

CSILLAGÁSZATI FOLYÓIRAT

319607

# ANDROMEDA



Ár: 115 Ft

1993. I. évf. 5. szám

A CSILLAGÁSZAT ALAPJAI

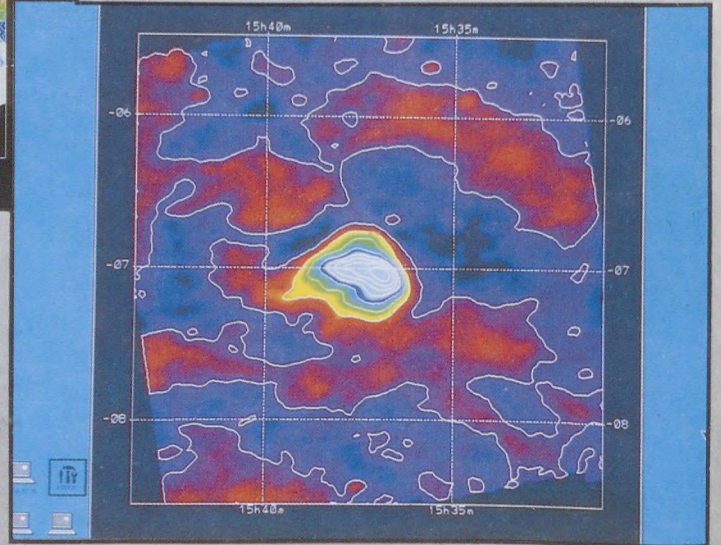
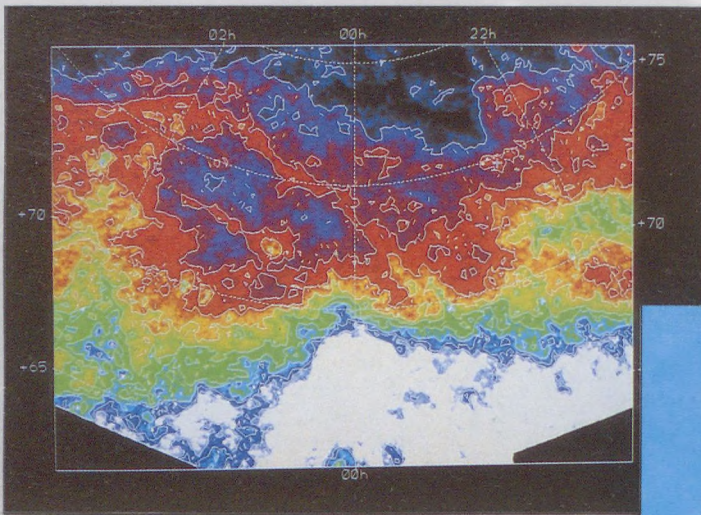
PLANETOFIZIKAI TÁBLÁZATOK

CSILLAGKELETKEZÉSI HELYEK SOKHULLÁMHOSSZÚ ÉSZLELÉSE

FÉNYES SZUPERNOVA AZ M81-BEN

SAJNOVICS JÁNOS EMLÉKEZETE

HU-ISSN 1216-8297

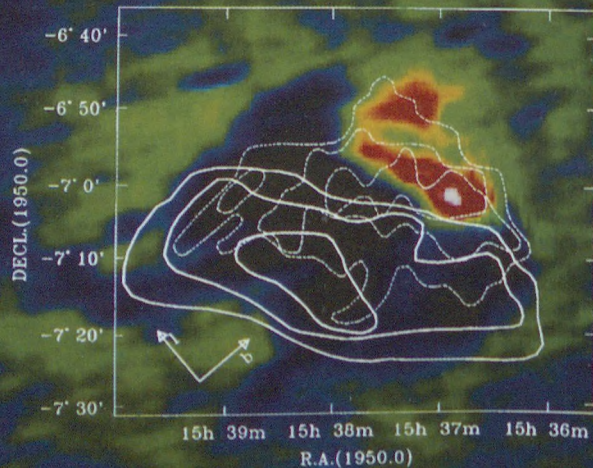
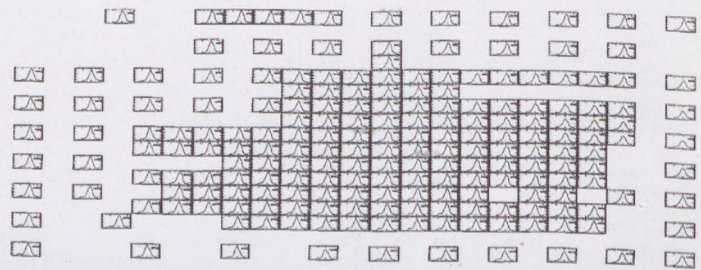


1. kép  
100  $\mu$ m-es intenzitástérkép (ISSA) a Cepheus és Cassiopeia csillagképek irányából. Kontúrok 5 MJy/sr-onként.

2. kép  
100  $\mu$ m-es intenzitástérkép (IRAS, FRESKO) a L1780 irányában. Kontúrok 2,5 MJy/sr-onként.

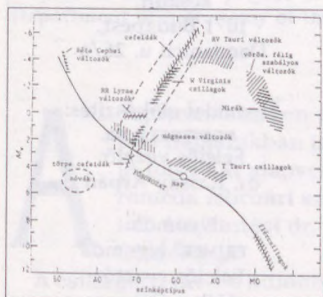
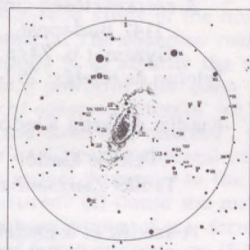
3. ábra (fekete-fehér)  
HI 21 cm-es rádió spektrumok a L1780 jelű csillagközi felhő irányából. A mérést prof. Kalevi Mattila végezte az effelsbergi 100 m-es rádiótávcsővel.

3. kép  
100  $\mu$ m-es többlet intenzitás (IRAS, FRESKO) a L1780 felhő irányából. A képre rajzolt kontúr vonalak a HI 21 cm-es sugárzás maximumát



A színes felvételek ISSA (IRAS Sky Survey Atlas) és IRAS, FRESKO (Full Resolution Coadded Image) file-ok felhasználásával készültek az MTA Csillagászati Kutatóintézetében. ISSA and IRAS, FRESKO are products of IPAC Caltech (IPAC is founded by NASA as part of the IRAS extended mission under contract to JPL)

## TARTALOM



Tóth L. Viktor	Csillagkeletkezési helyek sokhullámhosszú észlelése	3
Illés Erzsébet	Planetofizikai táblázatok I. A bolygók	8
Szabados László	Miért fontos a változócsillagászat?	10
Pásztor Emília	Észak-Európa megalitikus építményei	14
id. Nagy Rezső–Nagy Rezső	Sajnovics János emlékezete	19
Marik Miklós	A csillagászat alapjai I. Világszemléletünk kialakulása	21
Mizser Attila	Fényes szupernóva az M81-ben	24
Both Előd	Égzsilánkok	27
Csaba György Gábor	A hónap égboltja	28
Csaba György Gábor	Évfordulónaptár	31
	Asztro-totó	32
	A TV2 műsorajánlata	32

A borítón: A Jupiter bolygó. A Voyager-űrszonda felvétele (NASA fotó)

A poszteren: 100  $\mu\text{m}$ -es többletintenzitás a Cepheus–Cassiopeia óriásbuborék irányából (Lásd Tóth L. Viktor cikkét.) A színes felvételek ISSA (IRAS Sky Survey Atlas) és IRAS FRESCO (Full Resolution Coadded Image) file-ok felhasználásával készültek az MTA Csillagászati Kutatóintézetében.

A hátsó borító belső oldalán: A Föld a Holdról (NASA-felvétel)

A hátsó borítón: M31 (Andromeda). 4/300-as teleobjektív, Konica 3200-as negatív, 7 perc expozíció. (Rózsa Ferenc felvétele, Ráktanya)

## E SZÁMUNK SZERZŐI

dr. Both Előd csillagász	Magyar Űrkutatási Iroda, Budapest
Csaba György Gábor középiskolai tanár, csillagász	Veres Péter Gimnázium, Budapest
Illés Erzsébet csillagász	MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
dr. Marik Miklós tanszékvezető egyetemi docens	ELTE TTK Csillagászati Tanszék
Mizser Attila	Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest
Nagy Rezső főiskolai adjunktus	Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Számítógéptechnikai Intézete, Székesfehérvár
dr. Nagy Rezső nyugalmazott középiskolai tanár	Székesfehérvár
Pásztor Emília régész-csillagász	Intercisa Múzeum, Dunaújváros, ELTE TTK Csillagászati Tanszék
dr. Szabados László tudományos kutató	MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
Tóth L. Viktor csillagász	ELTE TTK Csillagászati Tanszék

## REVIEW CONTENTS

Viktor L. Tóth	The interstellar matter in nearby regions	3
Erzsébet Illés	Table of planetophysical data I. Planets	8
László Szabados	Importance of the variable star research	10
Emília Pásztor	Archeoastronomy	14
Miklós Marik	Astronomy for beginners	21
Attila Mizser	Bright SN in M81	24



Megjelenik havonta

I. évfolyam 5. szám

1993 május

Főszerkesztő:

Orha Zoltán

Olvasószerkesztő:

Bodó Klára

A szerkesztőség

munkatársai:

Hajdu Judit, Surek György

Művészeti vezető:

Golovics Lajos

A szerkesztőség címe:

1147 Budapest,

Gyarmat u. 74/a

Telefon és telefax: 252-1775

Kiadja: A Tertia Kiadói BT.

Felelős kiadó:

Tamás Zsuzsanna

A szedés és a tördelés  
a Larex Design Stúdióban  
készült.

1071 Budapest,

Damjanich u. 26/a

Nyomdai előkészítés:

**PRINTSELF Kft.**

Felelős vezető:

dr. Kassay Árpád

Nyomda:

**PRJMER®** Nyomda

Felelős vezető:

Héber Gábor

ISSN: 1216-8297

Terjeszti a

Magyar Posta

és az

Extra Hír Kft.

Megrendelhető a  
szerkesztőség címére  
eljuttatott megrendelőlapon,  
előfizethető postai  
utalványon.

Előfizetési díj:  
negyedévre 354 forint,  
fél évre 708 forint,  
egy évre 1416 forint.

A kéziratokat megőrizzük és  
kérésre visszaküldjük.

A hirdetési feltételekről  
levélben vagy telefonon  
készséggel adunk  
felvilágosítást.

A folyóirat megjelenését a  
József Attila Alapítvány  
támogatásával segítette.



# CSILLAGKELETKEZÉSI HELYEK SOKHULLÁMHOSSZÚ ÉSZLELÉSE

TÓTH L. VIKTOR

THE INTERSTELLAR MATTER IN NEARBY REGIONS  
(Multiwavelength observations of star forming regions)

Two dimensional (i.e. imaging) observations have important role in modern astronomy, particularly in the field of star formation when one investigates extended objects. Image type data are available practically in all wavelength ranges from X-ray (eg. ROSAT) through optical CCD images to HI (21 cm) and CO (2,6 mm) surveys.

A simultaneous study of the multiwavelength database is required in learning the structure and physical processes of the objects. The observed reality is a superposition of physically different structures. The aim of multiwavelength observations is to identify the acting physical effects, and separate the substructures. Multidimensional statistics (MDS) is a powerful tool when the number of measured variables (eg. intensities at several wavelengths), and the number of observed "objects" (eg. pixels or gridpoints of a map) are large. In optimum case there is a linear combination behind the observed "mixture", then MDS may provide not only a clear, unbiased view on the data, but may help to find the background physical variables.

We may expect answers to the following questions using MDS: (1) Is the number of hidden variables smaller than the measured? (2) Could the number of observed objects be reduced?

In our investigations of star forming regions we successfully performed cluster analysis, principal component analysis (PCA) and factor analysis on IRAS and radio line data. (See Murtagh and Heck 1987 for MDS methods.) This research is part of the joint project of the Konkoly Observatory, Budapest, the Helsinki University Observatory and the Department of Astronomy of the L. Eötvös University, Budapest.

**A** Tejtrendszerben és a spirális galaxisokban napjainkban is keletkeznek csillagok. (A folyamat alapvető jelenségeiről az Andromeda februári számában talál összefoglaló áttekintést dr. Kun Máriától a Tisztelt Olvasó.)

A csillagkeletkezés különböző aktivitással és időbeni fejlődéssel zajlik galaxisunk korongjában. Az asztrofizika egy ága azt vizsgálja, hogy melyek a csillagkeletkezést megindító és szabályozó hatások, és milyen fizikai modellekkel írható le a soksínű csillagkeletkezés.

Ehhez az elméleti kutatáshoz elengedhetetlen, hogy a konkrét csillagkeletkezési helyeken uralkodó fizikai viszonyokat minél pontosabban meghatározzuk méréseink alapján.

A csillagkeletkezés alapanyaga a csillagközi anyag. Ez nem homogén eloszlású, hanem sűrűbb csomókba gyűlve ún. hierarchikus felhő struktúrát mutat. Ennek egységei vázlatosan, az egymásba ágyazottság sorrendjében: HI szuperfelhők, óriás molekulafelhők, molekulafelhők, felhőmagok, protocsillagok.

Tekintve, hogy ezen objektumok térbeli méretei „nagyok” (néhány tized parszektól néhány száz parszekig), a megfelelően közeli objektumok már pár ívperc szögfelbontással észlelve sem pontszerűek. (Például egy 0,3 pc átmérőjű felhőmagot kb. 1 kpc távolságból látunk 1 ívperc szög alatt.) Ezért térképező mérést végzünk. A látóirányban különböző távolságban elhelyezkedő objektumok épp kiterjedt voltuk miatt egymásra vetülnek. Azaz az

észlelő egy adott irányban több objektum egy-egy részletéről érkező sugárzás keverékét méri. Mint-hogy ezen objektumok várhatóan különböző fizikai paraméterekkel rendelkeznek, az egyes hullámhosszakon különböző megjelenésűek lesznek. (Például két, a látóirányba eső, különböző hőmérsékletű csillagközi felhő közül a melegebb a rövidebb, a hidegebb a hosszabb infravörös hullámhosszakon sugározza ki energiája javát. Vagy mivel a felhők a Galaxis különböző helyein vannak, tangenciális sebesség-komponensük várhatóan különböző, ezért az általuk kibocsájtott rádióspektrumban a Doppler-eltolódások különbözőek lesznek.)

Az objektumokat leíró fizikai mennyiségek az észlelő számára ún. „rejtett” paraméterek, melyeknek csak következményeit ismerjük. A fizikai valóság megismerése céljából méréseinket megfelelően sok hullámsávban végezzük és adatainkat olyan analízisnek vetjük alá, hogy lehetőség szerint a rejtett paraméterekről minél többet megtudjunk.

A mért és/vagy mérésből számított adatok feldolgozásának célja, hogy szétválasszuk az alrendszereket, és meghatározzuk ezek fizikai paramétereit. (Például a csillagközi felhőket azonosítjuk és meghatározzuk hőmérsékletüket, sűrűségüket, kémiai összetételüket stb.)

Látni fogjuk, hogy ezen analízis során előnyöket jelenthet többváltozós matematikai statisztikai módszerek alkalmazása. (A matematikai statisztika hazánkban is magas szinten művelt diszciplína, ezért az érdeklődők magyar nyelven is megismerkedhetnek a módszerek matematikai hátterével,

melyre itt nem térünk ki.) A következő két kérdésre várunk választ a többváltozós statisztikai módszerektől:

1. Kiseb-e a rejtett változók száma a mérhetőek számánál?
2. Csökkenthető-e az észlelt objektumok száma? (Az analízis kezdetén minden egyes képpont vagy rácspont a térképen egy objektum, míg valójában ezek csoportjai mutatnak egy-egy valódi objektumot.)

A továbbiakban kép- (térkép-)szerű adatokat és feldolgozásukkal kapott eredményeket mutatunk be a csillagközi anyag Naprendszerhez közeli (100 pc–1 kpc) szerkezetéről. A struktúrákat kis és nagyobb skálájú instabilitások alakították ki, melyek a csillagkeletkezés gerjesztői (ezek nyomán alakulhat ki egy kompakt objektum, a csillag a nála átlagosan több mint húsz nagyságrenddel ritkább csillagközi gázból). Az ilyen instabilitások nyomait és a kiváltó okokat kutattuk a Perseus–Taurus, Cepheus–Cassiopeia és Mérleg csillagképek irányában.

A felhasznált adatokra jellemző, hogy egy-egy égi terület nagyjából rácsszerűen elhelyezkedő pontjaiban ismerünk egy vagy több hullámhosszon intenzitásértékeket. A képpontok vagy pixelek két koordinátával (égi, vagy képkoordináta) adottak, így aszerint, hogy 1, 2, 3 stb. különböző hullámhosszon mértünk, 2+1, 2+2, 2+3 stb. „dimenziós” problémával állunk szemben. Alábbi kérdéseink megválaszolásához egyre több dimenzió egyidejű „látása” lesz szükséges.

1. KÉRDÉS: (2+1 dim.) *Hogyan helyezkednek el a porfelhők a Cepheus-Cassiopeia csillagképek irányában?*

(Azaz, merre van a sugárzó közeg?)

A csillagközi por után kutatva kihasználjuk, hogy a Galaxisunk „poros” csillagközi felhőiben található nagyobb (10–100 nm) porszemcsék termikus sugárzását távoli infravörös tartományban (50–200  $\mu\text{m}$ ) észlelhetjük. Az IRAS (Infrared Astronomical Satellite – az égboltot 12, 25, 60 és 100  $\mu\text{m}$  hullámhosszakon feltérképező műhold) 100  $\mu\text{m}$ -es (azaz 100  $\mu\text{m}$  hullámhosszon mért) intenzitásértékei 5-6 ívperces fizikai felbontással tájékoztatnak (lényegében) a csillagközi poreloszlásról.

Az 1. képen (lásd a borító belső oldalán) a Cepheus és Cassiopeia csillagképek irányában mért 100  $\mu\text{m}$ -es intenzitás eloszlását láthatjuk. A mozaikkép hat darab, egyenként 1 Mbyte-os ISSA (ISSA = IRAS Sky Survey Atlas) file felhasználásával készült. A kép kb. 900x700 pixel 1,5' felbontással kb. a  $110^\circ < l < 130^\circ$ ;  $2^\circ < b < 20^\circ$  galaktikus koordinátákkal határolt égi területet mutatja. A képen égi egyenlítői koordináta-háló könnyíti a tájékozódást. Az intenzitásértékek mély kéktől zöld és vörösön át fehérig; 0-tól 500 MJy/sr-ig növekednek. A kép bal (K-i), illetve jobb (Ny-i) szélén feltűnő Cassiopeia, illetve Cepheus Flare óriás molekulafelhők között egy kb. 15 fok átmérőjű alacsonyabb intenzitású terület látható. Az ilyen ritkulások a csillagközi anyagban óriás szupernóva buborékokat jeleznek. Később látjuk majd, hogy minden bizonnyal itt is erről van szó.

További információ szükséges, hogy a valódi struktúrákat felfedjük.

2. KÉRDÉS: (2+2 dim.) *Merre találunk hideg port? (Ez a sűrű gerjesztő sugárzások elől leárnnyékolt csillagközi anyagnak, a csillagkeletkezés bölcsőtnek nyomjelzője.)*

R. Laureijs és munkatársai (1988) nyomán a hideg port az átlagosnál erősebb 100  $\mu\text{m}$ -es emissziójú területeken keressük. Ott, ahol az I(100)/I(60) intenzitásarány az átlagos értéknél (ez kb. 5) magasabb. I(60), ill. I(100) a 60, ill. 100  $\mu\text{m}$  hullámhosszakon mért intenzitások.

A poszteren látható kép az I(100)-5xI(60) képpel számolt 100  $\mu\text{m}$ -es többlet sugárzás eloszlását mutatja. (Ezzel egy-egy képpontban már két intenzitásértéket tudunk figyelembe venni.) A képen jobbról balra (Ny–K irányban) az 1. kép egy részlete, a Cepheus Flare óriás molekulafelhő széle, a ritkább régió és a Cassiopeia molekulafelhői láthatók. A kép közepén az átlagosnál 4-6 MJy/sr-nal alacsonyabb értékek jelzik, hogy ebben az irányban kevesebb a hideg por. A ritkább régió határain azonban a fehérrel színezett foltok sűrű hideg felhőkre utalnak. (A felhőkben lévő por leárnnyékolja a környező csillagok sugárzását, ezért a sűrűbb felhők belseje hidegebb.)

A ritkulás modellezhető egy buborékkal, mely egy vagy több benne robbant szupernóva energiájának felhasználásával a környező csillagközi anyagba tágul, szélein helyi sűrűsödéseket hozva létre. Hipotézisünk igazolásához szükséges lenne a felhők kinematikai leírása is. Spektrális rádiócsillagászati adatokat kellene szimultán elemeznünk az IRAS adatokkal. Az ehhez szükséges módszereket további példák (kérdések) során mutatjuk be.

