

319607

ANDROMEDA



Ára: 118 Ft

1999. I. évf. 3. szám

NUMERIKUS MEGOLDÁSOK ...

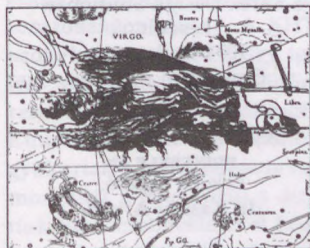
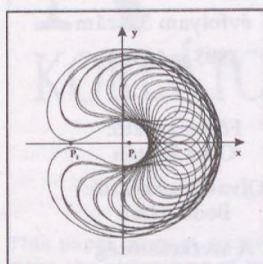
ÁLLÓKAMERÁS FÉNYKÉPEZÉS

LANDSAT ŪRFELVÉTELEK BŐS-NAGYMAROSRÓL

EXTRÉM FÉMSZEGÉNY CSILLAGOK



TARTALOM



Érdi Bálint	Numerikus megoldások a korlátozott háromtest-problémában	3
Szécsényi-Nagy Gábor	Kiűzetés a Paradicsomba III.	7
Mizser Attila	Állókamerás fényképezés	11
	Űrszilánkok	13
Büttner György	Változásvizsgálat a Bős-Nagymarosi Vízlépcső területén Landsat űrfelvételek felhasználásával	14
Pásztor Emília	Archeoasztrológia III.	21
Barcza Szabolcs	Az erős ekvivalencia-elv ellenőrzése a Holdon hagyott lézertükörrel	22
	Extrém fémszegény csillagok	23
Patkós László	Égzsilánkok	25
Both Előd	A hónap égboltja	27
Csaba György Gábor	Évfordulónaptár	31
Csaba György Gábor	Asztro-totó	32
	A TV2 műsorajánlata	32

A borítón: Az M83 jelű extragalaxis az Északi Vízikígyóban (ESO-felvétel)

A borítólap belső oldalán: Távcsokupolák a Roche de los Muchachos Observatórium területén
A legnagyobb vulkanikus kráter a Földön, La Palmán (Szécsényi-Nagy Gábor felvételei)

A poszteren: A Bős-Nagymarosi Vízlépcső építkezéséről készült Landsat-felvételek 1981. augusztus 6-án. Landsat MSS színek kompozit (MSS1=kék, MSS2=zöld, MSS4=vörös)
© ESA 1981. augusztus 6., terjeszti az EURIMAGE;
és 1990. március 8-án Landsat TM színek kompozit (TM3=kék, TM5=zöld, TM4=vörös)
© ESA 1990. márc. 8., terjeszti az EURIMAGE; (a Földmérési és Távérzékelési Intézet archívumából)

A hátsó borító belső oldalán: Sarki fény Ráktanyán (Sebők György felvétele)
Téli éjszaka Pizskés-tetőn (Mizser Attila felvétele)

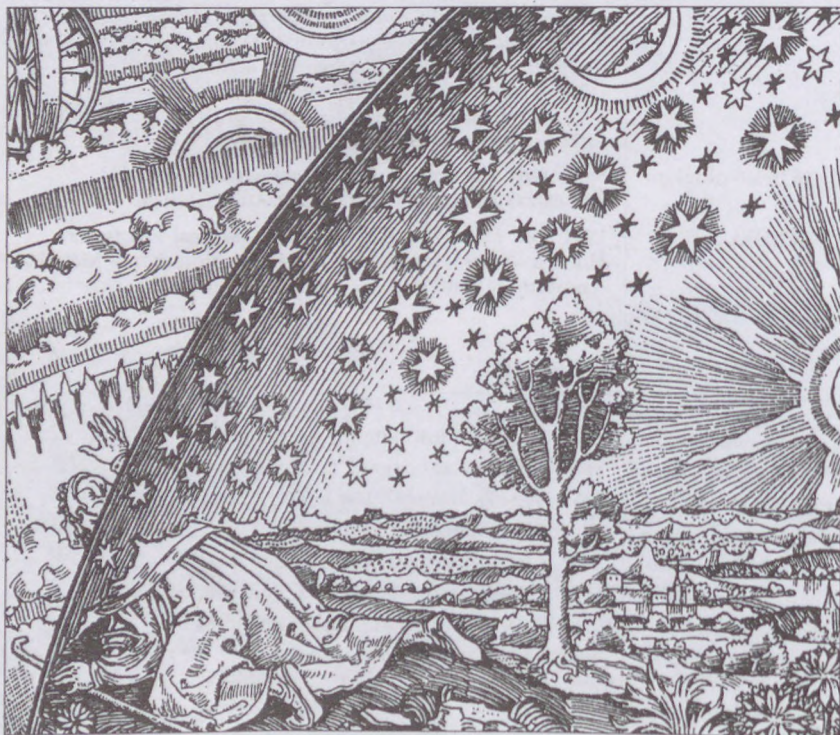
A hátsó borítón: 1991. jún. 15-én koraeste látványos négyest alkotott a Hold, a Vénusz, a Jupiter és a Mars – előtérben a Mátýás-templom látható (Mizser Attila felvétele)

E SZÁMUNK SZERZŐI

dr. Barcza Szabolcs tudományos kutató	MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
dr. Both Előd csillagász	TIT Uránia Csillagvizsgáló, Budapest
Büttner György geofizikus	Földmérési és Távérzékelési Intézet, Budapest
Csaba György Gábor középiskolai tanár, csillagász	Veres Péter Gimnázium, Budapest
dr. Érdi Bálint docens	ELTE TTK Csillagászati Tanszék, Budapest
Mizser Attila	MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
dr. Patkós László tudományos kutató	MTA Csillagászati Kutatóintézet, Budapest
Pásztor Emília régész-csillagász	Intercisa Múzeum, Dunaújváros;
	ELTE TTK Csillagászati Tanszék, Budapest
dr. Szécsényi-Nagy Gábor adjunktus	ELTE TTK Csillagászati Tanszék, Budapest

REVIEW CONTENTS

Bálint Érdi	Numerical solutions in the restricted three-body problem	3
Gábor Szécsényi-Nagy	Expulsion to the Paradise III.	7
Attila Mizser	Astrophotography with fixed cameras	11
György Büttner	Detection of environmental changes caused by the Gabčíkovo–Nagymaros barrage construction on the Danube river using Landsat data	14
Emília Pásztor	Archeoastronomy	21
László Patkós	Iron deficiency in post AGB stars	23



Megjelenik havonta

I. évfolyam 3. szám

1993 március

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:

PRIMER[®] 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.

NÜMERIKUS MEGOLDÁSOK A KORLÁTOZOTT HÁROMTEST-PROBLÉMÁBAN

ÉRDI BÁLINT

NUMERICAL SOLUTIONS IN THE RESTRICTED THREE-BODY PROBLEM

This paper aims at stimulating readers to investigate the restricted three-body problem by numerical integration. It gives the algorithms of two one-step methods, describes the restricted problem, and provides helpful hints to begin with this fascinating area of celestial mechanics.

A korlátozott háromtest-probléma (a továbbiakban KHTP) az égi mechanika leggyakrabban vizsgált problémája. A nagy érdeklődésnek több oka van. A KHTP a híres háromtest-probléma legegyszerűbb esete, amely látszólag csak „kicsit” különbözik a kéttest-problémától. A kéttest-probléma integrálható, összes lehetséges megoldását ismerjük. Ezzel szemben a KHTP nem integrálható, lehetséges megoldásainak összességét nem ismerjük, a nagyszámú eddig felderített speciális megoldás rendkívüli változatosságot mutat. A KHTP mozgásegyenletei viszonylag egyszerűek, így igen alkalmasak a különféle vizsgálatokra, különösen a nem integrálható rendszerek jellegzetességeinek tanulmányozására. Elméleti jelentősége mellett a KHTP-nak számos gyakorlati alkalmazása is van. Például egy kisbolygó mozgását a Nap körül a Jupiter perturbáló hatásának figyelembevételével közelítőleg a KHTP alapján határozhatjuk meg. Hasonló problémát jelent egy űrszonda mozgása a Föld–Hold rendszerben.

Égi mechanikai problémák megoldásakor két alapvető megközelítés között választhatunk. Az egyik út az általános perturbációelmélet, amikor a mozgásegyenleteket analitikusan oldjuk meg. A másik lehetőség a speciális perturbációk módszere, ekkor a megoldás(oka)t numerikus integrálással keressük. Egy adott probléma megoldásainak összességét csak analitikus módszerekkel lehet meghatározni. Numerikus integrálással mindig csak egy adott kezdőfeltételhez tartozó megoldáshoz jutunk. Sajnos, az égi mechanikában gyakoriak az olyan problémák, melyekre általános perturbációelmélet nem vezethető le. Ezért a numerikus módszerek igen fontos szerepet játszanak, például a bolygók és holdak pontos efemeriszeinek kiszámításában.

Az analitikus módszerek megismerése hosszas tanulmányokat igényel. Bizonyos numerikus eljárások viszonylag gyorsan elsajátíthatók. Ennek a cikknek az elsődleges célja az, hogy ismertessen két egyszerű numerikus integrálási módszert, s ösztönzést adjon a KHTP numerikus vizsgálatára. Nem túl nehéz olyan programot írni személyi számítógépre, mely a KHTP-t numerikusan integrálja. Ilyen program birtokában felfedező útra indulhatunk a KHTP változatos pályavilágába, megismerhetünk egy olyan cseppet sem érdektelen területet, mely a PC-k

térhódítása előtt csak néhány szakértő „vadászterülete” volt.

NUMERIKUS INTEGRÁLÁSI MÓDSZEREK

Keressük a

$$\frac{dx}{dt} = f(x, t)$$

közönséges elsőrendű differenciálegyenlet megoldását az $x(t_0) = x_0$ kezdőfeltétel mellett (elsőrendű kezdetiérték probléma). Az egyenlet numerikus integrálása azt jelenti, hogy olyan x_n értékek sorozatát számítjuk, melyek közelítőleg megegyeznek az $x(t_n)$ valódi megoldással a t_n időpontokban. Itt $t_n = t_{n-1} + h_n$, és h_n az integrálás lépésköze. Sok esetben a lépésköz állandó, $h_n = h$, ekkor $t_n = t_0 + nh$. Az f függvénynek az x_n , t_n értékkel számított értékét jelöljük f_{n-1} -el, $f_n = f(x_n, t_n)$. Megjegyezzük, hogy x és f m -komponensű vektor is lehet. Ekkor a számításokat komponensekre vonatkoztatva kell elvégezni.

A numerikus integrálási módszerek két csoportra oszthatók. Ha egy adott lépés kiszámításánál csak a megelőző lépés adatait használjuk, *egylépéses módszerről* beszélünk. A *többlépéses módszerek* korábbi lépésekben kapott értékekre támaszkodnak minden újabb lépés meghatározásakor. Mindkét útnak vannak előnyei és hátrányai. Az egylépéses módszereknél nem kell külön eljárás az indulóértékek kiszámítására, az integrálás során, ha szükségesnek mutatkozik, a lépésköz egyszerűen változtatható. Hátrányos viszont, hogy a formulák munkaigényesek, az integrálandó egyenlet jobb oldalán álló f függvényt minden integrációs lépésnél többször is ki kell számítani. A többlépéses integrátorokat egyszerű, könnyen számolható formulák adják, hátrányuk, hogy alkalmazásukhoz előbb megfelelő számú kezdőadatot kell számítani valamilyen egylépéses módszerrel. Ez a lépésközváltást is nehézkessé teszi.

Az égi mechanikában az egylépéses eljárások közül széleskörűen alkalmazzák a *Runge-Kutta típusú módszereket*. Ezeknél az $x(t_0 + h)$ megoldást közelítő x_1 értéket az

$$x_1 = x_0 + h \sum_{i=1}^s b_i f_i$$

formula adja, ahol

$$f_i = f\left(x_0 + h \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} f_j, t_0 + c_i h\right),$$

és b_i, a_{ij}, c_i állandók, melyek az adott integrátort jellemzik. A közelítő x_1 és a valódi $x(t_0 + h)$ érték különbsége h^{p+1} -el arányos, ahol p az integrátor rendje.

Igen népszerű a negyedrendű Runge-Kutta módszer (RK4), ahol

$$x_1 = x_0 + \frac{1}{6} h(f_1 + 2f_2 + 2f_3 + f_4)$$

$$f_1 = f(x_0, t_0),$$

$$f_2 = f\left(x_0 + \frac{1}{2} h f_1, t_0 + \frac{1}{2} h\right),$$

$$f_3 = f\left(x_0 + \frac{1}{2} h f_2, t_0 + \frac{1}{2} h\right),$$

$$f_4 = f(x_0 + h f_3, t_0 + h).$$

Az RK4 integrátor negyedrendű, mert a fenti képletek a valódi megoldástól h^5 nagyságrendben térnek el; az egyes integrációs lépéseknél ekkora hibát követünk el.

Ismeretesek magasabb rendű Runge-Kutta módszerek is. Elsőrendű differenciálegyenletekre Fehlberg vezetett le 5-öd, 6-od, 7-ed és 8-ad rendű formulákat (ezek az RKF integrátorok). Másodrendű differenciálegyenletekre a Runge-Kutta-Nyström (RKN) módszerek alkalmazhatók. Megjegyezzük, hogy a másodrendű differenciálegyenletek új változók bevezetésével elsőrendű egyenletek formájában is felírhatók, így ezek RKF módszerekkel is integrálhatók.

Numerikus integrálásnál igen fontos a megfelelő lépésköz megválasztása. Ha a vizsgált probléma olyan, hogy állandó lépésközzel integrálhatunk, próbálkozással kereshetjük meg az optimális lépésközt. Ehhez azt kell figyelembe venni, hogy az eredő hiba a lépésköz mellett a lépések számától is függ. Ha kicsi a lépésköz, kicsi az egyes lépéseknél elkövetett hiba, de sok lépésre van szükség egy adott intervallum végigintegrálásához, és az eredő hiba nagyobb lehet, mintha nagyobb lépésközzel, de kevesebb számú lépéssel jutottunk volna célba.

Igen gyakran csak változó lépésközzel kaphatunk megfelelően pontos eredményt. Ilyenkor minden egyes lépéshez meg kell találni az optimális lépésközt. Erre a célra különféle eljárások állnak rendelkezésre, melyekre programot írva a lépésközüválasztás automatizálható. A következőkben megadjuk egy RKF5(4) integrátor b_i, a_{ij}, c_i együtthatóit és a

RKF5(4)
együtthatók

i	b_i	a_{ij}					c_i
1	$\frac{17}{192}$						0
2	0	$\frac{1}{8}$					$\frac{1}{8}$
3	$\frac{64}{231}$	0	$\frac{1}{4}$				$\frac{1}{4}$
4	$\frac{2187}{8960}$	$\frac{196}{729}$	$-\frac{320}{729}$	$\frac{448}{729}$			$\frac{4}{9}$
5	$\frac{2875}{8448}$	$\frac{836}{2875}$	$\frac{64}{575}$	$-\frac{13376}{20125}$	$\frac{21384}{20125}$		$\frac{4}{5}$
6	$\frac{1}{20}$	$-\frac{73}{48}$	0	$\frac{1312}{231}$	$-\frac{2025}{448}$	$\frac{2875}{2112}$	1
7	0	$\frac{17}{192}$	0	$\frac{64}{231}$	$\frac{2187}{8960}$	$\frac{2875}{8448}$	$\frac{1}{20}$

lépésközüváltást szabályozó formulát. Utóbbi egy 4-ed és 5-öd rendű módszer együttes alkalmazásából származik, itt nem térünk ki arra, hogy miként, az elnevezésben az 5(4) jelölés erre utal.

Az optimális lépésközt a

$$h_u = 0,9 h_r \left(\frac{\varepsilon}{T_{max}}\right)^{1/5}$$

formulából határozhatjuk meg, ahol h_u az új, h_r a régi lépésköz ε az egyes lépéseknél megengedett hiba (előre kikötjük, hogy minden lépésnél az integrálás kapott közelítő érték és a valódi megoldás eltérése legyen például kisebb mint $\varepsilon = 10^{-6}$), T_{max} a maximuma a

$$T = \frac{h_r}{60} (f_6 - f_7)$$

kifejezésnek.

Egy integrációs lépés számítását az előző lépésből ismert lépésközzel, mint h_r -rel kezdjük. A T kifejezést f_6 és f_7 komponenseire meghatározva (ha f vektor f_6 és f_7 is az) megállapítjuk T_{max} értékét. Ha $T_{max} > \varepsilon$, a h_r lépésköz nagy, nem megfelelő, az integrálást a megadott képletből kiszámítható új h_u lépésközzel meg kell ismételnünk, ezt tekintve h_r -nek. Az eljárást addig kell folytatni, míg meg nem találjuk a helyes lépésközt, melynél $T_{max} < \varepsilon$ teljesül. Ekkor áttérhetünk a következő lépés integrálására.

Az eddigiekben egy lépéses módszerekről volt szó. A többlépéses módszerekre itt nem térünk ki, csak annyit említünk meg, hogy az égi mechanikában közülük főként az Adams-, Störmer- és Cowell-módszert használják.

A KORLÁTOZOTT HÁROMTEST-PROBLÉMA

Igen tanulságos az ismertetett módszerekre programot írni, és a KHTP mozgásegyenleteit integrálni. A KHTP-ban három pontszerű test szerepel, P_1, P_2, P_3 , melyek egymást a Newton-féle gravitációs törvénynek megfelelően vonzzák, és más erő nem hat rájuk. Feltesszük, hogy P_3 tömege olyan kicsi, hogy hatása P_1 -re és P_2 -re elhanyagolható, P_1 és P_2 egymás körül egyenes körmozgást végez, P_3 mindig ezen körmozgás síkjában található. Meghatározandó P_3 mozgása.

P_3 mozgásegyenleteit olyan koordináta-rendszerben célszerű felírni, melyben P_1 és P_2 nyugalomban van. Az 1. ábrán látható ez a rendszer, mely együtt forog P_1 -el és P_2 -vel, origója P_1 és P_2 tömegközéppontja, x tengelye P_1 -en és P_2 -n halad keresztül. P_3 mozgásegyenleteit ebben a rendszerben, az 1. ábra jelölésével:

$$\dot{x} = u, \quad \dot{y} = v, \quad \dot{u} = 2v + \frac{\partial \Omega}{\partial x}, \quad \dot{v} = -2u + \frac{\partial \Omega}{\partial y},$$

ahol

$$\Omega = \frac{1}{2} [(1 - \mu)r_1^2 + \mu r_2^2] + \frac{1 - \mu}{r_1} + \frac{\mu}{r_2},$$

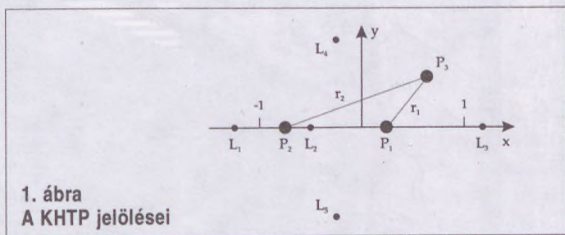
$$r_1 = \sqrt{(x - \mu)^2 + y^2}, \quad r_2 = \sqrt{(x + 1 - \mu)^2 + y^2}.$$

Az egyenletekben u, v a sebességkomponensek, μ a tömegparaméter:



$$\mu = \frac{m_2}{m_1 + m_2},$$

m_1 és m_2 a P_1 , illetve P_2 tömege, a probléma ettől az egy paramétertől függ. Feltehetjük, hogy $0 \leq \mu \leq 0,5$. Az egyenletek az úgynevezett kanonikus egy-ségrendszerben érvényesek: a hosszúság egysége a P_1 és P_2 közötti távolság, a tömeg egysége P_1 és P_2 össztömege, az idő egysége P_1 és P_2 keringési periódusának 2π -ed része (másképp szólva 2π a keringési idő); ilyen egységek mellett a gravitációs konstans értéke is 1. Ezekkel az egységekkel kifejezve P_1 tömege $1 - \mu$, koordinátái $(\mu, 0)$, P_2 tömege μ , koordinátái $(\mu - 1, 0)$.



1. ábra
A KHTP jelölései

A KHTP-ban kitüntetett szerepük van a Lagrange-féle relatív egyensúlyi pontoknak (1. ábra). Az L_4, L_5 pontok P_1 -gyel és P_2 -vel egyenlő oldalú háromszögeket alkotnak. Az L_1, L_2, L_3 pontok az x tengelyen helyezkednek el. Ezek x koordinátája egy-egy ötödfokú egyenletről határozható meg (Lagrange-egyenlet).

Az L_1 pont x koordinátája:

$$x = \mu - 1 - \xi,$$

$$\xi^5 + (3 - \mu)\xi^4 + (3 - 2\mu)\xi^3 - \mu\xi^2 - 2\mu\xi - \mu = 0.$$

Ennek az ötödfokú egyenletnek a Descartes-szabály szerint egy pozitív valós gyöke van, ezt legegyszerűbb iterációval meghatározni. Ehhez az egyenletet írjuk a következő alakba:

$$\xi^3 = \frac{\mu(1 + \xi)^2}{3 - 2\mu + \xi(3 - \mu + \xi)}.$$

A jobb oldalba $\xi = 0$ -t helyettesítve kapjuk ξ első közelítő értékét, mellyel az iteráció a kívánt pontosságú megoldás eléréséig folytatható.

