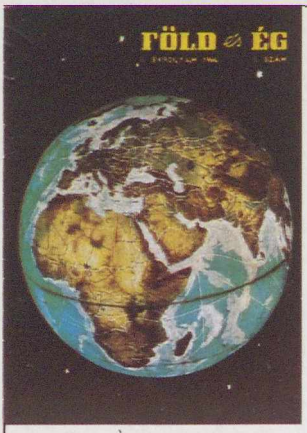
315.508

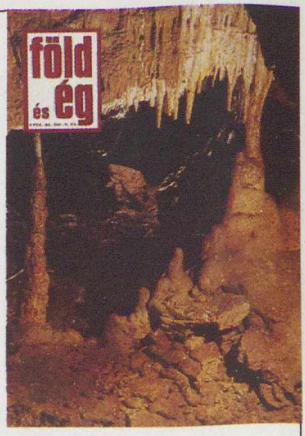
föld és ég

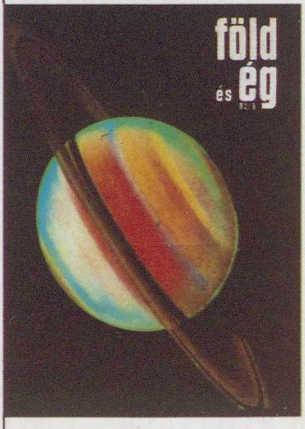
88/11-12











Értesítjük
tisztelt Olvasóinkat,
hogy folyóiratunk
1989-ben is
megjelenik.

* * *

Kellemes
karácsonyi ünnepeket
és boldog új évet
kívánunk
minden Olvasónknak!









föld és ég

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI—ŰRKUTATÁSI, FÖLDTUDOMÁNYI ÉS ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐI FOLYÓIRATA

Megjelenik havonként

XXIII. ÉVFOLYAM 11—12. SZÁM
1988. NOVEMBER—DECEMBER

Főszerkesztő: DR. VASVÁRY ARTÚR
Rovatszerkesztők: HEGEDÜS ERNŐ
ORHA ZOLTÁN
Szerkesztőség:
Budapest, XI., Bocskai út 37. 1113
Telefon: 868-239

Szerkesztőbizottság:
DR. ALMÁR IVÁN (elnök)
dr. Balázs Lajos, dr. Fejes István,
Hegedüs Tibor, dr. Horváth András,
ifj. dr. Kálmán Béla, dr. Kaszap András,
dr. Kulin György, dr. Marik Miklós,
dr. Mérő József, dr. Meskó Attila,
dr. Miczek György, dr. Nagy Sándor,
dr. Papp-Váry Árpád,
dr. Pataki Béla Pál,
Ponori Thewrewk Aurél,
Schalk Gyula, dr. Somogyi Sándor,
dr. Szurovy Géza, dr. Vasváry Artúr,
dr. Végh Sándorné, Zoltai Márta

Felelős kiadó:
VÁGNER FERENC vezérigazgató
Kiadja: a Hírlapkiadó Vállalat
Budapest, VIII., Blaha Lujza tér 3. 1959
Telefon: 382-399, 384-300

88 82084 Pannon Nyomda, Veszprém
Felelős vezető:
DANÓCZY BALÁZS igazgató
INDEX: 25 304
HU ISSN 0015—539X

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR, Budapest 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215–96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj egy évre 120 Ft. Egyes szám ára 10 Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, 62, Postafiók 149. H–1389) és külföldi bizományosai. Szocialista országokban az ottani postahivatalok útján lehet előfizetni a folyóiratra.
Meg nem rendelt kéziratokat és képeket nem őrzünk meg és nem küldünk vissza!

TARTALOM

CONTENTS – INHALT – СОДЕРЖАНИЕ

Bödök Zsigmond 322
A lomnici obszervatórium
Lomnic Observatorium
Lomnic-Observatorium
Обсерватория в Ломнице

Dr. Lóczy Dénes 324
Katalónia
Catalonia
Katalonien
Каталония

Dr. Kéri András 332
A széthulló Holland Antillák
The Removing Dutsch Antilles
Die zerfallenden holländischen Antillen
Распадающиеся Голландские Антилы

Both Előd 338
Német zenészből angol csillagász
From German Musician an English Astronomer
Aus deutschem Musiker englischer Astronom
Немецкий музикант – английский астроном

Ifj. Bartha Lajos 343
Egy új óriás távcső: a Herschel-teleszkóp
New Binoculars: The Herschel-Telescope
Ein neues Fernrohr: das Herschel-Teleskop
Новый телескоп им. Гершеля

Balázs Katalin 346
A sarki fény
The Polar Light
Das Polarlicht
Полярное сияние

Farkas Zoltán 350
Szénhidrogén-kutatás a világűrből
Hydrocarbon Researches from the Space
Kohlenhydrogenforschungen aus dem Weltraum
Исследование углеводородов из космоса

Kolláth Zoltán 353
Galaktikus halmazok megfigyelése binokulárral
Observation of Galactic Congeries through Binoculars
Beobachtung galaktischer Mengen durch Binokular
Наблюдение галактических скоплений бинокуляром

Dr. Juhász Árpád 358
A Tethys-probléma
The Tethys-Problem
Das Tethys-Problem
Проблема Тетиса

Hegedüs Tibor 360
Valóban léteznek fekete lyukak?
Are there Really Black Holes?
Gibt es denn tatsächlich schwarze Löcher?
Существуют-ли черные дыры?

Barkó József–Puskás László 367
Az európai „Grand Canyon": Gorges du Tarn
Gorges du Tarn – The "Grand Canyon" in Europe
Gorges du Tarn – Das „Grand Canyon" in Europa
Гордж ду Тарн – европейский «Гранд Каньон»

A CÍMOLDALON:
A jellegzetes téli csillagos ég és csillagképei, középen az Orion látható. A felvétel a lomnici obszervatóriumból készült hat perces vezetéssel (A lomnici obszervatórium című cikkünkhöz)

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

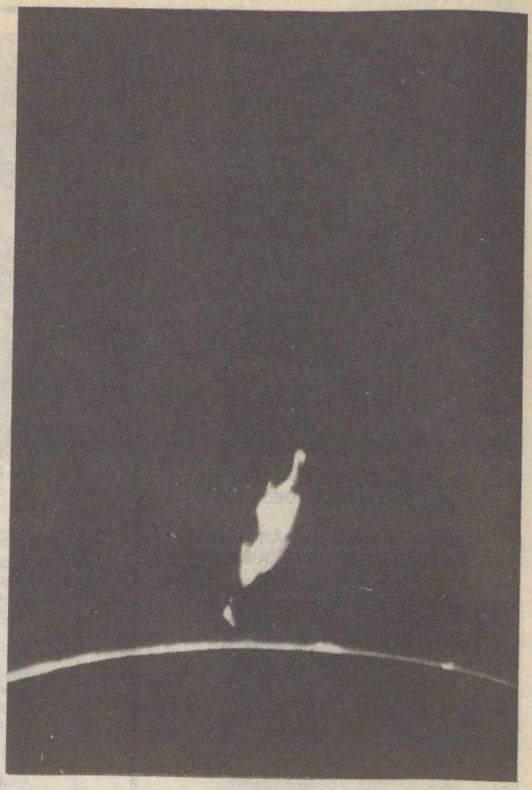
A lomnici obszervatórium

A Magas-Tátra második legmagasabb csúcsán, a 2632 méteres Lomnici-csúcson kapott helyet 1962-ben a Közép-Európában is egyedülálló magashegyi obszervatórium, a Szlovák Tudományos Akadémia napkoronakutató állomása. Ez a csillagvizsgáló fontos láncszemét jelenti annak a hálózatnak, melyet a világ kilenc hasonló obszervatóriuma alkot. A legfőbb műszer a közös állványzaton elhelyezett 2 db, egyenként 20 cm átmérőjű koronagráf. Az egyikkel a protuberanciák tanulmányozása és fényképezése folyik, míg a másikkal a korona színképét fényképezik a 637,4 nm-es (vörös korona) és az 530,3 nm-es (zöld korona) hullámhosszon. Az obszervatórium fő kutatási területei a következők:

A napaktivitás ciklusai hogyan tükröződnek a koronában?

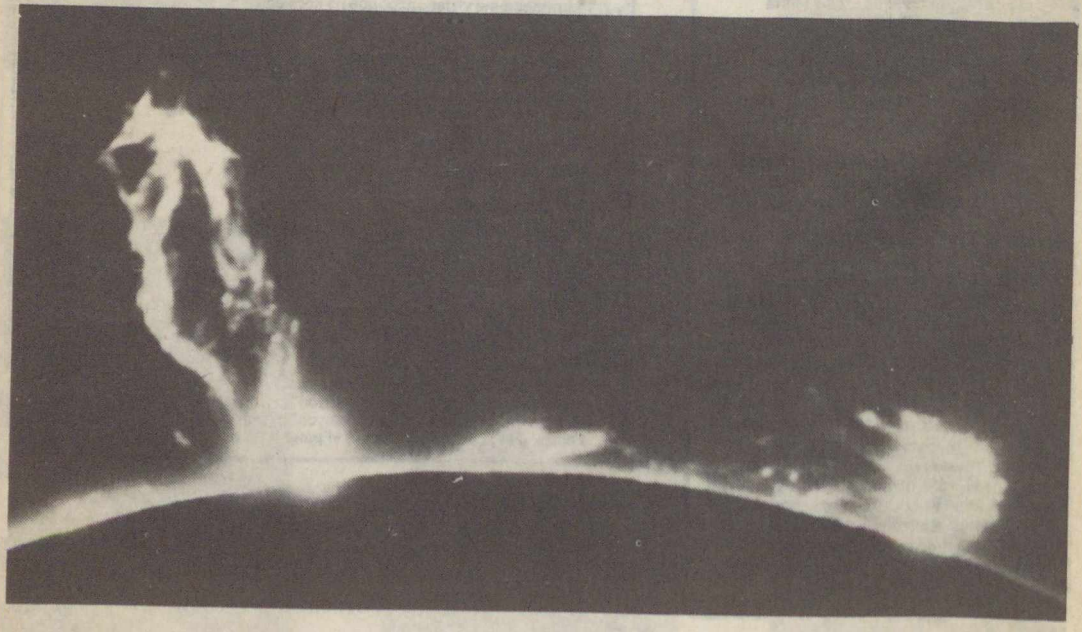
Milyen változások lépnek fel a koronában az aktív területek felett?

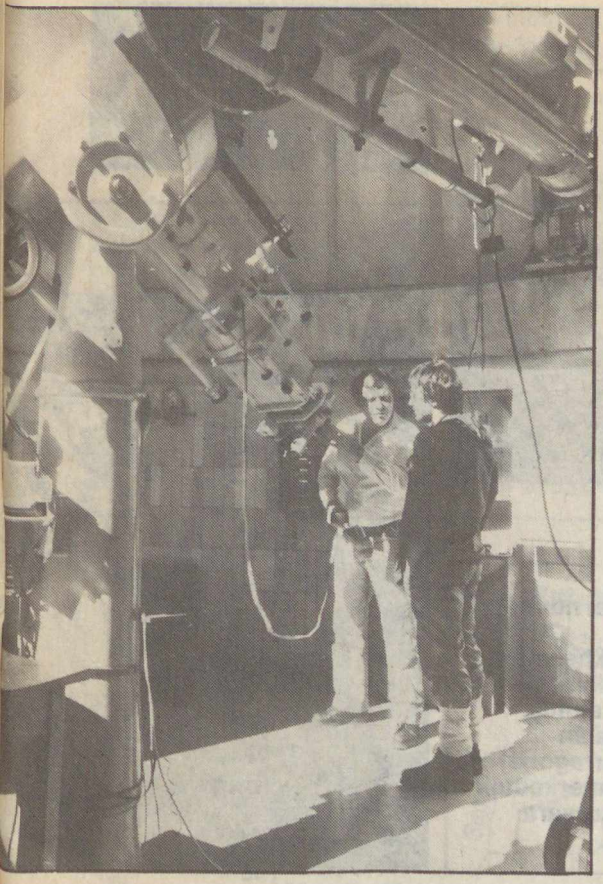
Milyen módszerek alkalmazhatók a koronaplazma fizikai paramétereinek meghatározásában?



Egyedülálló protuberancia

Kiterjedt protuberanciamező 1969. december 27-én





A kettős koronagráfnál
Bödök Zsigmond és Török Ferenc

Milyen fizikai mechanizmusok feltételezik a korona létrejöttét és annak nagy skálájú dinamikáját?

Természetesen nehéz lenne felsorolni valamennyi kutatási problémát, melyekre az itt dolgozó napfizikusok *dr. Milan Rybansky* vezetésével keresik a választ.

A Lomnici-csúcsra felvonó segítségével lehet feljutni. Először Tátralomnicról a Kőpataki-tó megállóig — itt található egyébként a változócsillagokkal és a bolygóközi anyag kutatásával foglalkozó csillagvizsgáló —, majd innen kabinos felvonóval egészen a csúcsig. A csillagvizsgálóban a kozmikus sugárzás folyamatos mérését is végzik, és mi sem természetesebb, hogy a csúcson helyet kapott egy meteorológiai állomás is. Az itt dolgozó kutatók munkakörülményeire jellemző, hogy az ivóvíztől kezdve a fűtőanyagig mindent felvonóval szállítanak fel. Előfordult már olyan időszak, amikor a felvonó rekonstrukciós javítások miatt hosszabb ideig nem működött. Ekkor a szállítás háton történt, közösen a hegyi szolgálat embereivel, ami teher nélkül is komoly hegymászói teljesítményt igényel. Nemkülönben a téli zord időjárás is próbára teszi a világtól elzárt kutatók kitartóerejét. Mindezekért azonban kárpótlást nyújtanak az itt oly gyakori fényjelenségek, a nemritkán $7^{m}5$ határmagnitúdós éjszakai égbolt, a kristálytiszta levegő. A légnyomás itt már olyan kicsi, hogy 89 °C-on forr a víz, és ha befelhősödik, többnyire alulról emelkednek a felhők a csúcs felé. Derült éjszaka pedig feledhetetlen látvány a közeli és távoli települések számtalan szikrázó fénypontocskája. Ilyenkor úgy tűnik, mintha a csillagos égbolt nem érne véget a horizontnál, hanem folytatódna egészen a hegy lábáig. A csillagászok nem is nevezik másként ezt a helyet, mint a tudományok királynőjének fellegvára.

BÖDÖK ZSIGMOND

Újabb hírek a P/Tempel 2-üstökösről

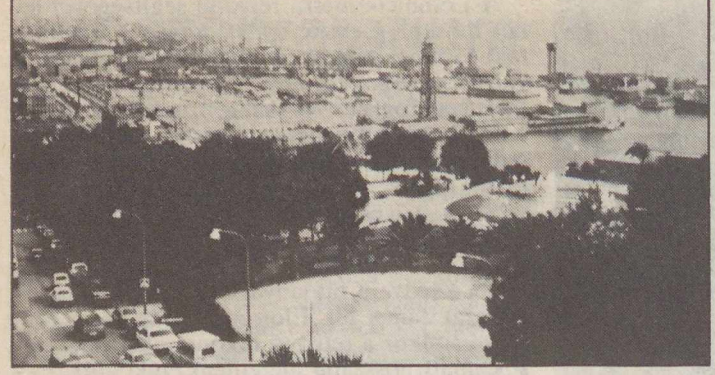
D. Jewitt és *J. Luu* (Massachusetts Institute of Technology) a McGraw-Hill Obszervatórium (Kitt Peak) 1,3 m-es teleszkópjával végzett CCD mérések alapján ez év áprilisában mintegy kilencórás periódusú és kb. 0,7 magnitúdó amplitúdójú fényváltozásokat mutatott ki az üstökös fényességében. (Akkor az üstökös egy 17,3 magnitúdójú objektum volt.) A kapott fénygörbével jól összeegyeztethető egy 2:1 arányban elnyúlt üstökösmag feltételezése, amely a kimutatott periódussal forog, és időnként hol a nagyobb, hol pedig a kisebb részéről visszavert napfényt figyelhetjük meg. A közepes abszolút fényessége — azaz a Naptól és a Földtől egyaránt 1—1 Cs. E. távolságban és nulla fokos fázisszögben megfigyelve az üstököst — $14{,}3 \pm 0{,}2$ magnitúdó, kb. egy magnitúdóval halványabb, mint a Halley-üstökös magjának fényessége.

A Mauna Kea Obszervatórium 2,2 m-es teleszkópjával igen fontos méréseket végzett *M. A'Hearn, H. Campins* és *D. Schleicher* (University of Hawaii) ez év júniusában. Mintegy fél magnitúdó amplitúdójú és kilenc óra periódusú fényváltozást mutattak ki. A mérésekből a mag elnyúltsága nagyobb, mint 1,9:1, a mag effektív sugara $5{,}6 \pm 0{,}2$ km, a becsült geometriai albedó $0{,}024 \pm 0{,}005$, tehát a P/Tempel 2-üstökös magja is igen sötét (hasonlóan a Halley-üstökös magjához).

IAU Circular 4582, 4603 és 4614 alapján — T. I.

A tengerparttól a csúcsokig

Katalónia



A barcelónai kikötő látképe a Montjuic-hegyről



Barcelona nem szerepel a Kossuth Kiadónál nemrég megjelent A világ fővárosai c. kötetben és a világatlasz is egyszerű tartományi székhelyként tünteti fel. Lakói azonban annál büszkébbek rá, hogy egy autonóm nemzetiségi terület, Katalónia (Catalunya) fővárosában élnek. A négy katalán tartomány (Girona, Barcelona, Lleida és Tarragona) közül kettőnek a természeti szépségeivel ismerkedtek meg a Nemzetközi Földrajzi Unió kongresszusára érkezett természetföldrajzos szakemberek.

Egy hegylánc — kétféle hegység

A kétmilliós világváros a Földközi-tenger partján elnyúló keskeny síkságon fekszik, amelyet a *Katalán-Parti-hegylánc* kettős vonulata zár le. Domborzati megjelenésében ugyan egységes tömegnek tűnik, ez azonban csak látszat, mert földtani értelemben a Llobregat-folyó völgye — amely éppen Barcelona határában éri el a Földközi-tengert — egy idősebb (az ókorban, kb. 550—320 millió éve képződött) és egy fiatalabb (középkori és újkori, 200—25 millió éves) egységet választ el. Az ilyen hatalmas korkülönbség még kőzetek esetében sem csekélység. Messzeható következményeit még a két részt egységesítő alpi (eocén időszaki) töréses-áttolódásos mozgások sem tudták eltörölni. A Barcelonától északnyugatra fekvő Montserrat és az északkeletre emelkedő Montseny — bár alig 60 km közöttük a távolság, és mind a kettő 1000 méter fölé nyúló hegység — felszínformáikban már az első pillantásra igen különböznek.