3. KÉRDÉS: (2+4 dim.) *Milyen infravörös emissziója van a Perseus Taurus csillagképek néhány ismert alrendszerének?*

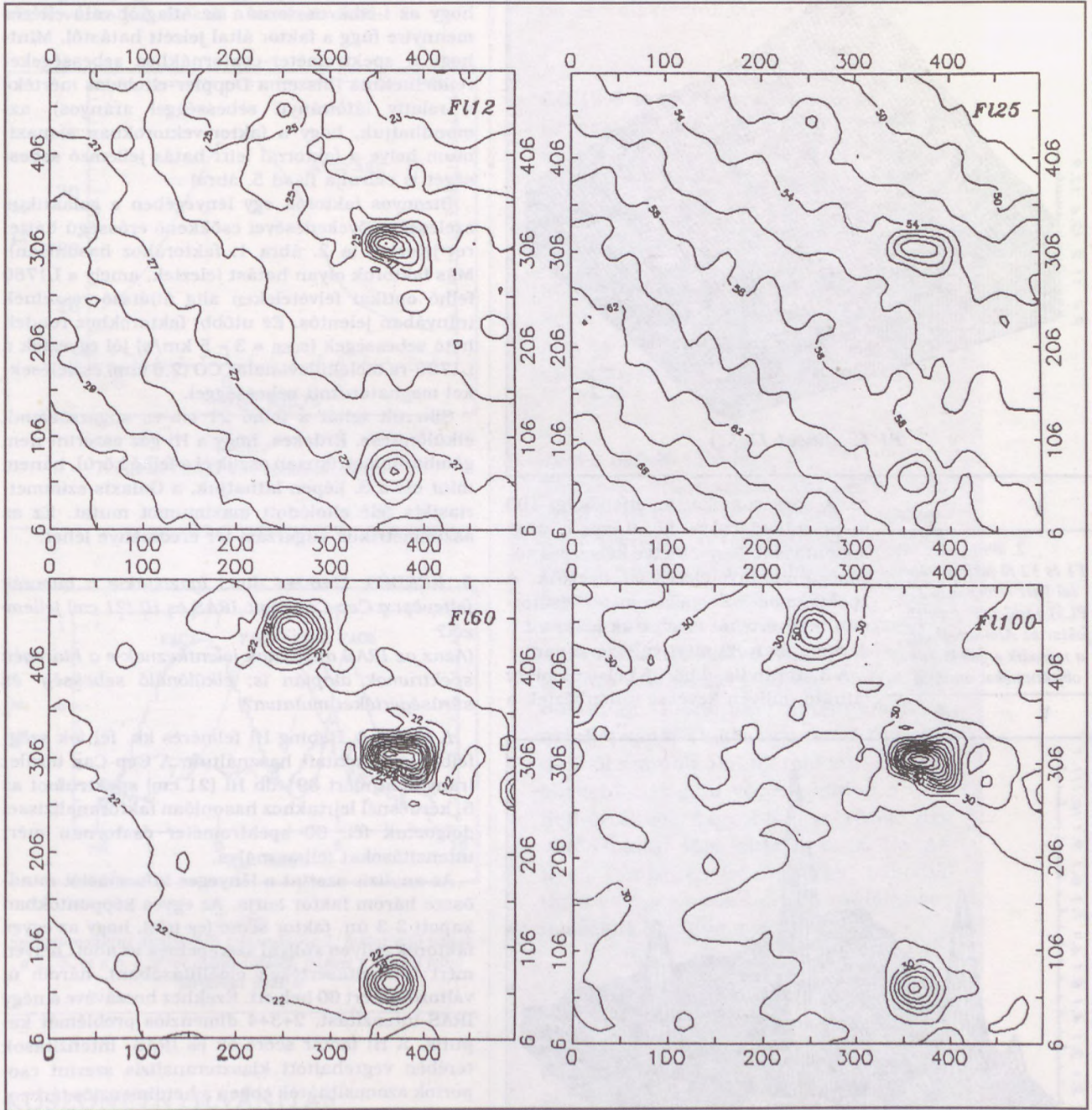
(Azaz, hogyan különíthetjük el az ezen irányból érkező infravörös sugárzásból például a Pleiadok, vagy a California-köd járulékát.)

Mind a négy rendelkezésre álló hullámsávot használjuk az IRAS adatokból. Az 1. ábra az IRAS adatbázis 12, 25, 60, 100  $\mu\text{m}$ -es PL51 jelű ún. Sky Flux Map-jeinek mintavételezésével készült. A kontúrtérképek 16,5 fok x 16,5 fok területet mutatnak, a koordináták IRAS kép-koordináták. Az erős források fentről lefelé (É–D): IC1348, California-köd, Pleiadok. Az 1. ábra négy mezőjét szemlélve különösen a 12, 25 és 60  $\mu\text{m}$ -es intenzitás-eloszlásban szembeötlő a jobb felsőtől a bal alsó sarok felé (ÉNy–DK) növekvő trend.

Hogy ezt a háttérrel vagy előteret elkülönítsük a galaktikus források sugárzásától, a többváltozós statisztika egy módszerét, a főkomponens analízist alkalmazzuk. Lényegében azt keressük, hogy van-e lineáris kapcsolat a négy intenzitásérték mint változók között. Megfelelően nagy korrelációk esetén esetleg kevesebb változóval is leírhatjuk a képek által hordozott információt. Az analízis eredményeként kapott ún. „fő faktorok” az input változók (itt intenzitások) lineáris kombinációi. Az első, leglényegesebb faktor a 2. ábra szerint az előtér-háttér,

a második faktor a vizsgálandó objektumok sugárzásáról ad számot. A faktorokat előállító együtthatókat felhasználva „színindexeket” képezhetünk, s a faktorokhoz színhőmérsékleteket is rendelhetünk. A trendet kiválóan visszaadó 1. faktor kb.

képpontban nem négy, hanem több mért változó értéke adott. Ha ezek nem lineárisan függetlenek, faktoranalízissel (ennek egy speciális fajtája a főkomponens-analízis) legalábbis egy áttekinthetőbb képet kaphatunk.



1. ábra

15, 25, 60, 100  $\mu\text{m}$ -es intenzitás eloszlása az IRAS mérései alapján a PL51 jelű Perseus–Taurus területen (Balázs L. G., Tóth L. V.: 1991)

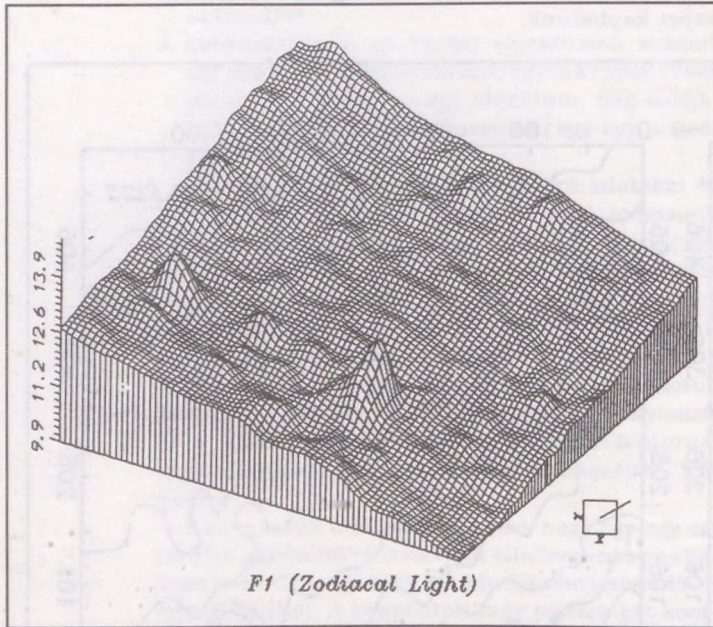
180 K a 2. faktor kb. 35 K hőmérsékletű porra utal. Eszerint a zavaró sugárzás előtér, nem más mint az Állatövi-fény, és a 2. faktor a galaktikus porra jellemző emissziót jelez vizsgált három objektumunk irányából.

Az IRAS képek feldolgozására bemutatott módszer azonban akkor is alkalmazható, ha egy-egy

4. KÉRDÉS: (2+82 dim) Hogyan oszlik el az L1780 jelű csillagközi felhő környezetében a HI gáz? (Azaz, hogyan lehet elkülöníteni az atomos hidrogéngáz L1780 sötét felhő irányában mért 21 cm-es sugárzásának spektrumában a felhő járulékát?)

Az optikai felvételeken sötét felhőként azonosított objektum B. T. Lynds katalógusában (1962) a

1780-as számot viseli. Az 1-6 magnitúdó extinkciót mutató felhő irányában és környékén 209 pozícióban mért HI (21 cm) spektrum áll rendelkezésünkre.

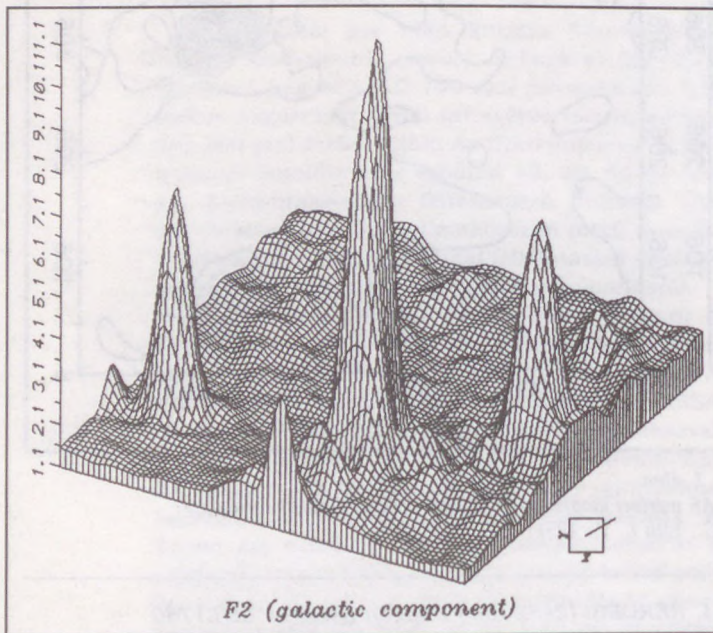


F1 (Zodiacal Light)

2. ábra.  
F1 és F2 fő faktorok által leírt információ a PL51 területen. Az első faktor az Állatövi-fényt, a második a galaktikus objektumokat mutatja

re. A spektrumokat az effelsbergi 100 m-es rádiótávcsővel kb. 9 ívperc szögfelbontással, (egy-, illetve kétszeres sűrűségű mintavételezéssel) nyertük. A spektrumok 82 spektrométer csatornán mért értékét elemeztük (azaz minden pontban 82 mért változónk van).

A 3. ábrán (lásd borító belső oldalán) látható, milyen kevésbé különböztek a



F2 (galactic component)

kapott spektrumok. A majdnem Gauss-görbe alakú vonalakon egy enyhe vörös oldali többlet árulkodik csak a felhőről. A hagyományos módszerekkel ez nem lenne eredményesen elkülöníthető a háttér spektrumától. Többváltozós statisztika segíthet,

hiszen a szomszédos spektrométer-csatornákon mért intenzitások közt erős korreláció van. Faktoranalízissel meghatároztuk az átlagspektrumtól (lásd 4. ábra) való eltérés fő összetevőit. A faktorok mint vektorok 82 együtthatóból álló számsorokként szerepeltethetők, ahol az  $i$ -edik együttható jelzi, hogy az  $i$ -edik csatornán az átlagtól való eltérés mennyire függ a faktor által jelzett hatástól. Mint-hogy a spektrométer-csatornához sebességeket rendelhetünk (hiszen a Doppler-eltolódás mértéke a relatív látóirányú sebességgel arányos), azt mondhatjuk, hogy a faktor-vektorokban a maximum helye a faktorialt leírt hatás jellemző sebességét is elárulja (lásd 5. ábra).

Bizonyos faktorok egy lényegében a galaktikus szélesség növekedésével csökkenő erősségű hátteret jeleztek (a 2. ábra 1. faktorához hasonlóan). Más faktorok olyan hatást jeleztek, amely a L1780 felhő optikai felvételeken alig átlátszó részeinek irányában jelentős. Ez utóbbi faktorokhoz rendelhető sebességek ( $v_{LSR} = 3 - 5$  km/s) jól egyeztek a L1780-ra molekulasávok (2,6 mm) észlelésekkel meghatározott sebességgel.

Sikerült tehát a felhő 21 cm-es sugárzásának elkülönítése. Érdekes, hogy a HI gáz eszerint nem gömbszimmetrikusan oszlik el a felhő körül, hanem mint ezt a 3. képen láthatjuk, a Galaxis szimmetriáskja felé eltolódott maximumot mutat. Ez az aszimmetrikus sugárzási tér eredménye lehet.

5. KÉRDÉS: (2+60+4 dim.) Igazolják-e a buborék feltevést a Cep-Cas régió IRAS és HI (21 cm) jellemzői?

(Azaz az IRAS alakzatok jelentkezők-e a hidrogén spektrumok alapján is; elkülönülő sebesség- és sűrűségértéket mutatva?)

A Heiles & Habing HI felmérés kb. fél fok szögfelbontású adatait használtuk. A Cep-Cas terület irányában mért 891 db HI (21 cm) spektrumot az 5. kérdésnél leírtakhoz hasonlóan faktoranalízissel dolgoztuk fel, 60 spektrométer csatornán mért intenzitásokat felhasználva.

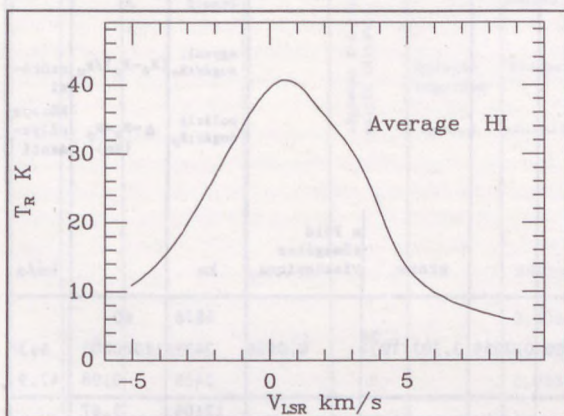
Az analízis szerint a lényeges információt mindössze három faktor leírja. Az egyes képpontokban kapott 3-3 ún. faktor score (ez jelzi, hogy az egyes faktorok milyen súllyal szerepelnek az adott helyen mért intenzitásértékek előállításában), három új változó a mért 60 helyett. Ezekhez hozzávéve a négy IRAS-intenzitást, 2+3+4 dimenziós problémát kapunk. A HI faktor score-ok és IRAS-intenzitások terében végrehajtott klaszteranalízis szerint csoportok azonosíthatók ebben a hétdimenziós térben. Vizsgáltuk a csoportoknak az égboltra vetített eloszlását. Egy-egy csoport elemei az égbolton is hasonló irányokban látszanak. A csoportok kirajzolják a Cep-Cas buborékot, és a csoportoknak megfelelő HI spektrumok is egy buborékkszerű űr létét jelzik. Hasonló eredményt kaptak I. Grenier és munkatársai CO és lágyröntgen adatok elemzése alapján (1989).

## ÖSSZEFOGLALÁS

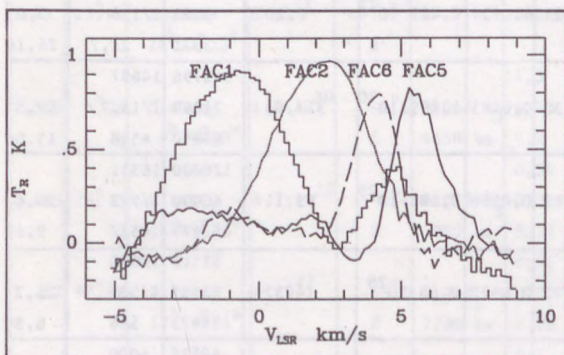
A többváltozós statisztikus módszerek alkalmazása tapasztalataink szerint megkönnyíti a nagy méretű adatmezők gyors elemzését. A modern,



CCD-ekkel felszerelt optikai és infravörös távcsövekkel, az alacsony zajszint mellett mérő korszerű rádiótávcsövekkel végzett térképező mérések adatainak feldolgozásában jelentős időmegtakarítást jelenthetnek; az adatok jobb áttekinthetőségét, esetleg a rejtett összefüggések közvetlen felderítését is várhatjuk ezektől a módszerektől.



4. ábra  
A 209 db HI (21 cm) spektrum átlaga



5. ábra  
Spektrumonként ábrázolt fő faktorok. Az 1. faktor a fő vonal, a 2., 5. és a 6. a vörös oldali többlet, vagyis a L1780 felhő járulékát írják le

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben említett kutatás az MTA Csillagászati Kutatóintézetével és a Helsinki Egyetem Observatóriumával együttműködésben folyik az ELTE Csillagászati Tanszékén. A többváltozós statisztikai módszereknek a magyarországi csillagászatban történő meghonosítása Dr. Balázs Lajos (MTA Csillagászati Kutatóintézet) nevéhez fűződik, akinek a cikk felépítésével és egyes megfogalmazásokkal kapcsolatos útmutatását külön is köszönöm.

Az OTKA (ny.t.sz. F4239) és az MHB „Magyar Tudományért” Alapítványa anyagi támogatása hozzájárult a munka sikeréhez.

### HI (21 cm) sugárzás:

A HI-gyel jelölt semleges, atomos hidrogéngáz atomjainak rádió tartományba eső elektromágneses sugárzása.

### CO (2,6 mm) sugárzás:

Rezgési alapállapotban lévő CO molekula a  $J=1$  forgási állapotból  $J=0$  állapotba való átmenetkor 2,6 mm hullámhosszú fotont bocsájt ki. Csillagközi felhőkben (megfelelő sűrűség mellett) a hidrogén-molekulákkal való ütközéssel gerjesztve sok CO-molekula kerül  $J=1$  állapotba. Ezen felhők 2,6 mm-es sugárzásának spektrumát rádiótávcsövekkel mérhetjük.

### vörös oldali többlet:

Távolodó csillag színekvonalai a vörös színtartomány felé tolódnak el (Doppler-effektus). A távolodó objektumok relatív sebessége megállapodás szerint pozitív, a közeledőké negatív. A rádiócsillagászatban egy adott színekvonalától pozitív, illetve negatív irányban feltűnő jellemzőket vörös, illetve kék oldalnak mondjuk. Amennyiben a színekvonal alakja úgy tér el egy modellből számolt alaktól (például Gauss-görbétől), hogy a vörös oldalon a modell-értéknél nagyobbat mérünk, azt vörös oldali többletnek nevezzük. Az ilyen színekpi jellemzők egy második (a fő vonalat adótól eltérő radiális sebességű) komponenst jeleznek.

### sötét felhő:

Az égbolton a Tejút sávjában, illetve ahhoz közel az átlagos felületi csillagsűrűség sok helyen erősen (esetleg 0-ra) lecsökken. A fényes csillagok közötti ilyen fél-néhány fok átmérőjű sötét foltok a háttércsillagok fényét elnyelő, közeli (általában néhány száz parsecre lévő), poros csillagközi felhőket mutatnak. Optikai megjelenésük alapján kapták a sötét felhő nevet. Hőmérsékletük néhányszor tíz K, ezért távoli infravörös hullámhosszakon fényesek.

## PLANETOFIZIKAI TÁBLÁZATOK

ILLÉS ERZSÉBET

	keringési idő a Nap körül	Naptól mért távolság		Földtől mért távolság	beeső nap-sugárzás fluxusa		pályahajlás az ekliptikához	a pálya excentricitása	t ö m e g		méret	lapultság	sebes-ség
		csill. egys.	millió km		csill. egys.	százát közepeshez viszonyítva			százát közepeshez viszonyítva	gramm			
Merkúr	88 nap	0,47	69,7	1,47	0,69	—	—	—	—	—	4878	60	—
	0,24085 év	0,39	57,9	6,68	1,00	7°00	0,2056	3,303 · 10 <sup>26</sup>	0,0558	2439	1/30000	4,3	
	115,88nap	0,31	45,9	0,53	1,59	—	—	—	—	2439	0,08	47,9	
Vénusz	224,7 nap	0,73	109	1,74	0,98	—	—	—	—	12104	5,87	—	
	0,61521 év	0,72	108,2	1,91	1,00	3°39	0,0068	4,870 · 10 <sup>27</sup>	0,8150	6052	1/85600	10,3	
	583,92nap	0,72	107,4	0,26	1,01	—	—	—	—	6052	—	35,05	
Föld	365,3 nap	1,02	152	—	0,97	—	—	—	—	12756	1082,628	—	
	1,00004 év	1,00	149,6	1,00	1,00	—	0,0167	5,976 · 10 <sup>27</sup>	1,00	6378	1/298	11,2	
	—	0,98	147,1	—	1,03	—	—	—	—	6357	21,4	29,80	
Mars	687 nap	1,66	249	2,67	0,84	—	—	—	—	6787	1960	—	
	1,88089 év	1,52	227,9	0,43	1,00	1°85	0,0934	6,421 · 10 <sup>26</sup>	0,1074	3393	1/156	5,0	
	779,94nap	1,38	206,7	0,37	1,22	—	—	—	—	3371	21,7	24,14	
Jupiter	11,86223 év	5,45	815	6,46	0,91	—	—	—	—	142796	14697	—	
	398,88nap	4,95	740,9	3,93	1,10	1°30	0,0485	1,899 · 10 <sup>30</sup>	317,82	71398	1/15,7	59,5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66850	4548	13,06	
Szaturnusz	29,4577 év	10,07	1507	11,08	0,90	—	—	—	—	120000	16331	—	
	378,09nap	9,54	1427	0,011	1,00	2°49	0,0556	5,686 · 10 <sup>29</sup>	95,11	60000	1/9,2	35,6	
	—	9,00	1347	7,97	1,12	—	—	—	—	53478	6522	9,65	
Uránusz	84,0139 év	20,08	3004	21,12	0,91	—	—	—	—	51118	12000	—	
	369,66nap	19,18	2869	0,0027	1,00	0°77	0,0472	8,68 · 10 <sup>28</sup>	14,52	25559	1/50	21,2	
	—	18,28	2735	17,31	1,10	—	—	—	—	24973	586	6,80	
Neptunusz	164,793 év	30,33	4537	31,34	0,98	—	—	—	—	49528	4000	—	
	367,49nap	30,06	4496	0,0011	1,00	1°77	0,0086	1,030 · 10 <sup>29</sup>	17,22	24764	1/43	23,6	
	—	29,79	4456	28,77	1,02	—	—	—	—	24340	450	5,43	
Plútó	250,3 év	49,30	7375	50,30	0,64	—	—	—	—	2302	—	—	
	366,73nap	39,72	5900	0,00064	1,00	17°2	0,250	8,2 · 10 <sup>25</sup>	0,0027	1151	—	1,0	
	—	29,58	4425	28,58	1,78	—	—	—	—	—	—	4,74	
Nap	—	—	—	1,02	—	—	—	—	—	1390000	—	—	
	—	—	—	0,98	—	—	—	—	—	690000	—	619	

Négy részből álló táblázat-sorozatot indítunk útjára az ANDROMEDA hasábjain, amely tudásunk 1993. januári szintjén tekinti át a Naprendszer ismert égitestjeit geofizikai szempontból. Innen a név is: planetofizika annyi, mint a geofizika általánosítása.