Az L_2 pont x koordinátája:

$$x = \mu - 1 + \xi,$$

$$\xi^5 - (3 - \mu)\xi^4 + (3 - 2\mu)\xi^3 - \mu\xi^2 + 2\mu\xi - \mu = 0.$$

Az L_3 pont x koordinátája:

$$x = \mu + \xi,$$

$$\xi^5 + (2 + \mu)\xi^4 + (1 + 2\mu)\xi^3 - (1 - \mu)\xi^2 - 2(1 - \mu)\xi - (1 - \mu) = 0.$$

A megoldás ezekben az esetekben is iterációval kereshető meg.

INTEGRÁCIÓS „JÁTÉKOK”

Ha valaki veszi a fáradságot, s működő programot ír a KHTP numerikus integrálására, az bőséges kárpótlást talál a különféle pályák kimeríthetetlen sokaságának felderítésében. A számítógép képer-

nyőjén megjelenő pályák szemlélése, a kezdőfeltételek módosításával kapott újabb és újabb pályák tanulmányozása, egymással való összehasonlítása igen hasznos és szórakoztató „játék”.

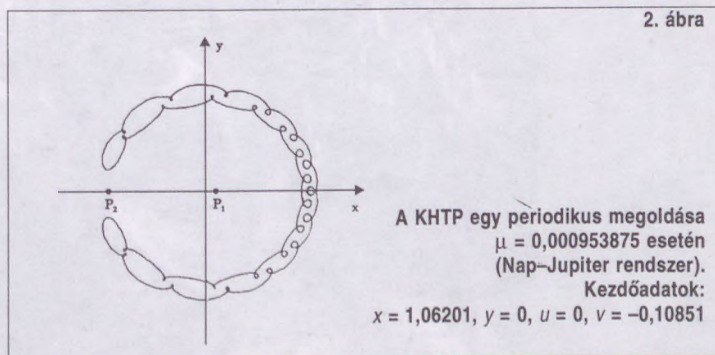
Néhány javaslat, hogy mit érdemes vizsgálni. Legelőször érdemes meggyőződni arról, hogy az integrátorunk mennyire pontos. Tegyük a P_3 testet zérus kezdősebességgel az L_4 vagy L_5 pontba. Ha $\mu < 0,038520896\dots$, ezek a pontok stabilak, P_3 -at a látszólagos perturbációként jelentkező integrációs hiba sem tudja hosszú ideig innen kitéríteni. A számítás pontosságát egyébként minden pálya esetén célszerű a Jacobi-integrállal ellenőrizni. E szerint

$$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 = 2\Omega - C,$$

ahol C a Jacobi-konstans. Egy adott pályára C mindig ugyanaz az érték, érdemes ezt a számítás elején és végén összehasonlítani.

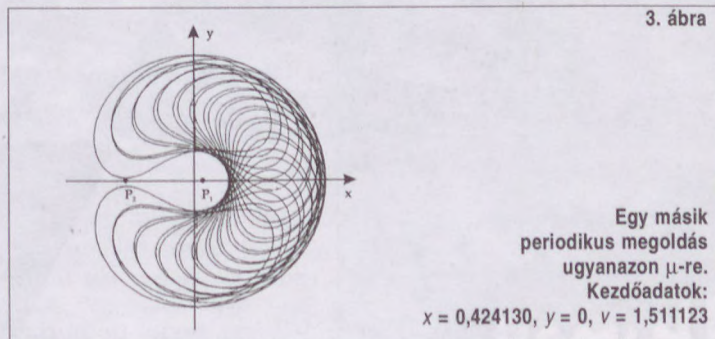
Tanulságos a Lagrange-pontok környezetének, valamint a P_1 és P_2 pontok körüli pályáknak a vizsgálata. A várható élményekhez ad izelítőt a 2. és 3. ábra. Megjegyezzük, hogy a P_1 és P_2 pontok közelében csak változó lépésközü integrálással kapunk elfogadható pontosságú eredményt, szoros megközelítés esetén pedig a mozgásegyenletek (itt nem ismertetett) regularizációjára van szükség.

Ha valakinek az elmondottak alapján nem sikerülne a programírás, a hiba biztosan nem benne, hanem talán a cikk túlzott tömörségében van. Érdeklődőknek szívesen küldök Turbo Pascal-ban (Hercules grafikára) írt forrásprogramot mely a KHTP-t numerikusan integrálja (floppy és postaköltség szükséges).



2. ábra

A KHTP egy periodikus megoldása
 $\mu = 0,000953875$ esetén
(Nap-Jupiter rendszer).
Kezdőadatok:
 $x = 1,06201, y = 0, u = 0, v = -0,10851$



3. ábra

Egy másik
periodikus megoldás
ugyanazon μ -re.
Kezdőadatok:
 $x = 0,424130, y = 0, v = 1,511123$

HUMAN SOFT

OKI

LANTastic

BEST

Pinnacle Micro

OKI

ARTEC

DELL

UNITRON



LAREX DESIGN

HUMAN SOFT
ELEKTRONIKAI KFT.

1149 Bp., Angol u. 24/b
Tel.: *163-2879, Fax: 251-3673

KIŰZETÉS A PARADICSOMBA

AVAGY

HOGYAN KERÜLTEK ÓRIÁSTÁVCSÖVEK A VULKÁNOK TETEJÉRE?

SZÉCSÉNYI-NAGY GÁBOR
III. RÉSZ

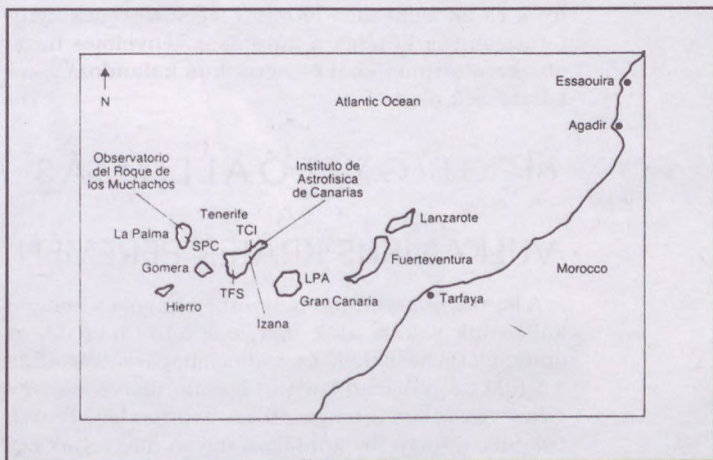
Cikkorozatunk előző részében áttekintettük azokat a legfontosabb követelményeket, amelyeket egy olyan potenciális csillagászati megfigyelőbázisnak ki kell elégítenie, amelyen hosszú távra szeretnénk igényes kutatások céljait szolgáló óriástávcsöveket fölláttatni és azokat ott eredményesen működtetni. Beláttuk, hogy jószerével csak isten háta mögötti helyeken érdemes elkezdni az előzetes vizsgálatokat. Hogy mégis merre próbálkozzanak a siker halovány reményével, annak eldöntéséhez érdemes utánanézni, mit sikerült földéríteniük az elmúlt századok földrajz- és légkörkutatóinak.

Szerencsére a hajózás, a navigáció nemcsak igényli a csillagászok nyújtotta segítséget, de tapasztalataival, évszázadokon át végzett és följegyzett méréseivel, ezekre alapozott következtetéseivel valamit viszonzni tud.

Hogyan ismerhettük volna meg az óceánok borította földfelszín meteorológiai viszonyainak hosszú távú alakulását, ha nem állnának rendelkezésünkre ezen adatsorok? A tengerészek számára a legutóbbi időkig (de a sportvitorlázóknak még ma is – lásd Fa Nándor és társai kalandos vetélkedését!) a széljárásokat is föltűntető térképek adtak információt arra nézvést, hogy milyen útvonalat célszerű követniük interkontinentális vitorlázásaik során. A szélirányt is megadó néhány részletesebb világatlaszból azután mások is hasznos tudnivalókra tehetnek szert, például azok, akik kedvező klímájú helyszínt keresnek álmaik obszervatóriumának. Ráadásul az ábrákról általában nemcsak a szélirány és az átlagos szélerősség, de igen gyakran az évszakokra jellemző légköri nyomás is leolvasható. Így azután rengeteg pénz és fáradság takarítható meg azzal, hogy a felderítő- és mérőexpedíciókat csak azokra a területekre kell kiküldeni, ahol legalábbis nagy számú derült éjszaka és elfogadható szélviszonyok fogadják a csillagászokat. A globális áramlási viszonyokat föltűntető világtérképek, illetve a bolygónkat és légkörét is metszetben ábrázoló diagramok jól mutatják, hogy a 25–30 fok közötti földrajzi szélességtartományban, a szubtropikus magasnyomású övezetben szinte állandóan találunk olyan régiókat, ahol derült idő uralkodik. Ezek a tartományok általában nagy kiterjedésű vízfelületek, óceánok fölött alakulnak ki. Az európai csillagászok legközelebb az Atlanti-óceán északi medencéjében akadhatnak ilyen, remélhetően kedvező klímájú terület-

re. Az ottani maximális légnyomású góc Gibraltártól vagy 2500 km-re nyugat felé található. A tipikus szélirány arrafelé nyugati-délnyugati, és hála az ismert kontinensvándorlásnak és következményének, az óceánfenéken végigfutó hasadékból föltörő magmának, itt-ott vulkanikus eredetű szigetekkel is találkozhatunk a végtelennek tűnő vízfelületek fölött.

MIÉRT ÉPPEN A KANÁRI-SZIGETEK TETEJÉRE?



A Portugáliához tartozó Azori-szigetek sajnos már túl messze vannak az Egyenlítőtől, így ott nem érvényesülhet az állandóan leszálló légmozgás jótékony felhőoszlató hatása, de Madeirán már valamivel jobb a helyzet. Sajnos a sziget legmagasabb csúcsa sem emelkedik 2000 méter fölé, így előfordul, hogy az ún. inverziós réteg akár heteken át is magasabbra nyúlik nála, lényegében használhatatlanná téve a megfigyelőhelyet. De tovább keresgélve a térképen, rábukkanunk néhány olyan – a változatosság kedvéért Spanyolországhoz tartozó – szigetcskére, amelyek jóval magasabbak két kilométernél. Ezek, a Kanári-szigetek néven ismert túristaparadicsom két legnagyobb valamikori vulkánját is őrző Tenerife és La Palma. Az előbbi legmagasabb csúcsa a Pico de

Teide a maga 3718 méterével valóban tiszteletet parancsoló, de az igazsághoz tartozik, hogy még nem nyugodott meg igazából. Akik jártak már a tetején, bizonyíthatják, hogy jól működik a vulkanikus padlófűtés. Állítólag vannak helyek, ahol nem lehet leülni, vagy néhány perc után érdemes fölpatnani. Azért is igen népszerű célpont e csúcs a turisták körében, mert napkeltekor lenyűgöző látványt nyújt az onnan élvezhető körpanoráma. Megéri a csúcson való éjszakázást a hét sziget északkelettől délkeletig, illetve délnyugattól északnyugatig futó láncolata és maga Tenerife nyújtotta felejthetetlen kép. Egyébként azt hiszem, célszerű megnevezni a szigeteket, hisz Magyarországon alig akadnak olyanok, akik fel tudnák sorolni a földrajzi nevüket, még ha épp most szálltak is ki az őket onnan visszahozó repülőből.

Ami mi általánosságban csak Kanári-szigetek névvel illetünk, az hét nagyobb és még egy rakás kisebb vulkanikus eredetű sziklatömb Afrika nyugati partjaitól (ott is Marokkó legdélibb csücskétől) néhány száz kilométerre nyugat felé. A hét nagy sziget sorrendben, kelet felől haladva, legmagasabb pontjának tengerszint feletti magasságával: Lanzarote (661 m), Fuerteventura (807 m), Gran Canaria (1950 m), Tenerife (3718 m), Gomera (1487 m), La Palma (2423 m) és Hierro (1501 m). A szigetecsoport „fővárosa” és legforgalmasabb üdülőhelye Las Palmas (Gran Canarián), legfontosabb kikötője pedig Santa Cruz de Tenerife.

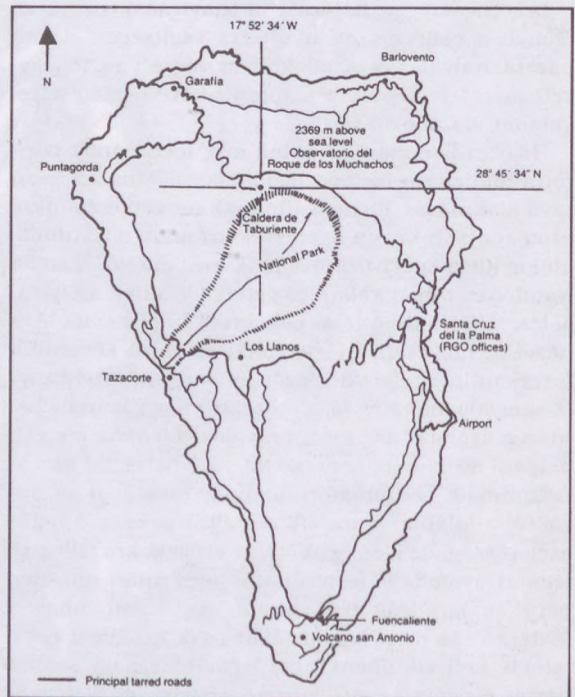
A korábban csak a tengerészeket érdeklő Tenerifén C. Piazzí Smyth volt az első csillagász, aki azzal a céllal végzett megfigyeléseket a Teide tetejéről, hogy meggyőződjön a hely asztróklimatikus viszonyainak kiválóságáról. Mindez 1856-ban történt, de még több mint egy évszázadnak kellett elteltnie ahhoz, hogy az európai államokban romló körülmények és az időközben létrejött légitömegmozgások miatt az időközben létrejött légitömegmozgások nyújtotta előnyök kiűzzék a kutatókat kényelmes hazai obszervatóriumaikból és egzotikus kalandozásokra készítsék őket.

MEGFIGYELŐÁLLOMÁS A VULKANIKUS KRÁTER PEREMÉN

A legszorongatottabb helyzetben angol és holland kollégáink voltak, akik már-már föl is hagytak az optikai észlelésekkel, és rádiócsillagászatra adták a fejüket a rengeteg borult időszak, illetve a szinte teljes egészében a tengerrel egy szinten lévő területek miatt. Nagy-Britanniában ugyan még tettek egy utolsó kísérletet arra, hogy használható megfigyelési anyagot gyűjthessenek saját határaikon belül, de ez sem volt igazán sikeres.

A nemsokára ismét régi pompájában tündöklő Királyi Csillagvizsgálóból (a momentán éppen felújítása miatt zárva tartó Greenwich Observatóriumból), amely egy negyed évezreden át szolgálta a pozíciós csillagászatot, a navigációt, majd az asztrófizika érdekeit, a második világháborút követően ki kellett költözniük a szabad szemmel már nem látható égi objektumokra is kíváncsi kutatóknak. A dombról ugyanis, amelyen a csillagdat fölépítették, még párás időben is belátni London belvárosába, nem is beszélve az időközben kiépült Temze-parti városnegyedről. Az új bázis a dél-angliai Herstmonceux kastélya lett, amelynek parkjába már 1949-ben óriástávcsövet szántak. Az Isaac Newtonról elneve-

zett reflektort, a 98 hüvelyk (2,5 m) átmérőjű INT-t azonban végül csak 1967-ben avathatta föl II. Erzsébet királynő. A még akkoriban is számottevő méretű, sőt Nyugat-Európában csúcstartó műszer egyetlen előnye azonban csupán abban állt, hogy a fővárosból viszonylag könnyen el lehet jutni a közelébe. Így az angol csillagászok és egyetemi hallgatók többségének kényelmesen hozzáférhető volt, bár a pocsek időjárás miatt alig tudtak jó minőségű megfigyelési anyagot gyűjteni vele. Az akkori skót királyi csillagász, H. Brück professzor ötletét tehát sokan támogatták. Ő azt javasolta, hogy Anglián kívül, de az északi féltekén (hisz Ausztráliában már működött ekkor közösen használt obszervatóriumuk) építsenek föl világszínvonalú műszerekkel is felszerelt megfigyelőállomást, de az optimális viszonyokat biztosító helyen. A tervezett állomáson elsősorban optikai vizsgálatokat kívántak végezni. A Science Research Council (SRC) 1968-ban ki is küldött egy bizottságot, hogy vizsgálná meg a szóbaeső helyszíneket, ahol föl lehetne építeni az Északi Félgömb Megfigyelőállomását (Northern Hemisphere Observatory = NHO). A Sir Fred Hoyle elnökle alatt és az amerikai M. F. Walker támogatásával dolgozott bizottság azután négy potenciális helyet nevezett meg mint olyat, amely alkalmas a XX. század végének optikai csillagászati észlelőközpontjává. Ezek Hawaii, La Palma, Madeira és Tenerife. Közülük Madeiráról hamar kiderült, hogy

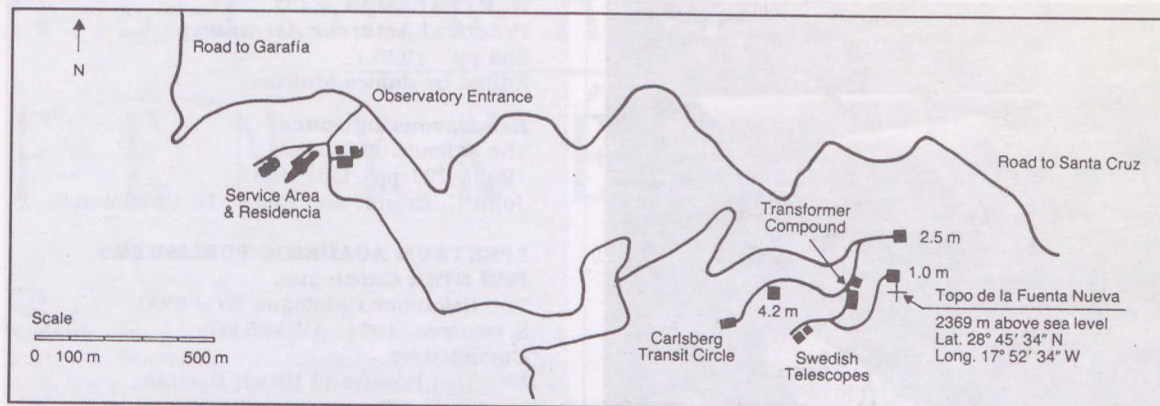


La Palma szigete. A csillagászati obszervatórium közvetlen szomszédságában található hegycsúcsot kereszt jelöli.

lényegesen gyöngébb, mint a többi három, így még csak próbaméréseket sem kellett ott végezni. A két Kanári-sziget közül pedig egyértelműen La Palma mutatkozott előnyösebbnek e műszeres vizsgálatok során. Ez éppenséggel nem volt váratlan, mert egyrészt a sziget távolabb van Afrika partjaitól, másrészt nyugat és észak felől csak a nyílt óceán határolja, harmadrészt pedig lényegesen kisebb

települések, lakosság, ipar és üdülőközpontok vannak csak rajta, mint a konkurens Tenerifén. Előbbi kettő miatt a légáramlás gyakorlatilag teljesen ré-

golhatta az angol bizottságot. A végleges döntés előtt még a Sarkcsillag fényességét regisztráló fénylektromos fotométert és automatikus meteorológiai