A katalánok szent hegyét, a *Montserratot* túlzás nélkül festői fekvésű Benedek-rendi kolostora tette híressé. A kis területű hegytömeg még óidei környezet fölé magasodik, de eocén kőzetből áll. 50-60 millió éve az Ebro medencéjének igen gyors bezökkenése okozta, hogy a peremekről lefutó bővizű folyórendszerek óriási mennyiségű durva kavicsot halmoztak fel. A több százmillió éves kődarabokat a folyók száz kilométereken keresztül szállíthatták, hiszen a szögletes törmelék legömbölyödött kavicsokká csiszolódott, amelyeket később meszes kötőanyag cementált össze. Így keletkezett a környék legkeményebb kőzete, a montserrati vörösesbarna konglomerátum. Amikor az üledékgyűjtő kiemelkedett, a lepusztulás *válogató* (szelektív) módon hatott. A környező óidei homokköveken, márgákon és agyagokon szelíden lejtő felszíneket alakított ki, a konglomerátumtömeget pedig leginkább csak a benne kialakult függőleges repedések mentén támadta meg. A konglomerátumból (részben a kötőanyag oldódásával) hengeres tornyok vésődtek ki. (Az újabb kutatások szerint az utóbbi né-

hány ezer év folyamatai — amelyek erősen függtek attól, hogy a terület mennyire volt borítva növényzettel — sokkal fontosabbak a sziklatornyok képződésében, mint korábban vélték.) A látogatóban az a

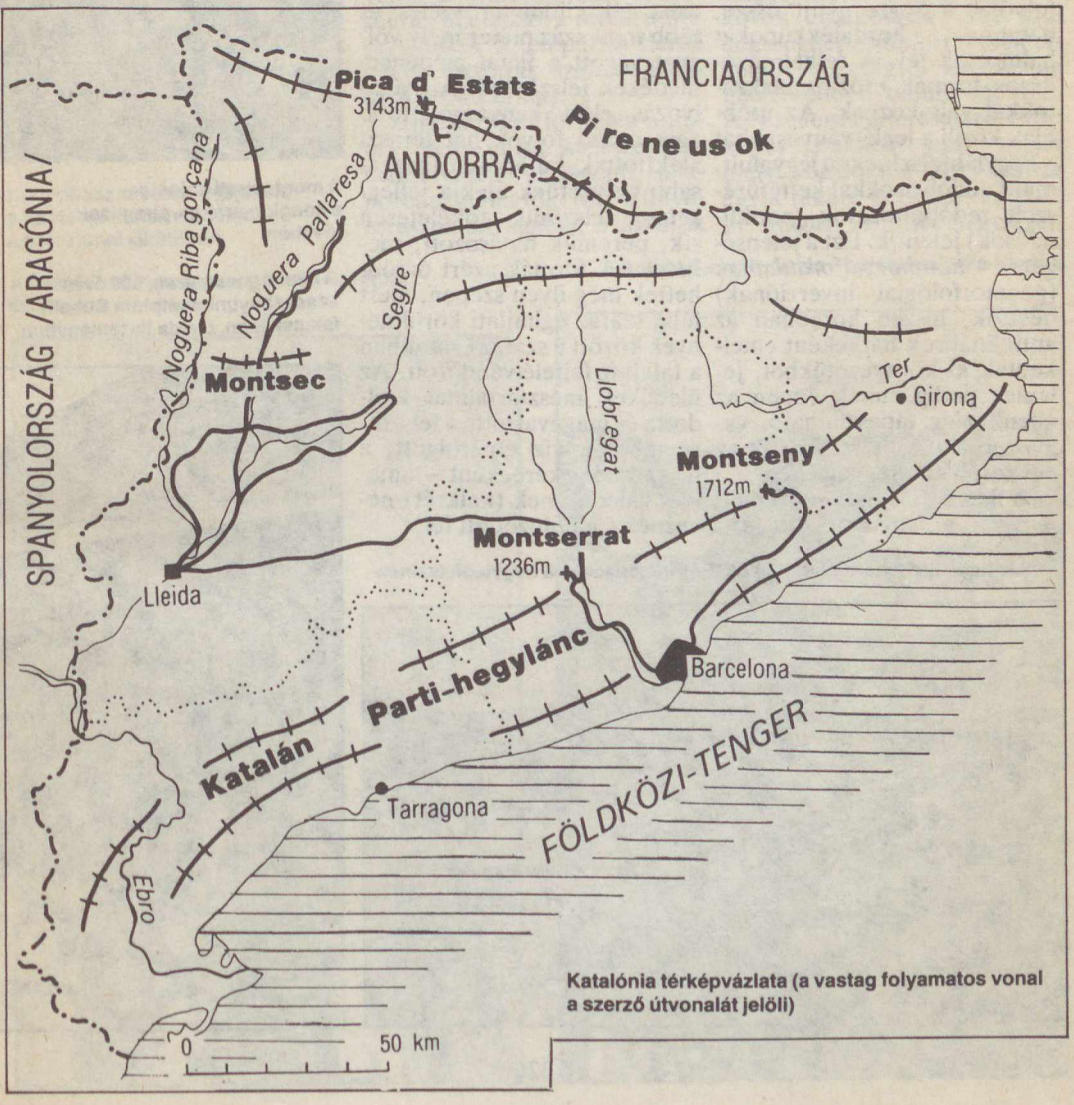
A Katalán-Parti-hegylánc két földtani egysége közötti vetőrendszer kőzetőrleményén (milonitján) kivésődött földpiramisok a Llobregat völgyében

meggyőződés alakul ki, hogy ezek a formák ihlették a legnagyobb katalán építészt, Antoni Gaudít főműve, a barcelonai Szent Család- (Sagrada Familia) templom nyolc hatalmas tornyának megépítésében.

Sokkal ismerősebb számunkra a *Montseny-hegység* látványa. A szent hegynél 500 m-rel magasabb, legkiemelkedőbb pontja az 1712 m magas Turó de l'Home, amely 1300 m-rel magasodik a kis Tordera-folyó völgye fölé. A főtömegét alkotó gránitot óidő eleji palák borítják. A hosszú lepusztulás szelíd formákat hozott létre. Csak a peremi harmadidőszaki mészkőfalak sziklásak, egyébként övezetes elrendeződésben sűrű növényzet tenyészik a lejtőkön, a mediterrán gesztenyésektől a Közép-Európára jellemző bükkösökig, sőt itt van Nyugat-Európa legdélibb fenyvese, a legmagasabb csúcsokon pedig szubalpi legelők is előfordulnak. A gazdag élővilágú hegységben kialakult kultúrtájat „természeti parkként" védik.

A katalán Központi-medencében

Az *Ebro* (vagy katalánul Ebre) folyó *medencéjének* csak a délkeleti csücske tartozik Katalóniához. A hegységkeretből lefutó folyók, amelyeket az Ebro legfontosabb bal oldali mellék-



Katalónia térképvázlata (a vastag folyamatos vonal a szerző útvonalát jelöli)

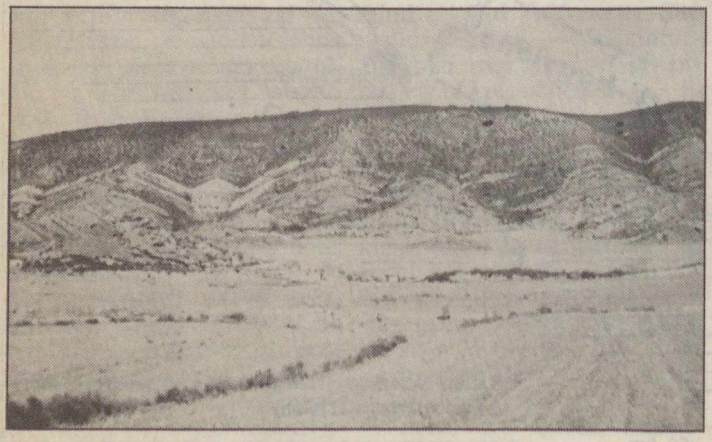


A Segre-folyó tökéletesen vízszintes felszínű kavicsteraszai

folyója, a Segre gyűjt össze, hatalmas hordalékkúpokat halmoztak fel. A felhalmozódásos formák eróziós alakzatokkal váltakoznak. Az utóbbiak közül a leglátványosabbat a hegylábfelszíneken legyalult, majd vízfolyásokkal kettéfűrészelt redőboltozatok (antiklinálisok) jelentik. Ezt a jelenséget *domborzatfordulatnak* (geomorfológiai inverziónak) nevezik, hiszen korábban az antiklinálisok hátakként emelkedtek ki környezetükből, jelenleg pedig ennek éppen az ellenkezője tapasztalható, vagyis eróziós völgyek futnak az egykori hátak tengelyében.

A Segre és hosszú nevű mellékvize, a Noguera Ribagorcana fél kilométer széles és több mint száz méter mély völgyet vágott a fiatal medenceüledékek felszínébe. A szabályozás előtt kanyargó, több ágra ágazó folyók hat teraszt alakítottak, különösen a magasabb helyzetűek alakja jellegzetes, felszínük tökéletesen sík, peremük határozott, meredek. A formák azért őrződhettek meg ilyen szépen, mert félig száraz éghajlati körülmények között a száraz évszakban a talajvíz felfelé vándorolt. Az üledékek mésztartalmát kioldotta és magával vitte a felszínre, ahol a víz elpárolgott, a mész pedig kéregként – amelyet calcrete-nek (kalkrét) neveznek – halmozódott fel.

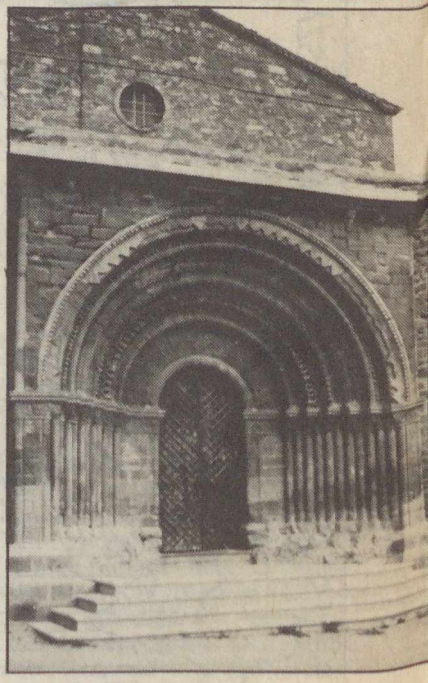
Erózió hatására feltárult redőboltozat a Pireneusok déli hegylábfelszínén

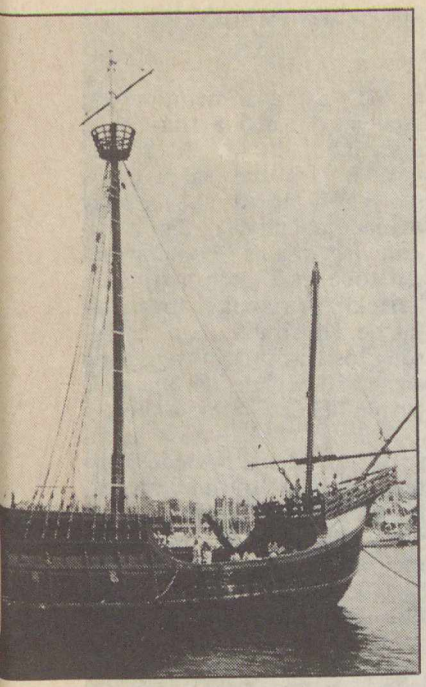




A montserrati kolostor a konglomerátum-piramisok tövében

A nemrég restaurált, 600 éves Miasszonyunk-templom Cubells falucskában, Lleida tartományban





Kolumbusz zászlós hajójának, a Santa Maríának másolata a barcelónai kikötőben

A Segre mandulakertekkel díszes síkságán a városnevek (Algerri, Alfarrás, Almenar) az arab hódítás emlékét őrzik. Közéjük tartozik Balaguer is, ahol a Segre vízszintje 1982 novemberében három nap alatt 550 cm-t emelkedett, és a közúti híd felett zúdult le. A jól megépített híd kisebb rongálódással ugyan, de kiállta az ár ostromát, a partvédő korlátot azonban el kellett távolítani, hogy utat engedjenek a vízen úszó farönköknek és egyéb növényi maradványoknak.

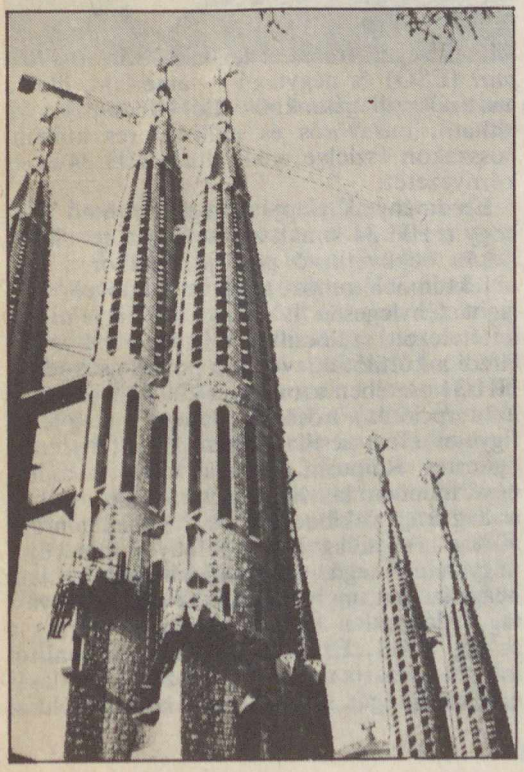
A Segre völgye Belső-Katalónia központjánál *Lleidánál* kiszélesedik. A 110 ezer lakosú városban kutatóintézet és múzeum emlékeztet a római múltra, amikor a települést Ilerda néven tartották számon (spanyol neve Lérida).

Újra északra fordulva feltűnik, hogy egyes kőzetrétegek szeszélyesen kimozdult állapotban találhatók. Már a folyóteraszok anyagában is láthatók különböző vetődések, a Pireneusok előhegységeinek lábánál pedig az is előfordul, hogy vékony homokkőrétegek teljesen függőlegesen helyezkednek el, és egy dombhát éles gerincét alkotják.

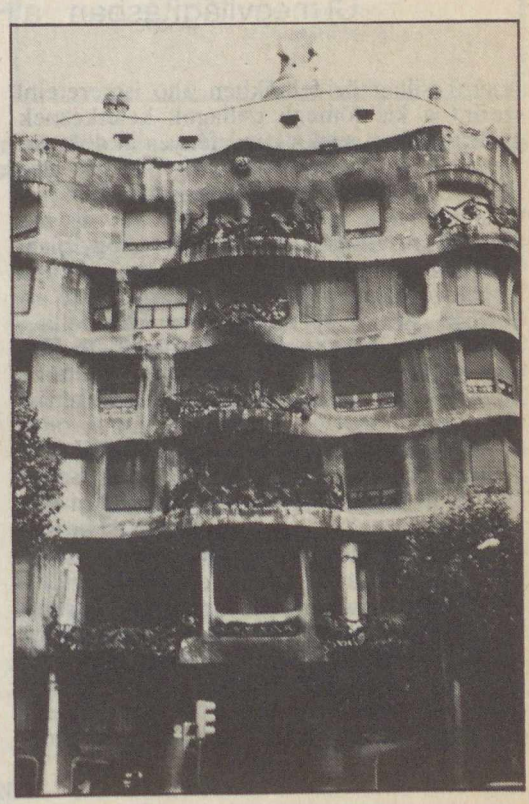
A Pireneusok lábánál

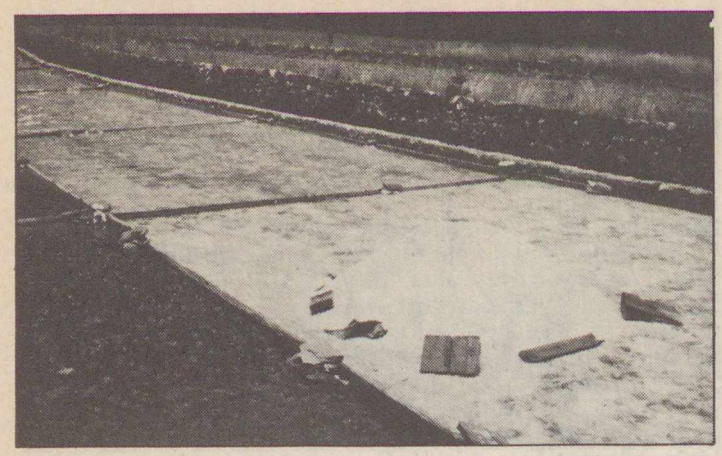
A Segre másik hosszú nevű mellékfolyóját, a Nogurea Pallaresát követve érjük el a *Pireneusok* lábát. A Pireneusoknak leginkább csak a francia—spanyol határt kijelölő, 3000-es csúcsokat hordozó vonulata épül fel magmás kőzetekből, a szegélyeken a homok- és mészkövek uralkodnak. Az alpi hegységképződéskor kiemelkedett hegységről két vastag takaróredő nyomult dél felé. A Noguera Pallaresa azért volt képes csaknem ezer méter mély szurdokkal átréselni az egyik takaró peremét, az 1688 m magas *Montsec-hegységet,*

A Szent Család-templom már 105 éve épül, de még ma sincs kész



Antoni Gaudí tervezte a barcelonai Milá-házat is





Sókert Gerri de la Salban

mert a vidéket a folyó kialakulásakor még oligocén kőzetköpeny fedte, és a felszín valószínűleg egyenletesen délre lejtett. Napjainkra a Montsec kréta—júra mészkőfala a felszínre került, és mint hatalmas várfal (szakszóval: kueszta) emelkedik keresztben a folyóvölgyre. Mögötte a Trempi-medencében létesített talarni víztárolóban 1500 m-es csúcsok tükröződnek. A törmelékben visszaduzzasztott talajvíz helyenként csuszamlásokat okozott. Gerri de la Sal helységben megfigyeltük, hogy a helyi lakosság hogyan hasznosítja azt a sómennyiséget, amelyet a folyó a triász végi márgákból kiold. A község neve is erre utal: sal = só. A szélárnyék miatt az alacsony csapadékmennyiség és a viszonylag magas hőmérséklet lehetővé teszi, hogy a vizet sókertekben (szalinákban) párolják be. Kiszáradás után egyszerűen összesöprik a régebben agyagos fenekű, de ma már betonból készülő teknőkben.

A Noguera Pallaresa forrását a Sant Maurici-Aigües Tortes Nemzeti Park mellett, festői várkastélyok között haladva, 2500 m tengerszint feletti magasságban találjuk. Természeti érdekességekben gazdag tájon jutottunk el a tengertől a csúcsokig.

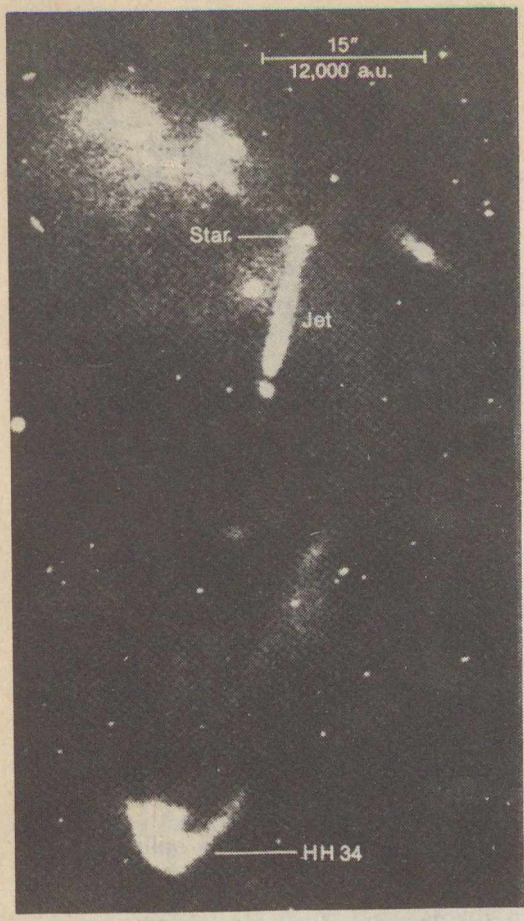
DR. LÓCZY DÉNES

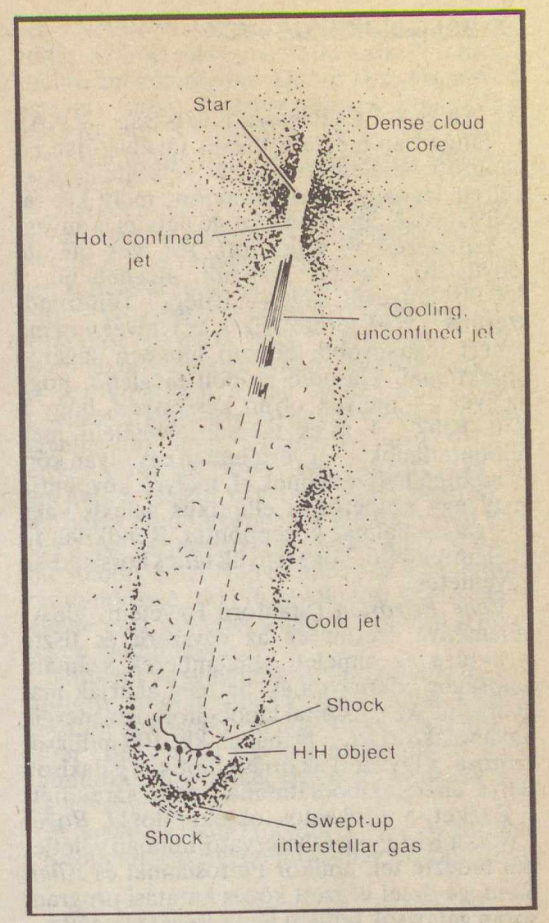
Új megvilágításban a Herbig—Haro objektumok

A sűrű csillagközi felhőkben, ahol ismereteink szerint a kis tömegű csillagok keletkeznek, gyakran kicsi, szokatlanul fényes ködök, ún. Herbig—Haro objektumok figyelhetők meg. Régebben az összehúzódás fázisában levő protocsillagoknak gondolták őket, de ma már általánosan elfogadott az a nézet, hogy olyan ködképződmények, melyeket valamivel távolabb levő, újonnan születő csillagok nagy sebességű gázkilövellése hoz létre. Ez az elképzelés az egyik legjobban megfigyelhető Herbig—Haro objektum közelmúltban történt behatású tanulmányozása során újabb megerősítést nyert.

Az Orion-ködtől 1°-ra délre levő *HH 34*-et *George Herbig* a Lick Obszervatóriumban 1974-ben fedezte fel. A felfedezés után csak 1982-ben vizsgálták újra, amikor az év decemberében az Európai Déli Obszervatórium — ESO — csillagászai hosszú expozíciójú CCD képeket készítettek a vidékről. Úgy találták, hogy a HH 34 egy keskeny jet végénél található, ez pedig egy fényes és sötét ködökben egyaránt bővelkedő vidékbe ágyazott halvány csillagból indul ki. Az ily módon hirtelen érdekessé vált objektum már kiterjedtebb észlelések végzésére is „érdemessé" vált. *Bo Reipurt* (ESO) és négytagú — amerikai, illetve ausztrál csillagászokból álló — csoportja a látható, infravörös és milliméteres hullámhosszakon észlelve analizálta a HH 34-et és környezetét.