Az I. táblázat a Nap és a nagybolygók adatait tartalmazza a Földhöz viszonyítva. Ez a táblázat kerül mostani számunkba. A II. táblázatban a ma ismert 61 hold, 9 nagybolygó és a Nap adatai találhatók a mi Holdunkhoz viszonyítva. Olyan holdakat nem vettünk be a táblázatba, amelyekre semmiféle adatot nem találtunk, csak létükről van híradás. A szilárd felszínek, légkörök és óceánok áttekintése is szerepel ebben a II. táblázatban, azonban a részletek – a könnyebb áttekinthetőség kedvéért már csak a 26 nagybolygótestre – a III. táblázatban találhatók. A IV. táblázat azokat a bolygókat mesterseges égitesteket tekinti át, amelyeknek a méréseit értékelő szakcikkekre támaszkodva született a másik három táblázat.

Az I., II. és III. táblázat esetében plusz jellel jelöltük, ha tudjuk, hogy a fejlécben megnevezett jelenség az illető égitesten megtalálható, mínusz jellel, ha tudjuk, hogy nem található meg. Az üres hely azt jelenti, hogy az illető adat ma még nem ismert. Kérdőjellel jeleztük, ha tudásunk mai szintjén várható ugyan valaminek a jelenléte, de bizonyítva még nincs. Kettőspont egy adat után jelzi, hogy bizonytalanul ismert vagy becsült adatról van szó. Vastag vonallal rajzolt jel azt jelenti, hogy az adott jelenség miatt az illető égitest különleges, nem vártuk nála ezen tulajdonság felléptét.

Nem azonos pontossággal adjuk meg az adatokat, és az egy égitestre vonatkozó adatok nincsenek egymáshoz illesztve, mert azzal egyik vagy másik mérés nagyobb súlyt kapott volna (pl. méret, tömeg, sűrűség), hanem mindig a legújabb vagy a legmegbízhatóbbnak ítélt módszerrel történt meghatározás eredményét közöljük.

PLANETOPHYSICAL DATA

ERZSÉBET ILLÉS

sűrűség	forgástengely hajlása a pályasíkhoz	sziderikus rotációs periódus	mágneses momentum	mágneses tengely hajlása a forgástengelyhez	távolság a mágneses dipól centruma és a tímelektróppont között	felszíni térerő	magnetoszfera orttávolsága	legtávolabbi reguláris hold távolsága és neve	magneto-szférán belül mozgó nagyobb holdak	megfigyeltek	magnetoszfera teljesítménye	részecskegyorsítást (substorm)	aurorát	plazmaszférát	reszecskegyorsítást (substorm)	aurorát	rádiósugárzása	részecskesűrűség a plazmaszférában
g/cm <sup>3</sup>			gauss cm <sup>3</sup>			gauss	bolygó sugárban				watt	ton/cm <sup>3</sup>						
5,43	0°	58,65nap	5·10 <sup>22</sup>	+14° D	0	0,0066 0,0035 0,0033	maximális közepes minimális	1,4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
5,24	178°	243,01nap	< 10 <sup>21</sup>	-	-	0,000003		1,05	-	-	+	+						
5,52	23°45'	1 nap 23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup>	8·10 <sup>25</sup>	+11°7' D	0,072 R <sub>F</sub> 460 km	0,31 0,24		11	60 R <sub>F</sub> 384000 km Hold	-	+	+	+			10 <sup>11</sup> 10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	100	
3,93	23°98'	1,02nap 24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup>	2·10 <sup>22</sup>	<+15° É	0	0,00064		1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,326	3°08'	0,41nap 9 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	1,6·10 <sup>30</sup>	-9°6' É	0,068 R <sub>J</sub> 4850 km	4,28 3,2		45	26 R <sub>J</sub> 1880000 km Callisto	Io Europa Ganymedes Callisto	+	+	+			10 <sup>14</sup> 10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	4000	
0,686	26°73'	0,44nap 10 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup>	4,7·10 <sup>28</sup>	-0°7' É	0,015 R <sub>S</sub> 900 km	0,21 0,18		21	59 R <sub>S</sub> 3560000 km Japetus	Mimas Enceladus Tethys Dione Rhea Titan	+	+	+			10 <sup>11</sup> 10 <sup>8</sup> -10 <sup>9</sup>	20	
1,267	97°98'	0,72nap 17 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup>	4·10 <sup>27</sup>	-58°6' É	0,3 R <sub>U</sub> 7700 km	0,25 0,08		27	23 R <sub>U</sub> 583400 km Oberon	Miranda Ariel Umbriel Titania Oberon	+	+	+			4·10 <sup>10</sup>	4	
1,66	28°8'	0,74nap 16 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup>	2·10 <sup>27</sup>	-47° É	0,4 R <sub>N</sub> 9600 km	0,13 0,1		26	14 R <sub>N</sub> 355000 km Triton	Triton	+	-	-			10 <sup>6</sup>	1,4	
2,1	92°84'	6,38718nap							17 R <sub>P</sub> 19640 km Charon									
1,41	-	25,38nap	9·10 <sup>43</sup>						8489 R <sub>Nap</sub> 5900000000 km Plútó	mind a kilenc nagybolygó								

THE COLOUMNS CONTAIN:

Period of the orbital motion  
Distance from the Sun (csill. egys.: AU)  
Distance from the Earth  
Incident solar flux  
Inclination of the orbit to the ecliptic  
Excentricity of the orbit  
Mass  
Size  
Oblateness  
Velocity (escape, mean orbital)

Density  
Inclination of the rotational axis to the orbital plane  
Planet's spin period  
Dipol moment  
Tilt of magnetic and rotational axes, hemisphere of the magnetic North (É) pole  
Offset of the dipol centrum  
Surface field

Typical magnetopause position (planetary radii)  
Distance and name of the most distant regular moon  
List of larger satellites moving inside the magnetosphere  
Detected particle acceleration, aurora, plasmasphere, lightening?  
Power of the aurora, of the planetary radio source  
Typical number density in the plasmasphere



# MIÉRT FONTOS A VÁLTOZÓCSILLAGÁSZAT?

SZABADOS LÁSZLÓ

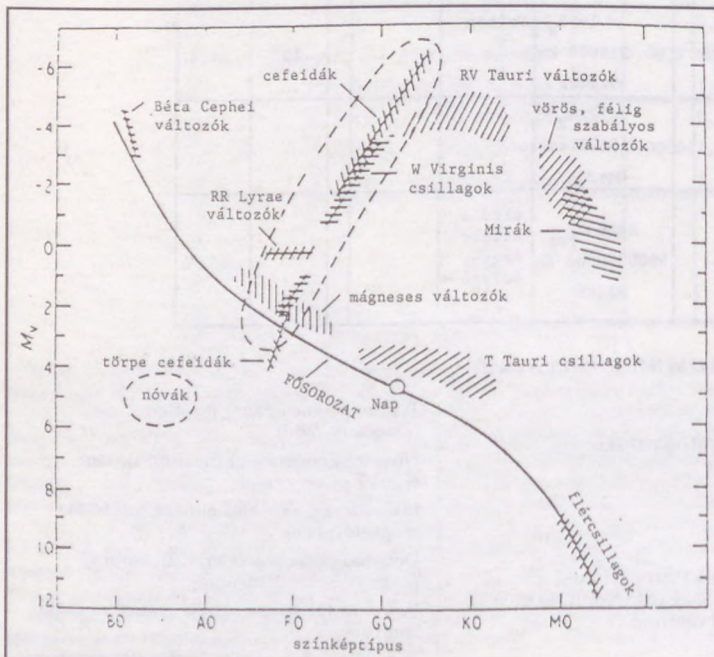
## IMPORTANCE OF THE VARIABLE STAR RESEARCH

Importance of the variable star research is discussed from the astrophysical point of view.

E cikk keretén belül két kérdésre keressük a választ: miért vált a változócsillagok vizsgálata az asztrofizika egyik legfontosabb kutatási területévé, és mi az oka annak, hogy hazánkban a csillagászatban ez a legtöbb kutatót foglalkoztatja.

Az égboltot hosszú időn át az állandóság megtestesítőjének hitték. Elég csak az „állócsillagok” elnevezésére utalni, ugyanis a csillagok majdhogynem állnak a bolygókhoz képest. (Milyen szemléletesen is fejezi ki a magyar nyelv, hogy Naprendszerünk planétái bolyonganak a csillagos égi háttérhez képest!) Sok évszázadnyi-évezrednyi tapasztalat és az egyre tökéletesedő megfigyelési technika révén sikerült fényt deríteni a csillagok különféle okok miatt bekövetkező elmozdulásaira. A csillagászatnak az égitestek helyzetét és mozgását vizsgáló ága az asztrometria. Régebben fundamentális csillagászatnak is nevezték ezt a területet, s ez is jól mutatja, hogy az égitestek helyzetének pontos ismerete a csillagászat alapja.

1. ábra  
A legfontosabb változócsillagok a Hertzsprung-Russell-diagramon



Ha egy kiszemelt csillagot tekintünk, irányán (vagyis a többi csillaghoz mért helyzetén) kívül a fényessége az a mennyiség, amit egyszerűen, akár segédeszközök nélkül is meg lehet határozni. Az idők során felgyülemlett számtalan megfigyelés már meglepően korán elvezetett annak felismeréséhez, hogy egyes csillagok fényessége időben változó. Példaként említhető az Algol (Beta Persei), melynek fényváltozását 1667-ben *O. Montanari* írta le először. Bizonyosra vehető azonban, hogy e feltűnő csillag fényességének változását már az ókorban ismerték, az arab Algol elnevezés ugyanis démoncsillagot jelent.

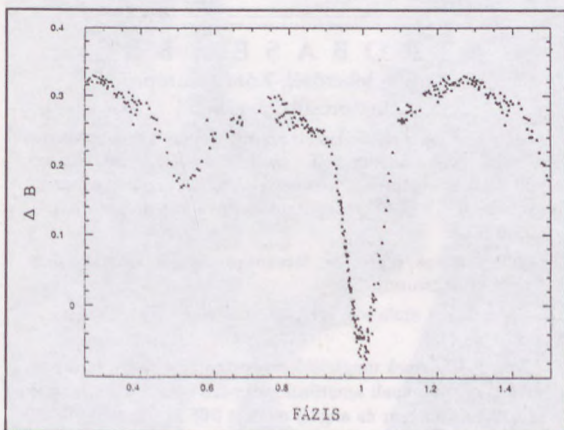
Míg a 19. század elején alig húsz változócsillagot ismertek, a legutóbbi századforduló idején már több száz változócsillagot tartottak nyilván, napjainkban pedig 30702 csillag szerepel a Változócsillagok Általános Katalógusában. A megfigyelési technika fejlődésével együtt a „változócsillag” fogalma is egyre tágabbá vált. Szigorú definíció ugyan nem alakult ki (nincs is rá szükség), a tudományos gyakorlatban minden olyan csillag változónak tekinthető, amelynek valamelyik jellemzője kimutatható mértékben megváltozik. Leggyakrabban természetesen az optikai fényesség változása tűnik fel, de az intenzitás más hullámhosszakon is változó lehet, sőt olyan eset is előfordul, hogy egy csillag színképi jellemzői változnak állandó összfényesség mellett. A fényváltozás mértéke is igen tág határok közé esik: az éppel kimutathatótól (amit néhány évvel-évtizeddel ezelőtti technikával még sejtetni sem lehetett) a leglátványosabb csillagrobbanásokig. Legalább ennyire széles skálán mozog a változások karakterisztikus ideje: a pulzások néhány ezred másodperces pulzusaitól kezdve egyes, szabad szemmel is látható csillagok évszázadok alatt bekövetkezett lassú fényváltozásáig terjedő jelenségek tizenkét nagyságrendet fognak át az idő-tengelyen.

A változócsillagokra egyik legjellemzőbb példa a mi Napunk. Tapasztalhatjuk, hogy a különböző típusú (vagyis eltérő okokra visszavezethető) változások egyidejűleg, egymástól függetlenül is jelen vannak az egyes csillagoknál. A Nap például egyaránt tekinthető pulzáló, eruptív és foltos változócsillagnak, egyedül a katalizmikus változókra utaló jegyek hiányoznak, de ez a szerencsénk, mert ez utóbbi jelenséget ilyen közelről nem lenne célszerű tanulmányozni. A Nap esetében a pulzáció kis amplitúdójú nem radiális oszcilláció formájában nyilvánul meg, míg a naptevékenység idézi elő a kitöréses változókra jellemző jegyeket, és ugyancsak a napaktivitás a tengely körüli forgással együtt foltos változóvá is előlépteti a Napot. Ez a példa azonban mégsem egészen tipikus, mert a Napon megfigyelhetőhöz hasonlóan csekély változások nagy része a többi – jóval távolabbi – csillagon a jelenlegi műszerekkel még nem mutatható ki.

Míg a csillagok pozíciójának pontos mérése az égitest mozgásának meghatározását teszi lehetővé (ami egyebek között elvezetett a Tejútrendszer szerkezetének megismeréséhez), a csillagok fényességének mérése az asztrofizika egyik legfontosabb információját szolgáltatja. Egy átlagos csillagról egyszerű eszközökkel alig tudhatunk meg ennél többet. A változócsillagok azért töltnek be kulcsszerepet az asztrofizikában, mert a változás jellege, az időtől

való függése (az ún. fénygörbe) sok mindent elárul a vizsgált csillagról. A változócsillagok egyes típusai különböző korú és tulajdonságú csillagokra jellemzőek. Egy-egy változócsillagról végzett többszínfotometriai észlelések alapján a csillag olyan fizikai tulajdonságai is meghatározhatók, mint a tömege, sugara, átlagsűrűsége, de a változás jellege a csillag kora mellett esetleg kémiai összetételére is utal. Mindezek a fontos paraméterek persze csak akkor határozhatók meg, ha megbízható elméleti modellek vannak a csillagok szerkezetére és fejlődésére vonatkozóan. A csillagmodellek megfigyelésekkel való ellenőrzése is elsősorban a változócsillagok segítségével történik. Az asztrofizika alapvető állapot-ábráján, az ún. Hertzsprung–Russell-diagramon szinte mindenütt találunk változócsillagokat, és minden egyes típus a diagramnak csak szűk tartományában fordul elő. Az 1. ábrán látható Hertzsprung–Russell-diagramon csak a legfontosabb változócsillag-típusokat tüntettük fel.

A csillagok több milliárd éves életútjához képest szinte parányi az a mintegy évszázadnyi idő, melynek során a mai szemmel nézve színvonalas asztrofizikai megfigyelések születtek. A csillagász tehát nagyjából olyan helyzetben van, mintha valakinek az erdőről készített pillanatfelvétel alapján kellene meghatározni a fák felépítését és fejlődését. Az erdő esetében persze a fejlődési időskála összemérhető a humán időskálával, sőt a fákkal kísérletezni is lehet, közről vizsgálva felépítésüket. Senki sem kényszerül tehát arra, hogy a fák fejlődési útját a facsémétől a korhadó fatönkig egy fényképfelvétel alapján próbálja meg rekonstruálni. A csillagok fejlődési útjának megállapításánál pedig erre a módszerre kényszerülünk, mivel nincs több milliárd



2. ábra

A HD 197010 jelű fedési változócsillag fénygörbéje egy megfigyelési szezonban (L. A. Marschall és munkatársai nyomán)

évünk kívánni, hogy mi történik egy kiszemelt (remélhetőleg fiatal) csillaggal, és felépítésüket sem tudjuk „kettéfűrészelés” révén meghatározni. E feladathoz is változócsillagokat lehet segítségül hívni. Az évmilliárdokig tartó csillag-élet során számos alkalommal zajlik le olyan folyamat a csillagban, amely egy kis „szint”, változékonyságot visz az egyhangú sugárzásba. Megint csak humán hasonlattal élve, a csecsemő gyors fejlődése, vagy a serdülő gyermek látványos megnyúlása olyan időszakok az ember életében, amikor szemmel láthatóan „történik valami”. A változócsillagok is olyan

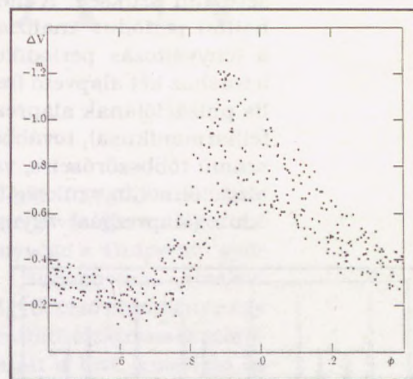
felgyorsult fejlődési szakaszban vannak, amelyből fizikai állapotukra és korukra egyaránt lehet következtetni.

Egy rövid folyóiratcikk keretében sajnos nem lehet részletesen ismertetni a csillagfejlődés folyamatát, és az egyes változócsillag-típusok bemutatására sem elegendő a terjedelem. A továbbiakban ezért csupán a változócsillagászati megfigyelések felhasználására vonatkozó példákat tekintünk.

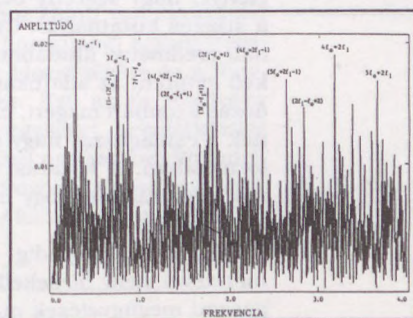
A 2. ábrán egy különleges kettőscsillagtól származó fénygörbe látható. Ez a HD 197010 jelű csillagpár úgy helyezkedik el a térben, hogy a rendszer közös tömegközéppontja körüli keringés során a két csillag váltakozva elfedi egymást. Több ezer ilyen, ún. fedési változó ismeretes. Ezek jó lehetőséget nyújtanak a csillagok tömegének meghatározására. A kettős rendszer keringési periódusa ugyanis a fényességváltozás ismétlődési időközével egyenlő. Kepler harmadik törvénye szerint – mely nemcsak a bolygómozgásra vonatkozik, hanem univerzálisan használható az égi mechanikában – a rendszer össztömege és a pálya mérete megszabja a keringési periódust. A pálya mérete és alakja viszont a kettőscsillag komponenseinek szinképeben megfigyelhető vonalak Dopplereltolódása alapján számítható ki. Különleges lehetőség nyílik tehát a csillagok tömegének meghatározására. A 2. ábrán szereplő fedési fénygörbe azonban egészen szokatlan. Nem is az a furcsa, hogy a fedésen kívüli állapotban a rendszer fényessége nem állandó, hiszen szoros kettőscsillagok esetében olyan erős a komponensek kölcsönhatása, hogy a csillagok már nem gömbalakúak. A fénygörbén két további érdekesség tapasztalható: a fényességértékek nagy szó-

rása a főminimumban és azon kívül is a (kivéve a mellékminimumot), valamint a fedés előtti és utáni fénygörbe-részek aszimmetrikus volta. Mindkét jelenség jól magyarázható az egyik csillagon fellépő folttal. A foltosságra utal a csillag szinképeben a kromoszférikus aktivitásra jellemző vonalak előfordulása is. Itt tehát a Nap aktivitásának megfelelőjét kísérhetjük figyelemmel egy távoli csillagon. Ez a fénygörbe jól szemlélteti azt a korábban említett tényt is, hogy a különféle okokra visszavezethető változások egymástól függetlenül érvényre jutnak, s ennek következtében a megfigyelhető fénygörbe értelmezése sokszor nem egyszerű feladat. Cserébe viszont a gyakorlott megfigyelő számára a változócsillag rengetegét elárul saját magáról.

Egy másik – szintén nem túl egyszerű – esetet mutat be a 3. ábra. Itt a TU Cassiopeiae több mint egy évtizedet átfogó megfigyeléseinek adatsora lát-

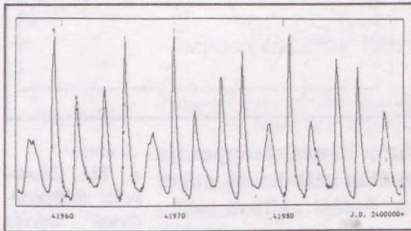


3. ábra  
A TU Cassiopeiae többperiódusos cefeida megfigyelési adatai a főperiódus fázisának függvényében (a szerző észlelései).



4. ábra  
A TU Cas 3. ábrán látható adatsora periódogramjának egy részlete. A periódusanalízis Kolláth Zoltán MUF-RAN-program-csomagjával készült

ható a főperiódus fázisának függvényében ábrázolva. A nagy „szórás” arra utal, hogy a 2,139 napos pulzációs periódus mellett e cefeida fényességváltozásának leírásához további periódus(ok) feltételezésére van szükség. A megfigyelési adatokon végrehajtott periódus-analízissel meg is lehet határozni a fényváltozás periodikus összetevőit. A kielégítő leíráshoz két alapvető frekvenciára (a cefeida radiális pulzációjának alaprezgése, valamint annak első felharmonikus), továbbá e két frekvencia kis egész számú többszöröseire, valamint azok lineáris kombinációjára van szükség (lásd 4. ábra). Ha a főperiódus (alaprezgés) egymást követő ciklusait nem



fektetjük egymásra a 3. ábrán látható módon, hanem a fénygörbét folyamatosan ábrázoljuk, akkor az egyidejűleg jelenlévő frekvenciák által modulált fénygörbéből alig lehet ráismerni a pulzáció periodikus jellegére. Az 5. ábra a megfigyelt adatsor egy részét mutatja be az illesztett fénygörbével együtt. A csillagok többszörös periodicitásának vizsgálata napjaink asztrofizikájának egyik jelentős kutatási területe (az ún. csillagszeizmológia). A több periódus egyidejű léte, stabilitásuk, a periódusok aránya, megannyi megszorítást jelentő észlelési adat az oszcilláló csillag szerkezetére és fejlődési állapotára vonatkozóan.

5. ábra  
A 3. ábrán közölt adatok egy részlete. A megfigyelési pontokra illesztett fénygörbe a teljes adatsoron végzett periódus-analízis során kapott periódusok figyelembevételével készült

A sok tízezernyi változócsillag közül csupán meg kell találni azokat, amelyek vizsgálata a legtöbb eredményt ígéri. A többi türelem és tapasztalat kérdése. A változócsillagok vizsgálatának legfőbb előnye, hogy szerény berendezés is elegendő lehet a sikeres kutatáshoz. Cserébe ritkán adódik azonnali eredmény, általában évekig, olykor évtizedekig kell gyűjteni az adatokat egy-egy csillagról. A fáradás azonban megéri, mert az eredmények beépülnek a csillagászat nagy épületébe egy-egy kis téglá formájában. A kutatási eredmények megítélésénél már nem számít, hogy mekkora távcsővel történt a megfigyelés.