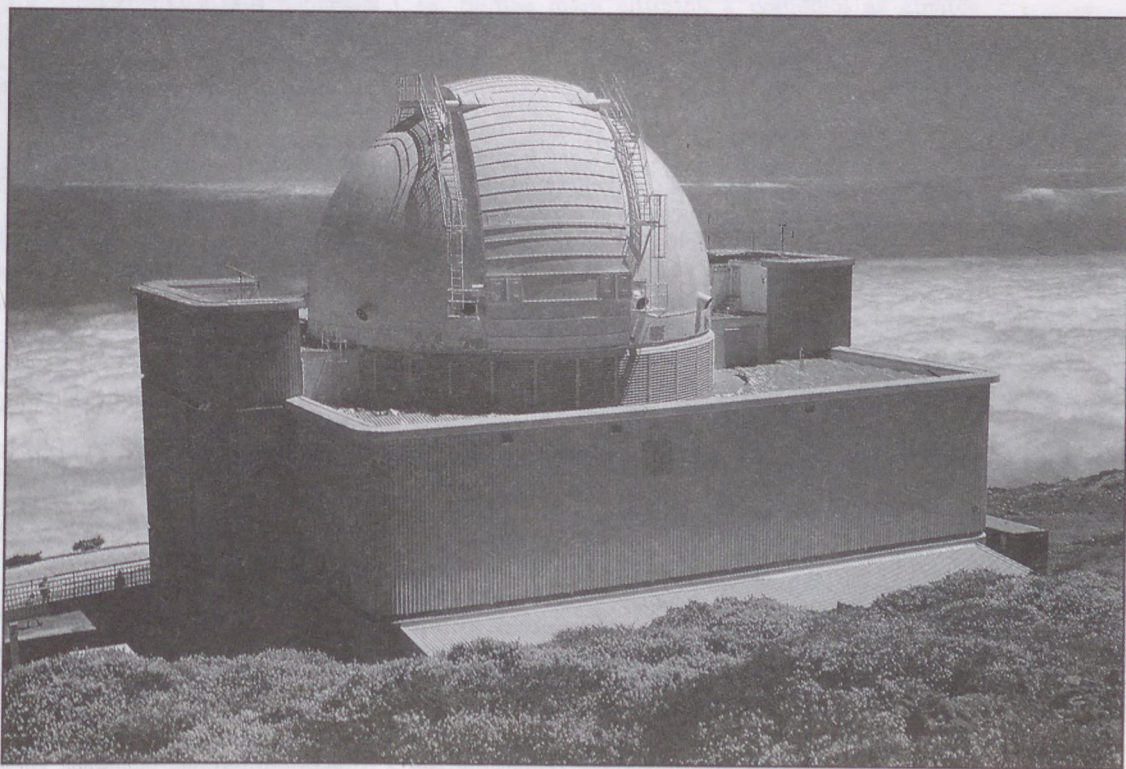
Az Observatorio del Roque de los Muchachos kupoláinak és épületeinek elhelyezkedése

teges, a tenger felszínével párhuzamos, s a magasabb páratartalmú légtömegek csak a legritkábban előforduló áramlási feltételek következtében juthatnak föl a sziget tetejéig, míg az utolsóként említett feltételek következtében minimális a mesterséges fényszennyezés és az alsóbb légrétegekben lebegő portartalom. (Egyébként a nagyobb távolság Afrikától megvédi a szél hátán esetenként keletre is útnak induló szaharai portól is!) Végül ott volt még Hawaii,

ahol ugyancsak tökéletes égbolt várja az optikai és infravörös csillagászat művelőit. Ellene szólt viszont számottevő távolsága, s az, hogy az ottani, 4000 métert is meghaladó magasságú észlelőbázison már sokaknak problémát okozhat az akklimatizálódás. A kis légnyomás következtében a levegő oxigéntartalma kevésnek bizonyulhat az ahhoz nem szokott, a tengerszint közelében élő kutatóknak, akik ilyen viszonyok közepette úgy érzik magukat,

mintha hirtelen szenilissé váltak volna, s ráadásul fizikai teljesítőképességük is mérséklődik az első napokban-hetekben. Még az is elképzelhető, hogy akkoriban nagy árszínvonalbéli különbség volt a szerény forgalmú spanyol üdülőszigetecske és az USA egyik legfőlkapottabb turistaparadicsoma között, ami ugyancsak Hawaii választása ellen han-

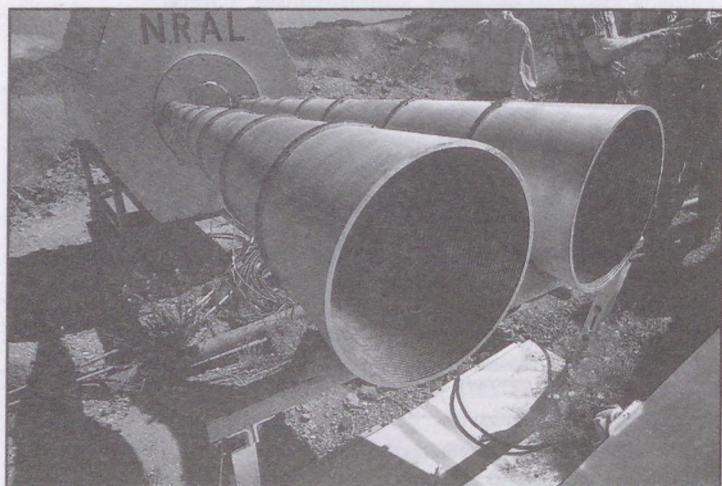
mérőállomást helyeztek üzembe La Palma tetején 1974 novemberében. Az obszervatórium építésére kiszemelt terület a nagyjából csülök alakú, vékonyabb végével pontosan dél felé mutató sziget északi felére, egy kialudt vulkán meglehetősen szabdalt peremére esett. A Caldera de Taburiente egyébként a legnagyobb ismert vulkanikus kráter Földünkön, és lélegzetelállító látványt nyújt annak, aki 2,4 km-t elérő magasságba nyúló peremére merészkedve be-



letekint. Irgalmatlan szakadékot, egy délnyugat felé kihaladt kürtőt látunk, amiben élőlények nyomait alig-alig lehet fölfedezni. A gerinctől északra meredek, ám fokozatosan szelidülő lankákat, vulkanikus salakkal, tu-fával és a rájuk telepedett, sárga virágokkal ékes bozótokat láthatunk. A hely megnyerte nemcsak a

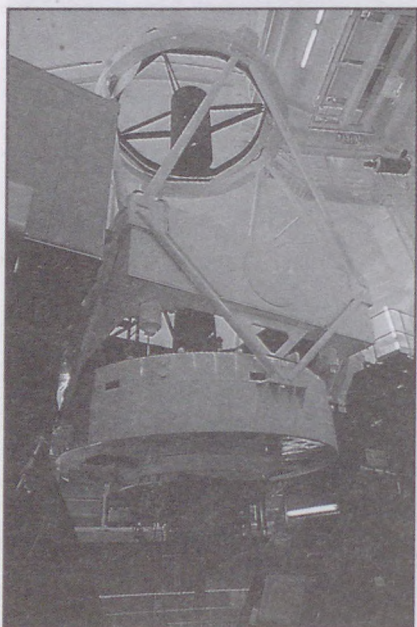
Az Isaac Newton teleszkóp kupolája Tenerifén

britek, de a svédek, hollandok, dánok tetszését is, és mindent elkövettek, hogy megállapodhassanak a spanyolokkal. Végül 1979-ben megszületett az



Mikrohullámú háttérsugárzás mérésére szolgáló műszer Tenerifén, a Teide Observatóriumban

egyezmény, amelynek értelmében asztrofizikai együttműködést alakítanak ki Spanyolország, Dánia, az Egyesült Királyság és Svédország között. A helyszínt és a szükséges infrastruktúrát (út, víz, villany stb.) az előbbi, míg a modern megfigyelőszközöket és a csillagászati know-howt (a kutatók képzését) az utóbbi három biztosítja. Ennek keretében elsőként az INT áthelyezését határozták el. A hatalmas reflektor kissé furcsán, de legalábbis



William Herschel teleszkóp, tükkörátmérője 4,2 m.

szokatlanul mutat mostani helyén, hisz sokkal északabbra, Dél-Angliába tervezték és építették. A műszer poláris tengelye ezért ma kissé ferdebbnek hat a kelleténél (annak ugyanis az északi égi pólus felé kell mutatnia, ami itt több mint 20 fokkal van lejjebb, mint a teleszkóp eredeti felállítási helyén), és valamikori platformjáról ma lecsúszik, aki rááll. Mai helyén 1984 februárjának első éjszakáján kapott csillagfényt az INT főtükre, és felújított segédberendezései, folyamatosan modernizált fotondektoraik révén értékes megfigyelésekre nyújt lehetőséget nemcsak az angol, de későbbi egyezmények nyomán az észak-ír,

a holland, a német csillagászoknak és más nemzetek kutatóinak is. A hivatalos nevén Observatorio del Roque de los

Muchachosnak nevezett intézmény ma már egy igazi távcsőgigással is rendelkezik, a 4,2 méteres főtükrrű William Herschel teleszkóppal (WHT), amely Európa legnagyobb távcsövének címével is dicsekedhet.

A fotók a szerző felvételei

ÚJ CSILLAGÁSZATI SZAKKÖNYVEK

W. H. FREEMAN & CO.

Practical Amateur Astronomy

336 pp., 1993.

Edited by James Muirden

Rendezvous in Space.

The Science of Comets.

1992., 291 pp., GBP16.95

John C. Brandt and Robert D. Chapman

SPEKTRUM ACADEMIC PUBLISHERS

PPM STAR Catalogue.

The Reference Catalogue for J2000

2 volumes, 1991., GBP85.00

Compiled by

Siegfried Röser and Ulrich Bastian

Modern Astronomy

416 pp., 1991., GBP29.95

Iwan A. Klimishin

UNIVERSITY SCIENCE BOOKS

Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac

769 pp., 1992.

Edited by P. Kenneth Seidelmann

A MARCO POLO BT. KÖNYVAJÁNLATA INGYENES SZAKIRODALMI TÉMA MEGFIGYELÉS!

Ön megjelöli a témákat és rendszeresen megkapja katalógusunkat, melyben megtalálja a kiadói katalógusok összesített információit.

Minden hirdetett könyv 1992-ben jelent meg. Árak forintban: a valutában megadott ár szorozva a hivatalos valuta középárfolyammal.

Marco Polo BT.

1027 Budapest, Szász K. u. 6., fszt. 6.

A MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET PROGRAMJÁBÓL

VÁLTOZÓCSILLAG-ÉSZLELŐK TALÁLKOZÓJA BAJÁN.

Április 24-én (szombaton) az MCSE Változócsillag Szakcsoportja és az IAPPP Magyar Szárnya közös találkozót tart Baján, a Tóth Kálmán utcai régi csillagvizsgálóban, de. 11 órától.

NYÁRI RÁKTANYAI TÁBOROK

Ifjúsági táborunkat július 9-16. között tartjuk középiskolások számára; a Meteor '93 észlelőtábor pedig július 16-23. között. A Meteor '93 hagyományosan a nyár legnagyobb táborának ígérkezik. A kiváló megfigyelési lehetőségek mellett napközben egyes amatőr részterületek eredményeit, problémáit vitatjuk meg. Minden észlelő és távcsőépítő amatőr részvételére számítunk! (Ráktanya a Bakonyban található, Veszprémtől 20 km-re.)

Jelentkezéseket már most elfogadunk az MCSE címen: 1461 Budapest, Pf. 219.



ÁLLÓKAMERÁS FÉNYKÉPEZÉS

MIZSER ATTILA

Sokan érdeklődnek az asztrófotózás iránt, ám a kezdeti nehézségek, sikertelenségek könnyen elriasztják a próbálkozókat. Ki ne álmogna arról, hogy csillagdús Tejút-felvételeket készít, vagy hosszú expozícióval elcsipi a híres, közismert mély-ég objektumokat? A köztudatban az asztrófotózás egyet jelent az óragépes, távcsőigényes fényképezéssel. Pedig nagyon szép, látványos felvételek készíthetők már egy közönséges, fotóállványra rögzített fényképezőgéppel is.

Magától értetődő, hogy minden amatőr, aki fényképezőgéppel is rendelkezik, meg szeretné örökíteni az éjszakai ég látványosságait. A kezdő amatőrök számára a vezetett asztrófotók az elérhetetlen világ közé tartoznak, hiszen egyre nehezebb pl. a közkedvelt és jól bevált óragépes Zeiss-tengelykeresztekhez hozzájutni. A körülményes, nehézkes kézi vezetés ugyancsak sokakat elriaszt a hosszú expozícióktól, és jó finommozgatással rendelkező mechanikához sem könnyű hozzájutni. Vannak azonban olyan amatőrök is, akiket az asztrófotózással járó cipekedés riaszt el. Már leszállt az éj, és az asztrófotós még mindig nem az égre figyel: a fűben keresi az exponálózsínort, bosszankodik a páráadás miatt, vagy megpróbál pontosan pólusra állni...

Létezik egy másik „közhiedelem” is, mely szerint az állókamerás fényképezés gyakorlatilag megegyezik a meteorfotózással. Izgalmas, bár erősen filmfogyasztó „sport” a meteorfotózás, még akkor is, ha hosszú expozíciókat alkalmazunk. A milliányi koncentrikus csillagiv közül kibogarászni az esetleg arra tévedő meteort sem utolsó mulatság annak, akit ez lelkesít.

Az állókamerás égboltfotózás igazi savát-borsát a rövid expozíciós idejű felvételek jelentik. A vezető külföldi csillagászati magazínokban számtalan gyönyörű példát láthatunk együttállásokról, érdekes jelenségekről, hiszen az ottani amatőrök igencsak profi szintű vezetett fotókat készítenek, melyeknek mi a nyomukba sem érünk. Sajnos a magyar amatőrökhöz nem nagyon jutnak el ezek a szép kiállítású folyóiratok, melyekből sok ötletet meríthetnénk az elhanyagolt állókamerás terület művelői.

Az állókamerás asztrófotózáshoz nem kell egyéb, mint megfelelő fényképezőgép (melyen B időt is be lehet állítani), film, exponálózsínór, fotóállvány, kellő türelem és sok-sok ötlet. Már a kommersz 100 ASA érzékenyséű filmek is jól megfelelnek bizonyos

célpontokra. A fényképezőgépek közül akár az olcsóbb, egyaknás tükörreflexes gépek (Praktica, Zenit), sőt, tulajdonképpen minden típus megfelel, kivéve a kommersz, beépített vakuval és „örökre élesre állított” objektívvel rendelkező gépeket. (Még a „lesajnált” típusok is használhatók – egyik legemlékezetesebb állókamerás felvételemet egy Smena 8M-mel készítettem a West-üstökösről, még 1976-ban.) Cserélhető objektíves gépet azért érdemes beszerezni, mivel később jól használhatók távcsöves munkára is (primér fókuszban vagy okulárprojekcióval történő „igényesebb” fotózáshoz). Ugyanakkor az alapobjektívek mellett nagylátószögű- vagy teleobjektívvel más-más léptékben lehet megörökíteni az égboltot.

Gondot okozhat a megfelelő fotóállvány beszerzése. Sajnos mára eltűntek a boltokból az amatőr körökben népszerű, igen masszív NDK gyártmányú faállványok. Olcsóságuk mellett szól(na) az is, hogy a fa rendkívül jól elnyeli a rezgéseket, ezért használják sokan ezeket az állványokat kisebb távcsövekhez. Az elegáns, könnyű, összecusukható fémállványok is megfelelnek az állókamerás fotózás céljainak, de amilyen könnyűek, olyan drágák.

Mielőtt belemennénk abba, hogy milyen célpontokat lehet és érdemes megörökíteni állókamerás módszerrel, tekintsünk át egy fontos táblázatot, mely megmondja, hogy különböző égterületeken, adott fókuszú objektívvel milyen a leghosszabb expozíciós idő, amivel fényképezve még pontszerűek maradnak a csillagok a filmen.

Égterület/fókusz(mm)	28	35	50	90	135	200	400	1000
Cirkumpoláris	43	34	24	13	9	6	3	1
A pólustól 45°-ra	32	26	18	10	7	4,5	2	1
Égi egyenlítő vidéke	21	17	12	7	4,5	3	1,5	0,5

A táblázatban az objektív fókusza mm-ben, az expozíció hossza pedig mp-ben szerepel.

Milyen objektumokat érdemes célba venni? Az egyik leglátványosabb állókamerás műfaj a Hold és a bolygók, fényesebb csillagok együttállásainak megörökítése. A rövid expozíció miatt a kép háttere többnyire koromfekete. A számunkra érdekes együttállás mégis elég sivár látványt nyújt a fényképen, hiszen egy-két fénypont (a bolygókon) és a Holdon kívül semmi sem látszik rajta. A fotót nagyon „feldobja”, ha sikerül valamilyen előtér objektumot

a képbe komponálni, pl. távoli tornyot, kivilágított városrészletet. Ha az együttállítás az esti vagy a hajnali égen, a horizont közelében látható, a színompás szürkületi ég hangulatos „hátteret” nyújt.

Ha egyetlen kockára többször is tudunk exponálni, akkor a kelő vagy nyugvó Hold-bolygó együttállításokról, vagy a nap- és holdfogyatkozásokról látványos sorozatfelvételek készíthetők. (A Nap fényképezéséhez természetesen megfelelő szűrőt kell alkalmazni.)

távcsőre. Nem mindenkinek tetszik az efféle művészkedés, de az eredmény kétségkívül hatásos.

Ritka jelenségek fotózásakor is élhetünk az állókamerás módszerrel. 1989-91 során számos szép felvétel készült a nálunk egyébként ritkán előforduló sarki fényekről. A fényesebb sarki fényekről gyönyörű, színgazdag fotók készíthetők nagy látómezejű objektívvel, érzékeny színes filmekre (400-3200 ASA). Minél érzékenyebb a film, annál jobb, mivel rövidebb expozíciókat alkalmazva nyomon követhetjük a sarki fény gyors alakváltozásait, így nem mosódnak el a finom részletek. Ugyancsak nagylátómezejű objektívek szükségessé teszik a téli-tavaszi égen esténként mutatkozó állatövi fény megörökítéséhez. A sikerre természetesen csak ideális észlelőhelyen, hidegfront utáni, igen tiszta időben van remény.

Láthatjuk tehát, bőven van lehetőség a legegyszerűbb asztrofotós műfajban is. Szerény eszközökkel, jó filmmel és jó ötletekkel „felszerelve” igen látványos képeket készíthetünk az égboltról.



Geminida meteor nyoma. Kardos Mihály (Máriaalom) 1990. december 14-én csípte el, egy 18:47-19:07 UT között készült felvételen. 2,8/50-es objektívvel és Fortepan 400-as filmet használt.

A nagyobb fotószaküzletekben kapható (esetleg megrendelhető) érzékeny (400-3200 ASA) színes filmekre szép csillagkép-felvételeket készíthetünk, sőt, a Tejút legfényesebb csillagfelhőit (Sagittarius, Scutum) is megörökíthetjük. 5-10 perc expozícióval ugyan már jelentősen elhúzódnak a csillagnyomok, mégis érdekes látvány a „csikhúzó” Tejút, sőt, a fényesebb emissziós ködöket is elcsíphetjük, így pl. az Észak-Amerika ködöt. A hosszabb expozícióval készült égbolts felvételek akkor lehetnek látványosak, ha a horizont közelében készülnek, pl. távoli facsoport mögött kelő jellegzetes csillagképekről, nagyobb nyílthalmazokról (pl. Orion, Hyadok, Plejádok). Egy-két órás expozícióval még a legsötétebb észlelőhelyen is szépen elválik az égbolt és a horizont. Ne feledkezzünk meg a Pólus környékének fotózásáról sem – klasszikus és hálás téma a „keringőző” csillagok sokasága.

A vaku emlegetése kimondottan bűnnek számít asztrofotós körökben, pedig állókamerás fotóknál jó szolgálatot tehet. Hatásos lehet pl. egy fa koronáján át fényképezni az égboltot, és exponálás közben rávillantani a fára, vagy egy kép előterébe állított

A HÁTSÓ BORÍTÓ BELSŐ OLDALÁN ÉS A HÁTSÓ BORÍTÓN KÖZÖLT FOTÓK ADATAI:

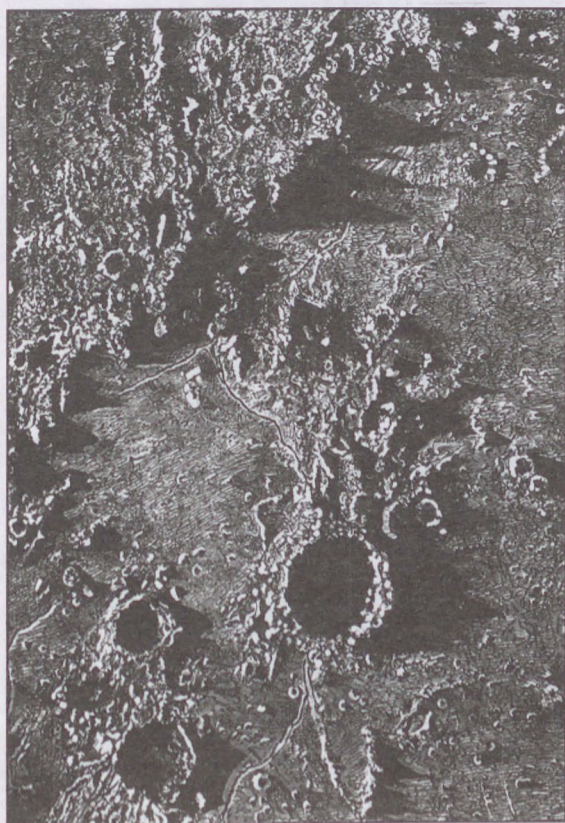
- Az utóbbi évtizedek legfényesebb sarki fénye vörösbe borította az északi horizontot 1991. november 8-án. A felvételt Sebők György készítette Ráktanyán, 1,4/50-es objektívvel, Fujicolor 1600-as negatívra, kb. 10 mp. expozíciós idővel.
- 1991. június 15-én koraeste látványos négyest alkotott a Hold, a Vénusz, a Jupiter és a Mars; az előtérben a Mátyás-templom látható. 2,8/135-ös teleobjektív, kb. 5 mp. expozíciós idő, Agfachrome CT 100 dia. (Mizser Attila)
- Egy téli éjszaka Pizskés-tetőn. Az 50 cm-es távcső kupoláját az utolsó negyedben levő Hold világítja meg. 1,8/50-es objektív, kb. 5 perces expozíció, Fujichrome 400 dia. (Mizser Attila)



OLCSÓ HOLDÚRHAJÓ TERV

A General Dynamics cég a 2000. év tájára javasolja a Hold-kutatások felújítását, egy jóval olcsóbb hordozórakétával, amit a Centaur fokozatból alakítanak ki. A Holdra le- és felszálló egység a LEV (Lunar Excursion Vehicle), négylábú LM, amelyet 4 db RS-44 típusú $L.O_2/H_2$ hajtóanyagú rakétával szereltek fel. Csak csöváza van, ehhez csatlakozik a bevált típusú Apollo-kabin, amely ezúttal csak kétszemélyes. A kabin 3266 kg, a LEV 4300 kg, a hajtóanyaga 16 100 kg. A tolórakéta egy átépített Centaur fokozat, ezt Titan-4 vagy Ariane-5 rakéta vinné feltöltve Föld körüli pályára. Vagy két db régi RL-10-es vagy egy új hajtóművel alakítanak ki. A LEV-egységet űrrepülőgép vinné pályára, és ellenőrzés után kirakná. Egy nappal később indítanák a Centaur fokozatot, amely a Föld körüli pályán összekapcsolódik a leszállóegységgel. Egy napos felülvizsgálat után indulhatna a Hold felé. Ez a program hét év alatt 13 milliárd dollárból megvalósítható lenne a jelenlegi árakon.