Eredményeik alapján megállapítható volt, hogy a HH 34 annak az esetnek a rendkívül ritkán bekövetkező példája, amikor a HH objektumot létrehozó gázsugarat kilövellő csillagot ténylegesen is meg lehet figyelni. A feltételezett szülőcsillagot ugyanis többnyire elfedi a körülötte levő sűrű por és gázköd. A HH 34 esetében azonban a kb. 5 magnitúdós abszorpció és vörösödés ellenére is meg lehet figyelni a forráscsillagot mint 19-es fényrendű égitestet. Reipurth és társai szerint a csillag egyértelműen kis luminozitású fősorozatbeli csillag, energiakibocsátása a Napénak mintegy 50%-a. A csillag egy 0,3 fényév átmérőjű, négy naptömegű, sűrű molekulafelhőbe van beágyazódva, mely anyagának egy része vastag, átlátszatlan korong alakjában kering a csillag körül. Ez a képződmény egyenlítői irányban elzárja az erős csillagszél kiáramlásának lehetőségét, s így az csak a korong pólusai





Bal oldalon a HH 34-ről vörös fényben készült felvétel, míg a jobb oldalon a rendszer felépítése (bővebben lásd a szövegben!)

felé, keskeny, nagy sebességű gázsugarak — jetek — alakjában távozhat el. Az egyik ilyen jetet a Földről is meg lehet figyelni. A jet anyaga a csillagtól távolodva a felhőben kb. 300 km/s sebességgel halad s közben felmelegszik. Ennek oka feltehetően az, hogy a felhő turbulens mozgást végző részeinek határánál lökéshullámfrontok alakultak ki, melyek átmetszése energiát pumpál a jetbe. A sűrű felhőből kilépő gázáram már forró és fényes, s így láthatóvá válva kb. 0,2 fényévet tesz meg — ami égi vetületben jelen esetben 26"-nek felel meg — mielőtt a vizuális tartományban ismét a láthatatlanságig hűlne le. Ezt követően még további 0,5 fényévet tesz meg, mielőtt elérné azt a ködösséghalmazt, melyet HH 34 jelű objektumként tartunk nyilván. A Herbig—Haro objektumok azt a hullámfrontot rajzolják ki, ahol a nagy sebességű jet sűrű csillagközi porfelhőbe ütközik. Bár az elmúlt években a csillagászok többsége ezzel az elképzeléssel már egyetértett, abban továbbra sem volt nézetazonosság, hogy a HH típusú objektumokat milyen irányból is látjuk.

„A HH 34 annak az elképzelésnek nagyon is jól látható megnyilvánulása, mely szerint a lökéshullámfront távolodik a csillagtól — véli Reipurth csoportja — a köd alakja annyira szembeszökő, hogy más magyarázat szinte lehetetlennek tűnik."

Sky and Telescope, 1987. január alapján —
Papp János

Óriási galaktikus ívek

Az Amerikai Csillagászati Társaság — AAS — januárban megtartott éves találkozóján elhangzott bejelentések közül kétségtelenül az keltett legnagyobb érdeklődést, mely két távoli galaxishalmazban húzódó hatalmas anyagív felfedezéséről tudósított. Az ívek mérete lenyűgöző, hiszen hosszuk meghaladja a 300 000 fényévet, s így — elvileg — Tejútrendszerünket körbeérnék! Ezek az Univerzum ma ismert legnagyobb, látható fényben sugárzó objektumai. Hasonló módon meglepő, hogy az ívek — melyek olyan keskenyek, hogy a Kitt Peak-i 4 m-es távcső felvételein még felbontatlanok — egyértelműen egy olyan körív mentén helyezkednek el, melyek központja vagy egy szuperóriás elliptikus galaxis vagy egy galaxishalmaz középpontja. Rendkívül figyelemreméltó, hogy fényük teljes hosszukban egyenletes.

Vahe Petrosian (Stanford Egyetem, USA) véleménye szerint ez az egyszerű és tiszta struktúra az elméleti szakemberek számára valóságos lidércnyomás, ha meg akarják magyarázni. Az ívek által kibocsátott összenergia ugyancsak óriási, a Napénak kb. 100 milliárdszorosa, s így eléri az óriás elliptikus galaxisok teljes energiakibocsátásának nagyságrendjét!

Ezeket a titokzatos objektumokat *Roger Lynds* a Kitt Peak Obszervatóriumban véletlenül fedezte fel, amikor Petrosiannal és *Allan Sandage*-dzsel végzett közös kutatási program során galaxisok felületi fényességét vizsgálta.

Bár az ívek nyomait már több mint egy évtizeddel ezelőtt észlelték, az akkori adatok túlságosan bizonytalanok voltak ahhoz, hogy behatóbb tanulmányozásba lehetett volna kezdeni. A mai eredmények elérését az időközben kifejlesztett rendkívül érzékeny CCD-k megjelenése tette lehetővé.

Lynds szerint az alapvető kérdés, hogy az ívek hogyan maradhatnak teljesen ilyen geometriában több százezer fényéves távolságokon keresztül. Nem tudjuk azt sem megmagyarázni, hogy egy galaxishalmaz komplex gravitációs terében hogyan maradhatnak meg hosszabb ideig ilyen tökéletes alakú ívek!

A számba jöhető magyarázatok lehetőségeit eléggé beszűkíti az a tény, hogy az ívek rendkívül halványak, a jelenlegi érzékelők határtartományába esnek, s így színképet nem lehet felvenni róluk. Még összetételük is teljesen ismeretlen, s azt sem lehet megmondani, hogy gázból vagy csillagokból állnak-e? Egy közvetett következtetésre színindexük ad lehetőséget: mivel sokkal kékebbek, mint a velük kapcsolatban álló galaxisok, elképzelhető,



Óriási intergalaktikus ív az Aquariusban levő 2242—02 galaxishalmazban

hogy fiatal csillagokból állnak. Ezzel a magyarázattal azonban teljesen egyenértékűnek tekinthető az, mely szerint az ívek a bennük található erős mágneses térben relativisztikus sebességgel száguldó elektronok szinkrotronsugárzása révén világítanak úgy, ahogy a mechanizmus a Rák-köd esetén bizonyíthatóan — bár kisebb léptékben ugyan, de — működik.

Lynds és Petrosian véleménye az, hogy a most felfedezett ívek új és feltehetően gyakori jelenségei Univerzumunknak. A két ívet tartalmazó galaxishalmaz kb. 3 milliárd fényév távolságban van, s Petrosian nézete az, hogy nagyobb távolságokban az ívek a galaxishalmazok nagyon is közönséges és gyakori tagjai lehetnek. Bár az ívek létének magyarázatára felállított néhány elméletet, ma még egyik sem látszik teljességgel kielégítőnek. Mindegyikük olyan folyamatok lezajlását feltételezi ugyanis, melyek a nagy energiafelszabadulás és a tapasztalt hatalmas tömeg egyidejű magyarázatához igen valószínűtlen folyamatokat is feltételez. Egy, a megfigyelt galaxishalmazok közepe felé zuhanó galaxis az árapálykeltő erők hatására hosszan elnyújtottá válhat ugyan, de ez nem magyarázza meg az ívek sajátos geometriáját. Egy óriásgalaxisból kiinduló lökéshullámfront az intergalaktikus térség gázfelhőiből kialakíthat ugyan egy aránylag sűrű és világító héjat, vagy annak egy darabját, de a most észlelt képződmények nem héjjellegűek, hanem egy jól elhatárolható, kolbász alakú térséget töltenek ki. Ugyancsak valószínűtlen, hogy az ívek magyarázatához a választ a már korábban megfigyelt optikai jetek körül kell keresni. A legközelebbi hasonló objektum, a Virgo halmaz M 87-jének jetje méret- vagy energetikai összehasonlítás terén még a „jelentéktelen" jelzőt sem nagyon érdemelné ki. Az

utóbbi két elképzelés energetikai szempontból is rendkívüli kiindulópontot, 100 millió—1 milliárd szupernova egyidejű felrobbanását tételezné fel.

Kétségkívül szokatlan, de potenciálisan rendkívül fontos jelenséggel állunk szemben — jelentette ki az AAS találkozón Petrosian —, egyidejűleg az ívek két kozmológiai jellegű felhasználási lehetőségére is, ezek ugyanis egyrészt magyarázatot adhatnak az anyag nagy léptékű szálas szerkezetére a világegyetemben, másrészt lehetővé tehetik a kvazárokban és bizonyos aktív galaxisok magjában lezajló folyamatok eddiginél jobb megértését is.

Sky and Telescope, 1987. április alapján — Papp János

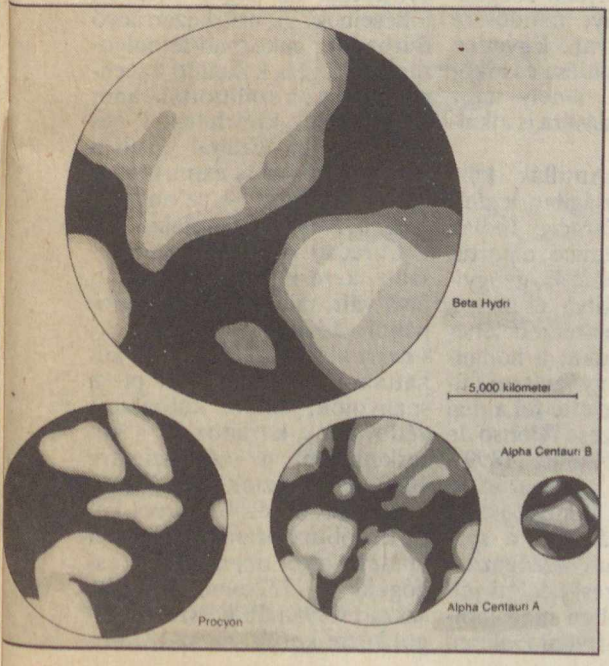
A csillaggranuláció

Jó légköri viszonyok mellett a Nap felszínén megfigyelhetjük az úgynevezett granulációs szerkezetet, a sötétebb vonalakkal határolt világos szemcsék finom hálózatát. A granulációs szerkezet a Nap mélyében zajló konvekciós, azaz anyagáramlással történő energiaszállítás megnyilvánulása a fotoszférában. Ahol a forró, felfelé áramló gáz a felszínre jut, ott figyelhetők meg a fényesebb területek, ahol viszont a kissé lehűlt anyag lefelé áramlik, ott a sötétebb vonalakat látjuk. Granulákat eddig kizárólag a Nap felszínén sikerült megfigyelni, ám nemrégiben *Dainis Dravins*, a svédországi *Lund Obszervatórium* munkatársa megkísérelte a lehetetlent: hét fényes csillag felszínén is kimutatta a granulációs szerkezet létezését.

Dravins a csillaggranulációnak a színképvonalak alakjára gyakorolt kicsiny hatását figyelte meg. A csillag fényének egy részét a granulákban felfelé áramló gáz sugározza ki, így ez a fény a Doppler-effektus következtében kékeltolódást szenved, míg a granulák közötti sötétebb területekről érkező fény színképében az azt kibocsátó anyag lefelé, azaz tőlünk távolodó áramlása miatt enyhe vöröseltolódást figyelhetünk meg. Tekintettel arra, hogy a fényes területek több fényt sugároznak ki, emellett a felszín nagyobb részét borítják, a két hatás eredőjeképpen a színképvonal profilja kissé aszimmetrikus lesz és a vonal a kék felé tolódik el. A Nap esetében ez a kékeltolódás mindössze 300 m/s távolodási sebességnek felelne meg, így csak a nagyfelbontású színképeken mutatható ki.

Színképi vizsgálatai alapján Dravins megállapította, hogy az általa vizsgált csillagok közül az αCen A hasonlított legjobban a Naphoz. A többi csillagnál is sikerült a granuláció jeleit kimutatnia, ám annak jellemzői eltérőek voltak a Napétól.

A továbbiakban Dravins és *Ake Nordlund*, a Koppenhágai Egyetemi Csillagvizsgáló munkatársa számítógéppel modellezték a csillagok belsejében végbemenő konvekciót, kiszámították az így keletkező színképvonalak alakját, majd ezt összehasonlították a megfigyelt vonalprofilokkal. Eredményük közül néhány az ábrán látható. A szerzők szerint a modellekből kapott vonalprofilok nagyon jól egyeznek a megfigyeltekkel, csupán az okoz kis eltérést, hogy egyes csillagokban erőteljesebbek a vízszintes áramlások, mint amilyenekkel a modell számolt.



Dravins és Nordlund modellszámításai kimutatták a granulációs szerkezet létezését más csillagokon is. Az azonos léptékkel ábrázolt képeken a világos foltok felelnek meg a granuláknak. A fősorozatbeli K1 típusú αCen B felszínén a granulák mérete csak néhány ezer kilométer, míg a βHydri G2 szubóriás granulái mintegy 10 000 kilométeres kiterjedésűek. A bemutatott ábrák pontosan azt a látványt nyújtják, amit a csillagokról készült közeli felvételeken látnánk (legalábbis ez a szerzők szilárd meggyőződése — a fordító megjegyzése).

Sky and Telescope, 1987. szeptember — B.E.

A széthulló Holland Antillák

Aligha maradt napjainkra a gyarmati múltból örökölt ziláltabb politikai formáció, mint a széteső Holland Antillák. 1986. január 1-jével a hat szigetből álló szigetcsoport ötre zsugorodott a második legjelentősebb gazdasági és politikai tényező, Aruba függetlenné válásával (FÉ 86/4/123.). A különleges földrajzi elhelyezkedésű Holland Antillák nagyobb és jelentősebb szigetei a dél-amerikai kontinens, közvetlenül Venezuela partjai előtt fekszenek, míg a kisebbek a távolabbi Kis-Antillák szigetívében helyezkednek el. Ez utóbbiak vulkanikus eredetűek s éghajlatuk sok esővel megáldott trópusi szavanna. Curaçao és Bonaire velük ellentétben szárazak és forróak, kevés és igen egyenetlen eloszlású csapadékkal (300—500 mm). Felszínük többnyire lapos, sztyeppés, helyenként kaktuszokkal borított félsivatagos. Nincsenek felszíni vízfolyásaik. A passzátszerű forgószelek a mezőgazdasági termelés amúgy is mostoha feltételeit tovább nehezítik. E mesterségesen létrejött politikai alakzat minden egyes tagjának külön története van.

Az egykori ABC-szigetekből csak Bonaire és Curaçao maradt meg az európai nemzet birtokában. *Bonaire*-t, amely Venezuelától 64, Curaçaótól 56 km-re fekszik, a legmostohább természeti viszonyok jellemzik. A szigetet — melyet egykori lakói, a caiquetio indiánok Uninorenek hívtak, s számos barlangját rajzokkal díszítették — 1499-ben Amerigo Vespucci fedezte fel, de gyarmatosítására csak 25 évvel később gondoltak. A hollandok 1636-ban telepedtek meg rajta, ahol kezdetben gabonát termesztettek, állattenyésztést folytattak és sót pároltak. Ez utóbbi vonzotta őket a kontinens előtti szigetekre. Már 1542-ben sót kerestek a venezuelai partvidéken. Ma is ez a sziget gazdaságának pillére. Bonaire körül egzotikus fürdőhelyek, színes korallcsodák sorakoznak. Háborítatlan vidékein 135 madárfaj él, közülük a legnépesebb a flamingók serege. A sziget déli részén fekvő sóágyakat kaktuszokkal tarkított síkság szegélyezi. Idegenforgalma szerény, mindössze négy szállodája van. Egyetlen jelentősebb települése és kikötője Kralendijk, amely nagy óceánjárók fogadására is alkalmas.

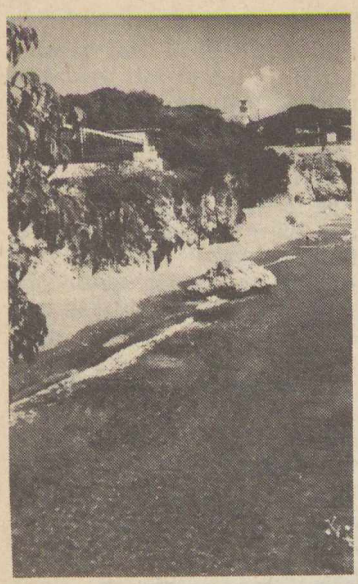
A Holland Antillák központja és gazdaságilag legfejlettebb szigete *Curaçao*. Indián eredetű neve, Curaco, a portugál curação (gondozás, gyógyítás) szóra hasonlítva, és mert a csatározásokban szerzett sebeket és fáradalmakat a hollandok ide jártak gyógyítani, illetve kipihenni, vette fel a mai alakját. Felfedezése Alonso de Ojeda nevéhez fűződik (1499). A holland gyarmatosítás (1634) abban különbözött az angoltól, franciától és a spanyoltól, hogy nem mezőgazdasági, hanem kereskedelmi jellegű volt. 1621-ben megalapították a Nyugat-Indiai Holland

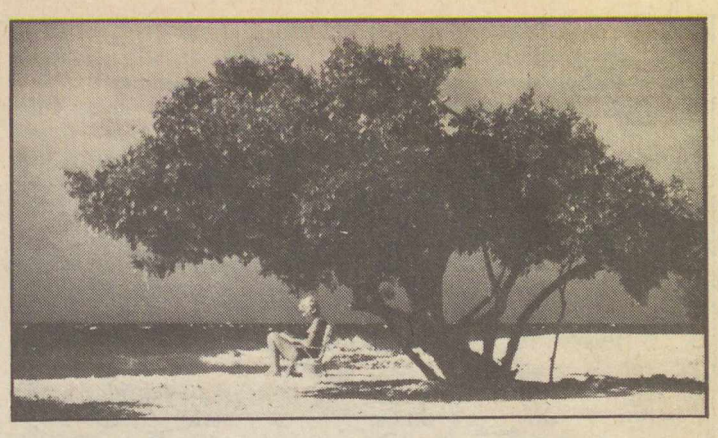


A turisták kedvéért és pénzéért népviseletbe öltözött curaçaóiak

Társaságot, amely kalózok és kereskedők társulásából jött létre. Két évvel később már 800 hajójuk volt a térségben, több, mint bárkinek. Pénzügyi, ipari, technikai segítséget nyújtottak az angol birtokok tőkéseinek. A brit kézen lévő Barbados cukornád-feldolgozásához a gépek mellett a technológiát is ők szállították, amit Brazíliában kísérleteztek és dolgoztak ki. Ezáltal javult a cukor minősége s exportképes lett — 1650-től — az anyaországba, Nagy-Britanniába.