A sok tízezernyi változócsillag közül csupán meg kell találni azokat, amelyek vizsgálata a legtöbb eredményt ígéri. A többi türelem és tapasztalat kérdése. A változócsillagok vizsgálatának legfőbb előnye, hogy szerény berendezés is elegendő lehet a sikeres kutatáshoz. Cserébe ritkán adódik azonnali eredmény, általában évekig, olykor évtizedekig kell gyűjteni az adatokat egy-egy csillagról. A fáradás azonban megéri, mert az eredmények beépülnek a csillagászat nagy épületébe egy-egy kis téglá formájában. A kutatási eredmények megítélésénél már nem számít, hogy mekkora távcsővel történt a megfigyelés.

Magyarország pedig csillagászati távcsöveinek méretével nem dicsekedhet. A hazai változócsillagászati megfigyelések már a század elején beindultak, és az elmúlt évtizedekben a változócsillagok vizsgálata a magyarországi csillagászat legeredményesebb témájává vált. A hetvenes évek közepéig Budapest rendszeresen adott helyt a Nemzetközi Csillagászati Unió változócsillagászati konferenciáinak, és mind a mai napig az MTA Csillagászati Kutatóintézetében szerkesztik és adják ki a változócsillagászok Information Bulletin on Variable Stars című gyorskiadványát.

Téves és veszélyes az a nézet, hogy elégedettek lehetünk egyetlen, kimagasló szinten művelt kutatási témával (valamint a rendelkezésre álló távcsövekkel). A magyar csillagászat nemzetközi tekintélye és hazai presztízse egyaránt azt kívánja, hogy más témákat is hasonlóan magas színvonalra kell fejleszteni a hazai műszerezettség által kényszerűen megszabott korlátokon belül. Még akkor is, ha ez a változócsillagászok számára esetleg konkurenciát jelent.

VÁLASSZA A MINŐSÉGET!  
MEGÉRI

HEWLETT-PACKARD:  
számítógépek, perifériák

INTEL:  
modem, faxmodem

MICROSOFT BORLAND:  
szoftverek

Oktatási intézményeknek nagy kedvezmény,  
egyes programok negyed áron

COREL:  
CorelDraw 3.0

**METLOG INSTRUMENTS**  
1147 Budapest, Gyarmat u. 74/a Tel./fax: 252-1775

ASTROBASE BBS:

Egy új lehetőség Közép-Európa  
amatőr csillagászaiknak!

Aki már eddig is rendelkezett számítógépének telefonvonalra történő csatlakoztatására szolgáló MODEM-mel, és ezt volt is alkalma kipróbálni a világ távolabbi részében üzemelő csillagászati BBS-ek szolgáltatásaira, az két dolgot állapíthatott meg:

1. Nagyon sok izgalmas, látványos programhoz, képhez lehet hozzájutni!
2. Igen drága multság letölteni Amerikából akár csak 200 kbyte-ot is!

A kor szellemének megfelelően mostantól a hazai, és szomszédos országokbeli amatőrök számára kényelvély eligazító szöveggel (magyar és angol) ellátott BBS kezdi meg működését! Az ASTROBASE BBS telefonszáma itthonról: 06-79-23361, külföldről: (36)-79-23361. 2400 baud, 8N1 MNP5 protokollal üzemel, minden nap 9-től 24 óráig! Az ASTROBASE BBS fenntartói: a Magyar Csillagászati Egyesület, és a Bajai Observatórium Alapítvány.

A főbb szolgáltatásokból: Letölthető csillagászati katalógusok, adatbázisok, FITS formátumú táblázatban, FTB táblázatkezelő programmal, GIF formátumú színes csillagászati képek, matematikai és csillagászati oktató- és planetárium-programok. Hazai csillagászati észlelések adatbázisai, MCSE közlemények, METEOR cikkek (régibbi és a következő számokból), IAU Circularok – mindezek ASCII karakteres TXT file-okban!

Az ASTROBASE BBS ingyenes, csak a telefon idődíj jelentkezik a hívónál!

SZEREZZ SÜRGŐSEN EGY MODEMET, ÉS HÍVJ MINKET!  
LEGOLCSÓBB: 22<sup>h</sup> UTÁN!

# BAY ZOLTÁN

1900 - 1992

Bay Zoltán a Magyar Tudományos Akadémia tagja, III. Osztályának volt elnöke, a Budapesti Műszaki Egyetem, az edinburghi, debreceni, szegedi egyetem tiszteletbeli doktora, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tiszteletbeli tagja, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület örökös tiszteletbeli elnöke 1992. október 4-én Washingtonban elhunyt.

Hamvait végakarata szerint szülőföldjén, Gyulán, a gyulavári református temetőben, a feltámadást hozó Nagyszombat napján, 1993. április 10-én helyezték végső nyugalomra.



Bay Zoltán 1900. július 24-én született Gyulaváron. A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen fizikusként végzett. Egyik tanára Eötvös Loránd volt, aki gravitációs és geofizikai kísérleteivel szerzett magának nemzetközi elismerést. Bay Zoltán 1926-ban szerzett doktorátust, majd 1926-tól 1930-ig Berlinben, a kozmikus sugárzás kutatásával foglalkozott. 1930-ban az elméleti fizika professzorává, majd 1938-ban a budapesti Műegyetemen az atomfizika professzorává nevezték ki. 1948-ban az Egyesült Államokba emigrált, ahol a washingtoni George Washington Egyetem fizika pro-

fesszora lett. 1955-től 1972-ig, nyugdíjba vonulásáig a Nemzeti Szabványügyi Hivatalban dolgozott.

Bay Zoltánt korai tevékenysége a Tungstam gyár laboratóriumához kötötte Budapesten, amelyet 1936-tól 1948-ig vezetett. Egyik első eredménye egy foton detektálásához kifejlesztett elektronsokszorozó volt. A II. világháború alatt a brit, amerikai és német erőfeszítésektől függetlenül radarrendszer kifejlesztésén dolgozott, amely 1944-től segítette a magyar főváros védelmét. 1944/45-ben érdekelni kezdte ennek a technikának az alkalmazása a Hold megradarozására. Az első sikeres kísérletet 1946. február 6-án hajtották végre, csak néhány héttel később, mint az ettől független amerikai kísérletet, amelyet New Jerseyben, Belmarban, az Amerikai Hadsereg kötelékében végeztek. A két kísérlet megvalósítása teljesen különböző volt. Azóta a radar-terképezés a Naprendszer kutatásának hatásos módszerévé fejlődött.

A Nemzeti Szabványügyi Hivatalban, mint az atomfizikai részleg vezetője Bay professzor a fénysebesség 12–14 jegy pontosságú meghatározását tűzte ki célul lézertechnikával. Planetáris radarmérések analizálásával bebizonyította, hogy a fénysebesség azonos a földi és a Naphoz kötött vonatkoztatási rendszerben. 1965-ben új hosszúsági egység bevezetését javasolta atomórák időegységére és a fénysebesség értékére alapozva. Ezt az új szabvány métert, mint alapvető SI egységet nemzetközileg 1983-ban fogadták el, és Bay professzort Philadelphiában a Franklin Intézet Boyden Díjával tüntették ki. A Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagja volt.

## JAVASLAT

arra vonatkozóan, hogy alakzatot nevezzenek el a Hold túlsó oldalán Bay Zoltán professzorról, a Hold aktív kutatásának magyar úttörőjéről.

A Magyar Tudományos Akadémia IAU Nemzeti Bizottsága és COSPAR Nemzeti Bizottsága nevében azzal a javaslattal fordulunk az IAU Naprendszer Elnevezések Munkabizottságához, hogy alakzatot nevezzen el a Hold túlsó oldalán Bay Zoltán professzorról annak tiszteletére, hogy az elsők között volt, akik 1946-ban Hold-radar kísérletet hajtottak végre.

*Almár Iván*

Dr. Almár Iván  
a  
COSPAR  
Bizottság elnöke

*Szeidl Béla*

Dr. Szeidl Béla  
a  
Csillagászati Bizottság  
elnöke

# ÉSZAK-EURÓPA MEGALITIKUS ÉPÍTMÉNYEI

PÁSZTOR EMÍLIA

**S**kandinávia az eddig megismert megalitikus építményeken kívül egy új, Európa más részein



ALE-kövek a svédországi Kåseberga mellett  
(fotó: Karáth Imre)



ismeretlen típussal is dicsekedhet. Ezek a hajó alakot formáló hatalmas álló kőtömbök. Többségük a bronzkorból származik, de vannak olyanok is,

amelyeket a kutatók a vikingeknek tulajdonítanak, bár ásást csak néhány esetben végeztek. Az előzetes terepmérések szerint néhányuk különleges tájolású. Részben a nyári vagy téli napforduló napfelkeltéjéhez, illetve nyugtájához, részben pedig a K-NY-i irányhoz tájolták e köegyüttéseket. De a Hold speciális helyzetei is számításba vehetők.

A legnagyobb ilyen hajó alakú megalitikus építmény, amely az *Ale kövei* elnevezést viseli és Dél-Svédországban Kåseberga kis halászfalu mellett található, C. Roslund göteborgi csillagász kutatásai szerint számos érdekes tulajdonságot őriz. A 67 m hosszú objektumot alkotó 57 nagy álló kőtömb két egymással szembefordított parabola direktrixe szinte pontosan a nyári napforduló napfelkeltéjének irányába mutat. Mivel ugyanebben az irányban a horizonton egy bevágás is található, így valószínűleg a horizont egyenletlensége és a parabola direktrixe adja a keresett irányt.

A. Thomnak a Brit-Szigetek megalitikus építményein végzett mérései is alátámasztják ezt az állítást, mert kiderítette, hogy a horizont kiugró egyenletlenségei szintén szerepet játszanak a kőépítmények nevezetes csillagászati irányításában.

Az *Ale kövek* esetében C. Roslund kiszámította a pontos időpontot is, amikor a nyári napforduló

napján a Nap e horizontbevágásnál bukkan föl. Ha a dombról azt föltételezzük, hogy csupasz volt, akkor ez az esemény i. sz. 300-ban játszódott le, ha erdő borította, akkor i. e. 300 körül. A végső bizonyítást egy régészeti ásás szolgáltatná, de ilyet még nem végeztek a helyszínen.

Szólnunk kell még a hosszú bejárati folyosóval épített nagy kövekből létrehozott sírokról is. C. Roslund B. Hårdh régésszel együtt 41 ilyen sírt vett alapos régészeti és csillagászati kutatás alá. Kiderítették, hogy érdekes módon e sírok esetében az építők „célpontja” nem a Nap, hanem a Hold volt. Ha ez valóban így igaz, akkor ez alátámasztaná A. Thom állítását, ami szerint az újkőkorszakban élt építők magasabb szintű absztrakciós képességekkel rendelkeztek, mint azt általában felté-

telezik. Ennek bizonyítása azonban még további együttműködést kíván a régészekről és a csillagásztól.





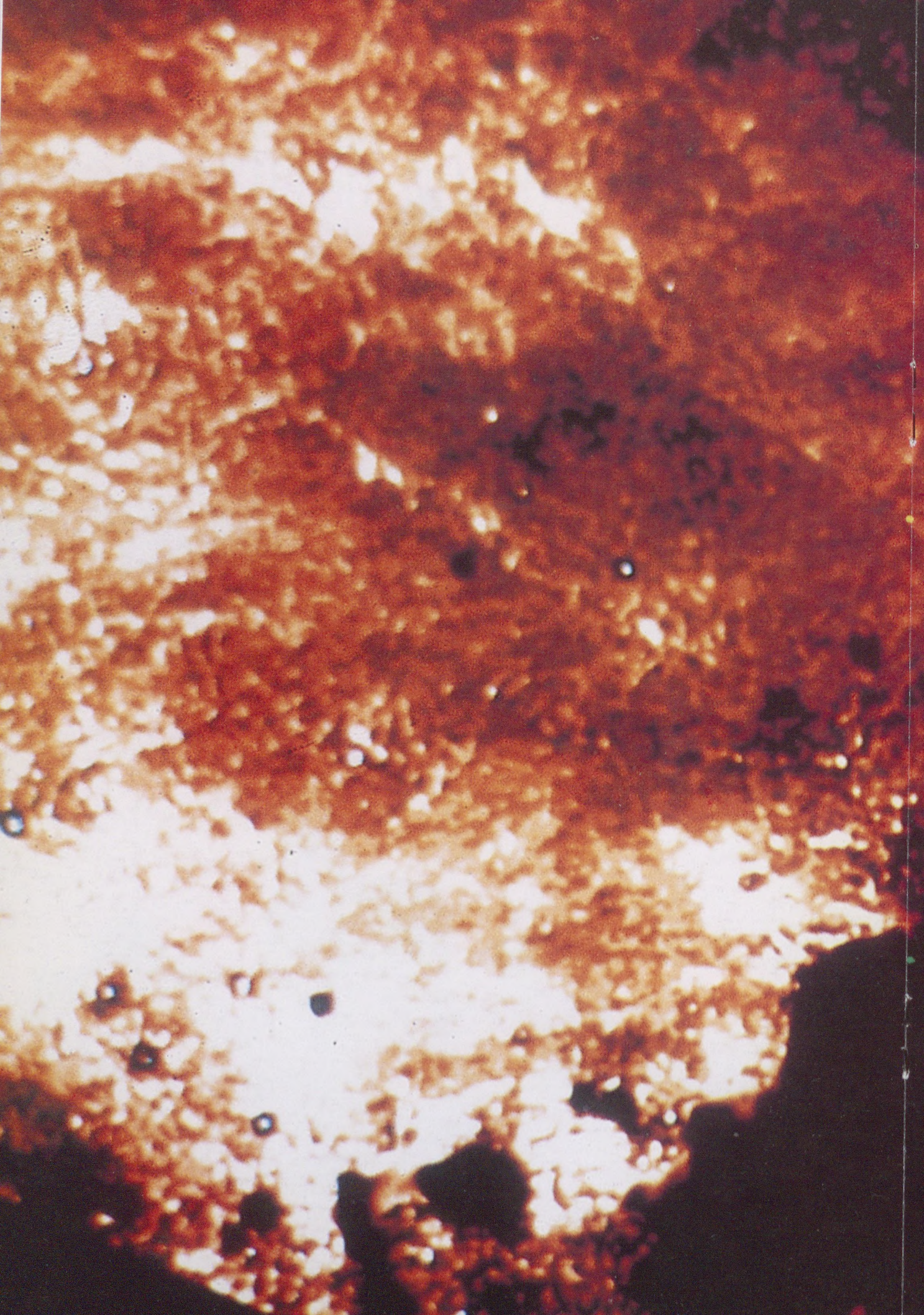
Nyári naplemente

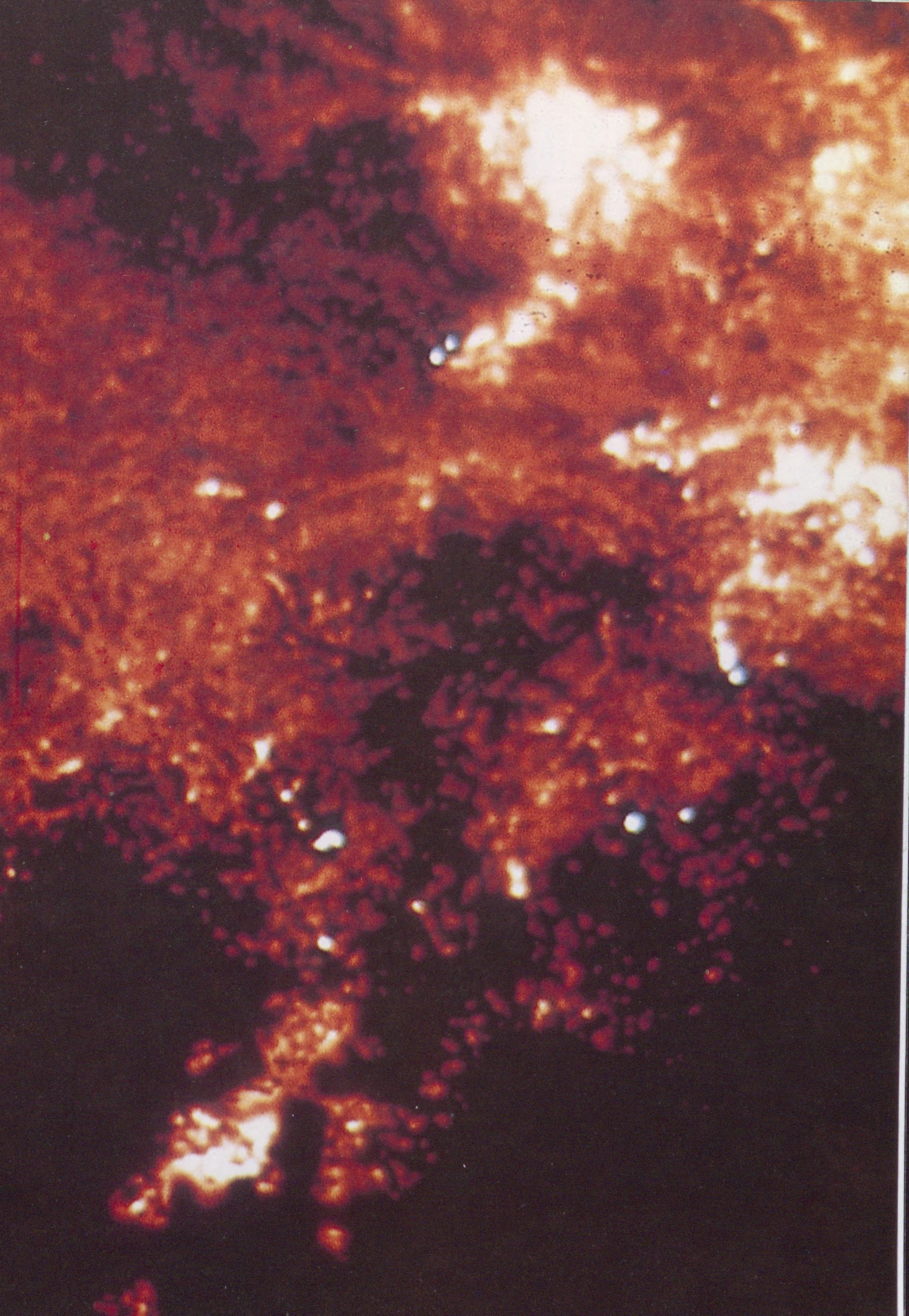
Ale kövei a svédországi Kåsaberga mellett (Fotó: Karáth Imre)



Téli napfelkelte









A Nap néhány napfoltcsoporttal.  
A fotón jól látható, amint egy repülőgép  
a "Nap előtt" elhalad (Fotó: Fűrész Gábor)

Az éjféλι Nap az Északi-fokról nézve (Fotó: Nagy Rezső)



# SAJNOVICS JÁNOS EMLÉKEZETE

NAGY REZSŐ - I. d. NAGY REZSŐ

1733. május 12-én született a Fejér megyei Tordason. Az osztályrészéül jutott 52 esztendő gazdag tudományos életutat is magába foglal, melyet szerényen járt végig, s mindig a tudomány, a megismerés alázatos munkása maradt.

Apja korai elvesztése után a gyermek Sajnovics öt éven át a győri jezsuita gimnáziumban tanult, majd 1747-től Budán folytatta és fejezte be a gimnáziumot. Utána maga is főtételét kérte a jezsuita rendbe. Latinul már gimnazista korában kiválóan megtanult, majd a filozófiai és teológiai tanulmányok mellett elsősorban a matematika és a csillagászat iránti érdeklődés ragadta magával.

1758-ban már az európai hírű jezsuita csillagász, Hell Miksa mellett dolgozott a bécsi obszervatóriumban, majd két év múlva Nagyszombatban Weiss Ferenc páter szerény munkatársa lett. Mikor azután Hell Miksa a fiatal dán s egyben norvég király, VII. Keresztély meghívására Vardö szigetére indult, hogy 1769. június 3-án észlelhessen a Vénusz bolygó Nap előtti átvonulását, Sajnovicsot hívta maga mellé társul.

## A VÉNUSZ-ÁTVONULÁS

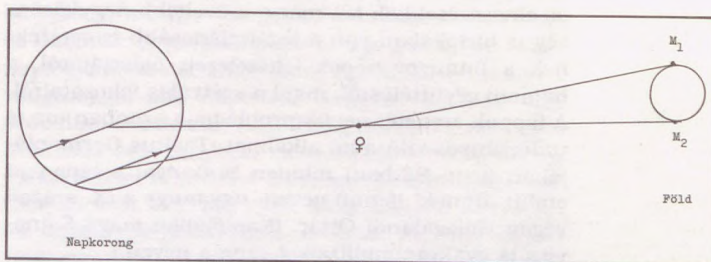
A Vénusznak a Nap előtti átvonulása viszonylag ritka jelenség: 243 évenként mindössze négyszer fordul elő, 8+121,5+8+105,5 éves időközönként. (Legközelebb 2004. június 8-án várható.)

A Vénusz-átvonulást Edmond Halley 1716-ban tett javaslata alapján a Föld-Nap távolság pontosabb meghatározására akarták felhasználni. A Vénusz ugyanis alsó együttállásban olyan közel (kb. 0,28 csillagászati egységre) kerül a Földhöz, hogy a Föld különböző pontjairól megfigyelve jól mérhetően más-más húrton halad át a Nap korongján. Az adott megfigyelőhelyhez tartozó húr hossza a belépési és kilépési időpontokból határozható meg, figyelembe véve, hogy a Vénusz óránként 4 ípercet halad. Egy kör húrjainak hosszából kiszámítható a középponttól mért távolságuk, ebből pedig a különböző megfigyelőhelyekhez tartozó hurok egymás közötti szögtávolsága. Kepler harmadik törvényéből ismert a bolygók naptávolságainak aránya, így a Nap és a Vénusz parallaxisának aránya is. Ezekből az adatokból, valamint a megfigyelők földrajzi helyéből meghatározható a Nap parallaxisának, így távolságának konkrét értéke is. Ez a távolság pedig – a csillagászati egység – a Naprendszeren belüli távolságmérés alapja.