AWST. 1993. január 18. - SKY



FELBORULT AZ ARIANE-PROGRAM

Az 1993. január 21-ére, majd február 21-ére, majd február 2-ára tervezett Ariane V-56 rakéta indítását törölték, mivel a Hughes Galaxy-4 műhold HS-601-es típus) hibás és a javításhoz vissza

kellett szállítani a kaliforniai gyárba. Ez az első eset, hogy Kourou-ból egy kész műholdat el kellett szállítani. A kiesés azért okoz gondot, mert a V-57 rakéta számára készített Astra-1C műhold is ugyanaz a HS-601-es típus, ez is vizsgálatra és javításra szorul. Jelenleg az Ariane space 1993. szeptemberéig csak három indítást tud végezni, ezek más építésű műholdakat visznek, az év végéig hiányzó négy start nem biztos, hogy elvégezhető.

Air et Cosmos 1993. február 7. - SKY

OROSZ EGYESÍTETT HORDOZÓRAKÉTA TERVE

A Proton egyesülés tervezőirodája, a Molnyija, Szojuz, Vosztok típusú hordozórakéták kialakítója javaslatot tett, egy, a Mir-2 űrállomást ellátó, egyesített hordozórakéta készítésére, amely 5-800 kg-mal nagyobb hasznos terhet szállíthatna, mint a jelenlegi változatok. A Ruzs nevű szerkezetet az RKA (Orosz Űrkutatási Hivatal) finanszírozná, és a három fokozatú Szojuz (SL-4) típusból alakítanak ki, amely három különböző hasznos terhet-gyűrűt és orrkúpot kapna a hasznos terhek szerint.

Az alapmodell az 51,2 m hosszú 3 m-es orrkúp-átmérőjű Szojuz-modell, amely a Progressz M űrhajókat is tudja indítani. A másik a 3,3 m átmérőjű orrkúpos típus a Kozmosz, Photon, Pion és Resource-F műholdakhoz készülne. A harmadik változat a 44,83 m hosszú és 3,7 m átmérőjű orrkúpos típus, amely a beépített 4. fokozattal alkalmazható a Resource-D, Molnyija, Meteor és Celina típusú műholdakhoz. Az alaprakéta kissé módosított jelenlegi Szojuz/Progressz típus, így felválthatná a Vosztok, Molnyija, Ciklon típusokat, gyártása még olcsóbb lehetne a jelenleginél. Korszerűségről szó sincs, az alap-típusa már most is 27 éves.

Interavia/Aerospace W. 1993. január - SKY

KÍNAI RAKÉTA VIZSGÁLATA

Az amerikai Hughes cég vizsgálócsoportja elemezte a kínai Long March-2E hordozórakéta 1992. december 22-i kudarcát és az Optus-B2 műhold pusztulását. Ennek eredménye az, hogy a 4,2 m átmérőjű orrkúp 45 másodperccel a start után 23 000 láb magasságban a maximális dinamikus nyomás alatt beszakadt és levált, a műhold az 1600 km/h-s sebességnél összetört, felrobbant az apogeumhajtóműve. Roncsait egy kínai paraszt kertjéből ásták ki. A hordozórakéta második fokozata tovább emelkedett, torz Föld körüli pályára jutott és ezen egy nap múlva megsemmisült. A gyár vesztesége 101,6 millió dollár volt.

AWST 1993. január 18. - SKY

VÁLTOZÁSVIZSGÁLAT

A

BŐS-NAGYMAROSI VÍZLÉPCSŐ TERÜLETÉN

LANDSAT ŪRFELVÉTELEK FELHASZNÁLÁSÁVAL

BÜTTNER GYÖRGY

DETECTION OF ENVIRONMENTAL CHANGES CAUSED BY THE GABCIKOVO-NAGYMAROS BARRAGE CONSTRUCTION ON THE DANUBE RIVER USING LANDSAT DATA

Environmental changes caused by the joint Hungarian - Czechoslovakian hydroelectric project, called GNHS (Gabcikovo - Nagymaros Hydroelectric System) have been assessed using multitemporal satellite image analysis. Two Landsat MSS images provided generalized land cover for the pre-construction period (1976). A Landsat TM image was used to characterize the recent situation. Comparing classifications obtained for 1976 and 1990 a change map was produced, showing the decrease of arable lands, pastures and forests. All together at least 39,9 km² area has been changed (8.1 km² forest, 26.6 km² arable land, 5.2 km² pasture) as a direct consequence of the construction.

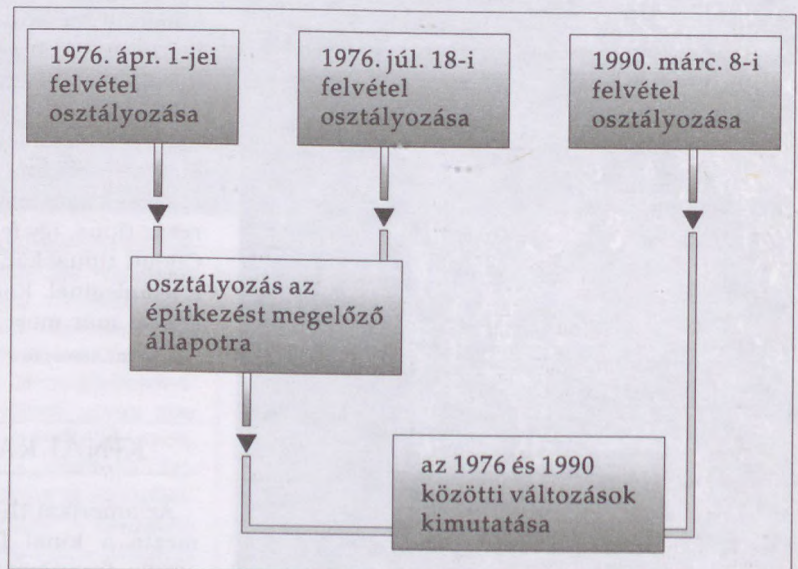
A Landsat mesterséges holdak 1972 óta folyamatosan figyelik környezetünk állapotát. 1982-ig MSS (Multispectral Scanner) típusú felvételek készültek 60×80 méteres képelemmérettel, négy színképsávban. 1982-től kezdve az MSS mellett a jobb minőségű TM (Thematic Mapper) felvételek is beszerezhetők, melyeket 30×30 méteres képelemméret és hét színképsáv jellemez. A jelentős környezeti változások – így a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszerhez (BNV) kapcsolódó építkezések is – ezeken a felvételeken jól megfigyelhetők. A Miniszterelnöki Hivatal Duna Vízlépcső kormánybiztosa megbízásából 1991-ben elvégzett munka célkitűzése az volt, hogy az építkezés előtti állapot és a jelenlegi állapot összevetésével megvizsgáljuk, mennyire követhetők nyomon az építkezés okozta változások Bős térségében.

Az 1973. és 1990. közötti időszakra a FŐMI archívumában a Szigetköz területére rendelkezésre álló kilenc MSS- és TM-felvételeből az alábbiakat választottuk ki feldolgozásra:

- 1976. április 1-jei és 1976. július 18-i MSS-felvételek az építkezést megelőző állapot jellemzésére;
- 1981. augusztus 6-i MSS-felvétel egy időközi állapot jellemzésére;
- 1990. március 8-i TM-felvétel az 1991-es állapot (elterelés előtti helyzet) jellemzésére.

Az 1. és 2. felvételen a zöld vegetáció a piros szín különböző árnyalataiban jelenik meg. A növényzet nélküli területek a szürke és kékesszürke árnyalataiban láthatók. A jobb felbontású 3. felvételen a zöld vegetáció narancssárga, a lombmentes erdők sötétbarnák, a vetetlen táblák a talaj fajtájától függően világosak, zöldes árnyalatúak vagy sötét-

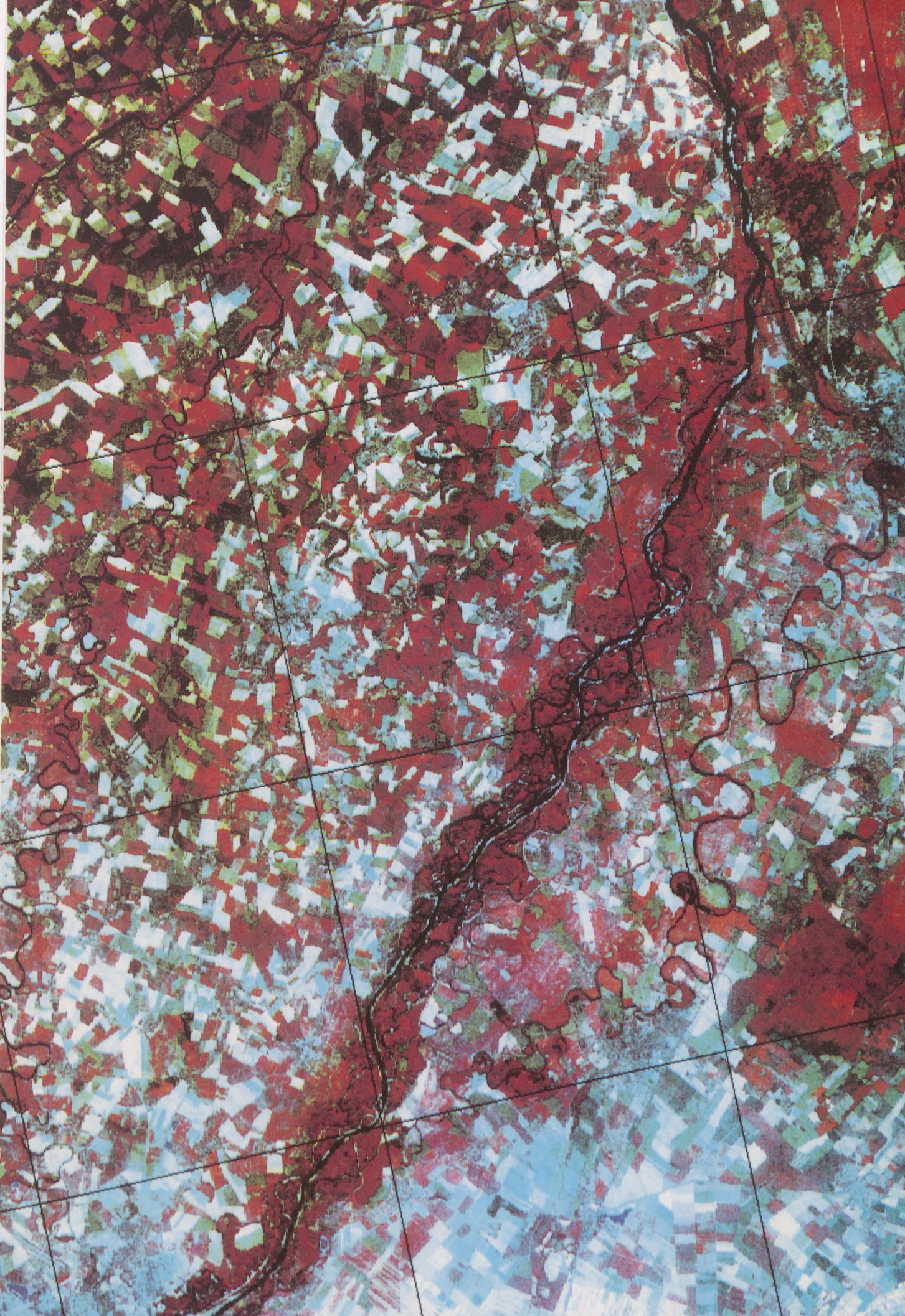
szürkék. A nagyobb települések a textúra alapján könnyen felismerhetők: Győr a felvételek alsó szélén közepén, Mosonmagyaróvár a képek bal oldalán, Pozsony a bal felső sarokban található. Mindhárom felvételen jól látható a Duna szövevényes ágrendszere. Az 1976-os képen még nincs nyoma az építkezésnek, az 1981-esen már jól kivehető a megindult munka, az 1990-es képen pedig már a teljes üzemvízcsatorna felfedezhető.

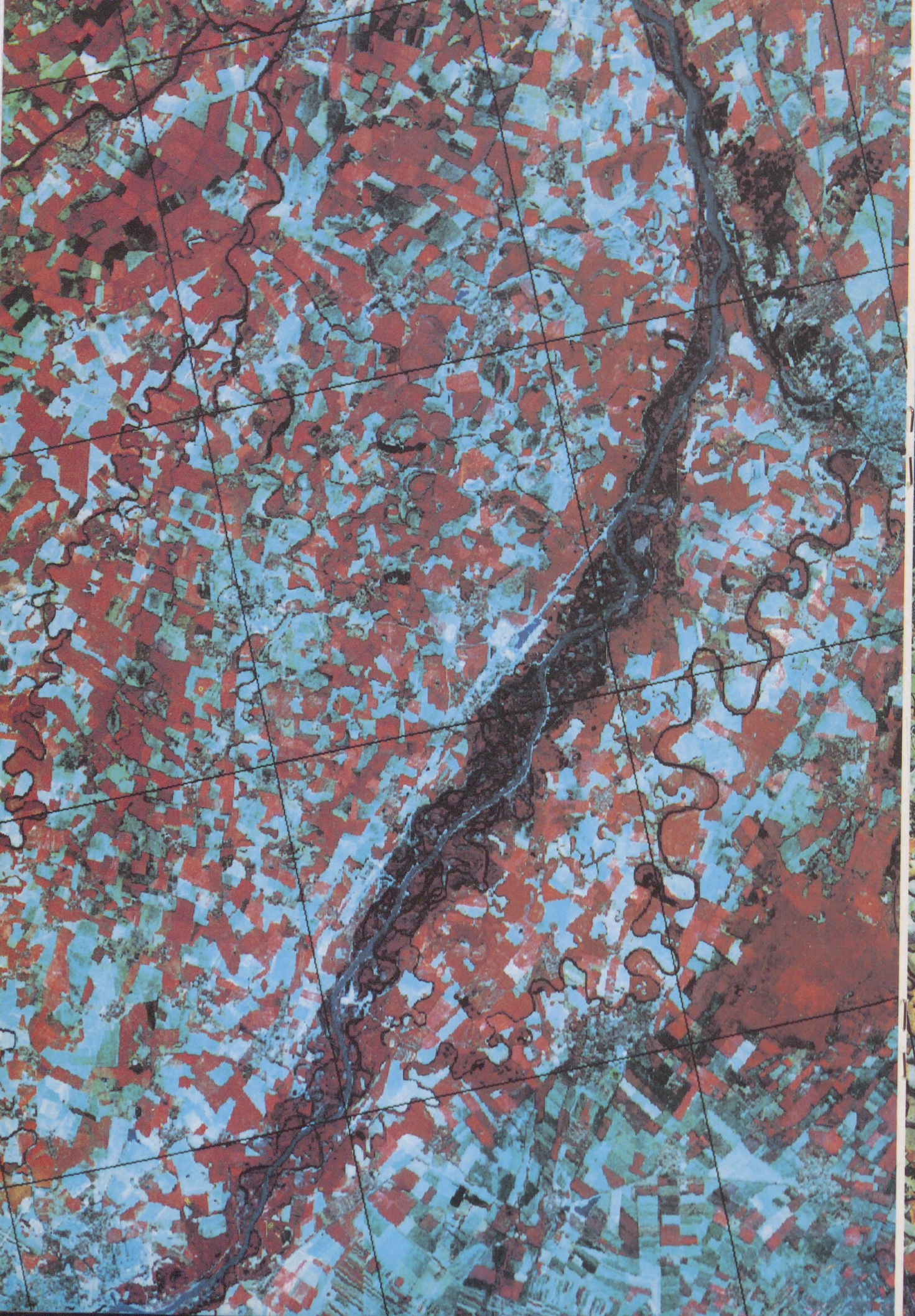


A különböző időpontban készült felvételeket egybevetésükhöz azonos geometriai alagra kellett hozni. A felvételeket illesztőpontok felhasználásával az 1990-es TM-képhez regisztráltuk. A transzformált MSS-képeket 60×60 méteres pixelekből építettük fel, hogy egyszerű legyen a TM-képpel való egybevetés. Térképi illesztést nem végeztünk, a könnyebb

1976. július 18. Landsat MSS színkompozit (MSS1 = kék, MSS2 = zöld, MSS4 = vörös)

© ESA 1976. július 18., terjeszti az EURIMAGE (A Földmérési és Távérzékelési Intézet archívumából.)







BÜS-NAGYMAROS VÍZLÉPCSŐ VÁLTOZÁS VIZSGÁLAT

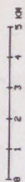
CHANGE DETECTION STUDY

FELHASZNÁLT ŐRFELVÉTELEK:
USED SATELLITE IMAGES:

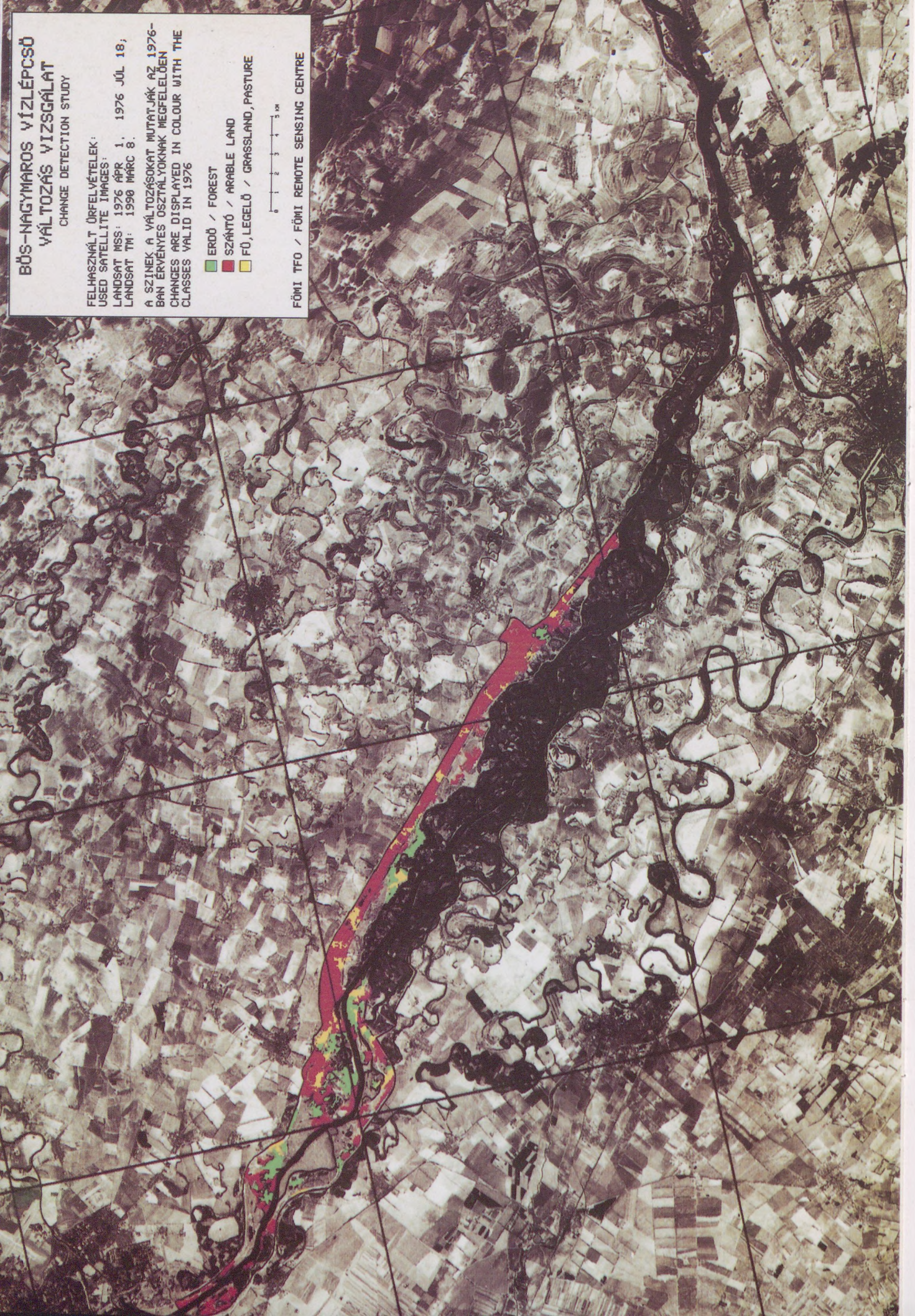
LANDSAT MSS: 1976 ÁPR 1, 1976 JÚL 18,
LANDSAT TM: 1998 MÁRC 8.