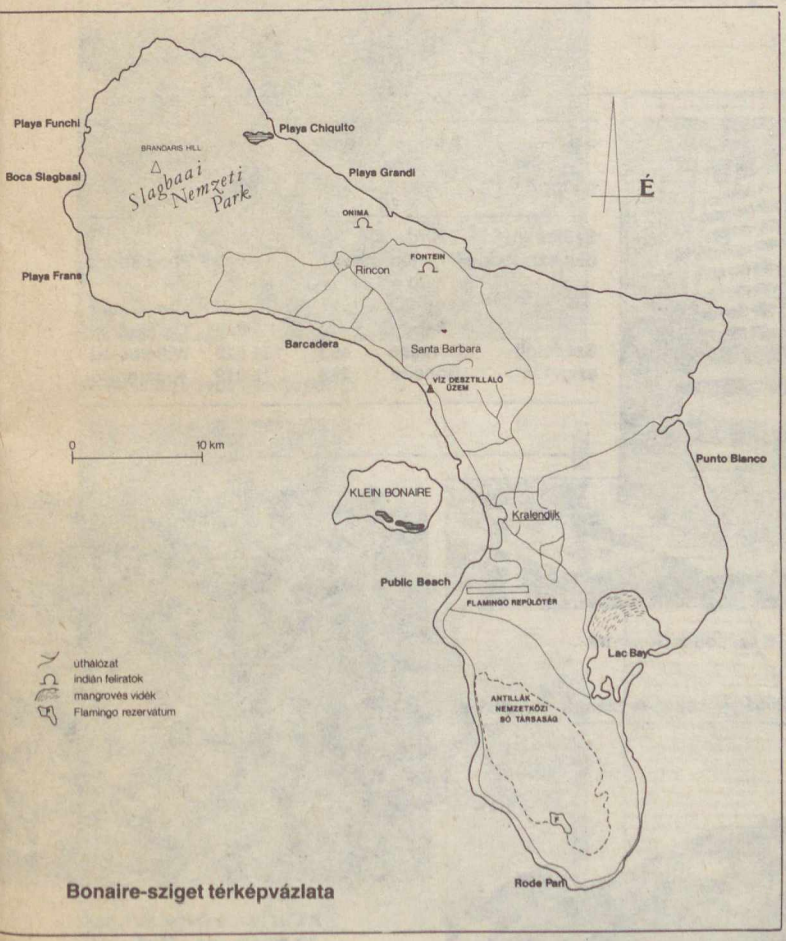
Curaçao a térség legfontosabb kereskedelmi központjává vált, mivel az áruk Európából vámmentesen érkeztek, s ezért alacsonyabb áron is adhattak túl rajtuk, mint pl. a spanyolok, akiket különböző védővámok korlátoztak a kereskedelemben. A szigetre 1659-ben érkeztek az első zsidó telepesek, a későbbi kreol kereskedőburzsoázia magja. Itt épült fel a kontinens első zsinagógája is 1732-ben. A XIX. század folyamán kétszer is angol kézre került, de az 1815-ös





Bonaire mint üdülőhely, igen drága, így csak kevés vendég keresi fel a divi-divi fákkal tarkított tenger partját

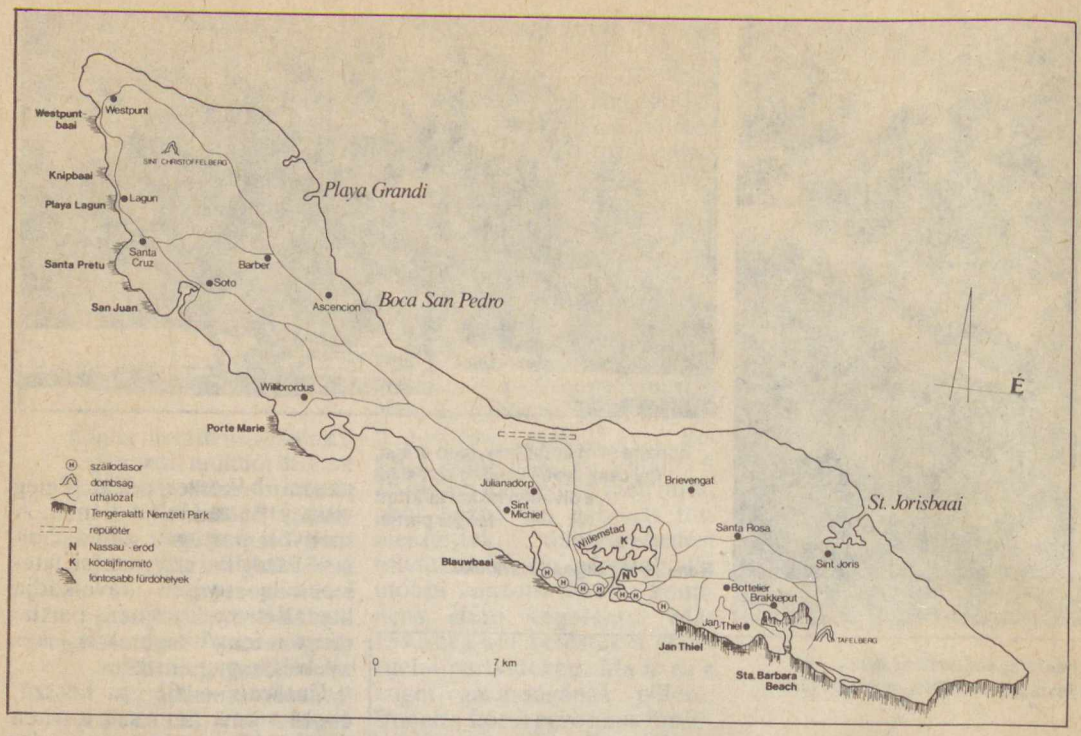
Bonaire zegzugos partvidéke



Bonaire-sziget térképvázlata

párizsi békeszerződés végleg visszajuttatta Hollandiának. A spanyol, portugál, angol, holland és afrikai származású letelepedők nyelvi kavalkádja hozta létre a kontinens partjai mentén fekvő szigetek érdekes nyelvét, a papiamentót.

Curaçao — 62 km hosszú, 4—14 km széles, enyhén dombvidékes sziget — gazdasági fellendülése 1915-ben kezdődött, a venezuelai kőolajmezők felfedezését követően. Az angol—holland konzorcium, a Royal Dutch Shell finomítót épített a szomszédos dél-amerikai ország kőolajának feldolgozására. E választás legfőbb okai: a földrajzi közelség, a politikai ellenőrizhetőség, a gazdaságilag függő helyzet és a jó kikötő voltak. Felépítették a világ egyik legnagyobb kőolaj-finomítóját, amely napi 350 ezer hordó olajat dolgozott fel. Tulajdonosa ezt készült bezárni 1985-ben, gazdaságossági okokra hivatkozva. A helyi kormány a sziget fő gazdasági forrását jelentő finomítót államosítani kényszerült, miután a venezuelai kormány ígéretet tett a szükséges kőolajmennyiség exportjára. A finomítás mellett a turizmusból ered a bevételek jelentős része. Vámmentes kikötőjét a kontinensről nagyszámú bevásárló turista keresi fel. Itt működik a világ legnagyobb „ivóvízgyára" évi 16 ezer m^3-es kapacitás-



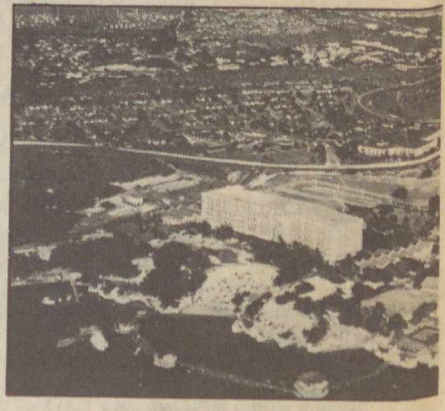


A Curaçao Plaza Hotel egyike a jól kiépített szállodahálózatnak

Sziget-csoport	A sziget neve	Terület km²	Népesség (fő)	Székhelye
Szélcsendes-szigetek	Sint Maarten	37	18 229	Philipsburg
	Sint Eustatius	21	1 640	Oranjestad
	Saba	13	1 029	The Bottom
Szélfelőli-szigetek	Curaçao	453	165 526	Willemstad
	Bonaire	288	10 012	Kralendijk
		812	196 436	



A déli szigetvilág jelképének számító divi-divi fák



A Concorde Curaçao Hotel tíz percre van a fővárostól

sal. Földjéből foszfátot és ként bányásznak, amelyre műtrágya gyártását alapozták.

Jó időben a szigetről látni lehet a venezuelai partokat és az Andok néhány csúcsát. Különleges látnivalói közé tartozik a Tengeri Akvárium, amelybe a tengervíz szállítja a planktonokat, valamint a 20 km hosszú tenger alatti nemzeti park a sziget délkeleti részén.

Szélcsendes-szigetek

A távoli, egykoron karib indiánok lakta szigetcsoport központja *Sint Maarten*, székhelye Philipsburg (FÉ 86/11/346). Fő bevételi forrásuk az idegenforgalom, amely szinte kizárólag e szigetre koncentrálódik.

Sint Eustatiust, vagy népszerűbb nevén Statiat, két kialudt kopár vulkán építi fel. 1493-ban Kolombusz fedezte fel, de az első holland telepesek csak 1636-ban jelentek meg. A francia—angol—holland versengésből a kis európai nemzet került ki győztesen. 1650 és 1816 között 22-szer cserélt gazdát, s ezzel a rekorddal a Karib-térségben első. Sint Eustatius a rabszolga-kereskedelem egyik fontos központja volt. Virágzó gazdaságát jelzi az is, hogy 1797-ben a mai költségvetésénél tízszer többet jövedelmezett. Az „élő áru" mellett itt volt a térség legnagyobb fegyverkereskedelmi központja is. Fontosságát bizonyítja az a 16 erődből álló rendszer, amely körbefogta és védte a szigetet. A rabszolgákat — ha csak átmenetileg is tartózkodtak a szigeten — élelmezni is kellett, ami mezőgazdaságát is fellendítette. Szinte minden talpalatnyi földet hasznosítottak: kávét, dohányt, indigót, gyapotot és élelmiszernövényeket termesztettek. Az Arany Sziklának is nevezett Statia fővárosa, Oranjestad, raktárváros volt. Történelmi tény, hogy elsőként ismerte el az új amerikai zászlót 1776-ban. Az angolok megtorlásként 1781-ben Rodney admirális vezetésével elfoglalták a szi-

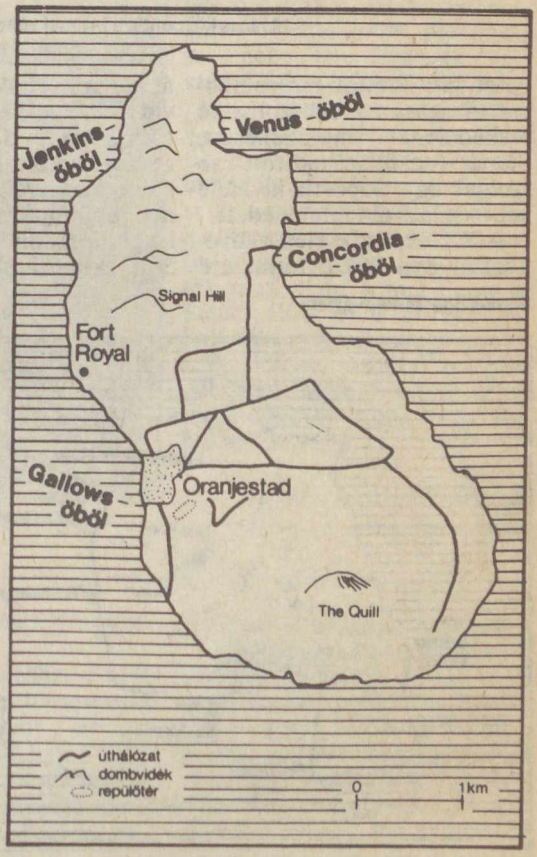


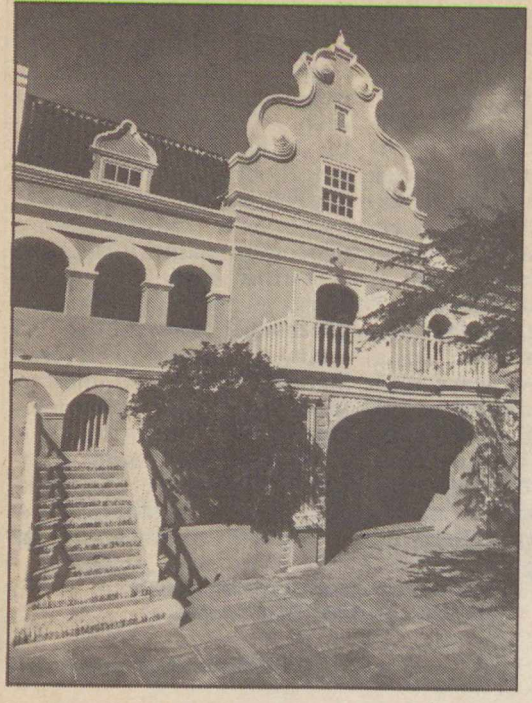
Amszterdam jellegzetességeit magán viselő Willemstad, a gazdasági élet központja

Willemstad bevásárlóközpontja



Sint Eustatius-sziget térképvázlata





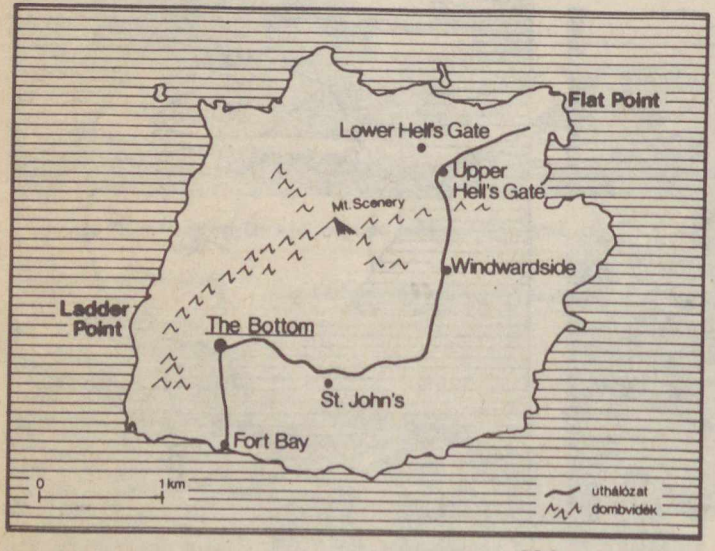


A főváros központja a trópusi változatú holland építészet remekeinek

getet, kifosztották és lerombolták fővárosát. A rabszolga-kereskedelem megszűnésével Statia — a felszabadított rabszolgák egy csoportja kivételével — szinte elnéptelenedett.

A XX. század elején a kávé-, a szizál- és a dohánytermesztés átmenetileg fellendült, de a rövid fellángolást tartós visszaesés követte. Jelenleg az idegenforgalom fejlesztésén munkálkodnak. Mindössze félórányi repülőút választja el a fő idegenforgalmi központjuktól, Sint Maartentől. Látnivalói közül kiemelkedik az Oranje erőd és a főváros közelében levő Fehér Fal, amelyre a híres Rio de Janeiro-i kötélpálya kicsinyített másán lehet feljutni, s ahonnan tiszta időben ellátni Saint Kitts és Saba szigetekre. Statia fő bevételi forrása egye-

Saba-sziget térképvázlata



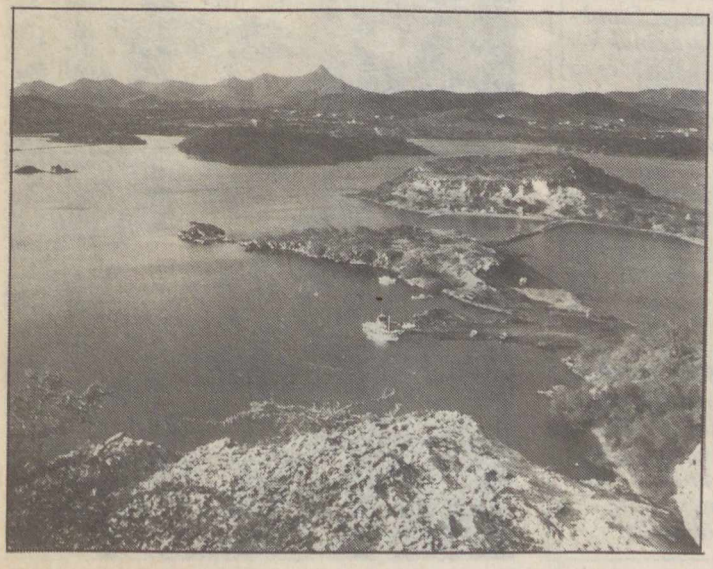
A „lebegő — vízi — piac", ahol elsősorban a venezuelai eredetű termékek találnak új gazdára





A nemzetközi vérkeringésbe bekapcsolódó híres kikötő

A St. Christoffel Nemzeti Park, háttérben a sziget legmagasabb hegycsúcsa, a 375 m magas St. Christoffel



lőre a mezőgazdaságból származik. Édesburgonyát és jamgyökeret exportál a nagyobb holland szigetekre.

Sint Eustatius és Saba között egy apró szigetcsoport húzódik, a „neve nincs" szigetek, melyek valaha védelmi funkciót láttak el. Az itt emelt két erődítmény ágyúi felügyeltek a rabszolga-kereskedelem zavartalanságára.

Saba a legkisebb sziget, melyet a „Karib-tenger érintetlen királynőjének" neveznek. Érdekessége, hogy az egész sziget egyetlen, 884 méter magas vulkán, amely hirtelen emelkedik ki a tengerből, s nincs egyetlen hagyományos tengerparti fürdőhelye sem. 1690-ben lakói kőzáporral verték vissza a francia inváziót. 1850-ig virágzott mezőgazdasága (indigó, cukornád). Lakói ma csak némi földműveléssel, halászattal és kézimunkával foglalkoznak. Idegenforgalma — évi ötezer látogató – jelentéktelen. Mindössze négy településének kisszámú lakói szigetük felvirágzását a part menti olajlelőhelyek kiaknázásában remélhetik. E nyugodt sziget a történelem viharaiból többnyire kimaradt, s nem vonzotta sohasem a környező szigetek soknemzetiségű népességét. Így őrizhették meg mind a mai napig a Sabán élők fehér bőrüket és holland anyanyelvüket.

A Holland Antillák e tarka világának legfontosabb összetartó ereje és közös vonása a holland korona.

DR. KÉRI ANDRÁS

ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐK FIGYELMÉBE AJÁNLJUK!

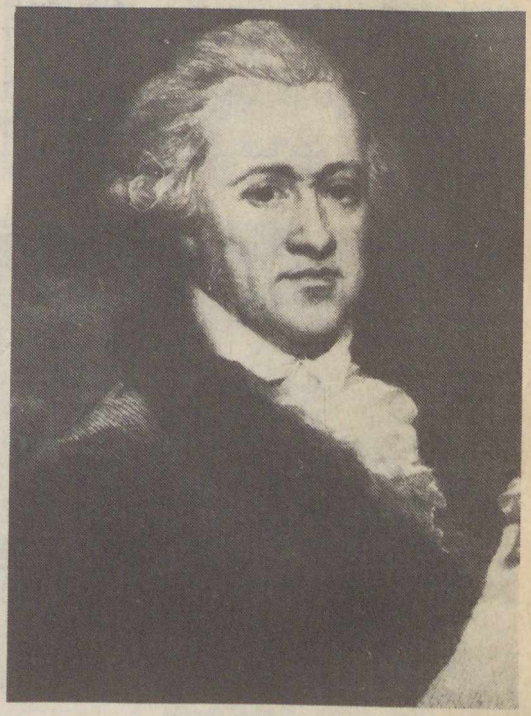
Biharugra: 1988. június 4-én felavatták a 95 éve itt született Szabó Pál népi író bronz mellszobrát, Kiss György alkotását;

Budapest: a Gellért Szálló 1988 júniusában harmadszor nyerte el a Szent Fortuna-rendet. Ezt 1868-ban Párizsban alapították, általában humánus célokból, közöttük — a Franciaországban jellemző — célszerű gasztronómiai tevékenység előmozdítására. Ebben a nemzetközi kitüntetésben eddig hazánkban a *lajosmizsei Tanya csárda*, a *badacsonyi Halászkert* és az *Egri Borgazdaság* részesült.

Német zenészből angol csillagász

250 éve született William Herschel

Jóllehet a XVIII. század vége és a XIX. század eleje sok kiváló csillagászt mondhat magáénak, mégis minden szempontból kiemelkedik közülük a német származású angol csillagász, William Herschel, aki 250 évvel ezelőtt, 1738. november 15-én Hannoverben, Friedrich Wilhelm Herschel néven látta meg a napvilágot.
Sivár életrajzi adatok helyett álljon itt néhány olyan tény, amelyek csillagásszá válásának mérföldkövei voltak. Zenészként kezdi pályafutását. Miután 15 éves korában kivándorol Angliába, ott kottát másol, később karmesterként működik, zenél és zenét szerez. Amikor zenészként biztos állásba kerül, mint Bath város templomának orgonistája, akkor lehetősége nyílik arra, hogy teljes egészében és a szó igazi értelmében amatőrként a tudományok iránti érdeklődését is kielégítse. Ebben elsősorban három könyv volt a segítségére, Ferguson Asztronómiája, valamint Robert Smithnek, a Cambridge-i Egyetem csillagászprofesszorának két munkája a zenei harmóniák fizikájáról és az optikáról. Utóbbi alapján saját maga is megpróbálkozik távcsövek építésével, rendszeres megfigyeléseket kezd, majd többéves munka után egy váratlan, de világraszóló felfedezés révén elismert csillagász lesz.
Zenészi pályája fokozatosan véget ér, immár egész életét a csillagászat tölti ki. III. György király udvari csillagászává nevezi ki, így idejének nagy részét a távcső mellett tölti, számos alapvető megfigyeléssel és felfedezéssel gazdagítva a csillagászat történetét. Sokoldalú munkásságát három fő terület köré csoportosíthatjuk. Ügyes kezű mesteremberként saját maga építette távcsöveit, kitartó szorgalmú megfigyelőként óriási mennyiségű adatot gyűjtött össze, végül elméleti csillagászként megpróbálta megmagyarázni, értelmezni, mi is az, amit a távcsőben lát.



A távcsőépítő

Új és nagyszerű felfedezések általában akkor születtek a csillagászatban, amikor valamilyen új megfigyelési technika elterjedt. Herschel esetében ez az alapvető fontosságú fejlemény az volt, hogy a korábbiaknál nagyobb, jobb minőségű és jól használható tükrös távcsöveket készített.