Már az 1761-es Vénusz-átvonulás alkalmával számosan megpróbálkoztak e módszer alkalmazásával, de gyakorlati észlelési problémák miatt nem sikerült kellő pontosságot elérni. Talán a legérdekesebb e problémák közül egy fényelhajlási jelenség, amely egy kis fekete hidat képez a Nap pereme és a Vénusz között, amikor a bolygó belülről érinti a Nap korongját. A jelenséget fekete cseppnek nevezték el. Ez a kontaktusok időpontjának megállapítását bizonytalanná teszi. A csillagászok a nyolc évvel korábbi kudarc okainak elemzésével is készültek az 1769. június 3-i átvonulásra.

Hell Miksa és Sajnovics János tehát Európa egyik legészakibb pontjára, Vardö szigetére indult. Kontinensen ugyanis az átvonulás idején éjszaka volt, így csak a sarkvidéki nyár adott lehetőséget a Nap megfigyelésére. Trondheimig szárazföldön utaztak,

onnan pedig hajóval, az Északi-fokot megkerülve. 1768. október 11-én érkeztek meg.



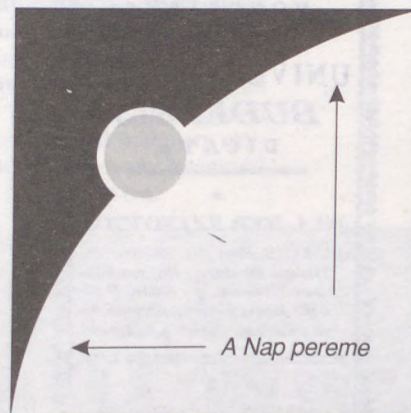
Sok időt igényeltek az előkészületek, hiszen csillagvizsgálót kellett építeni, pontos helymeghatározást végezni, s közben a hosszú sarki éjszakára és a sok kedvezőtlen időjárású napra is számítani kellett. Hell, Sajnovics és kísérőjük, Borgreving (akit Sajnovics naplójában „a diák” néven emleget), sok minden mással is foglalkoztak, pl. a környék élővilágával, a sarki fénnyel – és nem utolsósorban a lapp nyelvel, amiről később még szólnunk.

Egyszerűsített ábra a Vénusz-átvonulás megfigyeléséről

Az átvonulás megfigyelése nagy izgalmak közepette zajlott. Az ég a nap legnagyobb részében borús volt, bár időnként felszakadozott a felhőzet. Végül is nagy szerencsénk volt, mert éppen a kontaktusok idejére láthatóvá vált a Nap, amelyet a belépés előtt, továbbá a belépés és a kilépés közötti hat órában is felhők takartak. Később megtudták, az északi észlelőhelyeken senki másnak nem sikerült az átvonulást megfigyelni.

Mint a dán király megbízottai, az expedíció eredményeinek kiértékelését Koppenhágában végezték el és a dán akadémia megbízásából publikálták. Hell – más észlelőhelyek adatait is felhasználva – a Nap parallaxisát is kiszámította, és 8,7"-et kapott. Ez nagyobb érték volt, mint amit mások kaptak, ma már tudjuk, hogy az ő eredménye állt a legközelebb a valósághoz. A múlt század első felében Littrow azzal vádolta meg Heltt, hogy meghamisította az észlelési naplót – erre utaltak szerinte a más színű tintával végzett javítások. Mint 1883-ban Simon Newcomb megállapította, a javítások azonos színű tintával és még az eredeti bejegyzések megszáradása előtt készültek – egyébként pedig Littrow szintézis volt.

Az expedíció felelős vezetője Hell Miksa volt, de természetesen a rágalmak árnyékot vetettek segítőjére, Sajnovicsra is, aki egyébként naplójában a saját szerepét szerényen alig említi. Volt azonban az expedíciónak egy olyan eredménye is, ami elsősorban Sajnovics érdeme – s ennek megfelelően az ezzel kapcsolatos támadások is őt érték.



A fekete cseppjelenség

NYELVTUDOMÁNYI  
EREDMÉNYEK

A távoli Lappföldön erősödött meg a fiatal tudósban az elhatározás, hogy világhírességet próbál elérni a – már egyes kiváló külföldi szakemberek műveiben is fölvetett – finnugor nyelvi rokonság kérdése. Magától Helltől is biztatást kapott, aki fiatal munkatársa kiváló magyar nyelvismeretére is számított, mikor őt választotta.

Finnugor rokonság! Kissé óvatosan kell bánnunk az elnevezésekkel. Ma már a műveltebb nagyközönség is birtokában van a legáltalánosabb ismereteknek a finnugor népek feltételezett őshazájáról, a hajdani együttélésről, majd a szétválás fokozatairól. A lappok eredete, nevük problémája azonban ma is tudományos vitára ad alkalmat. Tacitus Germaniájában (i. u. 98-ban) minden bizonnyal a lappokat említi „finnek” (fenn) néven, ugyanúgy a IX. század végén Halogalandi Ottár. (Naplójában maga Sajnovics is gyakran említi őket ezen a néven.)

A lappok esetében különösen hangsúlyoznunk kell, hogy a nyelvi rokonság nem jelent feltétlenül antropológiai, faji rokonságot. A tudomány mai állása szerint a legvalószínűbb, hogy a lappok egy ma még nem azonosítható szubarktikus nép leszármazottai, akiknek ősi nyelvét („protolapp”) nem ismerjük, de az bizonyos, hogy finnugor nyelvűkhöz nyelvsere, nyelvátvétel révén jutottak. (Mikor, hol és melyik finnsági nép nyelvét vették át, ma még nem eléggé tisztázható.) A mintegy 30 ezer főre tehető

lélekszámú lappok Norvégia, Svédország, Finnország északi tájain és a Kola-félszigeten elszórvan él, s a nyelvjárások közötti eltérések oly nagyok, hogy egyes lapp nyelvről nem beszélhetünk.

Sajnovics Vardön a folyamatos csillagászati észlelő és számoló munkája mellett egyre jobban elmélyedt nyelvhasznító munkájában is, melynek eredményeként 1770-ben először Koppenhágában, majd Nagyszombathban jelent meg a „Demonstratio idioma Ungarorum et Lapponum idem esse” („Bizonyítása annak, hogy a magyarok és lappok nyelve azonos”) című könyve.

Ez az „idem”: „azonos” szó keltett különösen nagy

felháborodást a honi „szittyai” körökben. Az „előkelő” eredet (héber, arab, perzsa, török stb.) feltételezésével sehogyan sem fért össze a „halzsíros atyafiság” gondolata. Több magyar tudós csak azért sem olvasa el a Demonstratiót, holott elismert külföldi szakemberek figyelmeztetnek: „Linguae Hungaricam rimum esse insignis trunci Finnici, extra dubium positum est... Adfinitatem cum Lapponum dialecto Finica eviderter monstravit P. Sajnovics...” („Hogy a magyar nyelv a jeles finn törzs ága, kétségen kívül került... A lappok finn nyelvvel való rokonságot nyilvánvalóan bebizonyította P. Sajnovics...”)

Sajnovics János matematikus és főként csillagász volt, de nevét az utókor számára elsősorban a Demonstratio s a körülötte támadt vita örízte meg. Az „idem esse” valóban merészé teszi a címet, ő azonban világosan kifejti, hogy azonosságról a két nyelv eredetében lehet beszélni. A közös eredet után már réges-régen (szerinte legalább 13 évszázada, valójában még régebben) szétváltak egymástól, s azóta mindkét nyelv külön fejlődött, hogyan érthetnek tehát meg a magyarok és a lappok egymás nyelvét, mikor ugyanaz a nyelv is folyton változik. Bemutatta a Halotti Beszédet. Utal a német és a norvég nyelv változására, amely a régi szövegek megértését szinte lehetetlenné teszi. A lapp nyelvjárások között kialakult különbségek még egymás megértését is akadályozzák.

A nyelvi rokonság bizonyítékait nemcsak a közös eredetű szavakban keresi, bár 38 egyeztetése helyes. Igen logikusak azok az egyezések, amelyeket a lapp és a magyar nyelv szerkezetében talált: „a nyelvtani nem hiánya, a névszók többségének -k jellel (87. l.) a melléknév középfokának -b jellel képzése (88. l.), a számnevek egyezése (91. l.), a számnévi jelző után a jelzettnek egyes számban hagyása (92. l.), a személy-, kérdő- és vonatkozó névmások egyezése (93. l.), a birtokos személyragozás (94. l.), valamint az igeragozás (101. l.) szerkezeti és anyagi egyezései stb.” Az idézett adatok Zsirai Miklós Finnugor rokonságunk (1937) című alapvető művében található, s hadd idézzük ugyanon a Demonstratio szerzőjét értékelő szavait: Ha Fogelnak (Fogel Márton hamburgi polihisztor a XVII. században) kéziratban maradt kísérletét nem számítjuk, voltaképpen Sajnovicsot illeti meg az a tudománytörténeti érdem, hogy a nyelvrokonság mibenlétét helyesen értelmezve a szóegyeztetések mellett a szerkezeti, alaktani elemek összehasonlító vizsgálatának is megfelelő teret és jelentőséget szentelt.” (l. m. 495. l.) Érdemes felfigyelni arra, hogy a Demonstratio már 1770-ben dán fordításban is megjelent Koppenhágában.

BEVEZETÉS A CSILLAGÁSZATTUDOMÁNYBA

Vardöböl való hazatérése után Sajnovics Nagyszombathban élt, míg 1773-ban pápai bulla föl nem oszlatta a jezsuita rendet. Utána – az esztergomi egyházmegye papjaként – Budán telepedett le, s matematikát tanított, majd az új budai obszervatóriumban ismét Weiss Ferenc helyettese lett.

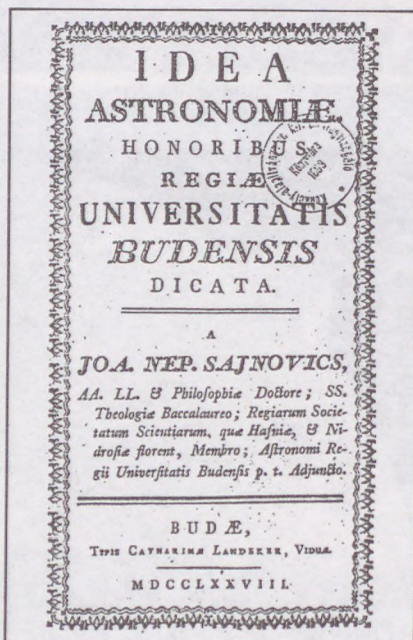
1778-ban Budán jelent meg Idea astronomiae című ismeretterjesztő könyvecskéje, mely átfogó bevezetést ad a csillagászat tudományába és igyekszik meggyőzni az olvasót az asztronómia fontosságáról és hasznosságáról.

A könyv a bevezetés után négy részre oszlik:

- I. rész: Az észlelő csillagászat
- II. rész: A számoló csillagászat
- III. rész: A fizikai csillagászat
- IV. rész: A csillagászat hasznairól

Tervezett, részletesebb csillagászati művének megírására – egyre súlyosabbá váló betegsége miatt – már nem kerülhetett sor. 1785. május első napjában elragadta a halál.

Születésének kétszázhatvanadik évfordulóján tisztelettel és kegyelettel emlékezünk meg az élesszemű megfigyelőről és alázatos tudósról!



Az Idea  
Astronomiae  
címlapja



# VILÁGSZEMLELETÜNK KIALAKULÁSA

MARIK MIKLÓS

## AZ ÓKOR

Az emberi kultúra a Tigris és az Eufrátesz folyó völgyében, a későbbi Babilónia területén született. Történelmi ismereteink szerint kb. 8000 évvel ezelőtt valahol itt kezdtek el az emberek foglalkozni a mindennapi táplálék megszerzésén túli dolgokkal, olyanokkal, amiket ma tudománynak nevezünk. Az emberiség első *eszmélkedése* a csillagok világával volt kapcsolatban. Ezen persze nem szabad csodálkoznunk. Babilónia területén kevésbé érvényesülnek az évszakok hatásai, mint hazánkban; ott kb. tizenkét óra a nappal és tizenkét óra az éjszaka hossza. Az eget is lényegesen kevesebbszer takarják el fellegek, mint nálunk. Ha feltételezzük, hogy az ember alvásszükséglete nyolc óra, akkor a babilóniaiak naponta átlagosan négy órát tölthettek ébren a sötétben, és gyönyörködhetek a csillagokban. Sem fényes lámpák, sem a TV villódzó fénye nem vonta el figyelmüket az égbolt látványától. A babilóniaiak jó megfigyelők voltak és kultúrájuk évezredes fennállása lehetővé tette, hogy sok fontos törvényszerűséget állapítsanak meg az égitestek mozgásáról. A hónap hosszát (amin időszámításuk alapult) másodperc pontossággal ismerték, és előre ki tudták számítani a nap- és holdfogyatkozások időpontját is. Észrevették, hogy a csillagos égboltnak más és más részét látják nyári és téli éjszakákon, és így az égbolt megfigyelésével is követték az évszakváltást, jelezték, hogy hideg vagy meleg időjárásra van kilátás. Az égbolt megfigyeléséből következtetni tudtak a természeti környezet jövőjére. Sajnos ezt rosszul általánosították, és azt hitték, hogy az egyes emberek sorsa is meg van írva az ég könyvében és így kialakult az *asztrológia* áltudománya, ami mind a mai napig kísért és sehogy sem tudunk tőle megszabadulni. Az ókori babilóniaiakat persze ne hibáztassuk! Ők még nem tudhatták, hogy a bolygók ugyanolyan égitestek, mint a Föld, és ugyanúgy keringenek a Nap körül, mint a Föld. Ők még úgy hitték, hogy a bolygók istenek, akik közvetlenül beavatkoznak mindennapi életünkbe. Istenként is tisztelték őket, és a hét, helyét gyorsan változtató (bolygó) égitestnek tornyos szentélyeket emeltek, úgy, hogy a legfelső emeleten volt a Nap szentélye, egy emelettel lejjebb a Holdé, aztán sorra következett a Merkúr, a Vénuszé, a Marsé, a Jupiteré és legalul volt a Szaturnuszé. Az első napot a Napnak szentelték (ez volt a Nap napja), a következő napon a Holdat imádták, majd sorra következett a többi csillag-istenség. Mivel hét ilyen *mozgó* égitest figyelhető meg, kialakult az időszámításunk ma is használatos egysége, a *hét*. Azt, hogy a hét napjait ezeknek az égitesteknek szentelték, ma is őrzik a nyugati nyelvek nap-elnevezései. Németül például a vasárnapot *Sonntag*-nak nevezik, ami lefordítva magyarra Nap-napot jelent. Vagy itt van az angol *Saturday*, a hét utolsó napja, ami szó szerint Szaturnusz-napot jelent. Hasonló példákat még bőven találhatunk a spanyolban és a franciában is.

Az ókori népek a csillagokat, de különösképpen a bolygókat, a Napot és a Holdat istenként tisztelték és imádták. A kínaiak például úgy gondolták, hogy napfogyatkozások alkalmával egy sárkány akarja a világosságot adó napistent lenyelni. Ez ellen úgy próbáltak védekezni, hogy hangszerekkel, dobokkal hatalmas zajt csaptak, és nyilakkal lövöldöztek a sárkány felé. A művelet természetesen mindig eredményes volt, ami igencsak megerősítette a hitüket az eljárás helyességében. A kínai császár udvari csillagászokat tartott, akiknek az volt a feladatuk, hogy előre jelezzék a napfogyatkozást, hogy a császár felkészülhessen a sárkány elkergetésére. Nem meglepő tehát, hogy Kr. e. 2137-ben a császár kivégeztette két udvari csillagászt, mert részegségükben elfelejtettek egy napfogyatkozást bejelenteni.

Az *egyiptomiak* a naptárkészítés nagymesterei voltak. Ennek az volt az egyik fő oka, hogy Egyiptom mezőgazdaságát a Nilus áradására alapozták: a vetést az áradás előtt meghatározott idővel kellett megkezdeni. Az egyiptomi tudós-csillagász papok észrevették, hogy a Nilus áradása közvetlenül azután indul meg, amikor első ízben lehet a hajnali égbolton a Szíriusz nevű csillagot megpillantani. Amikor meglátták a Szíriuszt, nagy hókusz-pókuszok kíséretében bejelentették: az istenek megüzenték, hamarosan bekövetkezik a Nilus áradása. Az egyiptomiak mesterek voltak az építészetben is. Hatalmas piramisokat építettek, amelyeket nagy pontossággal az égtájaknak megfelelően tájoltak. Ezért gondolják sokan, hogy a piramisok valójában csillagászati obszervatóriumok voltak, amelyekkel bizonyos csillagászati eseményeket (például a tavasz kezdetét) lehetett nagy pontossággal meghatározni.



A *közép-amerikai indiánok* is jó csillagászok voltak. Rendszeresen feljegyezték a napfogyatkozások időpontját; a legrégebbi Kr. előtt 3379-ből való.

Európa területén (több helyen is) találhatóunk kökörköket, amelyeknek minden kétséget kizáróan csillagászati szerepük (is) volt. A leghíresebb ezek közül a dél-angliai Salisbury mellett található *Stonehenge* nevű oszlopsor (1. ábra).

Az ókori csillagászat virágzásának a tetőpontját Görögországban érte el. A görög csillagászat nagyszerű eredményei külön könyvet igényelnének, ezért csak a legfontosabbakat említjük meg. *Anaximand-*

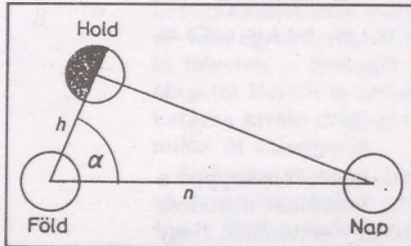
1. ábra  
Stonehenge

Fotó:  
Karáth Imre



\* Olvasóink kérésének eleget téve elindítottunk egy új sorozatot, amelyben a csillagászat kialakulását kívánjuk – lehetőleg érdekesítően – bemutatni.

rosz egy pálca árnyékának rendszeres méréséből arra a megállapításra jutott, hogy a Föld gömbölyű. Természetesen ez ellenkezett a görögök akkori világmérvével, de Anaximandrosz okfejtése annyira meggyőző volt, hogy a korábban kételkedők megismerve a tudós művét, a Földet gömbölyűnek tekintették.

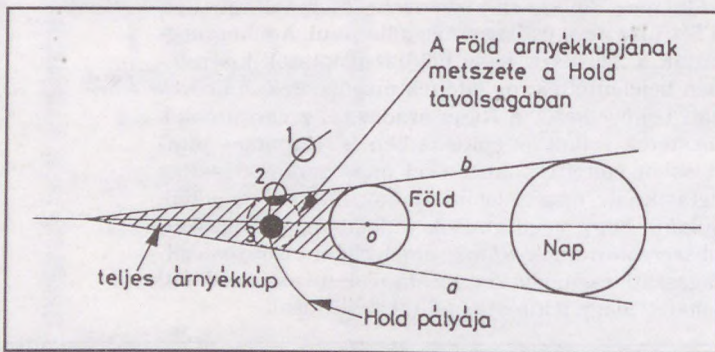


2. ábra  
Ha a Hold a Földről nézve pontosan félholdnak látszik, akkor a Föld-Nap-Hold háromszög Holdnál levő szöge derékszög. Az  $\alpha$  szög mérésével a Föld-Nap távolság ( $n$ ) és a Föld-Hold távolság ( $h$ ) viszonya meghatározható

A görög csillagászat csúcsteljesítményét az i.e. harmadik században érte el, amikor Arisztarkhosz (aki e sorok írójának véleménye szerint minden idők legnagyobb csillagásza volt), megmérte a Nap és a Hold Földtől mért távolságát, továbbá ugyanezen égitestek méreteit is. Arisztarkhosz gondolatmenete annyira szép és logikus, hogy érdemes végigkövetnünk. Lássuk tehát, hogyan is gondolkodott több mint 2000 évvel ezelőtt a zseniális görög tudós.

A gondolatmenetet négy részre lehet osztani.

1. Arisztarkhosz megvárta, amíg a Földről nézve, a Hold pontosan félholdnak látszik (2. ábra). Az ábrára nézve világos, hogy ekkor a Föld-Hold-Nap háromszögnek a Holdnál lévő szöge éppen derékszög. Jelöljük a Hold távolságát a Földtől  $h$ -val, a Nap távolságát pedig  $n$ -nel. A háromszögre felírhatjuk a következő összefüggést:



3. ábra  
Holdfogyatkozás alkalmával a Hold a Föld árnyékkúpjába hatol. A 2-es helyzetben a Föld teljes árnyéka a Holdnak még csak egy részét takarja el

$\cos \alpha = h/n$   
Arisztarkhosz megmérte félhold idején az  $\alpha$  szöget és azt kapta, hogy  $\alpha = 87^\circ$ . Ebből pedig:

$$\cos 87^\circ = h/n = 0,0523$$

azaz:

$$n = h/0,0523 \approx 19h$$

Arisztarkhosz természetesen nem ismerte a  $\cos$  függvényt, azt csak jó 1000 évvel később találták fel az arabok. Valószínűleg egy  $87^\circ$ -os derékszögű háromszöget rajzolt, és ebből, az eredeti háromszöghöz hasonló háromszögből határozta meg a  $h/n$  arányt. A mérésből azonnal következik, hogy Nap a 19-szer olyan messze van a Földtől, mint a Hold!