A SZÍNEK A VÁLTOZÁSOKAT MUTATJÁK AZ 1976-
BAN ÉRVÉNYES OSZTÁLYOKNAK MEGFELELŐEN
CHANGES ARE DISPLAYED IN COLOUR WITH THE
CLASSES VALID IN 1976

- ERDŐ / FOREST
- SZÁNTÓ / ARABLE LAND
- FŰ, LEGELŐ / GRASSLAND, PASTURE



FŐMI TFO / FŐMI REMOTE SENSING CENTRE



tájékozódás érdekében viszont a felvételekre rávittük a Gauss-Krüger vetületű térképlapok szelvényhatárait.

A színkompozitokat vizsgálva a különböző időpontok között igen sokféle változást fedezhetünk fel. Ezek egy része fontos, másik része viszont nem fontos a feladat szempontjából. Nem kívántunk foglalkozni például a vetésforgóval, vagy a Duna különböző vízállása okozta különbségekkel (1976-ban mindkét esetben alacsony, 1990-ben viszont magas vízállás volt). A változások kimutatására a szakirodalomban számos megoldás található. Ezek egyik csoportja a többidőpontú felvételt együtt kezelve változási osztályokat mutat ki. Esetünkben azonban, tekintettel a változások sokrétűségére, ez a megoldás kezelhetetlenül sok kategóriát eredményezett volna. A másik lehetőség a különböző időpontokra kapott osztályozások összevetése, és ennek alapján új tematikus térkép létrehozása. A munka során ezt a metodikát követtük.

A kiértékelés menetét a 14. oldalon található folyamatábra foglalja össze.

Az 1976-os Landsat MSS-felvételekből referencia-adatok hiányában, pusztán a felvételen megjelenő színek alapján, az alábbi kategóriák elkülönítése tűzhető ki célul: víz, erdő, zöld mezőgazdasági növényzet, talajfelszín. A tavaszi képen összekeveredett a (még lombtalan erdő) továbbá egy bizonyos színű (típusú) talaj. A nyári képen viszont (1. felvétel) az erdő és az egyik haszonnövény kategória volt hasonló. A két 1976-os osztályozást együtt tekintve az egyes időpontokra kapott eredmények bizonytalansága csökkenthető, továbbá új kategória (legelő) is definiálható. A két osztályozás 4-4 kategóriáját egy 16 elemes táblázatban kombinálhatjuk, melynek elemei megadják az egyesített osztályozás kategóriáit. A táblázatot esetünkben az alábbiak szerint töltöttük ki, figyelembe véve az egyes osztályozások bizonytalanságait, továbbá egyes elemi logikai szabályokat:

1976. ápr. 1. osztályozás	1976. július 18. osztályozás			
	víz	erdő	mg. növ.	talaj
víz	víz	erdő	szántó	talaj
erdő	erdő	erdő	erdő	szántó
mg. növ.	szántó	legelő	legelő	szántó
talaj	talaj	szántó	szántó	talaj

A táblázat értelmezése az alábbiak szerint történik: pl. a mindkét időpontban „víz” képpontok triviálisan vizet jelentenek. Az egyik időpontban „víz”, a másik időpontban „nem víz” képpontok (kevés ilyen volt!) megjelenését a geometriai illesztés hibájának tulajdonítottuk. Az áprilisban „erdő”, júliusban „mezőgazdasági növény” besorolást nyert képpontokat – a júliusi osztályozás említett problematikája alapján – „erdő”-nek ítéltük. Hasonlóan, az áprilisban „talaj”, júliusban viszont „erdő” osz-

Az 1976 és 1990 között, az építkezés miatt bekövetkezett változások számítógépes képanalízissel készített térképe
 © ESA (1976-1990, terjeszti az EURIMAGE (A Földmérési és Távérzékelési Intézet archívumából.)

taljba sorolt képpontokat – a tavaszi felvétel kapcsán említett bizonytalanság ismeretében – „szántó”-nak minősítettük. Az egyik időpontban „mezőgazdasági növény”, másik időpontban viszont „talaj” besorolású pixeleket „szántó”-nak tekintettük. (Gondoljunk arra, hogy tavasszal az őszi gabona zöld, a tavaszi kultúrák helyén viszont talajfelszín van. A gabonát nyárra learatják, viszont ekkor a tavaszi vetésű haszonnövények – kukorica, cukorrépa, napraforgó – zöld színűek.) A mindkét időpontban zöld „mezőgazdasági növény” besorolást nyert képpontok nagy valószínűséggel megadják a „legelő” kategóriát.

Az 1976-ra vonatkozó alapállapot-térkép tehát az alábbi kategóriákat tartalmazza: víz, erdő, szántó (mezőgazdasági növény), legelő és talajfelszín.

Az 1990. márciusi Landsat TM-felvételen (3. kép) az erdők igen nagy megbízhatósággal elkülöníthetők voltak, a vegetáció szempontjából nem optimális kora tavaszi időpont ellenére. További térképezett kategóriák: víz, erdő, mezőgazdasági növényzet (őszi gabona, rét-legelő), talajfelszín (mezőgazdasági) és építkezés által bolygatott talajfelszín. Az építkezés által bolygatott talajfelszín kitűnt magas reflexiójával. Probléma volt, hogy a terület egy részén lévő nagy fényvisszaverésű öntéstartalajok helyenként hasonlóan viselkedtek, ezért szükségessé vált az osztályozandó terület leszűkítése a potenciális változások területére. Ezt az 1976-os és 1990-es felvételek vizuális összehasonlítása alapján, a Duna két partján a TM-felvételen egyértelműen azonosítható védőgáttal (töltéssel), illetve az üzemi vízcatorna északi partvonalával határoztuk meg. Az így lehatárolt területen belül az építkezési és a mezőgazdasági talajfelszínek területileg jól elváltak.

A változások az 1976-os és 1990-es állapotterképek összehasonlításával mutathatók ki. A két időpontra kapott öt-öt osztály – az előzőekben bemutatott módszer szerint –, huszonöt lehetséges időbeli átmenetet jelent. Ezek közül az alábbi megfontolásokkal definiáltunk változási osztályokat:

- csak az építkezés okozta változásokat kerestük;
- csak az egyértelmű változásokat vizsgáltuk, hogy a kapott területi adatok megbízható alsó becslést adjanak a változásokra.

A változásokat speciális formában jelenítettük meg: a Landsat TM-felvétel egyik sávjára vetítve színekkel jelöltük a megváltozott területeket (4. kép). Ahol erdő volt 1976-ban, az zöld színt, ahol szántó volt 1976-ban, vöröset, ahol legelő volt 1976-ban, sárga színt kapott.

Az építkezés által okozott közvetlen változások területi megoszlása (alsó becslés):

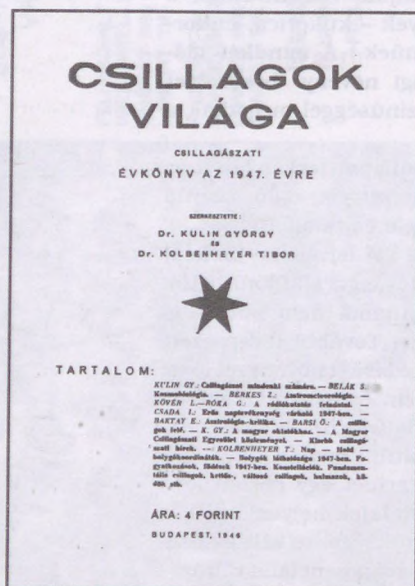
	Magyarország km ²	Szlovákia km ²	Összesen km ²
Erdőirtás	1,62	6,50	8,12
Szántó megszűnés	2,03	24,57	26,60
Rét-legelő megszűnés	1,03	4,19	5,22
Összesen	4,68	35,26	39,94

A CSILLAGOK VILÁGA HÁROM ÉLETE

A z Andromeda januári számában rövid történeti összefoglalót olvashattunk a magyar nyelvű csillagászati ismeretterjesztő folyóiratokról. Így a Csillagok Világa című – meglehetősen kalandos sorsú – folyóirat(ok)ról is találhatunk információkat. A cikk azt sugallja, mintha a Csillagok Világa 1944–1956 között a Magyar Természettudományi Társulat kiadásában jelent volna meg, kisebb-nagyobb kihagyásokkal. A valóságban három különböző lapról van szó! Az első Csillagok Világát valóban a Társulat adta ki, mégpedig annak Műkedvelő Csillagászati Alosztálya. A Kulin György

szerkesztésében megjelenő folyóirat 1944-ben három számot ért meg. A második Csillagok Világát a Magyar Csillagászati Egyesület adta ki. 1947–49. között összesen tíz száma jelent meg, melyből három évkönyv jellegű füzet volt, egy pedig tematikus szám, ez a „Rádió, Radar, Rakéta” alcímet viselte. A harmadik (mindaddig utolsó) Csillagok Világa 1956-ban indult útjára, kiadója a TIT volt. Mindössze négy száma jelent meg, ebből az utolsót összevonták. A harmadik Csillagok Világa azért is érdekes számunkra, mivel az Andromeda megszületéséig ez volt az utolsó hazai folyóirat-próbálkozás, mely kizárólag a csillagászat népszerűsítését tűzte ki célul. Sajnos nagyon kevés csillagászati könyvtárban találhatjuk meg hiánytalanul a magyar nyelvű csillagászati folyóiratokat. Talán ennek tudható be, hogy a Csillagok Világáról még az 1982-ben megjelent Csillagásztörténeti ABC-ben is pontatlan adatok olvashatók.

Mzs



METLOG



INSTRUMENTS

MÉRÉSADATGYŰJTÉS, AUTOMATIZÁLÁS

- számítógépes mérésadatgyűjtő és vezérlő rendszerek tervezése és teljes kivitelezése
- mérési adatok feldolgozó szoftverei, matematikai modellezés
- jelfeldolgozás
- laboratóriumi műszerek fejlesztése
- szakértő rendszerek

SZÁMÍTÁSTECHNIKA AZ ÖN IGÉNYEI SZERINT

- PC AT 286, 386, 486 számítógépek minden kiépítésben, 2 év garanciával
- notebook 386 SX és 386 DX VGA LCD
- HP nyomtatók, plotterek teljes választéka
- modemek, fax-modemek (kommunikációs szoftverrel)
- CD-ROM meghajtók és lemezek
- írható-olvasható optikai tárolók 128 Mbyte-1 Gbyte (cserélhető lemezzel)
- MICROSOFT és BORLAND szoftverek



METLOG INSTRUMENTS

1147 Budapest, Gyarmat u. 74/a tel./fax: 252-1775



PÁRHUZAMOS KÖSOROK

ARCHEOASZTRONÓMIA

PÁSZTOREMIÁ

valamint a Hold igencsak bizonyult mozgásának számon tartását.

A. Thom feltételezte, hogy a legyezőszerűen elrendezett kövek sorozatának legfőbb célja a fogyatkozások előrejelzése volt. Szerinte a kősorozat egy része olyan, mint egy milliméterpapír, melyen cölöpökkel rögzítették a Hold helyzetét nyugtakor. Állítása szerint az így kapott „görbe” akkor is folytatható volt, ha a Hold nem volt látható. A Hold, illetve a

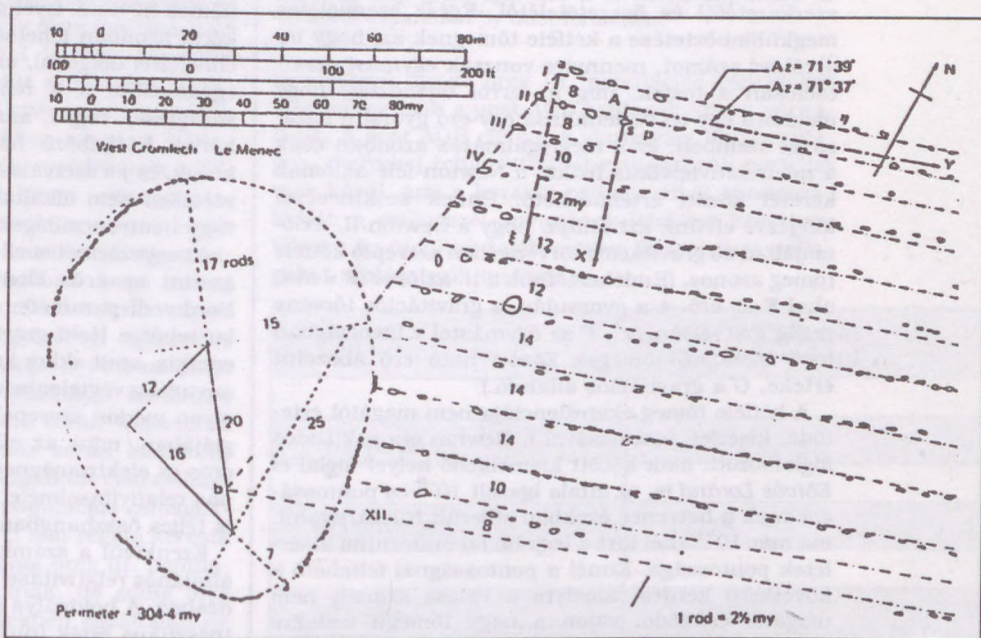
Nap mozgásának nyomonkövetésében segítenek a kősorozatokhoz nem tartozó magányos kőörvások, a menhírek, melyek közül a legfigyelemreméltóbbak a Manio Menhir és a Nagy Menhir. A Nagy Menhir 18,5 méteres magasságával környezetének igen szembevető darabja volt.

A franciaországi Bretagne-félsziget megalitikus köemlékeiről túlzás nélkül állíthatjuk, hogy világhírűek. Ezek a dolmenek, menhírek, halomsírok közel 3000 éven át szolgálták és jelképezték a legelső földművelők vallásos hitét. És maig is élő

bizonyítékai csillagászati ismereteinknek. A legkorábbi lelet egy halommal borított kamrasír, Kercado mellett található és az i. e. 5. évezredre datálható, ha hihetünk a C14-es módszernek. Bejárata szinte pontosan a téli napforduló napfelkeltjének irányába mutat.

A legismertebbek és talán a legváltozatosabbak azonban a több ezer kőből álló, párhuzamosan futó kősorok Carnac körzetében, melyek a 116 m-es szélességet és az 5 km-es hosszúságot is elérhetik. Az álló kövek magassága érdekes módon fokozatosan csökken 3,5 méterről 50-60 cm-re. A kősorok végét egy-egy olyan kő zárja le, amely dolment vagy halmot ölel körül. Már 1755-ben a napkultusszal hozták kapcsolatba, mivel kimutatták, hogy a kősorok a napkelte irányába mutatnak. Három szép csoportosulást tartanak számon Le Menec, Karmario és Kerlescau néven.

A Carnac-i kősorok rejtélyét A. Thom igyekezett megoldani. 1970-től öt éven át dolgozott itt. Elmélete szerint ezek az álló kősorozatok „finom műszerként” segítették a fogyatkozások előrejelzését. A fogyatkozások problémája váltja azonban ki a legtöbb vitát a régészek és a csillagászok között. Vajon képes volt-e az őskor embere a hold-, de legfőképpen a napfogyatkozásokat előre megjósolni? Szükséges volt-e egyáltalán erre a tudásra? Ha igen, hogyan rögzítette az adatokat az írás ismerete nélkül? A fogyatkozások „megjósolása” fejlett matematikai tudást és az égbolt hosszú időn át való megfigyelését kívánja,



A. Thom kiszámította azt is, hogy több mint száz éven keresztül kellett volna összegyűjteni és megőrizni a pontos megfigyeléseket ahhoz, hogy az általa feltételezett gigantikus méretű szabadtéri „obszervatóriumot” megszerkesszék. Hogyan tudta volna ezt a nagy mennyiségű információt összegyűjteni és megőrizni ily hosszú időn át egy írástudatlan nép? A kérdés még valószínű, hogy sokáig megválaszolatlan marad, ha egyáltalán feltehető.

A kősorok szakrális funkcióját tekintve csak találgathatunk. A kövekkel körülvárt szentély lehetett az, ahol a szertartások és ünnepek zajlottak. A kövekkel szegélyezett út, utak talán az ünnepi fölvonulást szolgálták, vagy méltó utat ajánlottak az égi istenek számára, hogy szertartásaikban részt vegyenek. Ki tudja?

A. Thom vizsgálatai szerint a bretagne-i rendszerben a kövek megfelelő irányokból nézve a megalitikus yard egész számú többszöröseinek megfelelő távolságokban helyezkednek el.

Az Apolló űrhajókkal jó húsz éve a Holdra szállított lézertűkröket a Földről rendszeresen megvilágították, s a visszavert lézertény futási idejéből a Hold

távolságát centiméter pontossággal meg lehetett határozni. Ezen kísérlet célja többek között az volt, hogy ellenőrizni lehessen vele az általános relativitáselmélet egyik sarkkövét, az ekvivalencia-elvet. Ez azt mondja ki, hogy a gravitációs mezőben a tömegpontnak tekinthető próbatestek azonos gyorsulással mozognak, vagyis hogy egy test súlyos (m_g) és tehetetlen (m_t) tömege azonos: $m_t = m_g$. Szokták még ezt a kijelentést gyenge ekvivalencia-elvnek is nevezni, kicsit pontosabb és az általános relativitáselmélettel összhangban álló megfogalmazása az, hogy egy elektromosan semleges próbatest trajektóriája a gravitációs mezőben független a belső szerkezetétől és összetételétől. Egész szemléletes megkülönböztetése a kétféle tömegnek az, hogy m_g arról ad számot, mennyire vonzzák egymást gravitációs a testek, míg m_t arról tájékoztat, hogy mekkora egy test ellenállása egy erő gyorsító hatásával szemben, ez a megfogalmazás azonban csak a nemrelativisztikus fizika, a Newton-féle axiómák keretei között értelmezhető. Ennek szökincselvény kifejezve elvünk azt állítja, hogy a Newton II. axiómájában és gravitációs törvényében szereplő kétféle tömeg azonos. (Emlékeztetőül: a II. axióma ($\mathbf{F} = m_t \mathbf{a}$, ahol \mathbf{F} az erő, \mathbf{a} a gyorsulás, a gravitációs törvény pedig $F = -GMm_g/r^2$, F az egymástól r távolságban lévő M és m_g tömegek között ható erő abszolút értéke, G a gravitációs állandó.)

A kétféle tömeg ekvivalenciája nem magától értetődő, kísérleti igazolásával I. Newton óta sok tudós foglalkozott, akik között kiemelkedő helyet foglal el Eötvös Loránd is, az általa igazolt 10^{-9} -es pontosságot csak a hetvenes években sikerült túlszárnyalni, ma már 10^{-12} -nél tart a legjobb laboratóriumi kísérletek pontossága. Ennél a pontosságnál feltehető a következő kérdés, amelyre a válasz szintén nem magától értetődő: vajon a nagy tömegű testekre ugyanaz az ekvivalencia-elv érvényes-e? Ha igen, akkor erős ekvivalencia-elvről beszélünk, amely általánosan megfogalmazva azt jelenti ki, hogy a gyenge ekvivalencia-elv mellett még teljesül az is, hogy bármilyen sebességgel mozogjon is egy (bármekkora) próbatest, a vele végzett kísérlet eredménye nem függhet attól, hogy az univerzumban mikor és hol végeztük el a kísérletet.

