashatunk a két törpegalaxissal kapcsolatos megfigyelésekről, az objektumok jelentőségéről a mai asztrofizikai kutatások szemszögéből (szerző: Szabados László). 450 évvel ezelőtt, 1572-ben tűnt fel az északi égbolton a híres Tycho-féle szupernóva, amely esemény tudományos világképünk formálódásában is jelentős szerepet játszott, nem mellesleg a csillag robbanását és az azt követő megfigyeléseket tekinthetjük a változócsillagászat kezdetének – amint azt megtudhatjuk Zsoldos Endre cikkéből. Van-e jég a Hold sarkvidékein? Kereszturi Ákos a Hold-kutatás egyik érdekes területét mutatja be cikkében, kicsit a jövőbe is pillantva, hiszen a tervezett expedíciók és a későbbi holdbázisok számára kulcsfontosságú körülmény a víz esetleges jelenléte. A csillagászati évkönyvek évszázadaiba vezet el minket Holl András – olvasók és szerkesztők számára egyaránt érdekes, miként alakult a csillagászati évkönyvek megjelenése Magyarországon és a nagyvilágban.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámoló zárja, továbbá megemlékezést is olvashatunk a 2021-ben elhunyt csillagászkokról: Balázs Béláról és Barcza Szabolcsról.

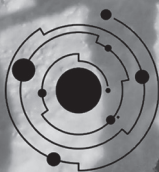
A címlapon Benei Balázs felvétele látható a 2020-as nyár szenzációjáról, a NEOWISE-üstökösről.

A Meteor csillagászati évkönyv 2022. évi kötetét december 16-án postázzuk mindazoknak, akik tagdíja legkésőbb december 13-ig beérkezett. Az ezt követő feladás 2022. január 11-én lesz.

MCSE

meteor

Téli
Távcsöves
Találkozó
Vértessboglár, 2022. január 28–30.



MAGYAR
CSILLAGÁSZATI
EGYESÜLET

Információk, jelentkezés:
www.mcse.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 és csütörtökön este (derült idő esetén). A belépődíj felnőtteknek 1900 Ft, diákoknak 1000 Ft.

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

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

Észlelőszakkör és tükröcsiszoló kör minden korosztály számára. **Gyermekek és ifjúsági szakkör.** A szakköri foglalkozásokon való részvétel feltétele az MCSE-tagság.

További információk: www.mcse.hu

Helyi csoportjaink, partnereink

Baja, Bácskai Csoport: Összejövételek szerdánként 17:30-tól Baján, a Tóth Kálmán utca 19. alatti bemutató csillagvizsgálóban. Hegedüs Tibor +36-20-9370-042, baja@electra.bajaobs.hu.

Debrecen: A MACSED összejövételei csütörtökönként 18 órától az Újkerti Közösségi Házban (a hónap első csütörtökén az Agórában). További információk: macsed.csillagpark.hu

Hajdúböszörmény: Minden hónap utolsó péntekjén 18 órától találkozó a Silye Gábor Művelődési Központban.

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

Eger: Kéthetente szakköri foglalkozás a Líceum Varázstornyában (Specula), az egri és környékbeli tagok számára. Információk: eger.mcse.hu

Esztergom: Az esztergomi Technika Házában minden szerdán 18 órakor találkoznak az MCSE-tagok.

Kiskun Csoport: Az aktuális programok Facebook-csoportunkban (MCSE Kiskun Csoport) találhatóak. Felvilágosítás telefonon: +36-30-248-8447

Miskolc: Programok a miskolci Dr. Szabó Gyula Bemutató Csillagvizsgálóban (csillagda-miskolc.hu). További felvilágosítás a csoporttal kapcsolatban Leitner Zsolttól: universe@hdsnet.hu

Pécs: Minden csütörtökön 17 órakor találkoznak a helyi MCSE-tagok a Zsolnay Kulturális Negyed planetáriumának előadótermében.

Szeged: Felvilágosítás Barna Barnabásnál, bbarna@titan.physx.u-szeged.hu, www.facebook.com/mcseszhs

Szolnok: A csoport foglalkozásaival kapcsolatban Szabó Szabolcs Zsolt ad felvilágosítást (gdaneo2m51@hotmail.com). További információk: <https://www.facebook.com/tit.szolnok.urania>

Zalaegerszeg: Felvilágosítás Csizmadia Szilárdnál, tel.: +36-70-283-5752, e-mail: zeta1@freemail.hu

MCSE 2022

A korábbi évek gyakorlatának megfelelően már az őszi beköszöntével kérjük tagjainkat, hogy a következő évre, tehát 2022-re is rendezzék tagdíjukat. A tapasztalatok szerint a tagdíjak rendezése több hónapon át elhúzódó folyamat, ezért kérjük, hogy aki teheti, minél előbb intézze tagdíjfizetését. Mindez megkönnyíti a tagnyilvántartással kapcsolatos munkánkat és 2022-re szóló Évkönyvünk gördülékeny postázását.