Arisztarkhosz az  $\alpha$  szöget nem tudta pontosan megmérni, hiszen csak egészen kezdetleges szögmérő állt rendelkezésére. Ha ezt a szöget ma egy modern műszerrel megmérjük,  $\alpha$ -ra

$$\alpha = 89^\circ 51' 10''\text{-et}$$

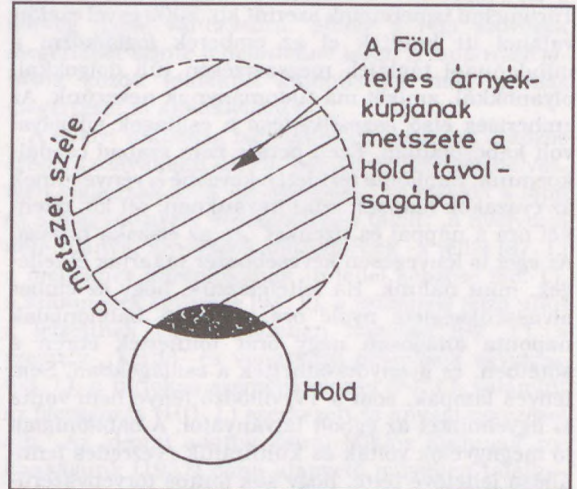
kapunk, amiből:

$$n = h/\cos \alpha \approx 400h$$

A Nap tehát valójában 400-szor van távolabb a

Holdnál és nem 19-szer, ahogy azt Arisztarkhosz megmérte. De ez a hibás mérés is elég volt ahhoz, hogy levonja a következtetést: a Nap lényegesen messzebb van a Földtől, mint a Hold.

2. Arisztarkhosz észrevette, hogy a Nap és a Hold is ugyanolyan látószögben látszik a Földről. Egy falemezbe lyukat vágott és addig mozgatta, amíg a Hold pontosan be nem töltötte a teret. Ekkor megmérte a lemeznek a szemétől mért távolságát. Ugyanezt megtette a Nappal is. Tapasztalta, hogy a lemezt a Nap és a Hold esetében is ugyanolyan



4. ábra  
Holdfogyatkozások alkalmával a Hold teljesen elsötétült részének alakjából következtethetünk arra, hogy mekkora a Föld árnyékkúpjának metszete a Hold távolságában

távolságban kell tartani, hogy az égitest a kerek mezőt teljesen betöltse. Jelöljük azt a szöveget, amely alatt a Nap és a Hold is látszik a Földről,  $\beta$ -val.

3. Arisztarkhosz megfigyelt holdfogyatkozásokat is. Megpróbálta megérteni és felrajzolni, hogy valójában mi is történik holdfogyatkozás alkalmával. Minden bizonnyal a következőképpen okoskodott: Holdfogyatkozásakor a Hold azért sötétül el, mert a Föld árnyékot vet a Holdra. A térnek azt a tartományát, ahonnan a Nap egyáltalán nem látszik (3. ábra), a Föld teljes árnyékkúpjának nevezzük. Teljes holdfogyatkozás akkor van, amikor a Hold teljes terjedelmével az árnyékkúp belsejébe kerül. Ez persze fokozatosan következik be. Amikor a Hold még az árnyékkúpon kívül van, a teljes Hold látszik (1-ső helyzet), amikor a Hold egy része már a teljes árnyékkúpon belülre kerül (2-ik helyzet), a Holdból egy körív alakú terület teljesen sötétnek látszik (4. ábra). Arisztarkhosz is észrevette, hogy a sötét részt körív határolja, ami nyilván megerősítette benne azt a tudatot, hogy a Föld gömbölyű. Arisztarkhosz azonban tovább ment, és a körívet egy teljes körre egészítette ki. Így megkapta a teljes árnyék kúpjának metszetét a Hold távolságában. Arisztarkhosz mérése szerint az árnyékkúp metszetének átmérője a Hold távolságában mintegy háromszorosa a Hold átmérőjének.

Ennyi megfigyelés után már (Arisztarkhosz nyomán) a holdfogyatkozások bekövetkezésekor előállít helyzethez geometriailag hasonló ábrát szerkeszt-hetünk (5. ábra). Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a fogyatkozás centrális, azaz a Nap, a Föld és a Hold középpontjai egy egyenesbe esnek. Jelöljük a Föld középpontját  $O$ -val.  $O$ -ból nézve mind a



Hold, mind a Föld  $\beta$  szög alatt látszik ellentétes irányban. Rajzoljuk be ezeket a szögeket és ezek (közös) szárai legyenek a  $c$  és  $d$  egyenesek. A szög szárai közé rajzoljunk (a bal oldalon) egy  $H$  kört, ami a Holdat jelképezi. Ezzel az ábrának méretet adtunk; ha hasonló ábrát kívánunk szerkeszteni, ezentúl már csak méretarányosan tehetjük. Mivel meghatároztuk a  $h/n$  arányt, a Napot (jobb oldalon)  $h/n$ -szer messzebbre kell rajzolni, mint a Holdat. (Arisztarkhosz 19-szer messzebbre rajzolta, nekünk 400-szor messzebbre kellene rajzolnunk). Így megkaptuk a Nap  $N$  méretarányos képét is.

Az előbb már megmértük, hogy a Föld árnyékkúpjának metszete a Hold távolságában hányszorosa a Hold átmérőjének. Rajzoljuk most meg ezt a metszetet, úgy, hogy a Holdat megfelelő arányban „felfújjuk”. A 3. ábráról láthatjuk, hogy az  $a$  és  $b$  egyenesek az árnyékkúp alkotói, és így érintik mind a Napot, mind az árnyékkúp metszetét. Az  $a$  és  $b$  egyeneseket így meg tudjuk szerkeszteni. Mivel az árnyékkúpot a Föld hozza létre, világos, hogy  $a$  és  $b$  a Földet is érinti. Ha most tehát egy olyan  $O$  középpontú kört rajzolunk, amelyet az  $a$  és  $b$  egyenesek érintenek, a Föld méretarányos képét is berajzoljuk az ábránkba. Ha ismerjük a Föld sugarát,<sup>1</sup> akkor egyszerű méréssel megállapíthatjuk, hogy hány földszugárra van a Földtől a Nap és a Hold; továbbá, hogy ezeknek mekkora az átmérője. Arisztarkhosz mérése ugyan számszerűen hibás volt, de már így is meg tudta állapítani, hogy a Nap lényegesen nagyobb, a Hold pedig valamivel kisebb mint a Föld. A Nap-Föld távolság sokszorta nagyobb mind a Föld, mind a Nap méreteinél. Arisztarkhosz logikával és méréssel jutott erre a következtetésre. Aki követi gondolatmenetét, az előtt nem lehet kétséges, hogy igaza van. Kortársai azonban nem mind gondolkodtak így. Arisztarkhoszt istenkáromlással vádolták, mert megsértette a Nap-istent, és száműzték Athénből.

4. Arisztarkhosz gondolatmenetének 4. lépése tulajdonképpen már nem tőle, hanem Eratosztenész-től származik. Feltehetjük azonban, hogy ismerte ezeket a gondolatokat. Arisztarkhosz a Nap és a Hold távolságát és méreteiket a Föld sugarának egységében mérte meg. Eratosztenész meghatározta, hogy a Föld sugara hány stadion,<sup>2</sup> így a szomszédos égítestek távolságát és méreteiket akár stadionokban is meg tudta adni.

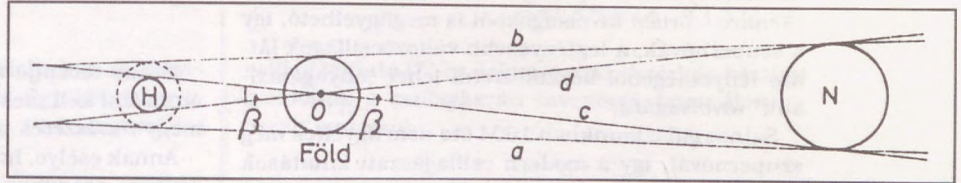
Eratosztenész Alexandriában minden nap megmérte, hogy a delelő Nap iránya mekkora  $\epsilon$  szöget zár be a függőleges iránnyal (6. ábra). (Az  $\epsilon$  szöget nevezzük zenittávolságnak). Eratosztenésznek volt egy rabszolgája Sziénében,<sup>3</sup> akinek minden nap lesnie kellett, hogy a Nap tükörképe az év melyik napján csillan meg délben a kút fenekén. Ezen a napon ugyanis a Nap deleléskor pontosan merőlegesen süt a földfelszínre. A 6. ábra szerint az ezen a napon Alexandriában mért  $\epsilon$  szög a teljes ( $360^\circ$ -os) szög  $1/50$ -ed része. Az Alexandria és Sziéne közötti távolságot Eratosztenész egy légióval lemérte, és ezt 5000 stadionnak találta. Jelöljük  $k$ -val a Föld (egyenlítői) kerületét,  $T$ -vel az Alexandria-Sziéne távolságot. Ekkor felírható a következő összefüggés:

$$k/T = 360^\circ/\epsilon = 50$$

Ebből rögtön kiszámíthatjuk a Föld  $k$  kerületét:

$$k = 50 T = 50 \cdot 5000 = 250\,000 \text{ stadion.}$$

Ha átszámítjuk a kapott értéket a ma használatos méterre, 10 százalék pontossággal megkapjuk az egyenlítő 40 000 km-es hosszát. Arisztarkhosz és kortársai tehát a Nap és a Hold távolságát és méreteiket a hétköznapi használatos egységben (stadionban) is ismerték.



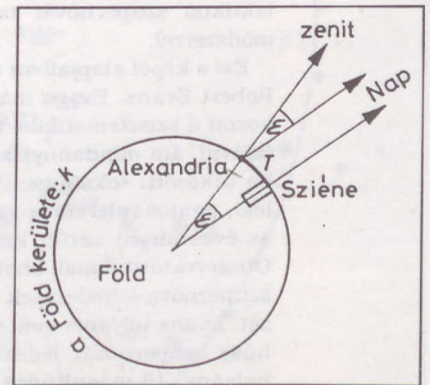
Arisztarkhosz és kortársai mérésekkel és logikával egyértelműen bebizonyították, hogy a Nap van a „világ” középpontjában és nem a Föld. Voltak azonban, akik ezt nem fogadták el. Már említettük, hogy némelyek istenkáromlással vádolták, tehát „ideológiai oldalról” támadták a heliocentrikus világgépet. Voltak azonban „tudományos szempontok” is, amelyek a napközéppontú elképzelés ellen szóltak. Arisztotelész például a következőképpen érvelt: Minden tárgy a Föld felé esik. Ha csakugyan a Nap volna a világ közepe, akkor a Nap felé esnének a testek.

Az Arisztarkhosz-féle heliocentrikus világgépet volt még egy óriási hibája. Nem lehetett vele előre jelezni a bolygók mozgását az éggömbön. A Ptolemaiosz-féle Föld-középpontú világgépet azért részesítették előnyben, mert vele viszonylag jó bolygó-előrejelzéseket lehetett adni. Mi volt a ptolemaioszi geocentrikus világgép lényege? A Földet mozdulatlanak képelték, és úgy gondolták, hogy a Földet koncentrikusan veszik körül átlátszatlan kristálygömbök. Egy gömb tartozik a Holdhoz, egy a Naphoz, egy-egy minden bolygóhoz, végül legkívül található a csillagok gömbje. Hogy a bolygók éggömbön tapasztalt bonyolult mozgását megmagyarázzák, feltételezni kellett még további gömböket, amelyek a fő-gömbökön gördültek. Végül már 56 gömbre volt szükség, de segítségükkel (teljesen tapasztalati úton) viszonylag nagy pontossággal előre lehetett jelezni a bolygók mozgását.

Az ókori görögök azért választották a teljesen logikus arisztarkhoszi heliocentrikus és az érthetetlen ptolemaioszi geocentrikus világgép közül az utóbbit, mert azt a gyakorlatban jobban tudták használni. Az ember elgondolkozik azon, vajon a mai időkben nem fogadunk-e el olyan elméleteket, amelyek csak azért jók, mert remekül lehet velük számolni? A ptolemaioszi világgép több mint 1500 évig élt és alapjai csak akkor kezdtek el repedezni, amikor a gyakorlat számára nem volt már elég pontos. Ez az idő akkor következett el, amikor felfedezték Amerikát.

Folytatjuk!

5. ábra  
Arisztarkhosz a holdfogyatkozások alkalmával bekövetkező helyzethez geometriailag hasonló ábrát szerkesztett. (A részleteket lásd a szövegben)



6. ábra  
Eratosztenész úgy mérte meg a Föld kerületét, hogy megvárta, amíg Sziénében a Nap éppen a kút fenekén látszik. Ezen a napon megmérte Alexandriában is a Nap zenittávolságát

<sup>1</sup> Erre később még visszatérünk! <sup>2</sup> 1 stadion = 160 m <sup>3</sup> Sziéne mai neve: Asszuán

**A**z Andromeda olvasóinak aligha kell bizonygatni, hogy a változócsillagok tanulmányozása milyen fontos eredményeket hozott a csillagfejlődés megismerése vagy az univerzum távolságskálájának „kalibrálása” terén. A szupernóvák mindkét tekintetben igen fontosak. Kitörésük a nagytömegű csillagok fejlődésének látványos, jól tanulmányozható epizódja. A robbanás – szerencsénkre – óriási távolságokból is megfigyelhető, így a szupernóvák, a legfényesebb változócsillagok látszó fényességéből következtetni lehet „anyagagalaxisuk” távolságára.

Sajnos galaxisunkban 1604 óta nem figyeltek meg szupernóvát, így a modern csillagászati kutatások nagyrészt a más galaxisokban felvillanó szupernóvákra szorítkoznak (illetve a tejútrendszerünkben megfigyelhető szupernóva-maradványokra). Ami kézik, nem múlik – talán még a mi életünkben sor kerül egy „igazi” galaktikus szupernóva kitörésére...

Az extragalaktikus szupernóvák szisztematikus keresése századunk harmincas éveiben kezdődött, fotográfikus technikával. Manapság elsősorban nagylátómezejű Schmidt-teleszkópokat alkalmaznak szupernóva-keresésre. Egy-egy felvételen több tucat galaxis képe is rögzíthető, így jelentősen megnő az esély szupernóva-kitörés „elcsípésére”.

Amatőr körökben sokáig úgy vélekedtek a szupernóva-keresésről, mint olyan területről, ahol nem sok keresnivalója van a műkedvelőnek. A drága, nagy teljesítményű Schmidt-kamerákról álmodni sem mer egy amatőr, a galaxisok egyenkénti fényképezése pedig nehézkes, kevés sikerrel kecsegtet. Arra gondolni sem mertek, hogy más módon, netán a „legősibb” vizuális módszerrel fogjanak hozzá a szupernóvák kereséséhez. Nagyon is sok alapja volt ennek, hiszen 1979-ig mindössze három extragalaktikus szupernóvát találtak amatőrök vizuális módszerrel.

Ezt a képet alapjaiban változtatta meg az ausztrál Robert Evans. Evans már az 50-es években foglalkozott a szisztematikus szupernóva-keresés gondolatával, ám mindannyiszor áthághatatlan akadályba ütközött: sokáig nem tudta beszerezni a megfelelő, pontos referencia-anyagot észleléseihez. A 80-as évek elején került kapcsolatba a Siding Spring Observatóriummal, ahol azóta végzik az Evans-féle szupernóva-felfedezések ellenőrzését, megerősítését. Evans ugyanis nem vár sikerrel járt! Mindmáig hűsz szupernóvát fedezett fel, közülük több igen halvány, 15 magnitúdós volt!

Nem könnyű mesterség a vizuális szupernóva-vaadászat, a folyamatos eredményesség – úgy látszik – csak az olyan rendkívüli képességű észlelőnek adatik meg, mint Evans. Maga az észlelési módszer voltaképpen roppant egyszerű: egy éjszaka során minél több galaxist kell átfésülni, és ellenőrizni azt, hogy a korábbi észlelésekhez képest nem mutatkozik-e új csillag a galaxisban vagy annak közvetlen közelében. Ehhez természetesen nagyon jó emlékezőképesség is szükséges, „fejből” kell ismerni a galaxist és csillagkörnyezetét – nincs idő arra, hogy az okulárnál, észlelőlámpa mellett vakoskodva azonosítsuk az előtérscillagokat részletes térkép vagy fénykép alapján.

# FÉNYES

Evans receptje az, hogy minél pontosabban memorizálni kell ezeket a csillagokat – ami persze nem megy rendszeres munka nélkül!

Annak esélye, hogy új szupernóvára bukkanjunk, egyenes arányban nő az átfésült galaxisok számával. Evans több száz galaxist képes éjszakánként átböngészni, és egy-egy galaxisra (a beállításal együtt) nem jut egy-két percnél hosszabb idő. Saját statisztikája szerint átlagosan minden tízezredik galaxisészlelésre jut egy szupernóva.

Evans sikereit látva számos követője akadt: több szupernóva-kereső csoport jött létre Japánban és Európában, bizonyos eredményeket is elértek, de mindaddig nem akadt olyan észlelő, aki egynél több szupernóvát talált volna.

Az újonnan alakult európai csoportok egyike a madridi M1 Szupernóva-kereső Csoport, mely néhány évvel ezelőtt látott munkához. A csoport mindössze hat főből áll, tagjai 10–33 cm-es távcsöveket használnak, egyikük CCD kamerával folytatja megfigyeléseit. Az M1 tagjai igyekeznek minden fényesebb szupernóva kitörését végigkövetni, emellett azonban maguk is folytatnak szupernóva-keresést. Első sikerüket ez év márciusában érték el. Március 28-án Francisco Garcia egy 11,8 magnitúdós szupernóvát talált 25 cm-es f/3,9-es Newton-reflektórával a közismert M81-ben (NGC 3031). Az M81 SN 1993J elnevezésű vendégcsillaga ekkor 12 magnitúdós volt, maximális fényességét március 31-én érte el, 10,5 magnitúdónál.

Tekintettel arra, hogy meglehetősen ritkán észlelhető ilyen fényes, közeli szupernóva, számos nagy obszervatórium műszerei fordultak az M81 irányába, és természetesen megindult a nyomozás a szupernóva progenitora, szülőobjektuma után. Sikerült is találni egy 20 magnitúdós jelöltet, mely több óriástávcső korábbi felvételein azonosítható, és pozíciója szinte hajszálra pontosan megegyezik a szupernóváéval. A csillag valószínűleg K0 Ia típusú szuperóriás volt, mely a hézagos adatok szerint kis mértékben változtatta fényességét (pulzált), ami jellemző az ilyen csillagokra.

Az M81 jelenleg igen kedvező helyzetben figyelhető meg, az esti órákban magasan, a zenit közelében látható. A mellékelt, igen részletes térkép alapján nagyobb (20–30 cm-es) távcsővel meg lehet próbálni a szupernóva azonosításával. Az SN 1993J fényessége májusi számunk megjelenésekor 13–14 magnitúdó körül várható.

Némi magyarázat szükséges a térkép használatához. Számos előtérscillag mellett található két- vagy háromjegyű számérték. Ezek az adott csillag látszó vizuális fényességét adják meg, a tizedesvessző elhagyásával. A 89, 105, 119 számok tehát rendre

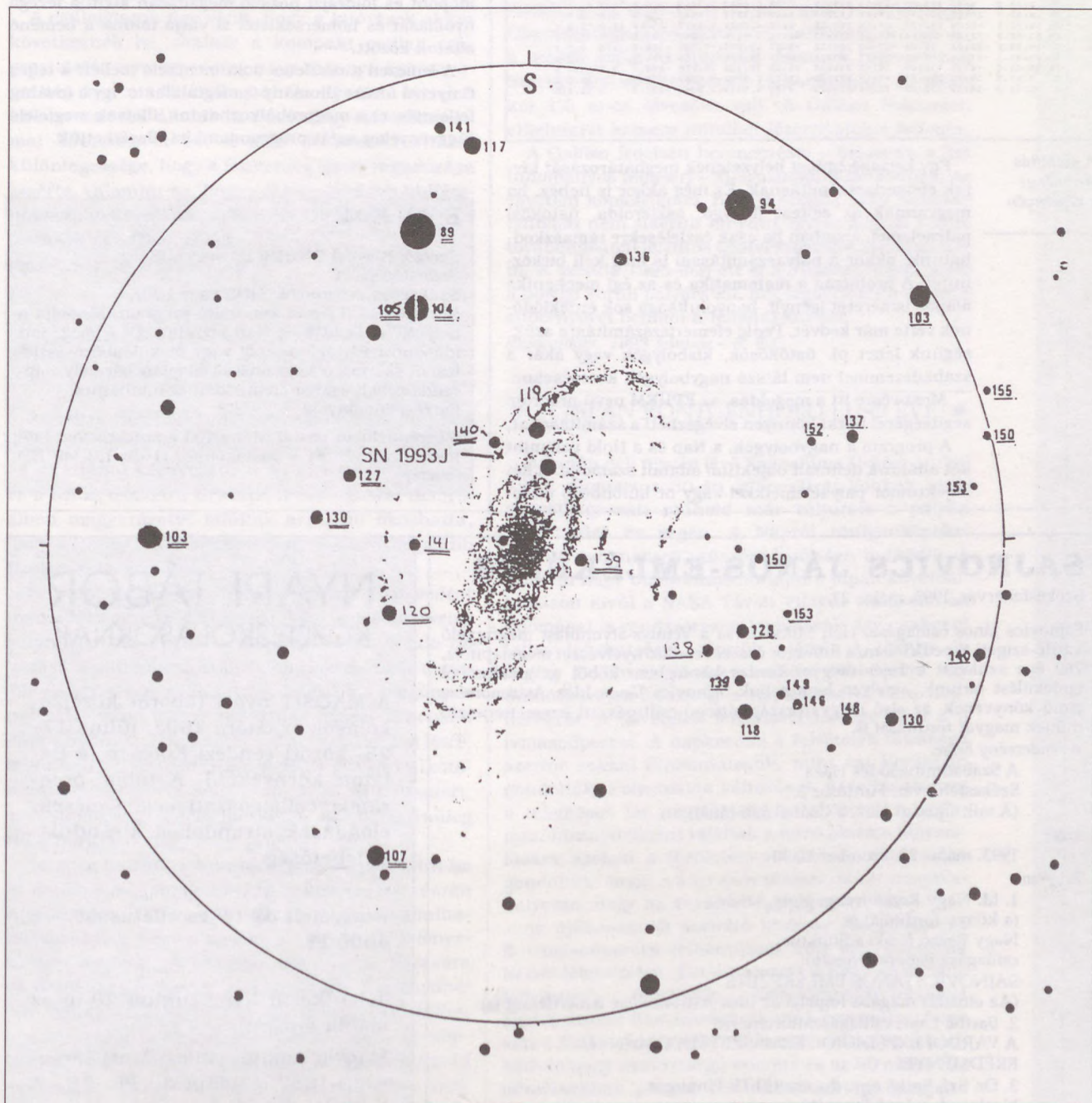


# SZUPERNÓVA AZ M81-BEN

MIZSER ATTILA

8,9, 10,5, 11,9 magnitúdónak felelnek meg. Nagytávcsöves észlelők azonosításkor figyeljenek arra, hogy a szupernóva közelében egy 14,0 magnitúdós

csillag látható (7"-re délnyugatra). A térkép készítői gondoltak a csillagászati távcsövek használóira – észak lent van!