Az általános relativitáselméletéről elfeledkezve kérdésünk a következőképpen is átfogalmazható: vajon egy test tömegébe bele kell-e érteni azt a tömegdefektust (m_d), amely a test saját gravitációs energiájából fakad a speciális relativitáselmélet híres $E = m_d c^2$ összefüggése alapján, az itt szereplő E most a Hold gravitációs kötési energiája a Newton-féle gravitációs törvényből kiszámítva. Ha beleértendő, akkor teljesül az erős ekvivalencia-elv. Az eddig laboratóriumi méretű testekkel végzett kísérletek azt már megmutatták, hogy az elektromágneses és erős kölcsönhatásból származó tömegdefektus beleértendő egy test tömegébe, ha ez nem így volna, akkor az Eötvös-kísérlet anyagi minőségétől függőnek mutatna volna az m_g/m_t arányt. Viszonylag könnyű belát-

AZ ERŐS EKVIVALENCIA-ELV ELLENŐRZÉSE A HOLDON HAGYOTT LÉZERTŰKÖRREL

BARCZA SZABOLCS

ni, hogy E a test, például a Hold tömegének négyzetével arányos, s ez az oka annak, hogy a laboratóriumi méretű tárgyaknál aránya a tárgy tömegéhez ké-

pest elhanyagolható, mérhetetlenül kicsi, a Hold esetében viszont ma már a mérhetőség határa fölé került, minthogy a Hold pályáját minden eddigiénél jobban ismerjük.

Az elmúlt 20 év alatt összegyűlt közel 6300 lézeres holdmegfigyelés adatait feldolgozta most egy kutatócsoport az általános relativitáselmélet keretein belül, olyan közelítést alkalmazva, amely a gyenge gravitációs mezőjű testek körül alkalmazható. A közelítésre azért volt szükség, mert az általános relativitáselmélet matematikailag igen bonyolult, az egyik kortárs az Einstein-féle téreyenleteket nem ok nélkül formidábilis (rettenetes, ijesztő) egyenleteknek nevezte. Gyenge gravitációs mezőjű égitestek körül azonban lehetséges a Newton-féle gravitációs elmélettel dolgozni, ami matematikailag lényegesen egyszerűbb, s a relativisztikus korrekciók olyan sorfejtések tagjai, amelyek a fénysebesség reciprokának különböző hatványait tartalmazzák, tehát kicsik, és jól szétválaszthatók. (Ez a közelítés természetesen nem alkalmazható például fekete lyukak, vagy neutroncsillagok közelében.)

Az egyszerűsítés ellenére sem könnyű számítások szerint az erős ekvivalencia-elv teljesülését jelző Nordtvedt-paraméter értéke ± 0.0015 pontosan nulla, tehát a Hold gravitációs kötési energiája, az az energia, amit akkor kellene befektetnünk, ha a Hold anyagát a végtelenbe akarnánk széjjelszórni, ugyanolyan módon szerepel a Hold teljes nyugalmi energiájában, mint az alkotórészeinek – atomjainak – erős és elektromágneses kötési energiája. Az általános relativitáselmélettel tehát m_d beszámítása után is teljes összhangban maradtunk.

Ezenkívül a számítások két mellékterméke is az általános relativitáselméletet igazolta két részletkérdésben. A holdpálya geodetikuss precессиója a relativisztikus érték (nulla) egy századnál kisebb hibával, és a Hold utóbbi 20 évben nagy pontossággal megfigyelt mozgásából az következik, hogy a G gravitációs állandó relatív változása kevesebb, mint évenként 10^{-11} . A gravitációs állandó időbeli változásának lehetőségét P. A. M. Dirac (1900–1982), angol fizikus, a relativisztikus kvantummechanika megalkotója vetette fel számisztika határát súroló elképzelések alapján. Ha ez valóságosnak bizonyult volna, akkor az Einstein-féle általános relativitáselmélet alól kihúzta volna a talajt, s ez esetben a gravitációs mező még bonyolultabb elméletei közül kellene letennünk valamelyik mellett a garast.

Az Einstein-féle általános relativitáselmélet csak egyike a gravitációs mező lehetséges elméleteinek, az Einstein által választott forma a legegyszerűbb. Einstein pont ezért döntött emellett, bizonyos fokig esztétikai okokból. Érdekes módon a természet igazolja a döntését: a gyenge gravitációs mezők leírásában nyert újabb és újabb kísérleti eredmények azt sugallják, hogy a formidábilis egyenleteknek tényleg a legegyszerűbb alakját kell választani.

(The Astrophysical Journal 382, L101, 1991.)

A spektroszkópia fejlődése révén ma már lehetséges a kvantitatív színképelemzés, ami azt jelenti, hogy nemcsak az állapítható meg, hogy milyen anyagok fordulnak elő a vizsgált égitesten, de az is, hogy milyen arányban. Elméletileg ismeretes, hogy a Big-Bang során csak a periódusos rendszer elején levő elemek alakultak ki, a többi elem csak később, a kialakult csillagok belsejében jöhetett létre. Ezek az elemek a csillag élete végén (például szupernóva-robbanásban) juthatnak ki az interstelláris térbe, és az ebből létrejött újabb csillagnemzedékben már megtalálhatók. Több-kevesebb fémeket minden csillag légkörében találhatunk. (Így nevezzük a csillagfelszín környezetében található rétegeket, melyeket a spektroszkópia eszközeivel vizsgálunk tudunk.) Elméleti szempontból nagyon érdekes lenne olyan csillagot találni, amelyik nem tartalmaz semmi fémeket, mivel közvetlenül a Big-Bang során létrejött anyagból állt össze. A csillagok légköre ugyanis általában őrzi azt az anyagösszetételt, amiből a csillag kialakult, a csillag belsejében lejátszódó magátalakulási folyamatok termékei ugyanis nemigen juthatnak ki a csillag felszínére a csillag aktív élete folyamán. Ez alól a szabály alól két kivétel létezik: Bizonyos esetekben az elemek gravitációs szétválása következhet be a csillaglégkörben, illetve szintén viszonylag jól körülhatárolható esetekben egyes, a csillag belsejében létrejövő elemek felkeveredhetnek a felszínre. Ettől függetlenül általában elmondható, hogy a csillaglégkörök kvantitatív analízise révén annak az anyagnak a kémiai összetételét is tanulmányozhatjuk, amelyikből a szóban forgó csillag kialakult. Éppen ezért nagyon fontos lenne olyan csillagokat találni, melyek légkörében egyáltalán nincsenek fémek, melyek anyaga a szóban forgó csillag létrejötte előtt nem volt semmilyen korábban létező csillag belsejében, hanem olyan összetételű mutat, mint ami az Ósrobbanás során kialakult. Ezt az Ósrobbanás anyagából kialakult első csillagnemzedéket el is nevezték III. populációs csillagoknak. A III. populációs csillagokat már régóta keresik – általában olyan vidékeken, ahol öreg (II. populációs) csillagok sűrűn előfordulnak, de eddig még nem találtak olyanokat, amelyekben egyáltalán nem lettek volna fémek. Éppen ezért nagy feltűnést keltett, amikor a közelmúltban találtak néhány extrém fémszegény „post AGB” csillagot. Az AGB (Asymptotic Giant Branch) csillagok a HRD-n az aszimptotikus óriáságon levő csillagok. Ezek hatalmasra fúvódott vörös óriáscsillagok, melyek felszínén (a nagy méret miatt) igen kicsi a gravitációs gyorsulás, és ezért igen sok anyag távozik el a felszínükről (viszonylag lassú) csillagszél formájában. A post AGB állapot azt jelöli, amikor a csillag elhagyva az aszimptotikus óriáságát, összehúzódik, hőmérséklete állandóan nő, kevés anyagot tartalmazó, de nagysebességű csillagszelet bocsájt ki magából. Ez a csillagszél „föltorlasztja” a korábban a vörös óriás állapotban kibocsájtott nagy mennyiségű anyagot. Később ebből gömbhéjszerű képződmény jön majd létre a csillag körül, melyet a csillag addigra jelentősen megnövekedett hőmérséklete gerjeszteni fog, létre jön egy planetáris köd. A post AGB csillag tehát ilyen jövőbeni planetáris ködöt kialakító csillag, és ha extrém fémszegény, az azért

EXTRÉM FÉMSZEGÉNY CSILLAGOK

PATKÓS LÁSZLÓ

IRON DEFICIENCY IN POST AGB STARS

Some post AGB stars have recently been shown to have extremely peculiar elemental abundance pattern. Their iron content is deficient by nearly five orders of magnitude. But this low iron content seems not to be primordial, implying very great age, but it is rather the result of chemical separation by dust formation.

is meglepő, mivel öreg III. populációs csillagokat elméletileg nem a post AGB csillagok között várhatunk. A post AGB csillagok viszonylag fiatal csillagok, melyeket tehát kiterjedt csillagközi porfelhő vesz körül, ami a korábbi csillagszélből kondenzálódott, a csillagszél anyagának lehülése következtében. Az újonnan talált extrém fémszegény csillagokat táblázatunk mutatja.

CSILLAG	FÉM-TARTALOM (Nap-egységben)
HD 46703	1/40
BD +39° 4926	1/125
HD 52961	1/40000
HR 4049	1/65000

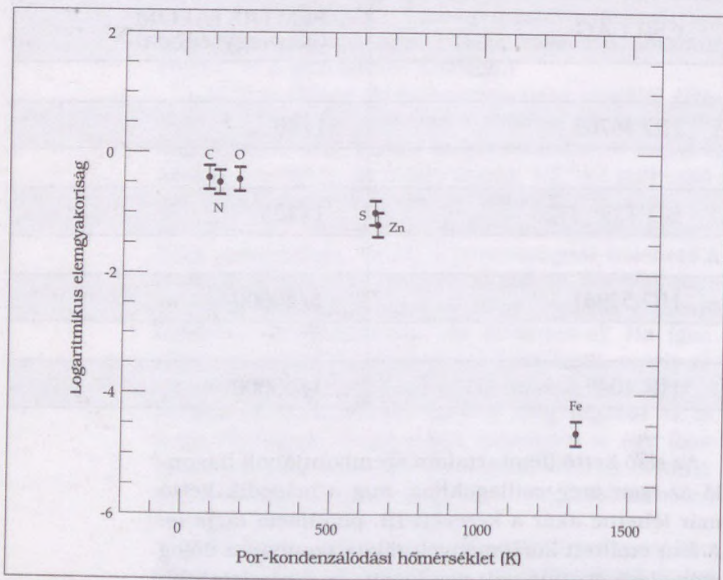
Az első kettő (fém-tartalom szempontjából) hasonló az igen öreg csillagokhoz, míg a második kettő már lehetne akár a keresett III. populáció tagja is. A fent említett körülmények miatt azonban a dolog már eleve gyanús volt egy kicsit, és a részletesebb spektrálanalízis aztán ki is derítette, hogy az újonnan talált csillagok színképe sem egészen olyan, mint amilyent a feltételezett III. populáció csillagaitól elvárnánk. Először is az derült ki, hogy viszonylag magas a kén-tartalom. (A S/Fe arány 20-4000-szerese a Nap megfelelő adatának.) Ezt kezdetben megpróbálták azzal magyarázni, hogy a csillag belsejében szintetizálódott anyag valahogy kijutott a felszínre. Ennek az sem mondott ellent, hogy a további vizsgálatok szén-, nitrogén-, és oxigéntöbbletet is kimutattak, méghozzá úgy, hogy e négy elem

viszonylagos aránya hasonló volt a Nap összetételében mutatkozó arányokhoz. Az egész elmélet végül is azon bukott meg, hogy ezek a post AGB csillagok ugyan nem egészen kis tömegűek, de ahhoz mégsem elég nagy a tömegük, hogy elméletileg belsejükben akár a kén is szintetizálódhasson. (Az ehhez szükséges hőmérsékletet az ilyen tömegű csillagok belseje sohasem éri el.) Ezek után fel kellett tehát tenni, hogy a C, N, O és S előfordulás – ami különben nagyjából egyezik az intersztelláris anyag hasonló adatával –, tükrözi helyesen annak a felhőnek az összetételét, amelyből a csillag kialakult, és magyarázatot tulajdonképpen arra a kérdésre kellene adni, hogy akkor hova lettek belőle a fémek?

A továbbiak megértéséhez ismét rövid kitérőt kell tenni. Megfigyelési tény, hogy az intersztelláris gázból már viszonylag magas hőmérsékleten „kifagynak” a fémek (például a vas), ugyanakkor olyan elemek mint például a C, N, O, S, még viszonylag hidegebb intersztelláris felhőkben is megmaradnak szabad gázatomként. Ez a folyamat azért lehetne magyarázat a megfigyelt post AGB csillagok extrém fémszegénységére, mivel azt már viszonylag könnyű megindokolni, hogy a kondenzálódott fémrészecskéket elsodorja a csillagszél, míg a gáz formában maradt anyagokat nem. Ezt a tetszetősnek mondható elméletet persze még be kellett bizonyítani. Erre vállalkoztak H. Van Wickel belga, J. S. Mathis német és C. Waelkens amerikai csillagászok. A kvantitatív spektroszkópiai méréseket az ESO chilei 1.5 m-es CAT (Coudé Auxiliary Telescope) CCD-detektorral felszerelt echell spektrográfiájával végezték. A mérés elvi lényege az volt, hogy a cink, habár keletkezés szempontjából a vas csoportba tartozik,

A fenti ábra mutatja, hogy a mérések igazolták a feltevést: nem arról van szó, hogy valamilyen ősi, igen fémszegény anyagban feldúsult a C, N, O, S, hanem arról, hogy egy normál (az intersztelláris anyaghoz közeli) összetételű anyagból valamilyen oknál fogva kipusztultak a fémek (de a Zn nem!). A cink kondenzálódási hőmérséklete megegyezik a kén kondenzálódási hőmérsékletével, és ennek megfelelően megegyezik a relatív elemgyakoriságuk is, annak ellenére, hogy a cink a keletkezés szempontjából a vas-csoportba tartozik.

Néhány további kérdést azonban még tisztázni kell. Először is, mint az ábráról kitűnik, a vas csak 1500 K alatt kondenzálódik, márpedig egy post AGB csillag felszíni hőmérséklete meghaladja a 6000-6500 K-t. Akkor hogyan fagyhatott ki belőle a vas? Nos úgy, hogy a csillag felszínéről állandóan távozik is anyag, és annak egy jelentős része később visszahullik. Időközben azonban a csillag felszínétől eltávolodott anyag lehűl, ekkor kondenzálódik belőle a vas, amit ezután már a csillagszél könnyedén el tud sodorni, így aztán a csillag felszínére visszahulló anyagban egyre kevesebb vas marad. Van itt még egy kérdés. Ha mindez így igaz, akkor miért van az, hogy extrém fémszegény csillagokat csak a post AGB csillagok között találunk, holott a valamivel hidegebb AGB csillagoknál is működni kellene ennek a mechanizmusnak? Erre a kérdésre még nincs végleges válasz, de valószínűnek látszik, hogy ennek az az oka, hogy ezeknek a csillagoknak a külső részei is teljesen konvektívak, így a kialakuló különleges elemgyakoriság azonnal eltűnik a keveredés miatt. Így tehát továbbra is kereshetjük a legöregebb csillagokat az extrém fémszegény csillagok között, csak arra kell vigyázni, hogy a jelöltek ne post AGB csillagok legyenek, mert azok ugyan szintén lehetnek rendkívül fémszegények, de nem idősek, hanem csak egy különleges mechanizmus kipusztította belőlük a fémeket...



Függőleges tengelyen a HD 52961 jelű post AGB csillag elemgyakoriságának logaritmus a Nap elemgyakoriságához képest. A vízszintes tengelyen az egyes elemek por-kondenzálódási hőmérséklete (az a hőmérséklet, ami alatt az intersztelláris térből „kifagynak”, és ezáltal el tudja őket sodorni a csillagszél). Nature, 356, 474, 1992.

elméletileg igazolható, és az intersztelláris anyagon végzett mérések is tanúsítják, hogy por-kondenzálódás szempontjából nem a vas csoport tagjaival tart, hanem viselkedése hasonló a szén, nitrogén és oxigén viselkedéséhez, azaz megmarad, nem sodorja el a csillagszél.

post-AGB (Asymptotic Giant Branch) csillagok:

Az aszimptotikus óriáság fejlődési állapot utáni fázisban levő csillagok. Ezek először milliárd éveket töltöttek a főágon, majd nemrégiben befejezték vörös óriás fejlődési állapotukat, és jelenleg összehúzódva, a felszíni hőmérsékletük gyorsan nő, és kb. 10 ezer év alatt, a HRD-n most már visszafele, balra haladva egészen forró törpévé válnak. A vörös óriás állapotban kibocsájtott nagytömegű csillagszél anyaga mintegy „beburkolja” ezeket a csillagokat.





* GRAVITÁCIÓS LENCSE AZ AC114 GALAXISHALMAZBAN *

A Hubble-űrtávcső nagylátószögű kamerájával újabb gravitációs lencsét fedeztek fel. A távcsővel az AC114 jelű, a Földtől 4 milliárd fényév távolságban lévő galaxishalmazról két, egyenként hat órás expozíciós idejű felvételt készítettek. A halmaz közepén két halvány objektumot találtak, melyek pontos tükröképei voltak egymásnak. Megállapították, hogy a halvány objektum egy nagyon távoli galaxis képe, melyet a halmaz gravitációs-lencse-hatása megkettőz, megnagyobbít és fényesebbé tesz. A felfedezés érdekessége, hogy a két kép 10 ívmásodpercre látható egymástól az égbolton, így ez a legnagyobb szeparációjú, gravitációs lencse által létrehozott képpár.

Abból, ahogy a galaxishalmaz elhajlítja a távoli galaxisról érkező fényt, következtetni lehet a halmazban lévő sötét anyag mennyiségére, sőt, a megkettőződött kép fényességeloszlásából következtetni lehet a galaxishalmaz anyagának pontos eloszlására is, függetlenül attól, hogy világító vagy sötét anyagról van-e szó. A sötét anyag mennyiségének megállapítása elsősorban kozmológiai szempontból érdekes. Egyes kozmológusok feltételezik, hogy a Világegyetem anyagának számottevő része nem világító, ún. sötét anyag formájában létezik.

(Spaceflight és Astronomy, 1993 január - B. E.)

* A FÖLD MÁGNESES TERÉNEK VIZSGÁLATA *

A '90-es években az Egyesült Államok, Japán, Oroszország és Európa kutatói közösen fogják a Nap-Föld fizikai kapcsolatokat vizsgálni. A vállalkozás keretében legalább 35 űreszköz segítségével 25 közös kutatási programot hajtanak végre. A vizsgálatok 1992 júliusában a japán Geotail műhold felbocsátásával kezdődtek. A NASA a WIND műholddal vesz részt a kísérletben, majd Oroszország 1993 őszén két Interball elnevezésű műholdat indít. Az ESA (Európai Űrkutatási Ügynökség) 1995-ben a Cluster és a SOHO programokat indítja. Később kapcsolódik be a kutatásba a NASA Interplanetary Monitoring Platform és Japán AKEBONO nevű műholdja. A közös kutatástól a Föld magnetoszférája szerkezetének alaposabb megismerését remélik. Kutatni fogják a magnetoszférában lezajló elektromos és mágneses kölcsönhatásokat a magnetoszférára, a napszél és a bolygóközi térből érkező lökéshullámok közt. Ezek kölcsönhatása ugyanis mágneses zavarokat kelt, amelyek hatással vannak a Föld légkörére, a távközlési hálózatokra, az elektromos energiát szolgáltató rendszerekre és a műholdak elektronikus berendezéseire.

(Spaceflight, 1993 január - B. E.)

* CSOMÓK EGY TÁVOLI GALAXISBAN *

A Hubble-űrtávcsővel a legtávolabbi ismert galaxis magjában fényes csomókat találtak. Az egyes csomók átmérője mintegy 1500 fényév, feltételezhetően óriási, 10 milliárd csillagból álló csillaghalmazok. Egy másik elképzelés szerint a csomók nagy

gáz- és porfelhők, melyeket a galaxis magjában található fekete lyuk környezetében kiinduló nagy energiájú sugárzás gerjeszt fénylésre. A 4C41.17 jelű, rádiógalaxisként már korábban is ismert galaxis távolsága 10 milliárd fényév, vagyis a Világegyetem fiatal-korabeli állapotában látjuk. Ha kozmológiai elképzeléseink helyesek, a Világegyetem még csak néhány milliárd éves volt, amikor a galaxis született. A csillagászok feltételezik, hogy a legtöbb galaxis a Világegyetem e korai időszakában keletkezett. Ha 1993 végén sikerül kijavítani az űrtávcsövet, akkor a műszerrel a jövőben sok más, hasonlóan nagy távolságban lévő galaxis is megfigyelhető lesz.

(Spaceflight, 1993 január - B. E.)

* MARSRENGÉSEK *

Amerikai kutatók a Viking űrszondák Mars körül keringő egységeinek a hetvenes évek második felében készült felvételei alapján úgy vélik, hogy a Mars valaha tektonikusan igen aktív lehetett, de felszínét még ma is nap mint nap rengések rázzák meg. Véleményünk szerint a Mars szeizmikusan aktívabb a Holdnál, bár aktivitása elmarad a Földtől. Minthogy a Mars fele akkora, mint a föld, egy 6-os erősségű rengés hatása a Marson tízszer nagyobb, mint a Földön. Ilyen erős rengésre a Marson négy és fél évenként egyszer lehet számítani. A 4-es erősségű rengések ezzel szemben havonta egyszer bekövetkezhetnek valahol a vörös bolygón. A Mars méretéből és belső szerkezetéből következik, hogy a 4-es erősségű rengést a bolygó felszínén mindenütt észlelni lehet. A kutatók becslése szerint évente egyszer lehet 5-ös vagy annál erősebb rengésre számítani, míg a legalább 3-as erősségű rengésekből évente mintegy száz pattan ki.