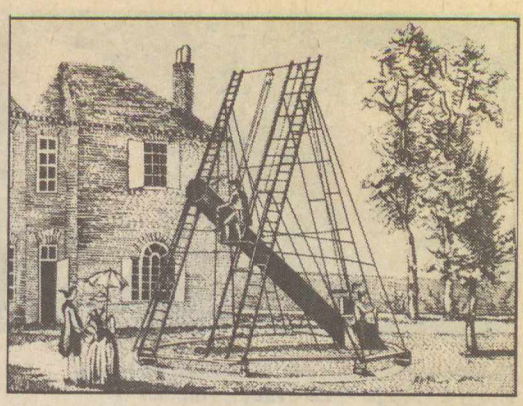
Első, bronzból, pontosabban a réz és az ón tükörfémnek nevezett ötvözetéből készült távcsőtükreit 1773-ban csiszolta, miután szomszédjától megvásárolta annak tükörcsiszoló berendezéseit és félig kész tükreit. A mesterség fortélyait kizárólag Smith Optikája alapján, könyvből sajátította el. 1774-ben elkészült első jelentősebb műszere, a 165 cm gyújtótávolságú távcső. Két évvel később a „kis" 6 méterest készítette el. Természetesen a tükörnek nem az átmérője, hanem a fókusztávolsága volt 6 méter, átmérője 30 cm volt. Herschel eltökéltségére és kitartására jellemző,

hogy amikor a helyi öntőműhelyek már nem tudtak elegendően nagy méretű bronzkorongot önteni a számára, akkor háza pincéjében kialakította *saját öntőműhelyét*. Tette ezt annak ellenére, hogy a fémöntés egyáltalán nem volt veszélytelen munka, mint arról húga, Caroline naplójából értesülhetünk. 1783-ra elkészült a „nagy" 6 méteres gyújtótávolságú, 45 cm tükörátmérőjű műszer. Megfigyelőmunkája során mindvégig ez maradt a főműszere.

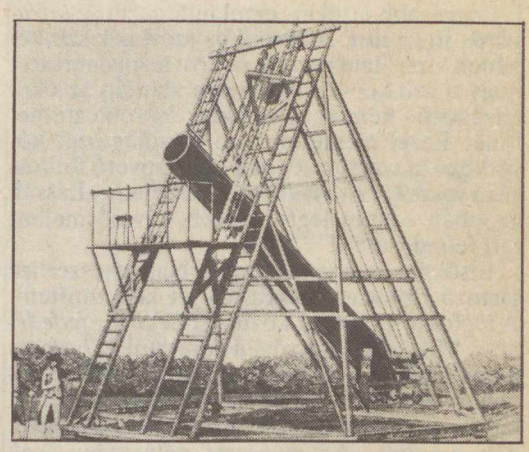
Roppant erőfeszítések árán, a királytól kapott 4000 font felhasználásával megépítette élete és kora legnagyobb műszerét, az 1,22 méter átmérőjű és 12 méter fókusztávolságú nagy távcsövét. *Ez a műszer elismerten a XVIII. század egyik technikai csodája volt*, ám a gyakorlati élet próbáját nem állta ki: túl nehézkesnek és kényelmetlenül használhatónak bizonyult. Ebben az esetben tehát a mindenáron mindenki másénál nagyobbra épített távcső nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket – örök tanulságul a későbbi évszázadok távcsőépítőinek...

Kortársait azonban bámulatba ejtették a nagy távcsövek. Erre enged következtetni az a magyar vonatkozású adalék is, mely szerint *Hell Miksa* 1789-ben három új csillagképet javasolt. Az egyiket a Herschelt pártfogoló III. György király tiszteletére György hárfájának nevezte, míg a másik kettő a Herschel nagy messzelátója, illetve a Herschel kis messzelátója nevet viselte volna.

Röviden érdemes megemlíteni távcsöveinek sajátos szerelési módját is. Az *azimutális szerelésű távcsövek* egész állványzatukkal együtt körbefordíthatóak voltak, míg a magasság állítását úgy biztosította, hogy az állványzat tetején lévő vízszintes rúdhoz csigákkal és kötelekkel erősítette hozzá távcsövét. Okulárjait is maga készítette, amelyeket a távcső belépőnyílásának széléhez erősített, hogy a még ma is Herschel-rendszerűnek nevezett távcsőben a tubus belépőnyílásának pereménél a primer fókuszban keletkező képet közvetlenül tanulmányozhassa. Érdekes megjegyezni, hogy alkalmanként irreálisan nagy nagyításokat használt, egy esetben például 5400-szoros nagyításról ír.

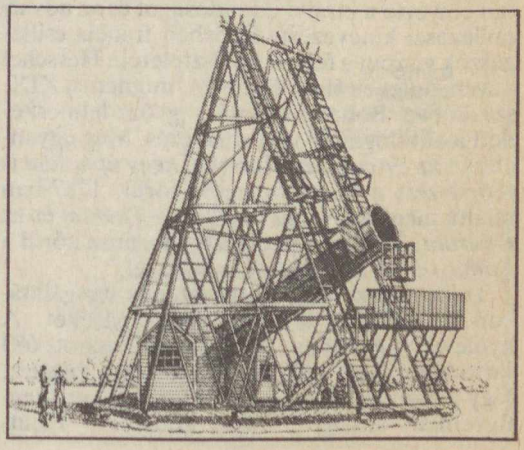


A kisebb, 6 méteres gyújtótávolságú távcső főtükre 30 cm átmérőjű volt, ez volt 1776-ig elkészített három távcsöve közül a legnagyobb



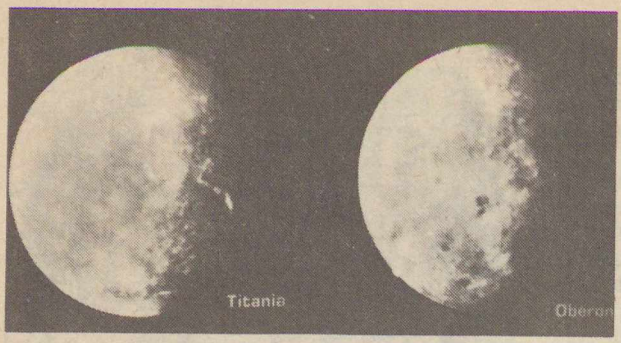
A nagy, 6 méteres távcső 1783-ban készült el, főtükrének átmérője 45 cm volt

Korának óriástávcsöve volt a 122 cm tükörátmérőjű, 12 méter fókusztávolságú monstrum. Mindhárom távcsőnél megfigyelhető a jellegzetes azimutális szerelési mód

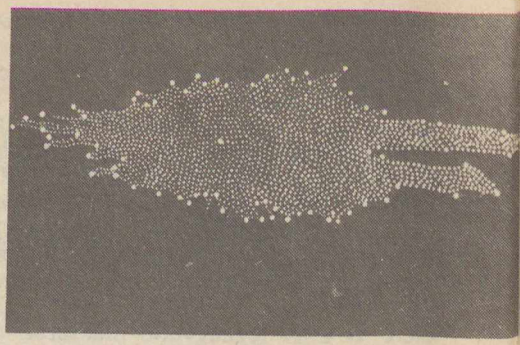


A megfigyelő

Több időt töltött el a távcső mellett, mint bárki más a csillagászat történetében. Mégis, először két olyan, a csillagászat későbbi fejlődését illetően fontos felfedezését kell megemlíteni, amelyekhez nem volt szüksége távcsőre. Miközben a Nap színképének különböző részeit hőmérővel vizsgálta, észrevette, hogy a hőmérők a színkép vörös végén túl mutatják a



Az Uránusz Herschel által fölfedezett két holdja, ahogy a Voyager–2 két évszázad múltán lefényképezte őket



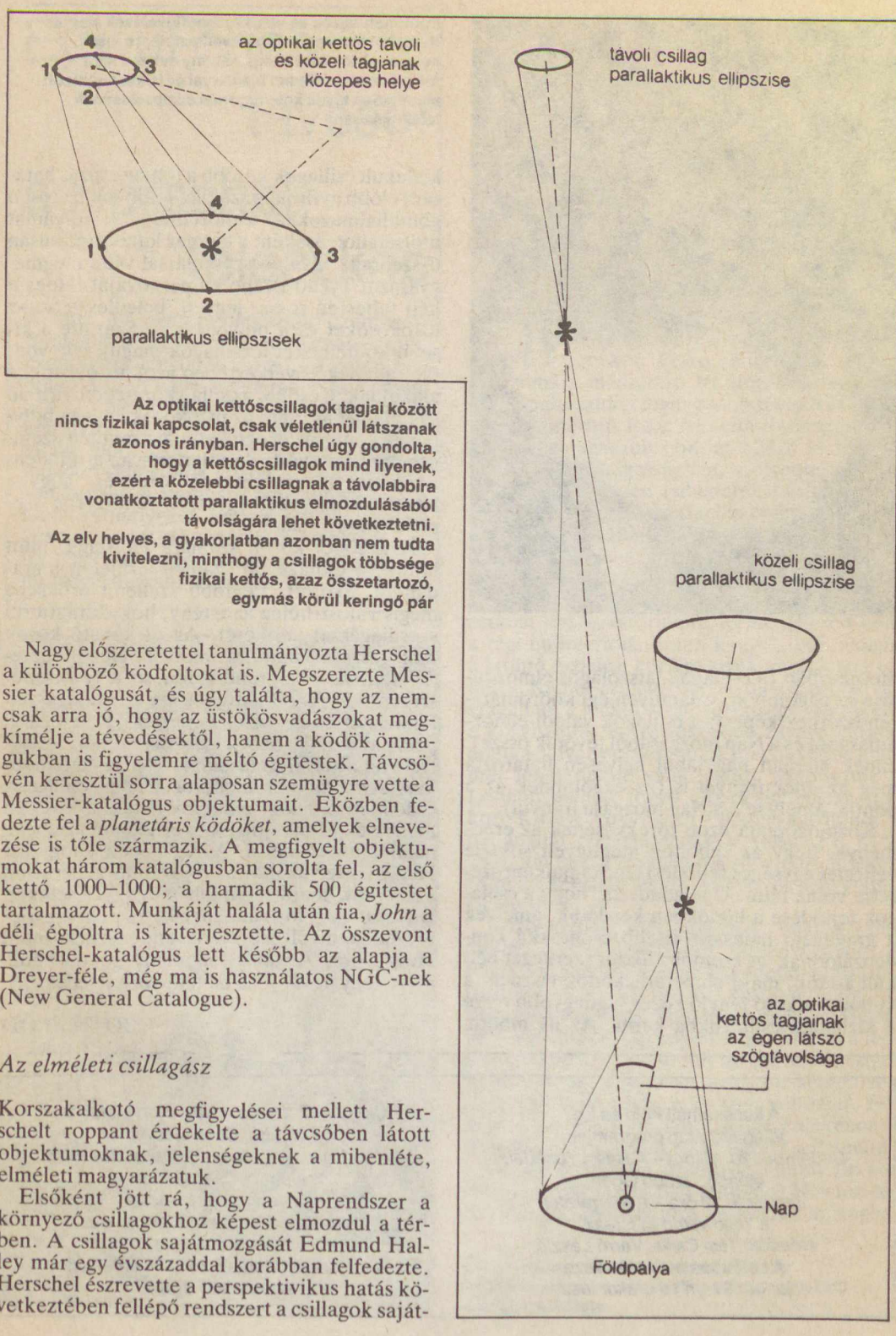
Ilyennek gondolta Herschel csillagszámlálásai alapján a Tejútrendszer alakját. A jobb oldali mély betüremkedés a fősíkban lévő csillagközi gáz és por fényelnyelő hatásának tulajdonítható. Erről a jelenségről Herschel semmit sem tudhatott, ezért joggal gondolta, hogy ebben az irányban azért lát kevesebb csillagot, mert errefelé kisebb a rendszer kiterjedése

legmagasabb értéket, ezzel felfedezte az *infravörös sugárzást*. A lángokba szórt sók színképének vizsgálata vezette őt arra a felismerésre, hogy a színképvonalak helye alapján az őket létrehozó kémiai elemekre következtethetünk. Ezzel megteremtette a csillagászat következő két évszázadában oly alapvető fontosságú *színképelemzés* elvi alapjait. Lássuk azonban ezután legfontosabb, távcső mellett tett felfedezéseit!

Elsőként mindenképpen a Naprendszerhez tartozó égitestek megfigyelését kell említeni. A legfontosabb ezek közül: *az Uránusz felfedezése*. Miközben távcsövén keresztül 227-szeres nagyítással a H Geminorum környékét pásztázta, véletlenül bukkant az égitestre, amelyet látványa alapján először csóva nélküli üstökösnek gondolt. Az elvégzett pályaszámítások alapján azonban hamarosan bebizonyosodott, hogy 1781. március 13-án Herschel új bolygót fedezett föl, méghozzá az antik idők óta az elsőt. Az égitestet először az angol király tiszteletére György Csillagának (Georgium Sidus) nevezte. Ennek eredményeképp hamarosan elnyerte a királyi járandóságot és az udvari csillagászi kinevezést. Eközben francia csillagászok viszont a felfedező tiszteletére Herschel néven emlegették az égitestet, mígnem a XIX. században Bode javaslatára győzedelmeskedett a mitológiából vett elnevezés. Még ugyanebben az évtizedben Herschel *négy új holdat* is felfedezett a külső bolygók körül, 1787-ben találta meg az Uránusz mellett a *Titániát* és az *Oberont*, 1789-ben pedig a Szaturnusz körül a *Mimast* és az *Enceladust* fedezte fel.

Tejútrendszerünk szerkezetének vizsgálatában is Herschel tette az első lépéseket. A nyolcvanas években az égbolt kiválasztott 683 tartományában *csillagszámlálásokat* végzett. Úgy gondolta, hogy az egyes területeken megfigyelhető csillagok száma arányos a Tejútrendszer adott irányban mérhető kiterjedésével, vagyis első lépésként – logikusan – azt tételezte fel, hogy *Tejútrendszerünket* egyenletesen töltik ki a csillagok. Páratlan szorgalommal és kitartással végzett munkája eredményeképpen nemcsak a rendszer *alakját* tudta felvázolni, hanem megbecsülte annak *lapultságát* is, amelyre a ma elfogadotthoz meglepően közeli értéket kapott. Elgondolása elvben zseniális, az eredmény ennek ellenére hibás, a Tejútrendszer lapultságára Herschel által levezetett érték is csak véletlenül egyezik a tényleges lapultsággal. Természetesen nem róhatjuk fel Herschel hibájául, hogy nem tudott a Tejútrendszer fősíkjában koncentrálódó por és gáz fényelnyelő hatásáról, valamint arról, hogy legnagyobb távcsövével is csak a Tejútrendszer kis részét látta be.

Legkedvesebb megfigyelési területe azonban élete végéig a *kettőscsillagok* és a *ködfoltok* világa maradt. Munkája során 848 kettőscsillagot figyelt meg és katalogizált. Úgy vélte, hogy segítségükkel meg lehetne mérni a csillagok távolságát. Az ötlet ismét kitűnő, hiszen optikai kettősök segítségével a közelebbi csillag parallaktikus elmozdulását a sokkal távolabbi párjához képest akkor is meg lehet elegendően pontosan mérni, ha a pozíciómérés abszolút pontossága gyenge. Az ilyen csillagpárok azonban meglehetősen ritkák, így a csillagok távolságának megmérésére még néhány évtizedet várni kellett. Ehelyett azonban Herschel *felfedezte a fizikai kettős rendszereket*, amelyek csillagai közös tömegközéppontjuk körül keringenek. A felfedezés világnézeti jelentősége óriási volt, hiszen Newton gravitációs törvényének az egyetemességére szolgáltatott bizonyítékot.



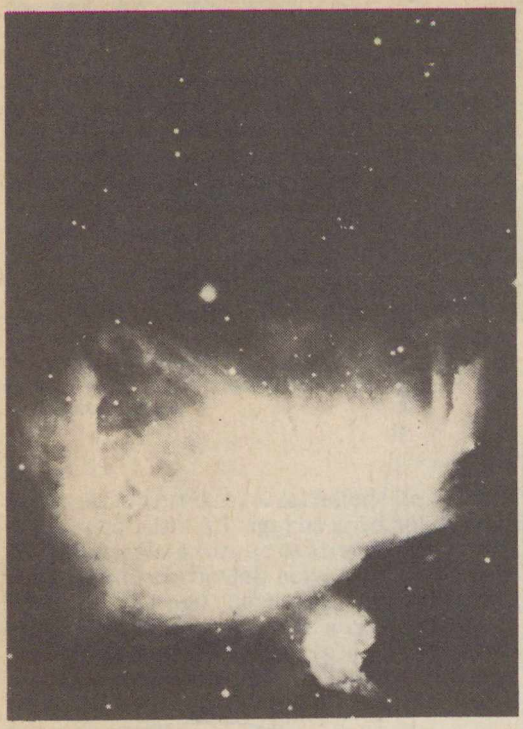
Az optikai kettőscsillagok tagjai között nincs fizikai kapcsolat, csak véletlenül látszanak azonos irányban. Herschel úgy gondolta, hogy a kettőscsillagok mind ilyenek, ezért a közelebbi csillagnak a távolabbira vonatkoztatott parallaktikus elmozdulásából távolságára lehet következtetni. Az elv helyes, a gyakorlatban azonban nem tudta kivitelezni, minthogy a csillagok többsége fizikai kettős, azaz összetartozó, egymás körül keringő pár

Nagy előszeretettel tanulmányozta Herschel a különböző ködfoltokat is. Megszerezte Messier katalógusát, és úgy találta, hogy az nemcsak arra jó, hogy az üstökösvadászokat megkímélje a tévedésektől, hanem a ködök önmagukban is figyelemre méltó égitestek. Távcsövén keresztül sorra alaposan szemügyre vette a Messier-katalógus objektumait. Eközben fedezte fel a *planetáris ködöket*, amelyek elnevezése is tőle származik. A megfigyelt objektumokat három katalógusban sorolta fel, az első kettő 1000–1000; a harmadik 500 égitestet tartalmazott. Munkáját halála után fia, *John* a déli égboltra is kiterjesztette. Az összevont Herschel-katalógus lett később az alapja a Dreyer-féle, még ma is használatos NGC-nek (New General Catalogue).

Az elméleti csillagász

Korszakalkotó megfigyelései mellett Herschelt roppant érdekelte a távcsőben látott objektumoknak, jelenségeknek a mibenléte, elméleti magyarázatuk.

Elsőként jött rá, hogy a Naprendszer a környező csillagokhoz képest elmozdul a térben. A csillagok sajátmozgását Edmund Halley már egy évszázaddal korábban felfedezte. Herschel észrevette a perspektivikus hatás következtében fellépő rendszert a csillagok saját-



Pontatlan rajzok és vizuális megfigyelések alapján Herschel tévesen arra a következtetésre jutott, hogy az Orion-köd alakja néhány évtized alatt megváltozott. Minden bizonnyal ez is közrejátszott alapvetően téves kozmogóniai elképzelésének felállításában

mozgásában (a csillagok látszólagos elmozdulása az éggömbön, valamilyen égi koordinátarendszerhez képest; a csillagok valódi elmozdulásából és a Nap mozgásából tevődik össze), ennek alapján nagyjából helyesen határozta meg az *apex irányát* is (az éggömbnek az a pontja, amely felé a Nap mozgása irányul).

Kozmogóniája azon törekvésének az eredménye, hogy az égbolton megfigyelt sokféle égitestet egységes fejlődési lánc tagjaiként szerette volna látni. Úgy gondolta, hogy a csillagok fejlődése a ködökben kezdődik, amelyek a gravitáció hatására kisebb csomókká kondenzálódnak. A csomók először szerkezet nélküli ködök, majd planetáris ködök lesznek, a ködöket alkotó fénylő közeg legnagyobb része a kialakuló csillagokba kerül. Az ily módon kialakult csillagok később a tömegvonzás hatására előbb nyílthalmazokká, majd fokozatosan gömbhalmazokká tömörülnek. A folyamat utolsó állomásaként a halmaz kataklizmikusan összeomlik, ilyen összeomlással vélte megmagyarázni Tycho Brahe szupernováját. Hogy a kép teljes(en rossz) legyen, beleillesztette az üstökösöket és a bolygókat is. Szerinte a kisebb ködfelhőket a csillagok maguk felé vonják, aminek következtében azok üstökösökké alakulnak. Később, a csillag közelében történő sok elhaladás után, az üstökösök anyaga bolygókká tömörül. Kozmogóniája minden szempontból naiv volt, de áthatotta az a mindenképp nagyra értékelendő törekvés, hogy a látott jelenségeket egységes rendszerbe szerette volna foglalni.