AZ SN 1993J AZ M81-BEN. (AZ AAVSO ALERT NOTICE 169 ALAPJÁN)

# HOL LEHET AZ ÜSTÖKÖS?

## EFEMERISZSZÁMÍTÁS MINDENKINEK

```

Move to another field, RETURN to change this field, ? for help, or q to run
EDT 23:28:05 5/10/1993 LST 12:29:00 Lat 44:50:37 May 1993
UTC 3:28:05 5/11/1993 Dawn 4:48 Long 93:42:08 Su Mo Tu We Th Fr
JulianDat 2449118.64450 Dusk 23:36 Elev 800 ft
Watch MiscLn 5:13 Temp 40 F 2 3 4 PM 6 7
Listing off AtmPr 29.50 In 9 10 11 12 13 14
Search off PZ 4:00:00 16 17 18 19 20 NM
Plot off Epoch 2000.0 23 24 25 26 27 28
Menu Planet Data StpSz RT CLOCK Pause 0 30 31

```

Ob	R.A.	Dec	Az	Alt	H	Long	H	Lat	Ea	Dst	Elong	Size	VMag	P
Su	3:12.4	17:53	319:26	-17:09	230:27			1.0100				1900	-27	
Mo	19:39.6	-17:57	91:01	-25:44	293:35	3:28	243199	1.0112	-116.8	1832	-12			
Me	2:49.5	15:36	323:28	-21:43	26:08	-2:39	1.3161	0.3285	-5.9	5.1	-2.2			
Ve	0:35.2	1:56	353:03	-41:15	255:12	0:05	0.4640	0.7261	-40.9	36.5	-5.4			
Ma	8:37.7	20:21	262:31	36:48	182:33	1:42	1.5897	1.6649	76.0	5.9	0.7			
Ju	12:22.6	-0:48	182:22	44:23	192:56	1:18	4.6934	5.4537	134.9	41.9	-2.4	1		
Sa	22:08.9	-12:44	54:06	-46:11	323:46	-1:15	9.9436	9.8340	-80.9	16.7	1.1	1		
Ur	19:36.2	-22:04	95:04	-27:00	289:30	-0:27	19.095	19.595	-118.4	3.4	5.7	1		
Ne	19:31.1	-21:06	95:07	-25:27	289:24	0:40	29.676	30.185	-119.4	2.1	7.9	1		
Pi	15:42.0	-4:24	125:09	24:43	234:02	14:22	28.752	29.728	-164.7	0.3	13.7	1		
X	8:07.0	39:16	287:36	42:19	121:08	19:19	9.9903	9.6287	66.3			17.6	1	
Y	15:39.0	-16:32	133:02	15:06	235:13	2:22	4.5319	5.5366	-173.5			32.110		

A számítás  
eredménye  
a képernyőn

Egy keringő égitest helyzetének meghatározását hívjuk efemeriszszámításnak. Ez még akkor is nehéz, ha megvannak az égitest (bolygó, aszteroida, üstökös) pályaelemei, azonban ha csak észlelésekre támaszkodhatunk, akkor a pályaszámítással is meg kell birkózunk. A probléma a matematika és az égi mechanika alapos ismeretét igényli, bonyolultsága sok érdeklődőnek vette már kedvét. Pedig efemeriszszámításra szükségünk lehet pl. üstökösök, kisbolygók vagy akár a szabadszemmel nem látszó nagybolygók keresések.

Most végre itt a megoldás, az EPHEM nevű program segítségével bárki könnyen elvégezheti a számításokat.

A program a nagybolygók, a Nap és a Hold valamint két általunk definiált objektum adatait számolja. A két objektumot pályaelemeikkel vagy öt különböző észle-

lésből kapott koordinátákkal adhatjuk meg. A számítás során fenti égitestekre megkapjuk az égi koordinátákat topocentrikus ekvatoriális, horizontális és heliografikus koordinárendszerben. De további adatokat is szolgáltat a program, úgymint az objektum Földtől és Naptól mért távolságát, szögméretét, látszó fényességét és fázisát. A program precizitására jellemző, hogy a koordinátákat refrakcióra korrigáltan adja meg, így az időpont és földrajzi pozíció megadásán kívül a levegő nyomását és hőmérsékletét is várja tőlünk a bemenő adatok között.

A lemezen a részletes dokumentáció mellett a teljes C nyelvű forrás állomány is megtalálható. Így a továbbfejlesztéssel is megpróbálkozhatunk, illetve a megfelelő függvényeket saját programjainkba illeszthetjük.

### EPHEM

Szerző: Elwood Charles Downey, USA

Számítógép: PC

Szükséges programok: DOS vagy UNIX

Rövid leírás: Efemeriszszámító program. Megadja a bolygók, a Hold és a Nap koordinátáit a megadott időpontra Pályaelemekből vagy öt különböző észlelésből származó koordináták alapján bármely naprendszerbeli égitest efemeridáit számíthatjuk. Forrásállományok!

Megrendelhető postai utánvétellel a szerkesztőség címén. Ár: 375 Ft + postaköltség (1 db 1.2 Mb HD lemez)

## SAJNOVICS JÁNOS-EMLEKÜLÉS

Székesfehérvár, 1993. május 22.

Sajnovics János csillagász, Hell Miksa társa a Vénusz-átvonulást megfigyelő vardó-szigeti expedícióban, a finnugor összehasonlító nyelvészet megalapítója, 260 éve született a Fejér megyei Tordas községben. Ebből az alkalomból emlékülést tartunk, amelyen bemutatjuk Sajnovics János Idea Astronomiae című könyvének, az első magyarországi átfogó csillagászati ismeretterjesztő műnek magyar fordítását is.

A rendezvény helye:

A Szabadművelődés Háza  
Székesfehérvár, Fürdősor 3.  
(A volt Ifjúsági Ház, a Csónakázó-tónál)

Ideje:

1993. május 22. szombat 10.30

Program:

1. Id. Nagy Rezső nyug. gimn. tanár (a könyv fordítója) és Nagy Rezső főisk. adjunktus, csillagász-ismeretterjesztő: SAJNOVICS JÁNOS EMLÉKEZETE (Az előadás magába foglalja az Idea Astronomiae ismertetését is)
2. Bartha Lajos csillagásztörténész: A VARDÓI EXPEDÍCIÓ TERMÉSZETTUDOMÁNYI EREDMÉNYEI
3. Dr. Szij Énikó egy. docens (ELTE Finnugor Nyelvtudományi Tanszék): A VARDÓI EXPEDÍCIÓ TÁRSADALOMTUDOMÁNYI EREDMÉNYEI

Minden kedves érdeklődőt szeretettel várunk!

## NYÁRI TÁBOR KÖZÉPISKOLÁSOKNAK

A MACSIT nyári táborát középiskolások számára 1993. július 17-25. között rendezi Kötcsén (a Balaton környékén). A tábor programja: csillagászati megfigyelések, előadások; strandolási, kirándulási lehetőség.

Részvételi díj teljes ellátással  
4950 Ft.

Jelentkezni lehet június 20-ig az alábbi címen:

Magyar Amatőr-csillagászati Társaság, 1387 Budapest, Pf. 36. A jelentkezésre részletes tájékoztatót és befizetési csekket küldünk.



## \* KÜLÖNLEGES GAMMA-FORRÁS \*

A Compton Obszervatórium, a NASA nagy gamma-csillagászati műholdja szokatlanul erős gamma- és röntgenforrást fedezett fel a Perzeuszban, az égbolt egy olyan területén, ahol semmilyen ezzel azonosítható forrás nem található. A forrás fényessége nem sokkal a felfedezése után jelentősen megnőtt, jelenleg az egész égbolt legfényesebb ilyen jellegű forrásának tűnik. Az ehhez hasonló kitérések a feltételezések szerint olyan kettős rendszerekből erednek, amelyekben egy közönséges csillag kompakt társa, egy neutroncsillag vagy egy fekete lyuk körül kering.

A csillagászok úgy vélik, hogy a kitérések akkor következnek be, amikor a kompakt csillag erős gravitációs tere egyszerre nagy mennyiségű anyagot tép ki a másik csillagból. Az ilyesféle hirtelen kifényesedések általában évente egy-két alkalommal következnek be. A most felfedezett kitérés különlegessége, hogy a fényesség gyors ingadozása kísérte, valamint az, hogy sokkal rövidebb hullámhosszakon következett be, mint ahogy az a hasonló források esetében szokásos.

(Spaceflight, 1993 február - B. E.)

\* A HALLEY KIFÉNYESEDÉSÉNEK  
MAGYARÁZATA \*

A Halley-üstökös 1990-ben, amikor féléton járt a Szaturnusz és az Uránusz pályája között, hirtelen és váratlanul kifényesedett. A Notre Dame Egyetem és a NASA Goddard Űrközpont csillagászaik nemrégiben magyarázatot találtak arra, mi okozhatta, hogy a Halley fényessége néhány óra alatt legalább tízezerszeresére nőtt.

A csillagászok feltételezik, hogy a kifényesedést nem a Nap sugárzása okozta. Elképzelésük szerint valamilyen kémiai reakció során felszabaduló hő hatására párologhatott hirtelen el az üstökös anyagának egy része. Kimutatták, hogy ha a magányos hidrogénianid (HCN) molekulák hosszú láncokká kapcsolódnak, akkor sötét színű vegyület jön létre, miközben hő szabadul fel. A HCN gyakori alkotórésze az üstökösök magjának. Mint az közismert, az üstökösök felszíne sötét, azt valószínűleg HCN borítja.

Terence Retting, a kutatócsoport tagja szerint ha az üstökös magjának 20–100 m kiterjedésű részén egyesültek a HCN molekulák, elég hő szabadulhatott fel ahhoz, hogy a megfigyelt látványos kifényesedés létrejöhessen. A felszabaduló energia hatására az üstökösök akár 9 magnitúdót is fényesedhettek, miközben egymillió tonna anyag szabadulhatott fel. A kémiai reakciót bármilyen energiabetaláló folyamat kiválthatta, például a Nap ibolyántúli sugárzása, hője, a Naptól érkező protonok, vagy akár a csillagközi térből érkező protonok. Mindössze néhány molekula egyesülése elegendő ahhoz, hogy a folyamat láncreakciószerűen elterjedjen.

(Astronomy, 1993 február - B. E.)

## \* ÁTTÖRÉS AZ ŰRTÁVKÖZLÉSBEN \*

A Naprendszer távoli vidékeit kutató űrszondákkal való kapcsolattartás jövője szempontjából forradalmian jelentős kísérletet hajtottak végre tavaly decemberben a Jupiter felé tartó Galileo szonda segítségével. A Galileo Optikai Kísérlet (GOPEX, Galileo Optical Experiment) keretében azt bizonyították, hogy a jövő űrszondái képesek lesznek lézersugaras összeköttetés segítségével az eddiginél nagyobb mennyiségű adatot a Földre továbbítani. A mostani kísérletben a lézersugarakat a Földről küldték az akkor 2,2 millió km távolságban lévő Galileo felé. A lézersugarakat két távcsővel bocsátották ki a szonda felé, az egyik a Táblahegyi Obszervatórium (Wrightwood, Kalifornia) 61 cm-es, a másik pedig az Egyesült Államok Légierőjének Starfire Optikai Telepének (Albuquerque, Új-Mexikó) 1,5 m-es távcsőve volt. A Galileo fedélzetén elhelyezett kamera mindkét lézernyalábot felfogta.

A Galileo fedélzeti berendezései – beleértve a hét tudományos műszert – kifogástalanul működnek. Az egyetlen komoly gond, hogy a szonda nagy rádióantennáját nem sikerült kinyitni, így az adatok Földre továbbításánál jelentős adatvesztésre kell számítani. A szonda 1995-ben éri el a Jupitert, egyik része a bolygó körüli pályára áll, míg légkörkutató egysége ejtőernyővel behatol a felhőtakaró alá.

(Spaceflight, 1993 február - B. E.)

## \* A JAPÁN RÖNTGENHOLD ELSŐ ÉVE \*

A Japán déli részén lévő Kagoshima Űrközpontból 1991. augusztus 30-án felbocsátott Yohkoh röntgencsillagászati műhold már túljutott a pályán töltött első év végén. A Napról röntgenképeket készítő valamennyi műszere kitűnően működik. A műhold nagy buborékmemóriáját a japán követőállomáson kívül a NASA Távoli Világűr Hálózatának állomásai is rendszeresen kiolvassák, így csaknem teljes lefedettséget sikerült elérni. A tavalyi év végéig a Yohkoh röntgentávcsőve több, mint egy millió felvételt készített a napkoronáról és a napflerekről. A felvételek felbontóképessége eléri a 3 ívmásodpercet. A napkorona a felvételek tanúsága szerint sokkal dinamikusabb, mint azt korábban gondolták. Folyamatos változások figyelhetők meg a mágneses tér nagyléptékű szerkezetében, valamint bizonyítékokat találtak a forró plazma kiáramlására azokon a területeken, ahol korábban úgy gondolták, hogy a zárt erővonal szerkezet megakadályozza, hogy az anyag elhagyja a koronát.

Az újdonságnak számító kemény röntgentávcső 5 ívmásodperces felbontással 100 keV energiáig készít felvételeket. Ezt a műszert a nagy spektrális felbontású Bragg-féle kristályspektrométerrel együtt annak tisztázására akarják használni, hogy van-e fizikai kapcsolat a flerekben hirtelen felszabaduló nagy mennyiségű energia és az 50 millió fok hőmérsékletű plazma koronában történő megjelenése között. A japán kutatók szerint a tíz évre tervezett élettartamú Yohkoh működése jelentős lépéssel viszi előbbre a napfizikai kutatást.

(Spaceflight, 1993 február - B. E.)



**M**ájus végén, június elején éjfél tájt delel az Állatöv leglátványosabb csillagképe, a Skorpió (Scorpius). Tőle kissé északabbra található a Kígyótartó (Ophiuchus) és a két külön részből álló Kígyó (Serpens Caput és Serpens Cauda).

### A Skorpió

A Scorpius nagy kiterjedésű csillagképe nagyjából a  $15^{\text{h}} 45^{\text{m}} - 17^{\text{h}} 55^{\text{m}}$  rektaszценzió és a  $-8^{\circ} - -45^{\circ}$  deklináció között fekszik. Csillagai jól felismerhető skorpiót rajzolnak az égre azok számára is, akiknek nincs nagyon dús fantáziájuk. Hazánkból nem látható a teljes csillagkép, mert legdélibb része sosem emelkedik horizontunk fölé. Alacsony állása miatt a légköri fényelnyelés mindent megtesz, hogy többi részét is elrejtse előlünk; de szerencsére elég fényes csillagok vannak benne. Derült tavaszi éjszakákon, nyári esteiken megtalálhatjuk a déli látóhatár felett. Tőlünk délebbre fekvő megfigyelőhelyeken a csillagkép még szebb látványt nyújt.

Legfényesebb csillaga a vöröses színű  $\alpha$  Scorpii vagy Antares (ritkán használt arab neve Kalb el Akrab, latin neve Vespertilio vagy Cor Scorpionis). Az Antares tulajdonképpen Anti-Arészt jelent. Arész görög hadisten volt, latin megfelelője Mars, a Mars bolygó megszemélyesítője (a Mars bolygó is vöröses színű), így az Antares a Mars megfelelőjének, de néha ellenfelének vették (az asztrológiában a Skorpió ura a Mars). E csillag távolsága kb. 520 fényév, de ez másodpercenként kb. 3 km-rel csökken; átmérője a Napénak mintegy 700-szorosa. 3100 K felszíni hőmérsékletű, K0 színképtípusú vörös óriás. Van egy B3 színképtípusú, 878 év keringési idejű kísérő csillaga, amely csak komoly műszerrel mutatható ki. Mindkettőt halvány vöröses köd burkolja; a főcsillag kimutathatóan lapult. Az ég tizenötödik legfényesebb csillaga, fényessége 0,9 és 1,8 között felszabályosan változik. Érdekes csillag a  $\beta$  Sco (Akrab) is. Kis távcső is kettősnek mutatja, de van a rendszerben egy harmadik csillag is; maga a főcsillag színképi kettős. A rendszer távolsága kb. 600 fényév, látszó fényessége  $2,9^{\text{m}}$ . A B1 színképtípusú főcsillag luminozitása a Napénak 2700-szorosa.  $13,7''$ -re van tőle B3 típusú kísérője,  $0,5''$ -re a másik, sokkal halványabb kísérő. A csillagkép második legfényesebb tagja a  $\lambda$  Sco (Shaula). B2 típusú óriás, látszó fényessége  $1,7^{\text{m}}$ , abszolút fényessége  $-2,4^{\text{m}}$ , azaz a Napnál kb. 1700-szor fényesebb.

A  $\xi$  Sco kettősnek látszik, de egyik komponense 155, másik 1600 fényévre van tőlünk. A csillag tehát nem fizikai, hanem csak optikai kettős.

A Sco-ban sok érdekes kettős rendszert ismerünk. Ilyen pl. a  $\mu$  Sco, mely szabad szemmel is kettősnek látszik. Komponensei  $8'$ -re vannak egymástól. Egyikük fedési változó, tehát külön is kettős. A  $\sigma$  Sco B1 színképtípusú,  $3,0^{\text{m}}$  és  $3,1^{\text{m}}$  között változó fényességű  $\beta$  CMa típusú változó, 0,247 nap periódussal; 630 fényévre van tőlünk. Kísérője  $20''$ -re látszik a főcsillagtól.

A Skorpióban több csillaghalmazt is ismerünk. A viszonylag fiatal csillagokból álló, idővel majd szétoszóródó nyílt halmazok közül itt találjuk az M6 és az M7 jelűt a csillagkép délkeleti részén. Már az ókorban ismerték őket (Ptolemaiosz említi az i. sz. 2. században). A 14. századi Ulug bég arab csillagász

# M Á J U S I

„ködös csillag”-nak írja le őket. Az M6 mintegy 70, 6 és  $11^{\text{m}}$  közti csillagból áll, és kb. 2000 fényévre van, látszó átmérője  $25'$ . Az M7 600 db, 6 és  $10^{\text{m}}$  közti csillaga kb. 800 fényévre van.

A Tejútrendszer kialakulásával nagyjából egyidős, több mint tízmilliárd éves, több tíz- vagy száz ezer csillagból álló, tömör, gravitációsan stabil képződmények a gömbhalmazok. Ilyen is akad a Sco-ban. Az Antares közelében látszik a  $6,4^{\text{m}}$  integrált fényességű, kb. 6000 fényévre levő M4; északabbra a halványabb ( $7,2^{\text{m}}$ ), 36 ezer fényév távolságú m80.

Igen érdekes objektum a Sco X-1 röntgenforrás, amely azonban optikailag nem feltűnő. 1962-ben fedezték fel (ez volt a Nap után az első égitest, melynek röntgensugárzását kimutatták). Pontos helyét észleléstechnikai nehézségek miatt csak néhány évvel később sikerült kimérni. Ekkor azonosították egy halvány, csak nagy távcsővel látható, kékes színű csillaggal. E jelentéktelennek tetsző égitest sugárzási teljesítménye a röntgentartományokban kb.  $10^{31}$  watt, azaz a Nap röntgenfényességének vagy 10 szerese. Ez a csillag a ma ismert legerősebb röntgenforrás, bár ma már több száz hasonló röntgen csillagot ismerünk. Ezek mai tudásunk szerint úgy működnek, hogy egy nagy tömegű égitest (posztónóva, neutroncsillag, fekete lyuk) erős gravitációs vonzásával anyagot szippant magába a környezetéből, pl. egy körülötte keringő csillagról. A „lenyelt” anyag a vonzó égitest körüli sűrű akkréciós korongba zuhan, onnan egyre gyorsulva, spirális pályán jut tovább a nagy tömegű égitest felé. Eközben bocsátja ki az észlelt sugárzást, amely azonban csak akkor jut ki a rendszerből, ha az akkréciós korongban az anyag sűrűsége nem túlságosan nagy, hiszen különben a sűrű korong elnyeli. Ezért legvalószínűbb, hogy röntgen csillaggá olyan kettőscsillagok válnak, amelyek egyik komponense már elérte fejlődése sűrű végállapotát, míg a másik kék szuperóriássá fejlődött.

### A Kígyó és a Kígyótartó

E csillagképek csillagai nem különösebben fényesek, a legfényesebbik is csak másodrendű. A Kígyó két részre van osztva; északi részre a Serpens Caput (a Kígyó feje), a másik a Serpens Cauda (a Kígyó farka). Köztük van a Kígyótartó (Ophiuchus).

Az  $\alpha$  Ophiuchi (Ras Alhague)  $2,1^{\text{m}}$  látszó fényességű, A5 típusú, 60 fényévre levő csillag; luminozitása a Napénak kb. 40-szerese. Színképi kettős, az UMa csillagrajhoz tartozik.

A  $\beta$  Oph (Kelbairai) K2 típusú,  $2,8^{\text{m}}$  fényességű, 125 fényévre levő csillag. „Körülötte” látható a mintegy 1400 fényév távolságban lévő IC 4665 nyílt csillaghalmaz 13 csillaga.

Kettős és többszörös csillagok is akadnak a Kígyótartóban. A legérdekesebb talán a  $\rho$  Oph. Ez négyes csillagrendszer; körülötte világító diffúz gáz-



# ÉGBOLT

CSABA GYÖRGY GÁBOR

felhő található. Ebben sötét foltként számos keletkezéskor levő csillagot találhatunk. További érdekesség a köd rádiószinképe, amely azt mutatja, hogy a felhő sokféle szerves molekulát is tartalmaz.