Mindenkit arra kérünk – jelenlegi és leendő tagjainkat is –, hogy a jól ismert sárga csekk helyett lehetőleg **banki átutalással egyenlítsék ki tagdíjukat**. A banki átutalás nemcsak korszerűbb, hanem gyorsabb is, mint a sárga csekkes befizetés, emellett a banki rendszerben könnyebben visszakereshető. Banki átutalás esetén kérjük, hogy a megjegyzés rovatban minden esetben adják meg *teljes lakcímüket* is (kérjük, külön jelezzék azt is, ha időközben változás történt a lakcímében)!

Természetesen akinek kényelmesebb, továbbra is használhatja a korábban kiküldött sárga csekket, kérjük, hogy olvashatóan, lehetőleg *nyomtatott betűkkel* tüntessék fel nevüket és teljes címüket.

Az MCSE bankszámlaszáma:
62900177-16700448

A tagdíj rendezésére immár bankkártyás utalással is van lehetőség, további információk: **egbolt.mcse.hu**.

A *rendes tagdíj* összege 2022-re 10 000 Ft. Rendes tagjaink illetménye a Meteor 2022-es évfolyama és a Meteor csillagászati évkönyv 2022. c. kötet. Szlovákiában, Romániában és Szerbiában élő tagtársaink számára a 2022-es tagdíj összege megegyezik a magyarországival, vagyis 10 000 Ft (ezekbe az országokba meg tudjuk szervezni kiadványaink alternatív kijuttatását). Más országokban élő amatőrtársaink számára az MCSE-tagdíj összege 2022-re 21 500 Ft (a külföldre történő feladás rendkívül magas költségei miatt).

Az *ifjúsági tagdíj* igen kedvezményes, a *rendes tagdíj* 50%-a, 5000 Ft. Ezt a kategóriát azok a fiatalok választhatják, akik 26. életévüket még nem töltötték be, és közoktatási vagy felsőoktatási intézmény nappali tagozatán tanulnak.

A *családi tagság* az egy háztartásban élő, legfeljebb két felnőttre és két, 14. életévét még be nem töltött gyermekre vonatkozhat. A család valamennyi tagja részesülhet a tagokat megillető kedvezményekben, azzal a megkötéssel, hogy a család számára 1 példány Csillagászati évkönyvet és 1 évfolyam Meteorot juttatunk illetményként. A családi tagsággal a gyermekeket nevelő „csillagász családokat” kívánjuk támogatni. A családi tagdíj összege a *rendes tagsági díj* 150%-a, 2022-re 15 000 Ft (ennél nagyobb összeg is befizethető családi tagdíjként).

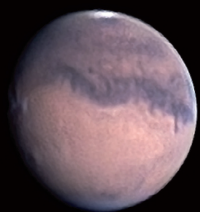
Nem tagok számára a Meteor 2022-es évfolyamának előfizetési díja 10 080 Ft, a Meteor csillagászati évkönyv 2022. évi kötete pedig 4000 Ft. Mindazok tehát, akik a *rendes MCSE-tagságot* választják, 4080 Ft-ot takarítanak meg.

A Meteor csillagászati évkönyv 2022. évi kötetét várhatóan december közepétől kezdjük el postázni mindazoknak, akik addig a jövő évre is megújítják tagságukat.

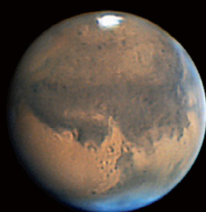
Tagjaink ingyenesen vehetnek részt a Polaris Csillagvizsgáló programjain, továbbá kedvezményesen látogathatják a Pannon Csillagdát és a Svábhegyi Csillagvizsgálót, valamint 5%-os kedvezménnyel vásárolhatnak SkyWatcher gyártmányú távcsöveket és mechanikákat a Budapesti Távcső Centrumban.

Budapestiek és Budapest környékiek személyesen is rendezhetik tagdíjukat a Polaris Csillagvizsgáló esti ügyeletein (amennyiben a járványhelyzet megengedi ügyeletek tartását).