A későbbi korok számára Herschel, mint láttuk, a csillagászat számos területén maradandót alkotott. Legfőbb szellemi öröksége mégis valószínűleg az a tény, hogy kitágította a csillagászat látókörét. Az őt követő korok csillagászai számára, szemben az előző évezredekkel, már a Naprendszeren, sőt a Tejútrendszeren kívüli objektumok is a csillagászati kutatás szerves részét képezték. Befejezésül pedig idézzünk abból a gyászbeszédből, amelyet Herschel sírjánál a híres francia matematikus, *Jean Fourier* méltatta a nagy csillagász érdemeit: „A nagy emberek hatása a jövőben tovább él. Munkájuk teljes értékét nem lehet a halálukkor felmérni. Az ég képét, ahogy azt Herschel felvázolta, az eljövendő generációk összevetik majd legújabb megfigyeléseikkel. Biztosan meg fog változni e kép néhány részlete, de a távoli korok is emlékeznek majd Herschelre. A hálás tudomány gondoskodik róla, hogy nevét soha ne fedje el a feledés."

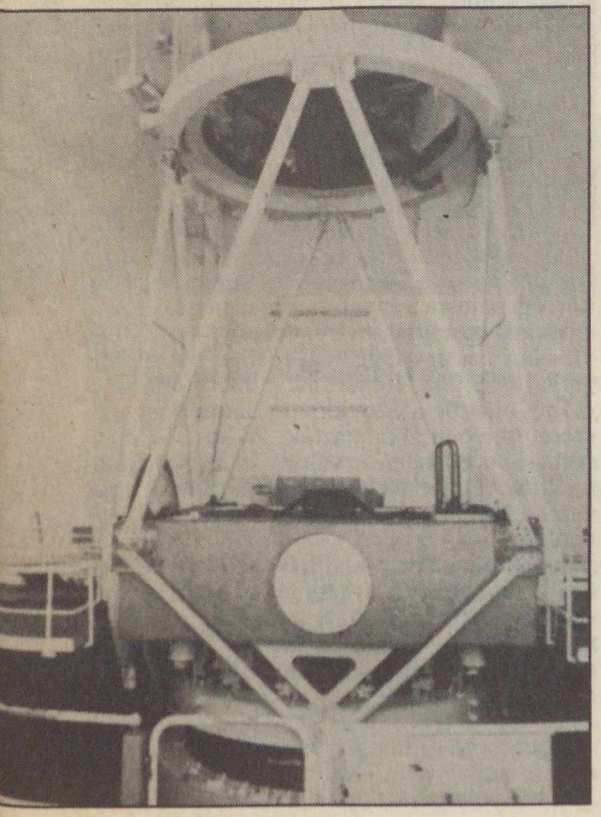
BOTH ELŐD

A kecskeméti Föld és Ég Világjáró Klub programjai:
December 20. 18 óra – A Balkán csodái,
előadó: Szabó Ödön;
Január 3. 18 óra – A Niagarától a Yellowston-ig I. rész,
előadók: Tasi Csilla, Varró László.
Az előadás második része
január 31-én 18 órakor lesz.

Január 17. 18 óra – Nászúton Indiában,
előadó: Cseh Gábor.
Február 14. 18 óra – Autóstoppal Marokkóba,
előadó: Cseh Gábor.
Valamennyi előadás a
Kecskeméti Planetáriumban lesz,
Lánchíd u. 18/a.
Valamennyi klubtagunkat és érdeklődőt
szeretettel várunk!

Egy új óriás távcső: a Herschel-teleszkóp

A múlt év nyarán helyezték üzembe a Spanyolországhoz tartozó Kanári-szigetcsoport északnyugati tagján, La Palma szigetén a világ egyik legnagyobb távcsövét, a 4,2 méter nyílású William Herschel-teleszkópot. Az új műszer, amely Nagy-Britannia legnagyobb távcsöve, és a világon működő reflektorok között a harmadik helyet foglalja el, nemcsak beváltotta a hozzá fűzött reményeket, hanem optikai leképezése a vártnál is kitűnőbbnek bizonyult, így az 1987. év végén a rendszeres észlelőmunka is megkezdődhetett.



A 4,2 méteres William Herschel-teleszkóp La Palma szigetén. Jól látszik a műszer egyszerű csővázszerkezete

Érdekes véletlen, hogy La Palma szigete közel fekszik a Kanári-szigetcsoport legnyugatibb tagjához, Hierro-szigethez, amelynek nevét sokkal többen ismerik Ferroként. Több mint 350 éve, a francia kormány javaslatára ezen a szigeten át vették fel a nemzetközi kezdőmeridiánt. A ferrói délkört azután a múlt század végén a greenwichi kezdő hosszúság váltotta fel, többek között azért is, mert a szigeten nem volt semmilyen obszervatórium a nullhosszúság kijelölésére (lásd: FÉ 84/10/296).

Most viszont éppen a nemzetközi kezdő délkört „őrző" *Királyi Greenwich Obszervatórium* (RGO = Royal Greenwich Observatory) telepíti az egykori Ferro (Hierro) közelébe, La Palmára műszereit. Itt állították fel 1985-ben Anglia eddigi legnagyobb távcsövét, a 2,5 méter átmérőjű Isaac Newton-teleszkópot. A sziget legmagasabb pontján, 2420 m tengerszint feletti magasságban, a Roque de los Muchachos hegyen (sihederek bástyája) egy nemzetközi csillagászati telep épült fel, amelynek fenntartásában főként Dánia, Hollandia, Nagy-Britannia és maga Spanyolország vesz részt.

A La Palma–Roque de los Muchachos nemzetközi obszervatóriumot természetesen nem a régi nullmeridián iránti kegyeletből, hanem a kitűnő észlelési körülmények miatt létesítették a Kanári-szigeteken. Nyugat-Európa országaiban a légkör szennyezettsége, de főként a közvilágítás egyre fokozódó zavaró hatásai miatt a halvány objektumok megfigyelése mármár lehetetlenné válik. Ezért telepítették a London mellett fekvő Greenwichből az egykori Királyi Greenwich Obszervatóriumot a dél-angliai *Herstmonceux-ba* (lásd: FÉ 87/9/283), ám már a 2,5 méteres Newton-teleszkóp számára az ottani légköri viszonyok sem voltak kielégítőek.

Közbevetőleg megjegyezzük, hogy a Londonnal szinte egybeépült Greenwichben, a rendkívül szigorú környezetvédelmi előírások hatására, a légkör sokkal tisztább, mint pl. Budapest mellett a Szabadság-hegyen. Herstmonceux-ban pedig éppenséggel kitűnő a légköri átlátszóság, ha derült az égbolt. A sziget felhős-ködös időjárásán azonban semmilyen környezetvédő intézkedés sem változtat. Főként ezért – a jobb kihasználás érdekében – telepítették a 2,5 méteres műszert La Palmára.

A két évtizeddel ezelőtt felszerelt (akkor még Herstmonceux-ban működő) Newton-teleszkóp eredményei arra késztették az angliai

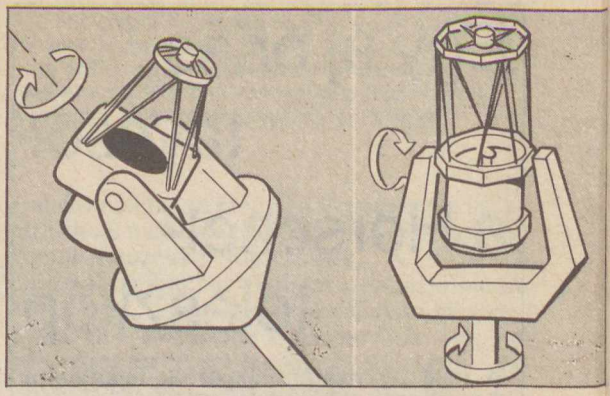
csillagászokat, hogy részt vegyenek az ausztráliai kutatók 390 cm nyílású óriás távcsövének építésében. Az 1974-ben felszerelt Angol Ausztrál Távcső (AAT = Anglo-Australian Telescope) máig is a déli égbolt kutatásának egyik főműszere.

Ezzel egy időben határozta el a Brit Tudományos Fejlesztési Tanács (a mai Tudományos és Műszaki Fejlesztési Tanács, a Science and Engineering Research Council, SERC elődje), hogy az északi félgömbön is egy kb. 4,5 méteres tükrű távcső építésének költségeit teremti elő. Mivel Anglia eleve nem látszott megfelelő helynek egy ilyen nagy műszer teljes kihasználására, több déli fekvésű terület – pl. Hawaii, Madeira vagy Olaszország – is szóba került, végül a spanyol kormány javaslatát fogadták el, La Palmára.

Az első gondot a megfelelő méretű üvegtömb beszerzése okozta. Szerencsés módon az USA-beli Owens-Illinois Üveghuta éppen ekkor készített el két db. négyméteres tükörtömböt a chilei Cerro Tololo és az arizonai Kitt Peak csillagvizsgálók számára. Egy harmadik, 420 cm-es üvegkorong is elkészült, ezt a SERC azonnal lekötötte a saját céljaira. Eközben anyagi nehézségek is jelentkeztek, amelyeket azonban sikerült áthidalni, többek közt oly módon, hogy a hollandiai Tudományos Fejlesztési Tanács (a műszer használati jogának fejében) az összköltség 20 százalékával járult hozzá az építéshez. A teljes költség egyébként (1987. évi értékre számolva) 15,5 millió angol fontra rúgott.

A William Herschel-teleszkóp építését az Uránusz felfedezésének kétszázadik évfordulóján, 1981-ben kezdték meg. A tükör csiszolását és a technikai szerelést a híres *Grubb Parsons* cég végezte Newcastle-upon-Tyne-ben. A kerámiaüveg tükör paraboloid felületének eltérése az elméletileg meghatározottól mindössze a fény hullámhosszúságának töredékével tér el. Ez azért igen fontos, mert a 4,2 méteres tükör igen fényerős, gyújtótávolsága mindössze 13 méter, így az elsődleges gyújtópontban (primer fókusz) a leképezési hibák fokozottan érvényesülnek!

A primer fókusz előtt elhelyezett domború segédtükör a meghosszabbított sugármenetet a főtükör közepén levő nyíláson át vetíti (Cassegrain-rendszer). De a visszavetített sugárnyaláb egy 45°-os szögben beillesztett sík segédtükör révén a vízszintes tengelyen át is kivetíthető (Nasmyth-rendszer). Maga a Cassegrain-segédtükör jelenleg a La Palma obszervatórium harmadik legnagyobb optikai tükre, mivel átmérője egy méter. (Természetesen önmagában nem lenne használható!)

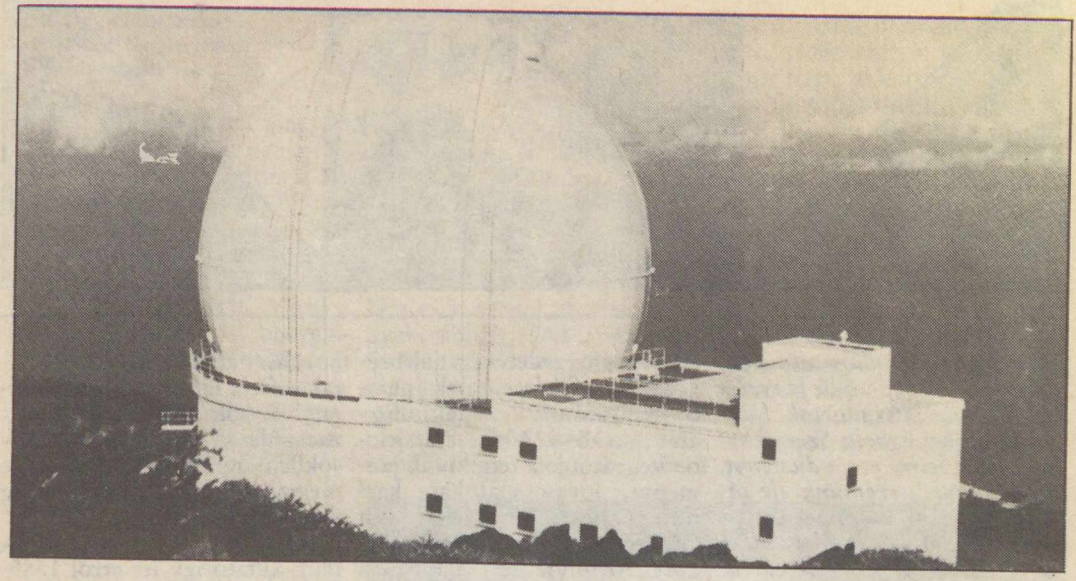


Hagyományos (parallaktikus) szerelésű távcső (balra), amely az égitesteket az óratengely körüli forgatással követi. Jobbra az altazimut szerelés, amelynél a követést egyszerre két tengely körüli forgatással lehet csak elérni

A segédtükröt a cső végénél egy rövid, zárt henger tartja, amely egyúttal egy elektronikus képátalakító rendszert is rejt. A segédtükör közepén egy kis lyukon át ide jut a főtükör sugárnyalábjának egy csekély része. A képfelvevő és -átalakító, „kábeltelevíziós" megoldással a műszertől távolabb elhelyezett *vezérlőpult* képernyőjén mutatja az égbolt megfigyelt részletét. A műszer beállítását és a kiválasztott égitest követését a megfigyelő csillagász a vezérlőpulttól irányítja.

Az optikai rendszer – a képátalakító leszámításával – lényegében még hagyományos. Új rendszerű a távcső technikai szerelése, ill. tengelyrendszere. A hagyományos, ekvatoriális (vagy másként parallaktikus) tengelyrendszer helyett – ahol az ún. óratengely párhuzamos a Föld forgástengelyével, így a mindenkori égi pólusra irányul –, a Herschel-teleszkóp egyszerű azimutális elrendezésű, vagyis egy vízszintes és egy függőleges tengely körül forgatható. Ezt az elrendezést modern óriás távcsőnél először a Szovjetunió hatméteres műszere esetében alkalmazták. Akkor sok szakemberben ellenérzést váltott ki az azimutális felállítás (angol nyelvterületen altazimut elnevezéssel ismert), azóta egyre több óriás műszer épült így.

A parallaktikus felállítás előnye, hogy a beállított égitest követéséhez elegendő a műszert a pólusra irányuló tengely körül, egyenletes sebességgel forgatni. Óriás távcsöveknél azonban nagy hátrányt jelent az ilyen szerelésnél a viszonylag költséges mechanika, valamint az is, hogy a vízszintes síkhoz kisebb-nagyobb szöggel hajló óratengely egyenlőtlenül terheli meg a csapágyakat. Kiküszöbölése többnyire igen bonyolult műszaki feladat.



A William Herschel-teleszkóp 30 méter átmérőjű, gomba alakú (alul kissé visszahajló) kupolája



Az M13-as gömbhalmaz felvétele a 4,2 m-es távcsővel, egyike a legelső próbafelvételeknek. A jó leképezés lemérhető az igen részletes felbontáson

Az azimutális rendszer egyszerű, olcsó, ám nagy hátránya, hogy az égitestek követésekor mindkét tengely körül forgatni kell a távcsövet, mégpedig változó sebességekkel. Ám napjainban az elektronikus, számítógép-vezérlésű mozgatóberendezések ezt a hátrányt könnyen kiküszöbölik. Egy harmadik, elektronikus vezérlésű rendszer még az okulárvégre erősített segédberendezéseket is az óraszögnek megfelelően forgatja.

A műszer mozgó része 210 tonnás. A vízszintes körlapra támaszkodó tengelyrendszer alá nagy nyomáson vékony olajhártyát préselnek (az olajréteg vékonyabb 0,1 milliméternél), ezen a forgó rész rendkívül könnyen elmozdul. A távcső forgatását egy mindössze 100 Watt (!) teljesítményű motor végzi.

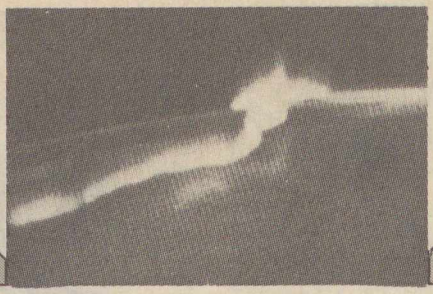
A Herschel-teleszkópot általában a halvány, ill. távoli égitestekkel kapcsolatos megfigyelésekre kívánják alkalmazni. A közvetlen képalkotás céljaira egy ún. CCD felfogót alkalmaznak, ez jóval érzékenyebb a fényképező lemezeknél. Az RGO igazgatója, *Alec Boksenberg* által kifejlesztett műszer minden öt foton közül négyet regisztrál. Hasonló eszközt szerkesztettek a holland csillagászok is, *Taurus* elnevezéssel. Az angol és a holland kutatók főként a gázködökben fellépő mozgásokat kívánják e műszerekkel megfigyelni.

Az RGO és a Durham Egyetem csillagászai szerkesztették meg azt a spektrográfot is, amely minden eddigi hasonló színképelemző berendezésnél jobban hasznosítja a távcsövön áthaladó sugarakat, ezért rendkívül halvány égitestek tanulmányozására alkalmas. Ezzel elsősorban a távoli kvazárok és a nagyon halvány extragalaxisok spektrumát vizsgálják.

Számos kozmológiai probléma kutatását is célul tűzték a La Palma Obszervatóriumban. Így az extragalaxisok távolodásának mérésére, a csillagrendszerek közötti sötét anyag feltérképezésére, valamint a kozmosz héliummennyiségének vizsgálatára kívánják használni az új teleszkópot. A Taurus detektorral nyert felvételek úgynevezett hamisszín-feldolgozásával pedig a csillagrendszereken belüli gázmozgásokat kutatják.

IFJ. BARTHA LAJOS

A sarki fény



A sarki fény

„Ragyogóan bevilágította a fedélzetet, visszaverődő fényei a jég felszínén játszadoztak. Lángolt az egész égbolt. Szavakkal nem lehet leírni azt a dicsfényt, mely akkor a szemünk elé tárult. Az izzó lángtömegek színesen tündöklő szálakká váltak szét, melyek tekeredtek-csavarodtak az északi és déli égbolton. A sugarak a szivárvány legtisztább, legkristályosabb színeiben szikráztak, főleg ibolyás-pirosban illetve kárminban és a legtisztább zöldben... fel és alá, mintha vihar kergette volna őket" – írta Fridtjof Nansen sarkkutató a hosszú sarkvidéki tél jegébe zárt hajóján.

A sarki fényt, mint a legtöbb ismeretlen eredetű égi jelenséget, sokáig félelmetesnek és hátborzongatónak találták. Egy arab utazó 922-ben csatajelenetként írta le a rendkívüli eseményt, lovascsapatokat, kardot, pallost, lándzsákat vélt látni és kegyelemért imádkozott Allahhoz. A helybéliek azonban csodálkoztak és nevettek viselkedésén. Még egy 1661-es angol híradás szerint is az egymástól független, *„hitelt érdemlő"* szemtanuk egymással összacsapó majd eltűnő hadseregeket láttak az égen. Sokáig még különbséget sem tettek az üstökös és a sarki fény jelensége között. Az északi népek, mivel gyakran láthatták, már némileg hozzászoktak és megbarátkoztak a sarki fénnyel. Mondavilágukban sok különös magyarázat született eredetéről. A tudósok lenyűgözve álltak előtte, de megmagyarázniuk még sokáig nem sikerült.

Sophus Tromholt norvég sarkifény-kutató így írt erről 1885-ben: *„Nincs festék, nincs ecset mely lefesthetné pompáját, nincs szó, mely kifejezhetné fennkölt szépségét. Ott állunk a nagy kérdésre meredve, melyet a Természet ír lángoló titkosírással a sötét téli égboltra, csak állunk, belefeledkezve a csodálatba, és meg kell vallanunk – hogy valójában semmit sem tudunk."*

Ma már szerencsére közelebb állunk ahhoz, hogy választ adjunk a sarki fénnyel kapcsolatos kérdésekre. Ismerkedjünk meg először bolygónk magnetoszférájával, azzal a térrésszel, melyben a Föld mágneses mezeje dominál. E mező egy dipólmágnes mezejével lenne modellezhető, de szimmetriáját erősen eltorzítják a napszél által hordozott elektromos áramok és a mágnesség. A Föld Nap felé néző oldalán, kb. 10 földsugár távolságban ér véget bolygónk mágneses mezeje. Ezt a 100–200 km vastag lökéshullámfrontot magnetopauzának nevezzük. A Föld átellenes oldalán a magnetoszféra hosszan elnyúlik mint egy csóva. Még 1000 földsugár távolságban is kimutatható, majd fokozatosan beleolvad a bolygóközi tér mágneses mezejébe. A csóva olyan, mint két egymáshoz nyomott cső. Az ekliptikától északra lévő rétegben a mágneses tér a Nap felé, attól délre pedig a Nappal ellentétes irányba mutat. Köztük egy kb. 600 km vastag semleges rész található.