A tektonikus eredetű felszíni alakzatok többsége a Tharsis-régió környékén található. Ez egy hatalmas kiterjedésű, szinte a bolygó egész nyugati féltekéjét beborító, vulkanikus eredetű fennsík. Két erős tektonikus tevékenységű időszak lehetett a Mars történetében, az első legalább 4 milliárd évvel ezelőtt, míg a második nem egész egymilliárd éve ért véget. Az első tektonikus időszakban jöhettek létre többek közt a Vallis Marineris nevű, kb. 3000 km hosszú kanyonrendszer mély hasadékvölgyei. A második tektonikus időszakban jöhettek létre egyebek közt a fennsík közepe tájáról kiinduló, sok ezer km hosszú, sugárirányú árkok.

(Spaceflight, 1993 január - B. E.)

* FELSZÍNI VÁLTOZÁSOK AZ IÓN *

Az Űrtávcső Tudományos Intézet munkatársainak egy csoportja a Hubble-űrtávcső halvány objektumok spektrográfiájával megvizsgálta az Ió légkörének kén és oxigén emisszióját. Megállapították, hogy az Ió légköre jóval kisebb a korábban véltnél, átmérője mindössze 1,5-szerese az Iónak, szemben az eddig feltételezett 5-szörös átmérővel. Megfigyelték azt is, hogy a légkör eloszlása nem egyenletes, egyes helyeken ezerszer nagyobb a sűrűsége, mint másutt. A légkör forrása a vulkánokból kikerülő





kén-dioxid, valamint a felszínre kifagyott kén-dioxid napsütés hatására történő elpárolgása, de a Jupiter magnetoszférájában található nagy energiájú részecskék becsapódása miatt a felszínből is lép ki anyag.

Az ESA és az Űrtávcső Tudományos Intézet munkatársai a halvány objektumok kamerájával az Io felszínét is megvizsgálták. Megállapították, hogy a látható és az ibolyántúli tartományban készített felvételek egymástól jelentősen eltérő képet mutatnak. A látható tartományban fényes területek ibolyántúliban sötétekek látszanak. Feltételezik, hogy ezt a már a Voyager szondák által is megfigyelt jelenséget a felszín borító fagyott kén-dioxid okozza, amely a látható fényt jól visszaveri, az ibolyántúli sugárzást azonban nagyrészt elnyeli. A kutatók megpróbálták az Io felszínének változásait is nyomon követni. (Az űrtávcsővel kb. ugyanolyan felbontással látható az Io felszíne, mint a Holdé szabad szemmel, annak ellenére, hogy az Io kb. 2000-szer messzebb van, mint a Hold.) A Voyager felvételeivel összehasonlítva a mostani képeket, azt találták, hogy az eltelt 13 év alatt a HST-vel elérhető felbontás mellett a felszín szinte egyáltalán nem változott meg. A jelenség meglepte a kutatókat, mert az Io erős vulkáni tevékenysége következtében évente mintegy 10 cm vastag anyag rakódik le a felszínre. Lehetséges, hogy valamilyen ma még ismeretlen folyamat eredményeképpen a teljes kirakódó anyag rövidesen el is párolog. A kutatók folytatják a HST-vel az Io rendszeres megfigyelését.

(Astronomy, 1993 január - B. E.)

* ÚTON A MARS FELÉ *

1993. augusztus 24-én a Mars Observer lesz 17 év után az első amerikai űrszonda, amely megközelíti a Marsot és a bolygó körüli pályára áll. 400 km magas poláris pályájáról egy marsi éven (687 földi napon) keresztül térképezi a vörös bolygó felszínét és figyeli az időjárás változását.

A 720 millió km-es utazás kezdete azonban nem volt teljesen zökkenőmentes. Nem sokkal a start előtt a szondát biztonságba kellett helyezni a Kennedy Űrközpont felé tartó Andrew hurrikán elől, eközben viszont a szonda beszennyeződött. Tisztítása miatt a startot kilenc nappal el kellett halasztani. Végül szeptember 25-én a szonda elindult a Mars felé. A Föld körüli pályáról a most először használt Átmeneti Fokozat (TOS, Transfer Orbit Stage) lendítette át a szondát a Mars felé vezető Nap körüli pályára. Az irányítók körében aggodalmat keltett, hogy a TOS semmiféle visszajelzést nem adott működéséről, az Indiai-óceán fölött tartózkodó követő repülőgép személyzete azonban látta a TOS hajtóműveinek felvillanását, amiből arra következtettek, hogy a fokozat rendben működött. Végül egy órai rádiócsend után maga a szonda jelezte, hogy levált az átmeneti fokozatról és úton van a Mars felé.

A következő napokban a Mars Observer kinyitotta a nagyérzékenységű antennáját, napelemtábláit és kinyújtotta a tudományos műszereket hordozó két kart. A Mars felé vezető út közben csak egy műszer, a gamma-spektrométer fog működni. Feladata a

még mindig ismeretlen természetű gamma-kitörések vizsgálata. A többi műszert csak akkor kapcsolják be, amikor a szonda már megérkezett a Marshoz. (Astronomy, 1993. január - B. E.)

* FORRÓ CSILLAGOK *

A ROSAT amerikai-brit-német csillagászati műholdnak köszönhetően első ízben került sor az égbolt átvizsgálására a távoli ibolyántúli tartományban. Az ibolyántúli és a röntgen tartomány közötti sáv az elektromágneses színek utolsó tartománya, amelyben korábban még nem végeztek el az égbolt átfogó kutatását. A ROSAT brit készítésű nagylátószögű kamerájával (WFC, WideField Camera) a vizsgálat során 384 objektumot katalogizáltak.

Találtak többek között egy legalább 170 000 K felszíni hőmérsékletű csillagot. Sok további objektumról megállapították, hogy forró fehér törpék vagy aktív csillagok. Előbbiek - a Naphoz hasonló tömegű csillagok maradványai - azért a távoli ibolyántúli tartományban sugároznak, mert felszíni hőmérsékletük legalább 100 000 K. Az aktív csillagok rendkívül erős mágneses terüknek köszönhetően sugároznak ebben a színek tartományban.

Valószínűleg a legértékesebb mégis az a felfedezés, mely szerint a távoli ibolyántúli források nem egyenletesen oszlanak el az égbolton. A Tejútrendszer centruma irányában viszonylag kevés forrást találtak. A felvételeket kiértékelő kutatók véleménye szerint ennek az lehet az oka, hogy a Naprendszerrel 50-200 fényév távolságban ebben az irányban óriási, a kilátást eltakaró, sűrű, hidrogén- és héliumfelhő helyezkedik el.

(Astronomy, 1993 január - B. E.)

* ÉVSZAKOS VÁLTOZÁSOK A TITÁNON *

A Szaturnusz legnagyobb holdjától kilenc év különbséggel készített felvételek tanúsága szerint a Titán légköre évszakos változásokat mutat. A Hubble-űrtávcsővel 1990. augusztus 26-án készített képeken a hold északi félgömbje 10%-kal fényesebb a déli félgömbnél. Ezzel szemben a Voyager-2 1981. augusztus 21-i felvételén a déli félgömb látszik fényesebbnek.

A fényességváltozás a 439 nm-es kék és az 547 nm-es sárga hullámhosszon egyaránt megfigyelhető, amiből arra következtetnek a szakemberek, hogy a változásokat nem a légkörben végbemenő kémiai reakciók okozzák. Megállapítható, hogy a fényességváltozás kb. a Szaturnusz Nap körüli keringési idejének egy negyedével, azaz 7,4 évvel követi a megvilágítás változását. (A Föld esetében is megfigyelhető ez a késés, bár itt az évszakok kb. két hónappal, azaz 1/6 keringéssel követik a megvilágítás változását.) A kutatók számítása szerint ugyanis a Titán két félgömbje 1987-ben lehetett azonos fényességű, ekkor viszont az északi félgömb fordult a Nap felé. A Hubble-űrtávcsővel a jövőben készítenő felvételekkel lehetővé válik az évszakos változás pontos nyomon követése.

(Astronomy, 1993 január - B. E.)



MÁRCIUSI ÉGBOLT

CSABA GYÖRGY GÁBOR

Néhány évvel ezelőtt több száz iskolás fiatal megkértünk arra, hogy egyes égitesteket (pl. a Nap, a Hold, a Szaturnusz, az Andromeda-köd, az Orion-köd stb.) a Földtől mért távolság szerint rakjon sorba. A feladatot sajnos igen kevesen tudták helyesen megoldani. Vannak olyan esetek is, amikor a szakembernek sincs könnyű dolga, ha egy égitest távolságát kell megadnia.

Ez nem azért van, mert az égi távolságokat csak találgatni lehet. A csillagászok több távolságmérési eljárást kidolgoztak és használnak; ezek azonban, ahogy a dolog természetéből következik, bonyolultabbak, mint a Földön használt módszerek. Több a hibalehetőségük is, és ezeket gyakran akkor sem tudjuk elkerülni, ha meglétükkel tisztában vagyunk.

A hozzánk legközelebbi égitestek távolságát például a közismert háromszögelési módszerrel mérhetjük meg. Ennek az a lényege, hogy felveszünk a Föld felszínén két távoli pontot, és mindkettőről megfigyelhetjük a vizsgált égitest látszó égi helyzetét. Ez természetesen különbözőnek adódik a két megfigyelő számára, és a különbségből az égitest térbeli helye kiszámítható. E módszer azon alapul, hogy a fény terjedése egyenes vonalú, ezért a két megfigyelő és az égitest egy háromszög csúcsaiban van, s a háromszög szögeit, valamint (földi) oldalát mérhetjük. Gond azonban, hogy itt szögmásodpercnyi pontosságra van szükség, ugyanakkor a légköri fénytörés (refrakció), az aberráció stb. ennél nemcsak nagyobb, de változó mértékű is.

Távolabbi csillagok esetén a háromszögelés akkor sem végezhető el, ha alaptávolságnak nem valami földi távolságot, hanem a földpálya átmérőjét vesszük. Ilyen esetben a mérésrész abból indulhatunk ki, hogy minél messzebb van egy fényforrás, annál halványabbnak látjuk. Ha ismerjük egy csillag valódi (ún. abszolút) fényességét, akkor a látszó fényességből a távolsága könnyen meghatározható. Csakhogy ehhez ismerni kell az abszolút fényességet! Bizonyos csillagtípusoknál ezt ismerjük is, de nyilván csak közelítő pontossággal, ami a mérést már bizonytalanná teszi. De ennél sokkal nagyobb gond, hogy a fény, míg a csillagtól elér hozzánk, irdatlan hosszú útján fényelnyelő felhőkön haladhat át, melyeknek fizikai adatait nem ismerjük. Nem tudjuk tehát, hogy a fény gyengüléséből mit okoz a távolság és mit a fényelnyelés. A csillag színképének alapos vizsgálata ugyan elárulhat erről valamit, de ez legfőljebb a fényelnyelés mértékének becslésére elegendő.

Helyszüke miatt a többi távolságmeghatározási módszerre a későbbiekben térünk vissza. De annyit megállapíthatunk: természetes, hogy minél messzebb van egy égitest, annál több hiba terheli méréseinket. Ezért talán megbocsátható, ha pl. e cikkben az olvasó más távolság-adatokat talál, mint valamelyik forrásmunkában. Az említett méréseknek, pontossági korlátaik ellenére, fontos szerepük van a Világegyetem szerkezetének kutatásában.

A hónap csillagképei

Március végén, április elején egy derült éjszakán, éjjel felé, a Szűz (Virgo) csillagképe delel. Legfényesebb csillagát a Göncöl rúdjának ívén lehet megkeresni. Az ív meghosszabbítása egy fényes, sárgás színű csillaghoz, az Arcturushoz vezet, majd tovább folytatva dél felé az ívet, egy másik, kissé kevésbé

fényes, fehérebb csillagot találunk; ez a Spica (α Virginis, ritkán használt arab eredetű nevén Azi-mech), a Szűz legfényesebb csillaga. Ez hazánkból nézve nem sokkal emelkedhet a látóhatár fölé, legfőljebb mintegy 30° -nyira.

A Spica kb. 275 fényévnire van tőlünk. A Napnál mintegy 2300-szorta több energiát sugároz ki. Látszó fényessége $1,0^m$, ezzel az égbolt tizenhatodik legfényesebb csillaga. Valójában változócsillag, színképtípusa B2, felszíni hőmérséklete 20 ezer K, átmérője a Napénak kb. nyolcszorosa. Négy nap periódussal kering körülötte egy kisebb, halványabb csillag, amely azonban távcsövel sem látható meg a Spica erősebb fénye miatt (szinképi kettős).

A β Vir (Zavijah) $3,6^m$ fényességű, F8 színképtípusú csillag. „Mindössze” 32 fényévre van, luminozitása a Napénak kb. háromszorosa. A régi csillagjósok úgy vélték, hogy Holdunk hatásai akkor a legerősebbek, amikor az égitestet e csillag közelében látjuk.

A γ Vir (Porrima) kis távcsövel is felbontható, ismert kettős. Két komponense $3,5^m$ fényes, fehér, F0 színképtípusú; a rendszer keringési periódusa kb. 170 év. Aszerint, hogy éppen pályájuk melyik szakaszán tartózkodnak, tőlünk $0,3-6,2$ szögtávolságban láthatók. Ez is 32 fényévnire van tőlünk. Távcsövel néhány halványabb csillag is látható a közelben, azonban mozgásuk elárulja, hogy ezek fizikailag nem függnek össze a Porrimával.

A δ Vir (Min el Auva) $3,6^m$ fényességű, M3 színképtípusú csillag, mely mintegy 180 fényévnire van.

A Virgo legészakabbik fényes csillaga az ϵ Vir (Vindemiatrix, arab eredetű nevén Almuredin). Neve „vincellérnö”-t jelent. Az elnevezés oka az lehet, hogy e csillag a szüret kezdete idején kel együtt a Nappal. Fényessége $2,8^m$, tehát ez a csillagkép második legfényesebb csillaga. G9 színképtípusú, a Napnál 50-szer fényesebb, tőlünk 93 fényévre van.

A Virgo délnyugati részén egy elég fényes extragalaxist találunk, az M104-et. Neve Sombrero, amelyet jellegzetes alakjáról kapott: oldalról látjuk, szimmetriáskjában sötét sáv vonul végig, mint egy kalapon a szalag. Az M104 a mi Tejútrendszerünkhöz hasonló spirálgalaxis; a sávot a sok fényelnyelő anyagfelhő jelenléte okozza, amelyek a rendszer síkjában sűrűsödnek.

A Szűztől délebbre néhány halvány csillagképet találunk. Itt van a keskeny, de hosszú, nagy kiterjedésű Északi Vizikigyó (Hydra) csillagképe; ebben található az egyik legszebb extragalaxis, az M83. Ez kb. 10 millió fényévre van, átmérője 60 ezer fényév lehet. Egy kisebb galaxishalmaz tagja.

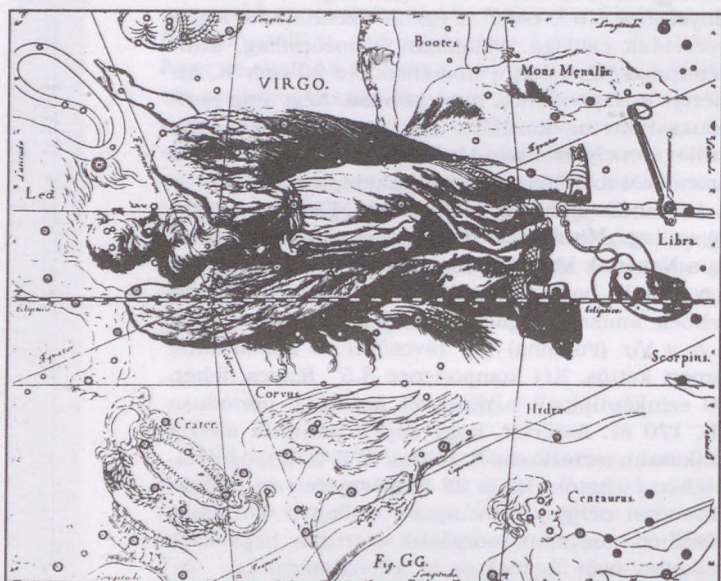
A Virgo és a Hydra közt két kisebb csillagkép, a Crater (Serleg) és a Corvus (Holló) található. Halvány csillagaiknak különösebb érdekessége nincs.

A Virgo-halmaz

A Vindemiatrix és a szomszéd Oroszlán egy fényes csillaga, a β Leonis közt van a közepe annak a nagy galaxishalmaznak, amely a Virgo, a Coma Berenices és a Leo területén fekszik, és melyet Virgo-halmaz néven ismerünk. Közepe talán 42 millió fényév távolságban van. 20 cm objektívátmérőjű távcsővel néhány tucatnyi szép tagját láthatjuk, fényképeken pedig mintegy 3000 galaxist számlálhatunk meg benne.

Közülük az M100 a legfényesebb, mely a Coma Berenices területére esik. Szép spirális galaxis, amely lényegében „lapjával” fordul felénk. Közepes méretű távcsővel több spirálkarját is megláthatjuk.

Nem sokkal halványabb az M87, amelyet régebben közönséges elliptikus galaxisnak tartottak. Csak a rádiócsillagászat műszerei mutatták ki, hogy az M87 egészen különleges égitest. Igen erős a rádiósugárzása, teljesítménye kb. 10^{33} watt!



A Szűz ábrázolása Hevelius csillag-atlaszában

Amikor ezt felismerték, a kutatók alaposabban megvizsgálták az M87-et. Kiderült, hogy ez az eddig ismert legnagyobb tömegű égitest (kb. 800 milliárd naptömeg), és a legfényesebb is. Röntgensugárzása igen erős. Jó fényképeken észre lehet venni, hogy magjából fényes, kb. 4100 fényév hosszú, 400 fényév széles gázsugar nyúlik ki, melyben több kisebb-nagyobb sűrűsödés is kimutatható. Ez a galaxis többi részénél kisebb, és fénye erősen polarizált. Mindez azzal magyarázható, hogy a nyúlványban erős mágneses tér van jelen, és ebben nagy energiájú töltött részecskék mozognak – az említett sugárzás tehát ún. szinkrotronsugárzás. Úgy látszik, hogy e gázsugarat egy vagy több hatalmas robbanás lötte ki a galaxis aktív magjából.

A 3 C 273

Nevezetes objektum a Virgóban a 3 C 273, az elsőnek felfedezett kvazár (csillagszerű rádióforrás). Erős rádiósugárzására figyeltek föl a kutatók. Színképében erős vöröseltolódást találtak; ebből számítva 50 ezer km/s sebességgel távolodik tőlünk, és távolsága kb. 3 milliárd fényév. Ha ilyen messze van, akkor sugárzási teljesítménye rendkívül nagy kell, hogy legyen, hiszen különben nem tudnánk észlelni.

A számítások szerint ez mintegy kéttbilliószorosa a Napénak!

A 3 C 273 fényessége erősen változik. Régi fényképein szabálytalan változást észleltek, majd ez 1930 táján szabályos, 12 év periódusú változásba ment át. Egy ideig 1 nap karakterisztikus idejű erős fényingadozást mutatott, amiből következik, hogy energiát termelő részének átmérője nem lehet néhány fénycsillagnál nagyobb (különben felénk mutató átmérőinek pontjaiból érkező, szinkron változó erős-szerű sugárzás egyszerre érve ide, összemossná, észlelhetetlenné tenné a változást). Ma még egyáltalán nem értjük, hogy tud ilyen kis térrészben ilyen hatalmas teljesítmény felszabadulni. A 3 C 273 rádióinterferometriás vizsgálata olyan szerkezetet tárt fel, amely egy magot és tőle mintegy 150 ezer fényévre egy gázfelhőt mutat; eszerint a szerkezet valószínűleg robbanás útján alakult ki, és a kvazár azóta is, legalább 150 ezer éve győzi energiával.

A Virgo a mondák tükrében

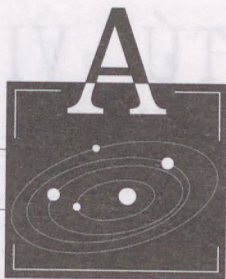
Mivel a Nap az aratás idején lép a Szűzbe, az aratás, a termés istennőjének tekintették már az arabok és a perzsák is, és szárnyas, egyik kezében kalászatot tartó nőalakkal ábrázolták. A görögök is Démétérrel, azaz Föld-anyával azonosították. Több ókori szerző szerint Diké, az igazság istennője az Aranykorban, az emberi történelem kezdetén a Földön élt; ám ahogy múlt az idő, az emberek egyre gonoszabbak lettek s Diké egyre inkább visszahúzódt tőlük, végül a hegyekbe költözött. Amikor aztán az emberek már fegyvereket készítettek s háborúzni kezdtek, azaz a Vaskor kezdetén, Diké – vagy Ovidiusnál Astraea, a Csillagleány – végleg eltávozott a Földről az égre, s ott a Szűz képében látható. Az emberiség még sokáig remélte, hogy Diké – s vele az Aranykor – visszatér, de mindhiába.