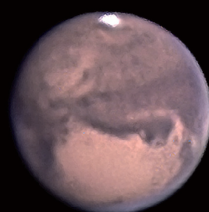
Magyar Csillagászati Egyesület



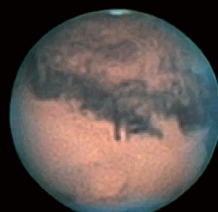
2020.09.05. 00:22UT CM: 166°
Gulyás Krisztián



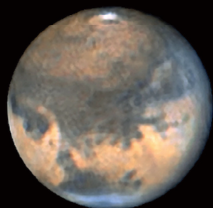
2020.09.23. 00:32UT CM: 5°
Farkasréti György



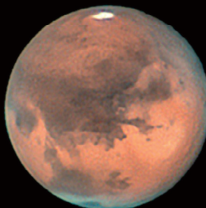
2020.09.24. 23:17UT CM: 329°
Szitkay Gábor



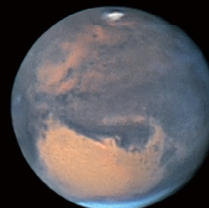
2020.10.07. 23:45UT CM: 221°
Kereszty Zsolt



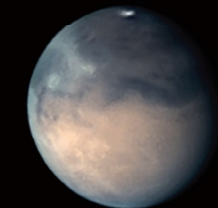
2020.10.22. 20:46UT CM: 45°
Szántó Szabolcs



2020.10.22. 21:23UT CM: 54°
Szulovszky András



2020.10.27. 19:58UT CM: 349°
Csabai István

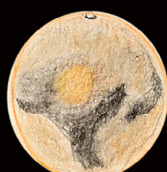


2020.11.17. 18:41UT CM: 141°
Csabai István

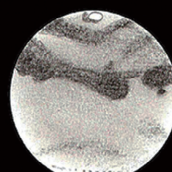
A 2020-as Mars-oppozíció



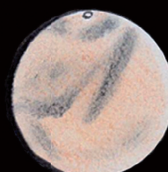
2020.09.05. 02:45UT CM: 200,3°
Kőszegi Attila



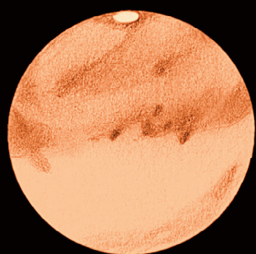
2020.11.06. 21:40UT CM: 284°
Marjai Zsolt



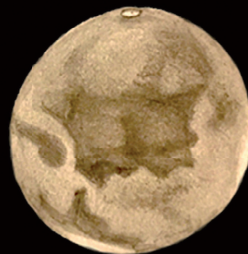
2020.11.08. 18:34UT CM: 229,2°
Görgei Zoltán



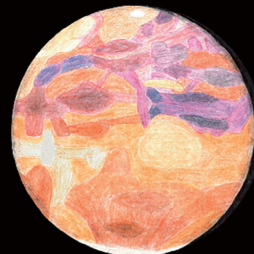
2020.11.09. 20:03UT CM: 235,3°
Kárpáti Ádám



2020.10.09. 18:23UT CM: 125°
Cseh Viktor



2020.10.23. 20:40UT CM: 35°
Babcsán Gábor



2020.11.21. 20:00UT CM: 130,3°
Kiss Áron Keve



Az LBN 1165 jelű sötétköd Horváth Attila Róbert felvételén, amely a győri Csillagvizsgálóban készült. EQ6 mechanika, 250/1000 karbon Newton, Canon 550D fényképezőgép, 75×5 perc expozíció, ISO 800 érzékenység

A hónap képe

67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös és a Rák-köd (M1) közelsége 2021. október 9-én hajnalban.
Szendrői Gábor felvétele közepes légköri viszonyok mellett készült (100/635 apokromát,
Canon EOS 700D, ISO 1600, 34×120 s expozíció)





Kaposfői Tejút, Andromeda-galaxis és a hulló Perseidák. Schmall Rafael felvétele az augusztus 12/13-i meteorhullásról



Az N44 jelzésű komplex ködösség a Hubble-űrtávcső felvételén (NASA, ESA, V. Ksoll és D. Gouliermis (Universität Heidelberg), et al.; Gladys Kober (NASA/Catholic University of America))



A Kepler-űrtávcső a szerelőcsarnokban,
2009 februárjában a Delta II hordozórakéta
harmadik fokozatára való rögzítés előtt
(fotó: NASA/Troy Cryder)



A nyugvó Tejút-centrum Schmall Rafael felvételén. Trahütten, Ausztria, 2021. szeptember 10.,
Canon EOS 6D, Samyang 135 mm f/2, Sky-Watcher Star Adventurer (17×75 s, ISO 3200, f/4).
Illusztráció Ausztria asztrófotós szemmel című cikkünkhöz