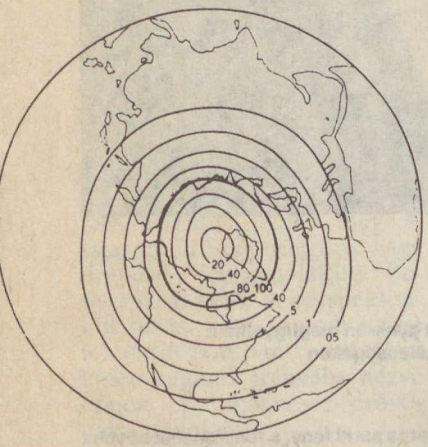
A magnetoszféra nem teljesen áthatolhatatlan a Napból jövő töltött részecskék számára. A megfelelő energiával rendelkező részecskék befogódnak, spirálpályára kényszerülnek a mágneses erővonalak körül, és hosszú ideig keringenek a Van-Allen övezetekben. (1958-ban és 1962-ben felelőtlenül, űrbeli atomrobbantásokkal próbálták mesterségesen előidézni és megfigyelni az itt lejátszódó jelenségeket.) Azok a részecskék, melyeknek nem elég nagy az energiájuk ahhoz, hogy befogódjanak a sugárzási övezetbe, a pólusoknál a Föld légkörébe jutnak, atomokkal és molekulákkal ütköznek és ionizálják azokat. Az ionoszférában (melyet termoszférának is neveznek az ott uralkodó magas hőmérséklet miatt, és amely a földfelszíntől mérve 80 km magasságban kezdődik) a levegő sűrűsége olyan kicsiny, hogy csak egy–két másodpercenként ütköznek egymással a részecskék. Így elegendő idő áll rendelkezésére az oxigén és nitrogén atomoknak ahhoz, hogy az amúgy „tiltott" átmenetek végbemenjenek és fény sugározódjon ki.

A Föld mágneses mezeje a részecskeáramokat két gyűrűbe, vagy oválisba tereli, melyek kb. a 67. szélességi kör távolságában veszik körül a bolygó északi és déli mágneses

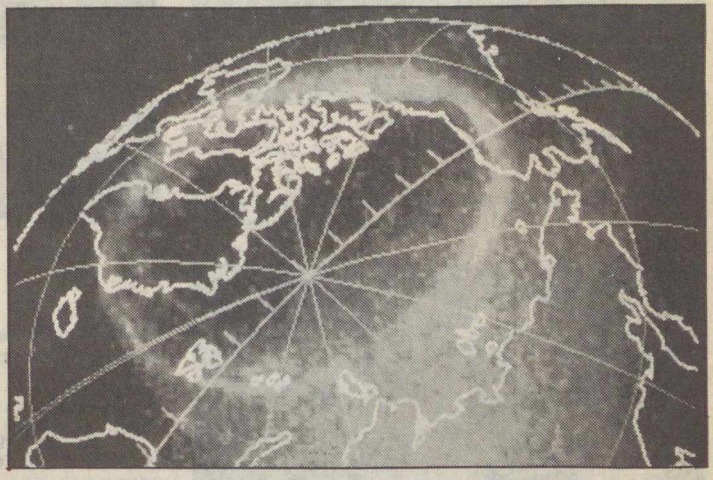
◀ **Sarki fény a Challenger fedélzetéről fényképezve 1985 májusában**

pólusát. Űrfelvételek nagyon világosan mutatják ezeket a gyűrűket, melyek majdnem állandóan fényesek, úgy, hogy a földi megfigyelő a fényöv valamely része alatt állva gyakorlatilag minden tiszta éjjelen sarki fényt lát a feje felett. Mivel a folyamat elsődleges energiaforrása a Nap, annak változásai hatással vannak a sarki fény jelenségek erősségére és gyakoriságára. Amikor egy napfler hatására a napszéllel érkező töltött részecskék száma erősen megnövekszik, az oválisok kifényesednek és alacsonyabb szélességekre is lehúzódnak. Így a sarkkörtől mind délebbre (a déli félgömbön pedig mind északabbra) haladva a sarki fény előfordulása szoros kapcsolatban áll a 11 éves napfoltciklussal, mivel a napkitörések a napfoltmaximum évében és kevéssel az után a leggyakoribbak. (Az 1645–1715-ös Maunder-minimum napfolthiánya sarki fény hiányt is jelentett.) A következő maximum 1990-ben esedékes, de a napaktivitás meglepetésszerű felerősödése bármikor lehetséges. (Már ebben az évben is igen nagy számban jelentkeztek foltcsoportok a Nap felszínén.)

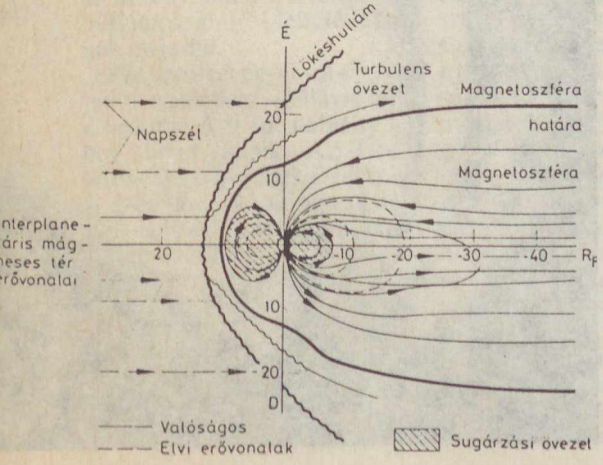
Nemcsak a 11 éves ciklus hatását kell figyelembe vennünk, hanem a Nap tengely körüli forgásából adódó kb. 27 napos periódust is. Egyes nagyobb napfoltcsoportok ugyanis egy rotációnál hosszabb ideig is életben maradnak, így ha újból a napkorong közepe felé közelednek, érdemes megkülönböztetett figyelmet fordítanunk az éjszakai égre.



A különböző földrajzi szélességeken más-más a sarki fény láthatóságának gyakorisága



Mesterséges holdak megfigyelései alapján számítógéppel összeállított kép az Északi-sark környékén látható sarki fény elterjedési területéről



A magnetoszféra elvi felépítése

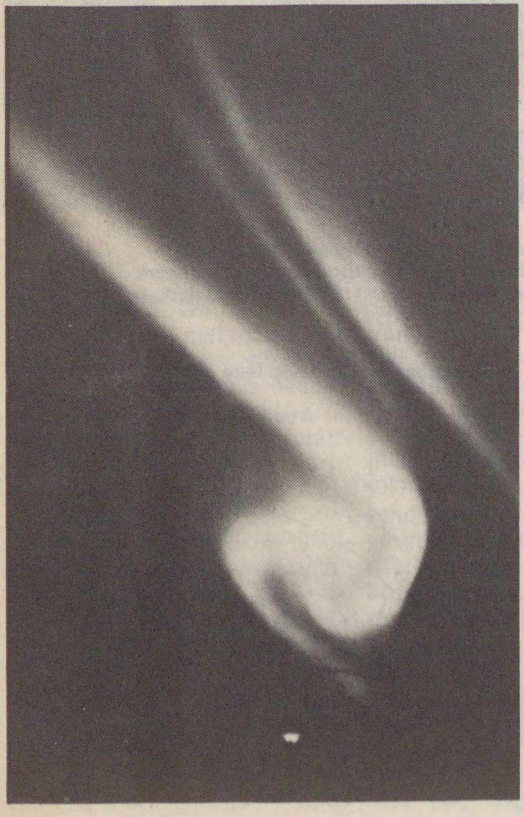




Függönyszerű sarki fény

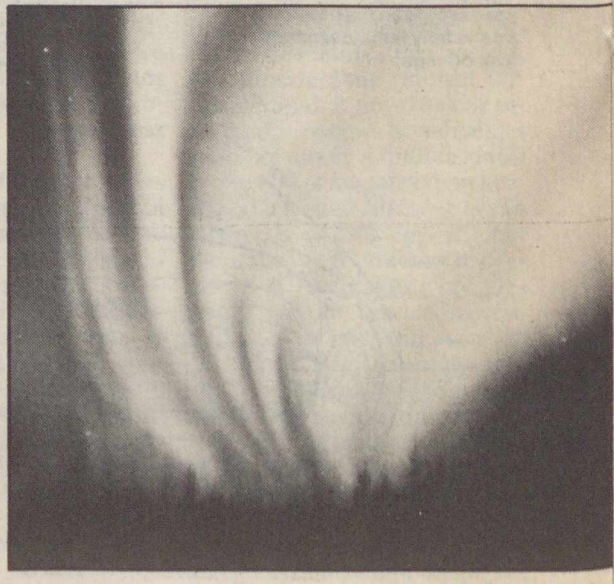


Párhuzamosan fénylő csíkokként megjelenő sugaras szerkezetű sarki fény



A feltűnő görbület gyakran megfigyelhető a magas északi szélességeken

Sugaras sarki fény, a fényfonalak követik a Föld mágneses erőterének vonalait



A sarki fénynek a leegyszerűsített nemzetközi *osztályozás* szerint öt fő formája van: *foltok*, azaz kis, egymástól elszigetelt fénylések; *ívek*, tehát egyszerű, gyengén görbülő szalagok, melyek többé-kevésbé horizontálisan helyezkednek el, és alsó szélük sima; *sávok*, melyek alsó széle szabálytalan, csomós vagy ráncos; *sugarak*, azaz egyenes, megközelítőleg függőleges fénynyalábok, melyek a Föld mágneses erővonalait követik; és végül a *fátyol*, mely diffúz, nagy kiterjedésű fénylés.

Ezen öt forma mindegyike mutathat *homogén*, vagyis mindenütt egyformán fényes; *sugaras*, egymáshoz közeli, párhuzamos sugarakból álló; vagy pedig *barázdás*, azaz szabálytalan, finom szálakkal teli szerkezetet.

A sarki fény két formája különlegesen hatásos, kétdimenziós formában jelenik meg. A sugaras sáv egy függöny vagy drapéria lélegzetelállító benyomását kelti. A perspektivikus hatás miatt az ember feje felett egy pontban konvergálni látszó sugarak irányába nézve éppen egy mágneses erővonalra látunk fel.

A sarki fény lehet *nyugodt*, vagy *mozdulatlan;* pár másodperces időskálán *pulzáló;* vagy pedig másodpercenként 5–10 alkalommal *vibráló*. Különlegesen félelmetes a *lángoló* sarki fény, amikor a fényességhullámok alulról felfelé látszanak terjedni.

Fényességét egy 0-tól 4-ig terjedő nemzetközi skálával lehet megadni. A 0 túl halvány ahhoz, hogy lássuk. Az 1-es a tejút fényességének felel meg. A 2-es kb. olyan fényes, mint egy – a Hold által megvilágított – cirrusz felhő (és ez az a szint, ahol a szín megjelenik). A 3-as fokozat a Holddal megvilágított kumuluszokkal vethető össze, és a legtöbb csillag fényét kioltja. Végül a 4-es elég fényes ahhoz, hogy árnyékot okozzon a földön.

A sarki fényt *színe* fehér, amíg nem éri el az emberi látás színküszöbét. A szín attól függ, hogy milyen magasságban jön létre a fény. Ha a jelenség az ionoszféra alján, kb. 80 km magasságban megy végbe, akkor a fény a nitrogénatomok kék és vörös emissziójából áll. A legtöbb sarki fény 80 és 200 km magasságban fordul elő, ahol – mint már említettük – az atmoszféra olyan ritka, hogy a levegőmolekulák másodpercenként még egyszer sem ütköznek egymással. Az oxigénatomok fényt bocsátanak ki a „tiltott" zöld hullámhosszon: így jön létre a sarki fények leggyakoribb színe. (Ugyanez az oxigén emisszió adja a gázfelhők jellegzetes zöldes árnyalatát is.) 200 és 900 km között a fények vörösek. Itt az atomok még két másodpercenként sem ütköznek, lehetővé téve, hogy az oxigénnek a spektrum vörös végén található „tiltott" vonala is megjelenjen. A három elsődleges szín keveredéséből fantasztikus kombinációk jöhetnek létre.

A sarki fényhez kapcsolódó *hangjelenségekről* szóló hírek igencsak vitatottak. A leírások figyelemre méltóan hasonlítanak egymáshoz: mindenki egy gyenge, zizegő, sziszegő, suhogó, ropogó hangról számol be, az eszkimók és a lappok gyakran hasonlítják a gabonatáblák susogásához. E megfigyelések szkepticizmussal találkoznak egyrészről azért, mert néhányan egyáltalán nem hallanak semmit, mikor valaki azt állítja mellettük, hogy hall ilyen hangokat, másrészről pedig azért, mert a sarki fényben keletkezett bármilyen hangnak percekre lenne szüksége ahhoz, hogy a felszínre leérjen. De a sarkifény-hangokról szóló mesék évszázadok óta általánosan elterjedtek a sarkvidéken, és némelyiküket nehéz lenne letagadni. W. Ogilvie, XIX. századi felfedező, aki maga sohasem hallott ilyen hangokat, beszámol egy olyan esetről, amikor expedíciójának egyik résztvevője, aki nagyon érzékeny volt e hangokra, a tábor minden zajától távol, bekötött szemmel ugyanakkor kiáltott fel, amikor Ogilvie a legragyogóbb fényeket látta.

A zajoknak – ha valóban léteznek – valamiféle elektromos jelenségnek kell lenniük a megfigyelő közelében, vagy éppen benne. Valóban, a Föld felszínén nagyon erős sarki fények alkalmával 10 000 volt/méter elektromos tereket mértek. Sziszegés és ropogás így származhat a csúcshatás kisüléséből, hasonlóan a St. Elmo tüzéhez egy nagy vihar során. E hangok majdnem mindig a megfigyelő feje felett sebesen mozgó, néhány km-re levő sarkifényekkel voltak összefüggésbe hozhatók. Ezek hasonlóak lehetnek a meteorokat kísérő anomáliás hangjelenségekhez.

A sarki fényt sokáig csak a Földről figyelhették meg. A ballonszondákra és rakétaszondákra telepített műszerek már nagy segítséget jelentettek, de az igazi áttörést a műholdas vizsgálatok adták, amelyek napjainkban is folynak.

BALÁZS KATALIN

ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐK FIGYELMÉBE AJÁNLJUK!

Nyíregyháza: a Sóstó mellett 1988. május 2-án éremművészeti és kisplasztikai alkotótelep nyílt;

Szeged: Szeged—Röszke—Horgos—Palics—Szabadka között 18 év után, 1988. május 29-én kísérletképpen ismét megindult a vasúti személyforgalom napi két-két járattal (rendszeres autóbusz-összeköttetés eddig is volt).

DBL

Szénhidrogén-kutatás a világűrből

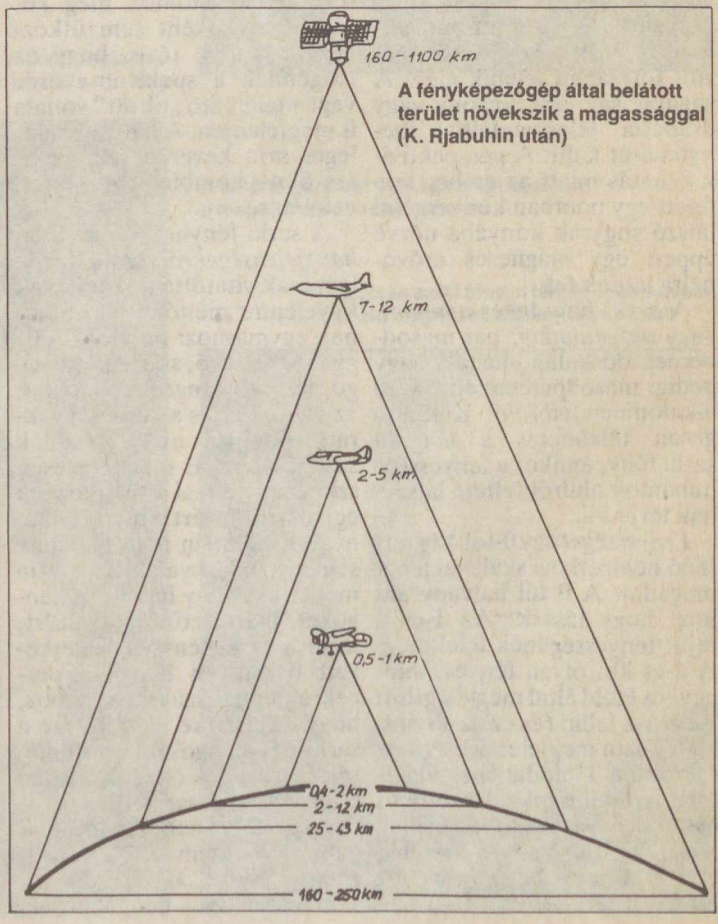
A kőolaj- és földgáztermelés üteme az elmúlt évtizedekben mértani haladvány szerint növekedett, és napjainkban sem csökkent. A kitermelés megindulásakor az első évtizedekben tízszeres, majd ötszörös növekedés következett be, és 1945-től 1973-ig minden 8–10 éves periódusban hozzávetőleg megkétszereződött a termelés. A szénhidrogének nemcsak koncentrált energiahordozók (10 000 kcal), hanem fontos alapanyagai a vegyiparnak, petrolkémiának, műanyagiparnak is.

A felszín közelében, viszonylag könnyen felkutatható és kitermelhető lelőhelyek rohamos kimerülésével a kutatás egyre több műszaki nehézséggel jár. A rossz terepviszonyok, a telepek mélysége, az átfúrandó kőzetek vastagságának növekedése mind a geológiai, mind a geofizikai kutatómódszerek, mind pedig a fúrástechnológia előtt nehéz feladatokként állanak. Mindkét területen a műszaki fejlesztésnek kell abba az irányba hatnia, hogy a kutatómunkák hatékonysága és a szénhidrogénterületek megtalálásának valószínűsége növekedjék, ugyanakkor a feltárás költségei – tehát a fúrólyuk lemélyítésének költségei – viszonylag csökkenjenek.

A kutatás alapjait jelentő földtani térképeket a terepen végzett földtani, geofizikai, geokémiai, hidrológiai vizsgálatok alapján lehet megszerkeszteni. Ez nem mindig egyszerű feladat, hiszen sokszor nehezen bejárható vidéken – hómezőkön, tundrákon, sivatagokban, magas hegységekben – kell a vizsgálatokat végezni. Nem hanyagolhatók el a szubjektív hibák sem. Ha bizonytalan vagy téves alapfeltételezésekből indul ki a kutatás, óriási költségek mehetnek veszendőbe. (Egy 2000–3000 méter mélységű kutatófúrás 8–10 millió forintba kerül!)

A tárolótelepek hagyományos, regionális kutatómódszerei helyett mind több helyen veszik igénybe az űrkutatás során Földünket kísérő, egyre több műhold segítségét, ugyanis lényegesen csökken a kutatásra fordított idő és pénz, mivel az űrkísérletek költségeiből a felszíni megfigyelésre rendkívül kevés hányad jut.

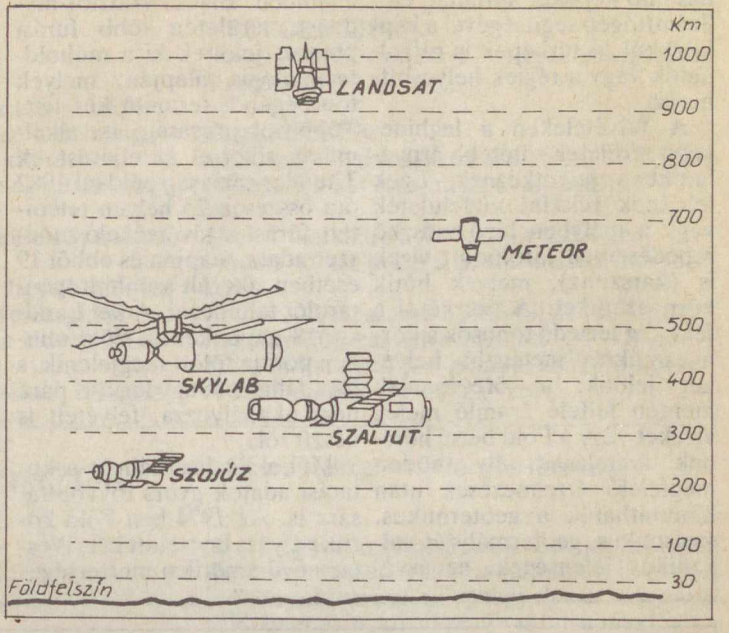
A légi térképezés a múlt század közepén indult el. Az első felvételt 1858-ban Tournachon G. F. francia fényképész készí-



A fényképezőgép által belátott terület növekszik a magassággal (K. Rjabuhin után)

tette ballonról a Párizs melletti Petit Bicetre községről. Később az amerikai polgárháborúban a légi térképezésnek katonai szerepe volt. 1899-ben Oroszországban sárkányokra erősített fényképezőgéppel készítettek felvételeket a Föld felszínéről. Repülőgépről 1909. április 24-én Wright Wilbur készítette az első fényképet az olaszországi Centocelli fölött. A második világháborúban korszerűsödött a filmanyag és a technológiai eljárás. Korunkban már a világűrből készült felvételek csodálói és használói vagyunk.