A Kígyótartóban egy halvány, vöröses színű, 3200 K felszíni hőmérsékletű, a Napnál mintegy 2500-szor halványabb, kilencedrendű csillag azzal hívta fel magára a figyelmet, hogy igen nagy a sajátmozgása: 10,25"/év. Ez a csillag (Nyílcsillag, Velox Barnard) ugyanis igen közel van hozzánk, mindössze 6 fényévrre. Másodpercenként 108 km-rel közelebb jut; mintegy 10 ezer év múlva lesz a legközelebb, kb. 3 fényévrre.

Az Ophiuchusban több szép gömbhalmaz van. A legfényesebbik az M10, mely 19 ezer fényév távolságból 6,7 magnitúdósnak látszik. De itt van az M12 (19 ezer fényév, 7<sup>m</sup>); az M9 (26 ezer fényév, 8<sup>m</sup>), és még mások is.

Igen érdekes égitest a Kígyótartóban az a halvány, szálas szerkezetű köd, amely a Kepler által 1604. okt. 9-dikén észlelt szupernóva maradványa. Kepler szerint a SN maximumban (okt. 27-dikén) fényesebb volt, mint a Jupiter, 1605 januárjában kb. olyan fényes volt, mint az Antares, és csak 1606 márciusában halványult szabad szemmel észlelhetővé. Maga a csillag ma semmilyen távcsővel sem látható. Mivel a SN az égbolton az épp együttállásba jutó Mars és Jupiter közvetlen közelében tűnt föl, Kepler azt gondolta: a bolygóegyüttállások esetleg ilyen „vendégcsillagok” feltűnésének lehetnek okozói; talán a bibliából ismert „betlehemi csillag” is ilyen jelenség volt, melyet a Jupiter és a Szaturnusz együttállása idézett elő.

A Kígyó legfényesebb csillaga az Unuk el Haia; K2 típusú, 2,7<sup>m</sup> fényességű kettős, 70 fényévre van. A Serpensben még sok érdekes kettős található.

Fényes gömbhalmaz a Serpens Caput területén az M5, amely 27 ezer fényév távol van, fényessége 6,2<sup>m</sup>.

A Serpens Cauda-ban látható az M16 jelű, gáz-ködbe ágyazott csillagokból álló nyílthalmaz. Mintegy 8000 fényévre van, fiatal csillagokból áll. Benne nagy sötét köd látható, a Sas-köd. A felhő átmérője kb. 70 fényév, legsűrűbb részéé 25 fényév. Tömege mintegy 12 ezer naptömeg. Belsejében keletkezéskor levő, illetve már kialakult, egészen fiatal csillagok vannak. Képein apró, sötét foltokat, ún. Bok-globulákat is találhatunk. Ezek valószínűleg olyan porfelhők, amelyeket a gázból halódó lökéshullámfront összenyomott, így sűrűségük megnőtt s átlátszatlanává váltak. Az ilyen globulák is csillag- esetleg naprendszer-keletkezési helyek lehetnek.

## A csillagképek és a mondák

Mintegy 3000 évvel idősámításunk előtt a Nap a tavaszi napéjgyenlőség idején a Bika csillagkép Aldebaran nevű csillaga táján járt; következésképp őszi napéjgyenlőségkor azzal szemben, az Antares

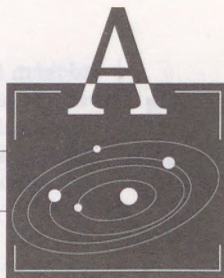
vidékén. Mindkettő fényes, vöröses színű csillag; ezt őseink hamar felfedezték, s nagy jelentőséget tulajdonítottak neki. A Biblia több helyen megtaláljuk ennek nyomát, így pl. Ezékiel 1. 10-ben: „És orcájok formája vala emberi orca, továbbá oroszlán-orca mind a négynek jobbfelől, és bika-orca mind a négynek balfelől, és sas-orca mind a négynek háttul...” Az itt említett sas, azaz a Sas (Aquila) csillagkép voltaképpen a Skorpió, mivel ezek egyszerre kelnek (paranatellonták), azért egymást helyettesítik. Így a négy megnevezett „orca”, azaz csillagkép a négy évszaktot is jelenti: a Bika a tavaszi, a Skorpió az őszi napéjgyenlőség csillagképe volt, az Oroszlánban a nyári napfordulókor járt a Nap, míg az „ember” a Vizöntő, ahová a Nap az őszi napéjgyenlőség idején jutott. Akkoriban a mai Mérleg csillagai még a Skorpióhoz tartoztak, s csak akkor választották őket külön s alkották meg belőlük a Mérleg csillagképét, amikor a precessió miatt az őszpont az Anterestől messze távolodott.

E régi időben tehát akkor jutott a Skorpióba a Nap, amikor a természet erői már csökkenni látszóttak, az élet fejlődése megakadt, az időjárás esősre fordult, az emberek és állatok életét egyre több betegség fenyegette. Mint mérges állat, a Skorpió az alattomoság, a hirtelen halál megszemélyesítője, de mint nőies, a nemzéssel is kapcsolatba hozott csillagkép (talán mert a Skorpió területén a Tejúton hasadék, „rés” látható) egyben az újjászületés reményét is hordozza. Más elképzelésekben e rés az egek „zsilipje”, amelynek kinyíltával a „vízözön” a Földre zúdult, s amely az őszi esőzéseknek is okozója lehet. A görög mondában Oriont, a vadászt Artemisz parancsára skorpió ölte meg, mert Orion erőszakoskodott az istennővel (vagy egy Ópisz nevű nimfával).

Másik monda szerint a Napisten (Apollón) fia, Phaethón, apja tüzes kocsiján akart végighajtani az égen. Hiába óvta apja, a fiú ragaszkodott tervéhez. De mikor a tüzes kocsij megindult, Phaethón megijedt, különösen, amikor az égbolt csillagképei közt a szörnyű Skorpiót meglátta. Rémületében elájult, a lovak megbokrosodva rohantak, hol túl közel a Földhöz, tűzvészt okozva, hol meg az égboltra égettek nyomot. (Ez a nyom lenne a Tejút; eszerint a lovak igencsak félrecsaptak, hiszen a Tejút csaknem merőleges az ekliptikára, a Nap látszó útjára.) Végül Zeus villámával agyonsújtotta az ifjút, s ő az Eridanus folyóba (szintén csillagkép!) zuhant.

A Kígyó és a Kígyótartó elnevezése görög mondából ered. Régi jósissten volt az a bottal és kígyóval ábrázolt idős férfi, akit már a klasszikus korban – Aszklépiosz néven – a gyógyítással hoztak kapcsolatba. Az antikvitás egyik jós-állata, a kígyó idővel az orvoslás jelképe lett. Amikor Rómában pestis pusztított, Aszklépiosz epidauroszi szentélyéből kértek kígyót segítségképpen.

Aszklépiosz egy Korónisz nevű leány és Apollón fia volt. Kheirón kentaur tanította meg a gyógyfüvek használatára s az orvoslás művészetére. Aszklépiosz híres orvos lett. Amikor Artemisz kedvesét, Hippolütoszt lovai halálra gázolták, akkor is hozzá fordult segítségért s ő újra életre keltette Hippolütoszt. Ezért Zeus megharagudott rá s villámmal sújtotta halálra. Apja, Apollón helyezte az égre a Kígyótartó csillagkép alakjában. A kezében tartott kígyó (a Serpens csillagkép) szájában gyógyfüvet tart.



## NAPRENDSZER

## ÉGITESTTJEI

A Nap 05. 15-dikén a Bika legelején tartózkodik; 06. 15-dikén még mindig a Bikában jár.

A Hold 05. 15-dikén 0<sup>h</sup>-kor a Vízöntőben van, 24<sup>h</sup>-kor földtávolba jut. 21-dikén 16<sup>h</sup> 06<sup>m</sup>-kor újhold (Hold a Bikában); 28-dikán 20<sup>h</sup> 21<sup>m</sup>-kor első negyed (a Hold a Sextans-ban, az Oroszlántól délre). 31-dikén, amikor a Virgo-ban jár, 13<sup>h</sup> tájban földközelen lesz. 06. 4-dikén 15<sup>h</sup> 02<sup>m</sup>-kor, holdtöltek a Hold az Ophiuchusban lesz; 12-dikén 7<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>-kor, utolsó negyedkor a Halakban. Ugyanezen a napon 18<sup>h</sup>-kor földtávolba ér. 06. 15-dikén 0 órákor a Hold a Halakban, az  $\eta$  Psc mellett lesz.

05. 26-dikán 21<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>-kor elfed egy 5,7 magnitúdós csillagot, a 45 Cnc-t; 28-dikán 21<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>-kor a 6,6 magnitúdós SAO 118347-et, 23<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>-kor pedig a 6,7 magnitúdós SAO 118381-et; 06. 10-dikén 04<sup>h</sup> 23<sup>m</sup>-kor az 5,3 magnitúdós 46 Cap-t fedti, de ezt aligha figyelhetjük meg, mert a Nap 4<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>-kor kel.

Május 21-dikén részleges napfogyatkozás lesz, de ez hazánkból nem figyelhető meg. Szintén nem látható tőlünk a 06. 04-diki teljes holdfogyatkozás.

Az aktív meteorrajok közül a Májusi Ursidák gyakorisági maximuma 05. 16-dikára várható, a Déli Ophiuchidáké 05. 20-dikára, a Tau Herculidáké 06. 03-ára, a Khi Scorpionidáké 06. 05-dikére, és a Theta Ophiuchidáké 06. 13-dikára.

**♃** A Merkúr 05. 15-dikén a Kos és a Bika határához közel a Bikában lesz. 16-dikán felső együttállásban van a Nappal. 19-dikén 17<sup>h</sup> tájban napközelen jár majd. 06. 15-dikén az Ikrek csillagképben lesz.

**♄** A Szaturnusz ebben az időszakban a Vízöntőben jár, éjfél tájban kel. 06. 10-dikén 7°-kal D-re a Holdtól vehető észre.

**♀** A Vénusz 05. 15-dikén a Halakban lesz. 18-dikán 6°-kal D-re látható a Holdtól. 06. 15-dikén a Kosban, 17<sup>h</sup> tájban naptávolban lesz.

**♅** Az Uránusz és a Neptunusz a Nyilasban hátráló mozgást végez, az éjszaka második felében figyelhető meg. 06. 07-dikén az Uránusz 3°-kal, D-re lesz a Holdtól.

**♂** A Mars az esti órákban figyelhető meg; 05. 15-dikén a Rákban, a Praesepe közelében jár; 27-dikén 7°-kal É-ra a Holdtól. 06. 15-dikén az Oroszlán csillagképben lesz.

**♆** A Neptunusz a Nyilasban hátráló mozgást végez, az éjszaka második felében figyelhető meg. 06. 07-dikén a Neptunusz 4°-kal D-re lesz a Holdtól.

**♃** A Jupiter 05. 15-dikén a Szűz csillagképben lesz, hátráló mozgást végez. Éjfél előtt nyugszik. 30-dikán 7°-kal É-ra a Holdtól látható. 06. 15-dikén a Szűz csillagképben lesz, hátráló mozgást végez. Éjfél előtt nyugszik. 30-dikán 7°-kal É-ra a Holdtól látható. 06. 15-dikén naptávolban lesz, még mindig a Szűz csillagképben tartózkodik.

**♇** A Plútó a Mérleg legészakibb részén jár, 05. 15-dikén földközelen lesz. „mindössze” 28,755 csillagászati egységre tőlünk.





# ÉVFORDULÓNAPTÁR

CSABA GYÖRGY GÁBOR

						M	Á	J	U	S	1
											2
											3
											4
											5
											6
											7
											8
											9
											10
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
											23
											24
											25
											26
											27
											28
											29
											30
											31
											1
											2
											3
											4
											5
											6
											7
											8
											9
											10
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17

**Máj. 24.** 450 éve, 1543-ban halt meg **N. Kopernikusz** lengyel csillagász, a heliocentrikus világkép kidolgozója.

Kopernikusz 1473. február 19-én született Torunban. Apja korai halála után anyai nagybátyja, L. Watzenrode (későbbi warmiai püspök) gondoskodott neveltetéséről. Három évig Krakkóban, majd nyolc évig Itália egyetemén tanult matematikát, csillagászatot, teológiát, egyházjogot, orvostudományt stb. 1503-ban Ferrarában doktorált egyházjogból. 1505-től otthon dolgozott. 1512-től, nagybátyja halála évétől kanonok lett, ami elvben nyugodt megélhetést jelentett számára. Azonban a Német Lovagrend támadásai folyton megzavarták a békét, harcokkal és gazdasági nehézségekkel jártak. Kopernikusz vezette – sikerrel – Olstyn védelmét a háborúban. Pénzügyi értekezést írt a pénzromlás megfékezése érdekében. Orvsként is működött. Közben mindig foglalkoztatta a heliocentrikus világkép, és 1515-ben megírta erre vonatkozó nézeteinek vázlatát. E kézirat Commentariolus rövidített címen ismeretes.

1520 után a fromborki székesegyház egyik tornyában megfigyelőhelyet rendezett be magának és De revolutionibus c. művén dolgozott. Ezt egyelőre nem akarta kiadni. G. J. Rheticus, a wittenbergi egyetem matematika tanára meglátogatta őt, és világképéről Narratio prima címmel könyvet írt. Kopernikusz tanai terjedni kezdtek. Barátja, T. Giese és Rheticus biztatására végre könyve kiadása mellett döntött. Az 1543-ban megjelent művet Kopernikusz már nem láthatta nyomtatásban, mert mikor megkapta, halálos ágyán, öntudatlanul feküdt s 1543. május 24-én (egyres források szerint 25-én) meghalt.

Világképében a bolygók körpályán mozognak, ezért a belőle levezetett bolygópozíciók nem voltak pontosabbak, mint a régi ptolemaioszi világkép alapján számolhatók. E hibát Kepler küszöbölte ki egy évszázad múlva, bizonyítva, hogy a bolygópályák ellipszis alakúak.

**Máj. 30.** 570 éve, 1423-ban született **G. Peurbach** osztrák csillagász, V. László udvari csillagásza, Vitéz János nagyváradi érsek bátyja, aki a ptolemaioszi világkép tökéletesítésére törekedett.

85 éve, 1908-ban született **H. Alfvén** Nobel-díjas svéd fizikus. Magnetohidrodinamikai kutatásainak jelentős csillagászati vonatkozásai vannak, pl. a napfizikában és a bolygókozmozgóniában.

**Jún. 5.** 210 éve, 1783-ban született **Kmeth Dániel** magyar csillagász, az 1815-ben elkészült gellérthegy csillagda munkatársa, a csillagda észleléseiről 1821-től kiadott kötetek szerkesztője. Amikor 1823-ban elhagyta a csillagdat, több cikket tett közzé, melyekben a csillagda igazgatóját, Pasquich Jánost észlelési adatok meghamisításával vádolta meg, egészen alaptalanul.

**Jún. 11.** 1723-ban, 270 éve született **J. G. Palitzsch** német földműves, aki amatőr csillagász (és természettudós) volt. Maga készítette távcsöveivel dolgozott. A Halley-üstökös elsőként vette észre az előre jelzett 1758-as visszatérésekor.

**Jún. 14.** 425 éve halt meg **Oláh Miklós** humanista író, esztergomi érsek; többek között csillagászzal is foglalkozott, bár ez az akkori viszonyok között főképp asztrológiát jelentett.

05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	+1
1														
2														
X														

asztró-totó

1

2

X

Kedves Olvasó!

Folyóiratunk minden hónapban 13+1 kérdést ad fel Önnek. A megfejtéseket a cikkekben, illetve egy kis bűvárkodással megtalálhatja.

A helyes megfejtést beküldők között az alábbi nyereményeket sorsoljuk ki:

- 1db binokulár, • az ANDROMEDA egy éves előfizetése • az ANDROMEDA fél éves előfizetése.
- Ha valaki valamennyi rejtvényünket helyesen fejtette meg, akkor 1993 decemberében részt vesz egy jutalomsorsoláson, ahol egy IBM PC kompatibilis számítógépet nyerhet.

A rejtvény megfejtéseit zárt borítékban, a rejtvényszelvényt mellékelve, 1993. június 15-ig kérjük szerkesztőségünk címére elküldeni. A nyerteseket postán értesítjük.

Kellemes szórakozást kívánunk!

- Mi az a Mills-kereszt?
    - 1 Híres csillagalakzat
    - 2 Speciális rádiótváscső-rendszer
    - x Ósi keresztény jelkép
  - Melyik műhold fedezte fel a Van-Allen-övezetet?
    - 1 Explorer-1
    - 2 Szputnyik-1
    - x Vanguard-1
  - Melyik csillagképet hívták a rómaiak csépelő ökröknek?
    - 1 A Bootest
    - 2 A Nagy Göncölt
    - x Az Aurigát
  - Igaz-e a következő népdal részlete:
 

„...megyen már a Hajnalcsillag lefelé...”

    - 1 Nem
    - 2 Igen
    - x Nincs ilyen népdalrészlet
  - Ki fedezte fel a híres Andromeda-beli szupernóvát?
    - 1 Zwicky
    - 2 Goodricke
    - x Schomburg Berta
  - Ki mondta: „Az Isten rafinált, de nem rosszindulatú.”
    - 1 II. János Pál
    - 2 Nostradamus
    - x Einstein
  - Mi a csillagáram-parallaxis?
    - 1 A fotoszféra elektromos vezetőképesége
    - 2 Egy távolságmérési módszer
    - x A Balmer-ugrás nagysága
  - Ki volt az utolsó űrhajós, aki a Hold felszínére lépett?
    - 1 Cernan
    - 2 Evans
    - x Schmitt
  - Mikor látható a feketecsepp-jelenség?
    - 1 Napfogyatkozáskor
    - 2 Merkúr-átvonulás során
    - x Vénusz-átvonulás alatt
  - Mi az Almukantarát?
    - 1 Szaharát átszelő karaván neve
    - 2 Híres szamarkandi csillagvizsgáló neve
    - x A horizonttal párhuzamos égi kiskörök
  - Lesz-e az idén 25 óráig tartó nap?
    - 1 Nem
    - 2 Igen
    - x A kérdés feltevése értelmetlen
  - Hányszor nagyobb a vizuális fényessége egy 1<sup>m</sup>-s csillagnak, mint egy 6<sup>m</sup>-snak
    - 1 112,84-szer
    - 2 100-szor
    - x 5-ször
  - Melyik típusú távcsőnek nagyobb a látómezeje?
    - 1 A Cassegrainnek
    - 2 A Newtonnak
    - x A Schmidtnek
- +1. Mi a lunáció?
  - 1 A holdtöltétől holdtöltéig eltelt időszak
  - 2 A Hold pályaelemeinek változása
  - x A Hold olyan mozgása, amelynek köszönhetően a tőlünk nem látható oldal néhány százaléka időnként megfigyelhető

A márciusban közölt asztró-totó helyes megfejtése:

x, 1, x, 1, 2, x, 2, 1, x, 2, 1, 2, 1, x.

Összesen 77 megfejtés érkezett szerkesztőségünkbe, közülük 10 volt telitalálat. Az ANDROMEDA fél éves előfizetését Papp Attila hajdúszoboszlói, egy éves előfizetését Rózsa Katalin budapesti megfejtőnk nyerte. A binokulár boldog tulajdonosa Juhász László debreceni pályázónk lett. Gratulálunk!

A feltett kérdések közül a legtöbb problémát a 2. okozta. A Földnek egy természetes és néhány ezernyi mesterséges holdja van, tehát az 1. válasz volt a helyes. Az 5. kérdést is sokan elrontották. A Vénusz látszó átmérője 10 ívmásodperccel nagyobb, mint a Jupiteré. A 10. kérdésre néhányan a Rákos-patak melletti választ adták. Ráktanya valójában a Bakony-hegységben van.

TV2

## M Á J U S

műsorajánlat

- |     |       |  |     |       |  |
|-----|-------|--|-----|-------|--|
| 5.  | 22.45 | A tudomány határain                    | 21. | 19.05 | Balázs 10/3.                           |
| 7.  | 19.05 | Orbán Balázs 10/1.                     | 22. | 8.05  | Gazdaképző (ism)                       |
| 8.  | 8.05  | Gazdaképző (ism.)                      |     | 8.35  | Népfőiskola (ism.) 30/1.               |
|     |       | 835 PC abc                             |     | 14.00 | Azok a csodálatos állatok              |
|     | 14.05 | Azok a csodálatos állatok              |     | 16.00 | Ki miben tudós? – Történelem 4/4.      |
|     | 16.00 | Ki miben tudós? – Történelem 4/2.      | 23. | 7.00  | Napra-forgó                            |
| 9.  | 7.00  | Napra-forgó                            |     | 12.20 | Gazdaképző                             |
|     | 12.20 | Gazdaképző                             |     | 15.45 | ...és még egymillió lépés 18/5. (ism.) |
|     | 16.00 | ...és még egymillió lépés 18/3. (ism.) |     | 17.35 | Delta                                  |
|     | 17.35 | Delta                                  | 25. | 18.30 | Zöldpont                               |
| 11. | 18.30 | Zöldpont                               | 26. | 19.05 | Kisfilmek a nagyvilágból               |
| 14. | 15.05 | Euroclick                              |     | 20.55 | Hello világ                            |
|     | 19.00 | Orbán Balázs 10/2.                     |     | 21.35 | Gondolkodó                             |
| 15. | 8.05  | Gazdaképző (ism.)                      |     | 22.45 | Challenge Day                          |
|     | 8.35  | Videák                                 | 28. | 19.05 | Orbán Balázs 10/4.                     |
|     | 16.00 | Ki miben tudós? – Történelem 4/3.      | 29. | 8.05  | Gazdaképző                             |
| 16. | 7.00  | Napra-forgó                            |     | 15.15 | Mount Everest                          |
|     | 13.15 | Gazdaképző                             | 30. | 7.00  | Napra-forgó                            |
|     | 16.35 | ...és még egymillió lépés 18/4. (ism.) |     | 12.15 | Lumen 2000                             |
|     | 17.35 | Delta                                  |     | 13.10 | Gazdaképző                             |
| 17. | 22.25 | Enter magazin                          |     | 15.35 | ...és még egymillió lépés 18/6. (ism.) |
| 18. | 18.30 | Zöldpont                               |     | 17.35 | Delta                                  |
| 19. | 21.25 | Útmutató                               |     |       |  |

3 2