Egy másik monda szerint a Szűz – Démétér leánya, Perszephóné, aki szintén a mezőgazdaság segítője. Erre utal az α Vir neve is, hiszen Spica latinul kalászt jelent. A csillagképhez tehát az igazság képzetén kívül a termékenységé is társult. A római korban kapcsolatba hozták a szülést segítő Lucina istennővel is. Ennek az istennőnek a neve a Hold nevéből (Luna) ered, ez pedig a lucere = fényleni szóból; a Holdat akkoriban elég természetesen hozták összefüggésbe a nők termékenységével, hiszen a holdhónap és a női ciklus tartama – véletlenül – nagyjából egyforma. Mivel a Szűz az Oroszlán mellett van, sokszor ábrázolták a Szűzet oroszlánháton. Ezért jelenthette az oroszlánfogaton járó Kübelé istennőt, de Minervát, Dianát, Athénét is. Athénéval való kapcsolata miatt a csillagászat műzsáját, Uraniát is látták benne.

A három említett halványabb csillagképhez is fűztek egy mondát. Eszerint Apollón egyszer megszemjázott, és egy hollót küldött el, hogy serlegben vizet hozzon neki. De a holló sokáig késlekedett a vízzel, majd amikor mégis megérkezett vele, azzal mentegetőzött, hogy egy vizikigyó akadályozta a vízmerítésben. Az isten persze tudta, hogy hazudik; és büntetésül helyezte az égre a Serleggel és a Vizikigyóval együtt. Mint múlt havi cikkünkben említettük, a rómaiak a Holló csillagképét rendelték hozzá az időnként beiktatott szökőhónaphoz, és ezért számít a holló balszerencsét hozónak.



NAPRENDSZER





ÉGITESTJEI


A Nap március 15-én a Halak csillagkép elején tartózkodik, és április 15-ére eljut a Halak végére. Március 20-dikán 15^h 41^m-kor jut a Tavaszpontba, ekkor köszönt be a csillagászati tavasz.


Holdunk március 15-dikén 5^h 16^m-kor utolsó negyedben lesz a Kígyótartóban, közvetlenül a Nyilas határánál. Március 21-dikén 20^h-kor Holdunk földtávolba ér. Újholdkor, március 23-dikán a Halakban találjuk. Első negyed március 31-dikén 6^h 10^m-kor lesz, ekkor a Hold az Ikrekben jár. Április 5-dikén 20 óra tájban földközbe ér. Április 6-dikán 20^h 43^m-kor, holdtöltekor a Szűzben jár, és április 13-dikán, amikor utolsó negyed lesz, a Nyilasba jut. Április 15-dikén már a Bakon áthaladva a Vizöntöbe ér, de 16-dikán ismét a Bakot érinti.


A Hold március 29-dikén 20^h 52^m-kor elfedi a 4,8 magnitúdós 114 Tau-t, ez a csillagfedés tehát hazánkból megfigyelhető. (Halványabb csillagok fedéseit nem sorolom fel, a Meteor Csillagászati évkönyvben ilyenek is találhatóak.)


 **A** Merkúr március közepétől április közepéig a Vizöntöben jár, az időszak végén a Halak határára ér. Április 5-dikén lesz naptávolban. Hajnalban esetleg megfigyelhető, mintegy fél órával napkelte előtt kel.


 **A** Szaturnusz márciusban még a Bakban jár, de április elején a Vizöntöbe lép át. Március 20-dikán 9^h-kor 6°-kal délre lesz a Holdtól. Ebben az időszakban hajnalban kel, és már megfigyelhető.


 **A** Vénusz a Halakban jár (hátráló mozgással), közel a Naphoz. Megfigyelése tehát nehéz. Március 21-dikén 14^h-kor 4°-kal délre lesz a Holdtól. Április 1-jén földközben lesz, csupán 42,2 millió km-re tőlünk.

 **A** Az Uránusz a Nyilasban tartózkodik s éjjel után kel. Hajnalban megfigyelhető. Március 17-dikén 10^h-kor 3°-kal délre, április 13-dikán 18^h-kor pedig 4°-kal délre lesz a Holdtól.

 **A** Mars az Ikrek csillagképben jár. Az éjszaka első felében megfigyelhető, de ahogy távolodik a szembenállástól, halványodik és látványos átmérője is csökken.

 **A** Neptunusz láthatósága az Uránuszéhoz hasonló.

 **A** Jupiter a Szűzben jól megfigyelhető. Hátráló mozgást végez. Március 31-dikén földközben, távolsága kb. 666 millió km lesz. Április 6-dikán 11^h-kor 7°-kal északra látható a Holdtól.

 **A** Plútó a Mérlegben van, éjjel után megfigyelhető a Serpens Caput μ jelű csillaga közelében, attól délre.

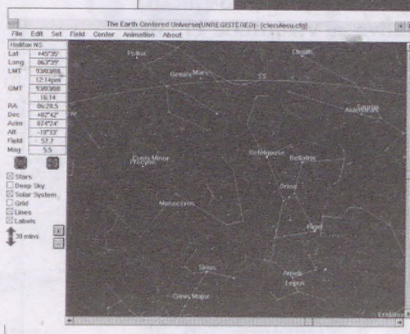
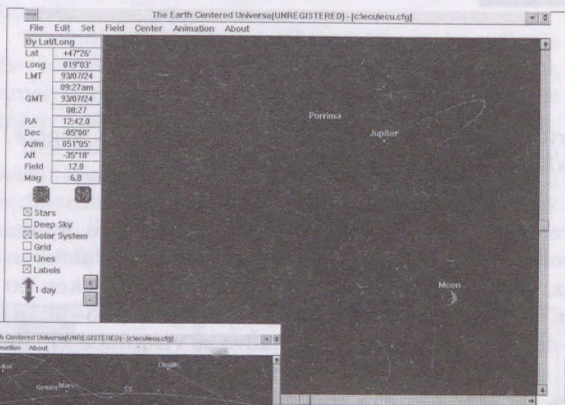
E hónapban három jelentősebb meteorraj „működik”: aktivitásuk szinte az egész időszakot átfogja. A Camelopardidák gyakorisági maximuma március 19-dikére várható; a Delta Draconidáké és a Kappa Serpentidáké április 4-dikére.

FÖLDKÖZPONTÚ VILÁGEGYETEM

AVAGY MIT LÁTHATUNK AZ ÉGEN

E számunkban ismét egy különleges csillagászati shareware programot ajánlunk számítógépet használó olvasóink figyelmébe. Az ECU (Earth Centered

A Jupiter mozgása márciustól augusztusig (július 24-én a Jupiter „alatt” a Hold)



A téli-tavaszi égbolt

Universe) az első számunkban bemutatott „Astronomy Lab”-hoz hasonlóan PC-n futtatható, Windows alatt. A program indítás után a beállított földrajzi helynek és időpontnak megfelelően látványosan megjeleníti

a csillagos égboltot. A megjelenítés módja sokféleképpen változtatható: a ködök, halmazok, a koordináta-rendszer, valamint a csillagok és csillagképek jelölése ki- és bekapcsolható.

Mint az ilyen programoknál megszokott, az idő múlását a képernyőn megjelenített kép is

ECU, EARTH CENTERED UNIVERSE (shareware program)

Szerző: David J. Lane, Kanada

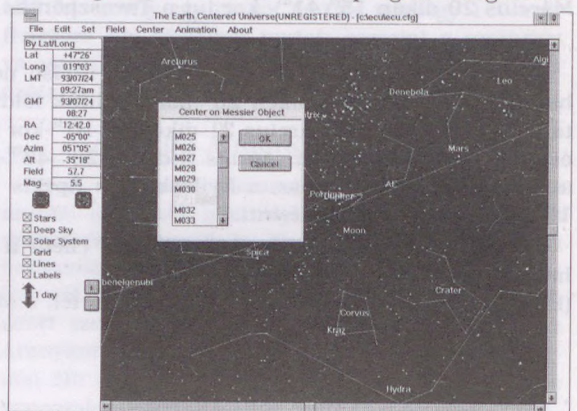
Számítógép: PC

Szükséges programok: DOS, Windows 3.x

Rövid leírás: Planetárium és csillagtérkép. Tartalmazza a fontosabb mély-ég objektumokat. Gyors keresés az adatbázis elemeire. Animáció. Megrendelhető postai utánvétellel a szerkesztőség címén. Ár: 375 Ft + postaköltség (1 db 1.2 MB HD lemez)

hűen követi. Rendkívül tanulságos ekkor a Naprendszer égitestjeinek mozgását figyelemmel kísérni, melyre természetesen lehetőségünk van. Be lehet állítani, hogy a Nap, a Hold vagy valamely bolygó legyen mindig a képernyő közepén, és égi útján nyomot hagyjon maga után.

Az adatbázisban megtalálhatók név szerint a fényes csillagok, valamint a Messier objektumok 1-110-ig. Ezeket kérésünkre a program megkeresi.



Választás a Messier objektumok közül

Ha már megtaláltuk a számunkra érdekes égi területet, akkor annak bármely részlete kinagyítható a tüzesebb vizsgálatokhoz. Így segítve, hogy a valóságban is könnyen rátaláljunk még a halvány ködökre is.

Összefoglalva, az ECU jól megírt, látványos program, használatát mindenkinek ajánljuk.

Meteor CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV, 1993

Az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők nélkülözhetetlen segédeszköze. Helyet kaptak benne a legfontosabb táblázatok, magas színvonalú cikkek és beszámolók a MCSE, az MTA Csillagászati Kutatóintézete, az ELTE Csillagászati Tanszék, valamint a Planetárium és az Uránia Csillagvizsgáló elmúlt évi működéséről, eredményeiről.

A terjedelmes „Táblázatok” c. fejezet tartalmazza a naptári alapadatokat, a hónapok legfontosabb csillagászati eseményeit és azokat az információkat, amelyek a csillagászati számításokhoz és az amatőr észlelmunkához feltétlenül szükségesek. A táblázatokban rendszerezve vannak a Nap, a

Hold és a bolygók adatai és táblázatai, a kisbolygók és üstökösök koordinátái, a meteorrajok, a fogyatkozások és fedések, sőt egy csillagkatalógus, amely a Fundamental Catalog 5 alapján készült.

A csillagászati kutatás legújabb híreit a Nature, az Astronomy, az Astronomical Journal, a Messenger és más tudományos ismeretterjesztő lapok nyomán közli az évkönyv, a bolygó kutatás legfrissebb és legfigyelemreméltóbb eseménye a Jupiterrel és a Marssal kapcsolatos: ezekről külön tanulmány emlékezik meg, de újdonságok olvashatók a változócsillag-megfigyeléseket illetően is.

A Csillagászati Évkönyv ára 145,- Ft

ÉVFORDULÓNAPTÁR

CSABA GYÖRGY GÁBOR

				M	Á	R	C	I	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

Márc. 17. 140 évvel ezelőtt, 1853-ban halt meg **Johann Christian Doppler** osztrák matematikus, fizikus, csillagász.

Matematikusként főleg analitikus geometriával illetve a párhuzamosok híres axiómájával foglakozott. Mint fizikust, a hangtan, az optika, az elektromágnesség érdekelte. Róla kapta nevét a Doppler-effektus, aminek lényege, hogy ha egy hullámforrás és az észlelő mozog egymáshoz illetve a hullámokat hordozó közeghez képest, akkor az észlelő általában nem ugyanolyan frekvenciájú hullámot észlel, mint amit a forrás kibocsátott. (Közismert alkalmazása pl. a „Traffipax”.) A csillagászatban a Doppler-effektust többféleképpen is kihasználják. Például ennek megfigyelésével mérik az objektumok radiális sebességét; ez árulja el egyes csillagokról, hogy kettősök (ún. spektroszkópiai kettősök) stb.

Márc. 20. 115 éve, 1878-ban hunyt el **Julius Robert Mayer** holland fizikus és orvos, az energiamegmaradás elvének felfedezője.

Ő jött rá, hogy a hő az energia egyik fajtája; megpróbálta meghatározni a mechanikai munka hőegyenértékét. Elsőbbségét sokáig kétségbe vonták, munkáját nem méltányolták. Élete vége felé azonban már méltó elismerésben volt része.

Márc. 22. 125 éve, 1868-ban született **Robert Andrews Millikan** amerikai fizikus.

A középiskolából is ismert kísérletében ő határozta meg az elektron töltését, kimutatta, hogy az az ún. elemi töltéssel egyenlő. A fényelektromos jelenség vizsgálata alapján meghatározta a Planck-állandó értékét. E munkáiért 1923-ban Nobel-díjat kapott.

Márc. 24. 100 éve, 1893-ban született **Walter Baade** német csillagász.

Eleinte főleg kisbolygó-észlelésekkel foglalkozott és fölfedezett több különleges pályájú kisbolygót, pl. az Icarus-t. Később asztrofizikai kutatásai voltak jelentősek; ezek során kimutatta, hogy a galaxisokban legalább két ún. „csillagpopuláció” van. Ennek alapján pontosabbá tette a cefeidák periódus-fényesség relációját, és ezzel az extragalaktikus távolságskálát is.

Márc. 26. 240 évvel ezelőtt, 1753-ban született **Graf von Rumford** amerikai születésű angol fizikus.

A fizika sok területével foglalkozott. Legismertebb eredménye, hogy igazolta a hő fluidum-elméletének tarthatatlanságát.

Márc. 29. 55 éve, 1938-ban halt meg **Móra Károly** magyar csillagász, aki 1933-34-ben a pesti egyetem Kozmográfiai Intézetének igazgatója volt. Nevét kisbolygó őrzi.

Ápr. 2. 375 éve, 1618-ban született **Francesco Maria Grimaldi** itáliai filozófus és fizikus.

Mint fizikus felfedezte a fényelhajlást, kimutatta a fényinterferenciát (t.i., hogy két fénysugár gyengítheti egymást); fölismerte a prizma színszóró hatását, ő javasolta, hogy a Hold felszíni alakzatait tudósokról nevezzék el.

Ápr. 6. 30 éve, 1963-ban halt meg **Otto Struve** orosz származású amerikai csillagász. Legfontosabb kutatásai asztrofizikai jellegűek: egyes kettőscsillagok komponensei között anyagáramlást fedezett fel; vizsgálta a csillagok tengelyforgását; foglalkozott a csillagok és a bolygórendszerek fejlődésével is. Jelentős ismeretterjesztő munkát végzett.

Ápr. 10. 180 évvel ezelőtt, 1813-ban halt meg **Joseph Louis Lagrange** francia matematikus, fizikus és csillagász.

A variációszámítás egyik megalapozója, a matematikai analízis jelentős kutatója. A mechanikában alkalmazva matematikai ismereteit, kidolgozta az ún. Lagrange-féle másodfajú mozgásegyenleteket, amelyek komplikált technikai problémák megoldásánál is jól használhatók. Hasonló, de kevésbé használatos egyenleteket talált hidrodinamikai problémák esetére is. Megadta az égi mechanikai háromtest-probléma bizonyos megoldásait, amelyek a Naprendszerben több helyütt valóban előforduló mozgásokat írnak le (pl. az ún. Trójai kisbolygók esetében).

Ápr. 15. 200 éve, 1793-ban született **Friedrich Georg Wilhelm Struve** német származású orosz csillagász, a pulkovói obszervatórium megalapítója és első igazgatója, századának egyik legjelentősebb csillagásza.

Ő végezte el az első trigonometrikus csillagparallaxis-mérést. Kettőscsillag-katalógust készített; az ebben felsorolt kettősök nagyobb részét ő maga fedezte fel. Egész „csillagász-dinasztiát” alapított, pl. a már említett O. Struve az ő dédunokája volt.



03	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	+1
1														
2														
X														

Kedves Olvasó!

Folyóiratunk minden hónapban 13+1 kérdést ad fel Önnek. A megfejtéseket a cikkeken, illetve egy kis búvárkodással 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. április 15-ig kérjük szerkesztőségünk címére elküldeni. A nyerteseket postán értesítjük.

Kellemes szórakozást kívánunk!

1

1. Milyen alakú a Schmidt-távcső főtükrének tükröző felülete?

- 1 Forgási paraboloid.
- 2 Egy bonyolult negyedrendű felület.
- x Gömbsüveg.

2. Hány holdja van a Földnek?

- 1 Ezernél is több
- 2 Egy
- x Három

3. Milyen állású képet ad a Galilei távcső?

- 1 Nincs ilyen távcső.
- 2 Fordított állású.
- x Egyenes állású.

4. Melyik az a csillagkép, amelyiken áthalad az Ekliptika, mégsem állat-övi csillagkép?

- 1 Ophiucus.
- 2 Vulpecula.
- x Lynx.

5. Melyik az a bolygó, amelyiknek a Földről nézve a legnagyobb a látszó átmérője?

- 1 A Jupiter.
- 2 A Vénusz.
- x A Mars.

6. Van egy 1000 mm gyújtótávolságú lencsénk. Hány mm gyújtótávolságú okulárt használjunk, ha azt szeretnénk, hogy a nagyítás 125-szörös legyen?

- 1 10 mm.
- 2 12,5 mm.
- x 8 mm.

7. Hol a legnagyobb a Nap delelési magassága?

- 1 Budapesten
- 2 Szegeden
- x Sátorlajújhelyen

8. Melyik csillagcsoport idősebb a másiknál?

- 1 A gömbhalmazok a nyílthalmazoknál.
- 2 A nyílthalmazok a gömbhalmazoknál.
- x Egyforma korúak.

9. Kinek volt Regiomontanus az udvari csillagásza?

- 1 I. Lajosnak.
- 2 IV. Károlynak.
- x Hunyadi Mátyásnak.

10. Hol van Ráktanya?

- 1 A Rákospatak mellett.
- 2 A Bakonyban.
- x A Mátrában.

11. Milyen típusú galaxis a Tejútrendszer?

- 1 Spirális.
- 2 Irreguláris.
- x Elliptikus.

12. Mikor volt az utolsó, szabad szemmel is látható tejútrendszerbeli szuper-nova-robbanás?

- 1 1572-ben.
- 2 1604-ben.
- x 1987-ben.

13. Mi az a radiáns?

- 1 A meteorrajok kisugárzási pontja.
- 2 Sugárzási mértékegység.
- x Ősi csillagászati megfigyelő műszer.

+1. Melyik csillag régi magyar neve a Csósz?

- 1 A Capelláé.
- 2 Az Aldebarané.
- x A Vegáé.

A januárban közölt asztró-totó helyes megfejtése:

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

Összesen 88 megfejtés érkezett be, 13-an telitalálatot értek el. Az ANDROMEDA fél éves előfizetését Schinagel András szegedi, egy éves előfizetését Tasi Andrea budapesti megfejtőnk nyerte. A binokulárt az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Iskolájának II. D osztálya nyerte. Gratulálunk!

A beküldött megfejtések közül a legtöbb nehézséget a 10. kérdés megválaszolása okozta. Az ősi magyar kalendáriumokban a Szűz szerepel Szárnyasként. (Lásd pl. Toroczkai-Wigand Ede: Őreg csillagok; 10. oldal.) Sokan „beugrottak” a 4. és a 7. kérdésre is; nagy számú rossz válasz érkezett a 13. kérdésre.

Kérjük a Tisztelt Olvasókat, hogy a jövőben ne az egész rejtvényoldalt vágják ki, hanem csak az ott található szelvényt, így megmarad az Évfordulónaptár szövege.

Tisztelt Rejtvényfejtők!

A februári asztró-totó 8. kérdésébe sajnálatos hiba csúszott. A kérdés a Holdra és a Marsra vonatkozott. A megfejtések közül Szilárd Leó és Kármán Tódor nevét is helyesnek fogadtuk el. Csak egyetlen magyar tudós, Kármán Tódor az, akiről a Holdon és a Marson is kátré neveztek el. A hibáért Olvasóink szíves elnézését kérjük!

1

2

X

TV2

MÁRCIUS - ÁPRILIS

13.	8.35	PC abc	24.	19.05	Kisfilmek a nagyvilágból
	13.30	Azok a csodálatos állatok	26.	18.55	Belső világunk
14.	14.30	Másfélmillió lépés Magyarországon			VI/4 Bonyolult vegyi üzemünk: a máj
	17.35	Delta	27.	8.35	PC abc
17.	21.35	A tudomány határain		13.40	Azok a csodálatos állatok
19.	19.05	Belső világunk	28.	16.00	Másfélmillió lépés Magyarországon
		VI/3 A táplálkozás rejtelméi		17.35	Delta
	20.55	Világvédett lehetne	31.	21.35	Gondolkodó
21.	8.20	A felvilágosodás országa			
		A lükiai civilizáció	2.	19.00	Belső világunk VI/5
	14.55	Másfélmillió lépés Magyarországon	3.	16.00	Ki miben tudós?
	17.30	Delta			Fizika IV/1
22.	22.25	Enter	4.	14.50	Másfélmillió lépés Magyarországon
				17.30	Delta