Az orbitális geológia azzal, hogy nagy magasságból áttekintett, hatalmas kiterjedésű területek azonnali, objektív, általános képét adja, megmutatja a földtani összefüggéseket, biztos alapot teremt ahhoz, hogy a kutatás a legkedvezőbb, legtöbb reményt nyújtó irányban induljon el. A földkéreg mélyebb öveinek szerkezete jobban megismerhető a világűrből, mint a terepet járva vagy fényképezve. A törésvonalak, árkok, vetők, bonyolult redők az űrbéli felvételeken kiválóan értelmezhetők. Könnyen felismerhetők azok a földtani szerkezetek, boltozatok, melyekben tárolódhatnak szénhidrogének. Bár ellentmondásos, de minél magasabbra emelkedünk a Föld felszíne fölé, annál több információt kapunk. A terepen való járáskor az erdőben nem látjuk a patakok irányát, elágazásait, nem látjuk hogyan váltják egymást a különféle fafajok, különböző kőzettípusok, nem látjuk mekkorák a tisztások. Ha azonban kellő magasságból szemlélődünk, mindez egyszerre tárul elénk, jobban látjuk a terepidomok összefüggéseit, kiterjedését, formáját.

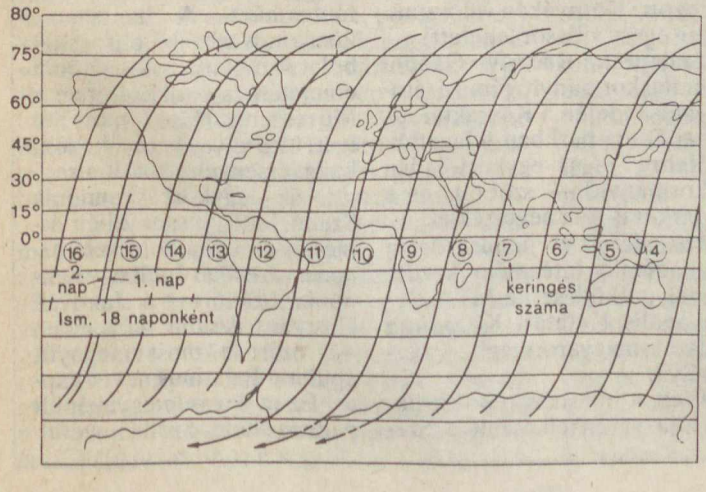


A mesterséges holdak és űrállomások pályamagasságai

A Mississippi Ásványtani Tudományos Kutató Intézet (MMRI) kifejlesztett egy infrasugárzáson alapuló távérzékelő eljárást, melyhez a világűrbe juttatott két Landsat műholdat használja fel (LAND SATellite = földfigyelő). A távérzékelés azon az elven alapszik, hogy a különféle földtani képződményekről, hegyekről, tengermedencékről, geológiai szerkezetekről, bizonyos földtani folyamatokról és a Föld belső hőjéből érkező vagy a róluk visszavert, az emberi szem számára érzékelhetetlen, ún. terresztikus (földi eredetű) infravörös sugárzás a rá érzékeny fényképező lemezen láthatóvá tehető.

A fényképezőgépek továbbfejlesztéséből születtek azok a többkamerás rendszerek, melyek a különböző „színek" és a kamerákon alkalmazott szűrők ugyanarról a jelenetről, felszínről sokkal részletesebb információt nyújtanak.

A Landsat műholdak pályája (Magyarország az űrből c. könyv alapján)



A Landsat holdak öt színtartományban érzékelik a földfelszínről érkező látható és infravörös sugarakat. A képi információkat elektromágneses jelekké alakítják át, és vagy közvetlenül mágnesszalagra rögzítik és meghatározott időpontban sugározzák a Földre, vagy közvetlenül oda juttatják. A földi vevőállomáson az elektromos jelek formájában tárolt információkból fényképhez hasonló képeket állítanak elő. Számítógép segítségével a képi jelekből új térképek is rajzolhatók vagy a régiek helyesbíthetők.

A felvételeken a leghidegebb területek sötétebb árnyalatokban jelentkeznek. Ezek lehetnek felszíni vízfelületek vagy a mélyben lévő mészkő repedéseiben tárolódott vizek is (karsztvíz), melyek hűtik környezetüket. A szürkétől a feketéig terjedő tónusok a környezetüknél melegebb helyeket jelölik: a törésvonalak mentén felfelé áramló meleg vizeket vagy a Föld belső hőjének áramlásait. Ily módon megfelelő értelmezések után kimutathatók a geotermikus, szeizmikus, geotermális és vulkanikus jelenségek, az ásványosodás zónái, a kőzetek geokémiai anomáliái. Bár a kőzetek pontos meghatározása lehetetlen, de jól elkülöníthető a kemény kőzet a lágytól, a magmatikus az üledékestől. Rendkívüli gyors e módszer, hiszen néhány óra alatt valószínűsíthető a vizsgált területen a Föld mélyén rejlő kőolaj- és földgázkészletek előfordulási helye is.

A Mississippi és Alabama állambeli Black Warrior-medence területén több fúrási pontott jelöltek ki a műholdtechnológia alapján, melyek többségéből termelő kút lett. Több olajtársaság is alkalmazza sikerrel az eljárást. A Thunder-társaság például 1982 óta összesen 25 helyen telepített fúrást a távérzékelő módszer adatai alapján és ebből 19 esetben sikerült szénhidrogéntárolót felfedezni. A két Landsat 18 naponként a Föld minden pontja fölött megjelenik, s ha a felhőzet vagy légköri pára nem akadályozza, felvételt is készít róla.

Műholdat használnak a kutatási adatok gyors továbbítására is. Az 1974-ben Föld körüli pályára bocsátott két, Westar nevű amerikai mesterséges hold lehetővé teszi az egymástól igen távol – különböző földrészeken – üzemelő fúróberendezések adatainak az irányítóközpontba, telephelyre történő gyors eljuttatását. Segítségükkel utasítások, jelentések, fúrólyuk-szelvényezési adatok, diagramok, mérési eredmények, földtani térképek is percek alatt továbbíthatók sok ezer kilométerről.

Nemcsak a gyakorlati, de az elméleti kutatómunkát is segítik, pontosítják a műholdas megfigyelések. A jelenben lejátszódó geológiai folyamatok kozmikus módszerekkel való megfigyelése a geológusnak segítséget ad azoknak a törvényszerűségeknek megértéséhez, melyek a szénhidrogének keletkezését, vándorlását, felhalmozódását megszabják.

Bár nagyon helytálló és követendő dr. Frank Wobber amerikai geológus megállapítása: „Helyezzük a geológiai kutatást Föld körüli pályára, hogy olajat találjunk", azért a műholdak nem helyettesíthetik teljes mértékben a felszíni geofizikai, geológiai kutatásokat, csupán meggyorsítják, elősegítik, egyszerűsítik azokat.

FARKAS ZOLTÁN

ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐK FIGYELMÉBE AJÁNLJUK!

Budapest: a XI. kerületi Karinthy Frigyes út és az Irinyi József utca sarkán 1988. június 27-én Karinthy-emléktáblát avattak a nagy író halálának 50. évfordulója alkalmából;

Budapest: a III. kerületben (Csillaghegy, a 11-es út mentén) folyamatos ásatások során a Pusztakúti úton római villa feltárása fejeződött be 1988 tavaszán. Ez Pannonia egyetlen olyan római villája, amelynek házi szentélye is előkerült, benne terrakotta figura roncsaira bukkantak. A házhoz bronzműhely is tartozott. Környékén valószínűleg egész villasor lehetett;

Budapest: Radzsiv Gandhi indiai kormányfő júniusi látogatása idején a Közraktár utcai Duna-parkban felavatták Nehru — az egykori indiai kormányfő — szobrát, és a parkot is róla nevezték el;

Miskolc: ez év júniusában új akadémiai intézmény kezdte meg működését: a MTA Regionális Kutatási Központja észak-magyarországi osztálya;

Pécs: a belváros rekonstrukciója során elkészült a Széchenyi tér—Jókai tér—Sallai utca által körülhatárolt épületegyüttes (közöttük az Elefántos-ház). A hangulatos közös udvarba három irányból van bejárás. A háztömb emeletén és padlásterében a Művészetek Háza kapott helyet, író-olvasó találkozók, hangversenyek stb. céljaira;

~ az egykori Pannónia Szálló 1988. június 27-én újjáépítve megnyílt. Mivel közben a városban épült egy Pannónia Szálló — a Jakováli Hasszán dzsámi közelében —, ezért a most megnyílt épület a Palatinus nevet kapta. Ez utal a vele egybeépült patinás Nádor Szálló nevére.

A csillagos ég 1989. január hóban

HOLD
Újhold: $7^d\ 20^h\ 22^m$
Első negyed: $14^d\ 14^h\ 58^m$
Holdtölte: $21^d\ 22^h\ 33^m$
Utolsó negyed: $30^d\ 03^h\ 02^m$

BOLYGÓK
Merkúr: A hó első felében, az esti szürkületben kísérelhető meg felkeresése a délnyugati égbolton. Legnagyobb keleti kitérésben, 19° távolságra a Naptól 9-én. Alsó együttállásban a Nappal 25-én.
Vénusz: A hó első felében a délkeleti, hajnali égen látható.
Mars: Az éjszaka első felében figyelhető meg 17-ig a Halak, majd utána a Kos csillagképben.
Jupiter: Az éjszaka első felében látható a Rák csillagképben.
Szaturnusz, Uránusz és *Neptunusz:* Mindhárom bolygó a Nyilas csillagképben tartózkodik, a Nap közelsége miatt nem figyelhetők meg.

METEORRAJOK
Quadrantidák (január 1–4.) gyakorisági maximuma 3-án.

JELENSÉGEK
Antares 0°,5-kal északra a *Holdtól* $5^d\ 02^h$,2-kor.
Vénusz 0°,5-kal északra az *Uránusztól* $12^d\ 17^h$,3-kor.
Mars 4°-kal délre a *Holdtól* $14^d\ 22^h$,6-kor.
Vénusz 1°-kal délre a *Szaturnusztól* $16^d\ 15^h$,8-kor.
Pollux 3°-kal északra a *Holdtól* $21^d\ 07^h$,0-kor.
Regulus 0°,01-kal délre a *Holdtól* $24^d\ 4^h$,9-kor.
Spica 2°-kal északra a *Holdtól* $28^d\ 19^h$,0-kor.
A Föld napközelben $1^d\ 23^h$-kor.

Galaktikus halmazok megfigyelése binokulárral

A Taurus (Bika) – két fényes halmaza

A mélyég-objektumok megfigyeléséhez sajnos kevesen használnak binokulárt, pedig már egy közönséges 7x50-es is elegendő, hogy a fényesebb galaxisok és ködök csodáit elénk tárja. Ráadásul ez az eszköz könnyen hordozható, bárhová magunkkal vihetjük. Egy nagyobb binokulár (10x70 és 20x80 közöttiek) használatához már fotóállvány szükséges, de ezzel már bámulatos részleteket pillanthatunk meg.

A nyílthalmazok a legjobb mélyég-objektumok, ha binokulárral észlelünk. A nyílthalmazok és a fiatal csillagok csoportjai a Galaxis síkját veszik körül. Ellentétben a halványabb galaxisokkal és ködökkel, ezek általában nagyobb kiterjedésűek, fényesebbek és csodálatos látványt nyújtanak. Felkutatásuk és megfigyelésük nem csak új látványosságokat adnak a binokulár tulajdonosának, hanem nagyobb észlelői gyakorlathoz is segítik.

A téli égbolt nyílthalmazok tucatját kínálja a Tejút sok részén. A *Bika* különösen jó terület indulásnak, mivel a legnagyobb és legfényesebb halmazok közül kettőt is tartalmaz.

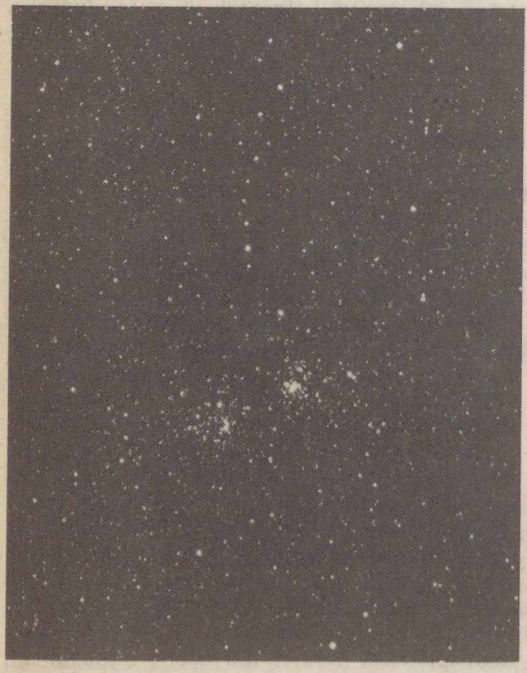
A **Hyadok** a csillagok óriási „V" alakú halmaza, mely a Pleiadokkal együtt a csillagkép jelentős részét uralja. Több tucat csillagból áll, melyek közül néhány 3 magnitúdónál is fényesebb. Mindez 5,5 fokos területen helyezkedik el, mely bőven elég lenne ahhoz, hogy 11 teliholdat helyezzünk egymás mellé. A Hyadok teljes fényessége 0,5 magnitúdó, ha a halmaz belsejében látszó, de ténylegesen sokkal közelebbi 0,9 fényrendű narancssárgás csillagot, az Aldebarant (Alfa Tau) nem számítjuk hozzá.

Egy csillagtérkép segítségével könnyen megtalálhatjuk a Hyadokat. Először egy feltűnő „V" formájú alakzatot keressünk meg, melynek alkotói az Aldebaran, a kettős Theta Tauri, valamint a csillagkép Gamma, Delta és Epszilon jelű csillagai. Gondosan megfigyelve ezeket a csillagokat, összehasonlíthatjuk színüket. A narancsos Aldebaranhoz képest a Theta(2) Tau (a legfényesebb tag) káprázatóan fehér. A halmaz fényesebb csillagai szí-



Az M45 (Pleiadok) nyílthalmaz a Bika csillagképben. A felvétel egy 20 cm-es f/5-ös Newton-távcsővel készült, Ektachrome 400-as filmre, 40 perces expozícióval

Kettős nyílthalmaz a Perseusban



nük szerint a kékesfehér és a mély narancssárga között helyezkednek el.

Mindössze 12 foknyira a Hyadoktól egy másik brilliáns halmaz, a **Pleiadok** (M45) található. Ez körülbelül 100 csillagot tartalmaz harmadnyi területen, mint a Hyadok, tehát annál sokkal gazdagabb. Míg a Hyadok csillagai különböző színűek, a Pleiadok fiatal tagjai túlnyomóan kékesfehérek. A legfényesebb tag a 2,9 magnitúdós Alcyone (Eta Tau). A halmaz fényesebb csillagai a Göncölhöz hasonló alakzatban helyezkednek el.

Mivelőtt binokulárral tekintenénk a Pleiadokra, gondosan vizsgáljuk meg szabad szemmel is. Legalább hat csillagot pillanthatunk meg így, de sokan azt mondják, hogy egy tucatnál is többet látnak a távcső segítsége nélkül is. Ezután már a binokulárral nézzünk a halmazra: jól megkülönböztethető a Göncölszekérhez hasonló alakzat, melyet az Alcyone és pár kissé halványabb csillag, az Atlas a Merope, az Electra, a Celaeno, a Taygeta és a Maia alkot. Ezek a 3 magnitúdós csillagok sok halványabb, kékesfehér társukkal a binokulár látómezejénél is nagyobb területet töltenek ki.

A Bika számos más látványos halmazt tartalmaz, közülük egyik az **NGC1647**.Három foknyira fekszik a Hyadok centrumától északkeletre és körülbelül 200 csillag található benne egy 45 ívperces (másfél holdátmérőnyi) területen. Az NGC1647 hatos fényrendű csillagait könnyen megtalálhatjuk a binokulárral: a Tejút nagy „csomójának" tűnik parányi fénypontokkal tarkítva.

Perseus (Perzeusz): a kettős halmaz

A téli égbolt Bikával szomszédos csillagképe a *Perzeusz*, mely részben szintén fényes csillagokból áll. Az Alfa Persei közelében a csillagtérképen egy fényesebb csillagokból álló szétszórt alakzatot találunk. Ezen a területen helyezkedik el az Alfa Persei Mozgóhalmaz, mely fiatal, a Tejútrendszerben együtt keringő, nagy területen elszórt csillagokból áll. Ez a halmaz **Melotte 20** néven is ismert azon csillagász után, aki a nagy laza csillaghalmazokat katalogizálta. A Melotte 20 egy 3 fokos átmérőjű területen az Alfa Persein kívűl körülbelül 50 csillagot tartalmaz, melyek integrált fényessége 1,2 magnitúdó.

A Melotte 20 nem a leglátványosabb halmaza a csillagképnek. Két fényes, kompakt alakzat, az **NGC869** és az **NGC884** egy foknál kisebb távolságban látszódnak egymástól, de fizikai kapcsolat nincs közöttük. A két halmazt általában h és khi Persei néven emlegetik. Aki binokulárjával erre a területre néz, egyszerre láthatja a kettőt. A nyugatabbra lévő NGC869

kétszáz, az NGC884 százötven csillagot tartalmaz, mindkettő 30 ívperc körüli területen ragyog 4,5 magnitúdós fényességgel. A két halmaz nemcsak kiváló látványosság, hanem az égbolt határfényességét is jelzi: ha nem látjuk szabad szemmel, a levegő áteresztőképessége nem elegendő halványabb objektumok megfigyeléséhez.

Auriga: fényes Messier halmazok

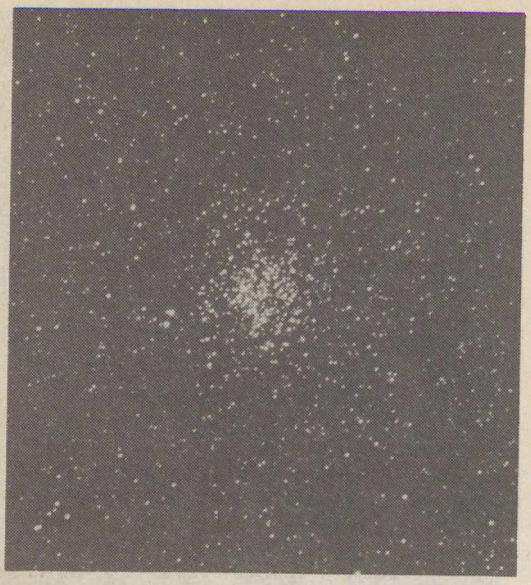
Az *Auriga* nagy számban tartalmaz kis halmazokat. Közülük három az **M36, M37** és **M38** kíváló célpont binokulárunknak, mivel viszonylag nagy az integrált fényességük. Az M36 és 38 az Auriga hatszöge közepénél található, egymástól 2 fokos, a binokulár látószögéhez hasonló távolságra. Az M36 egy szemcsés ködfolt, kb. 12 ívperces átmérővel. Hatvan csillagot tartalmaz, melyek közül a fényesebbek 9 magnitúdósak, azaz halványabbak annál, mintsem kisebb binokulárral külön-külön láthatnánk őket. Az M38 közel kétszer na-



A φCassiopeia csillag mellett látható nyílthalmaz, az NGC457. A felvétel egy 28 cm-es távcsővel, 3M 1000 filmre, 10 perces expozícióval készült

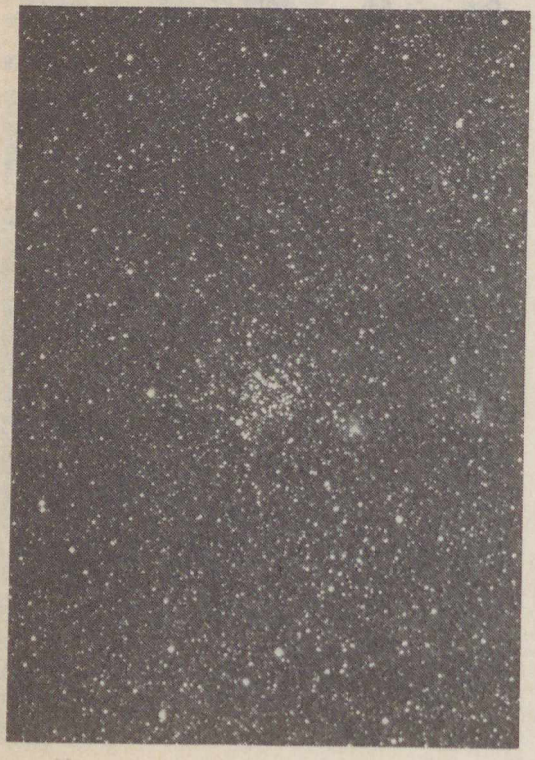
A binokulárral megfigyelhető galaktikus halmazok

Név	Messier-szám	Pozíció RA, δ (2000)	Csillag-kép	Átmérő	Méret (pc)	Csillagok száma	Fényesség (m)
Blanco 1	—	0h04.3m –29°56′	Scl	90′	250	30	4.5
Collinder 463	—	1h48.4m +71°57′	Cas	36′	600	40	5.7
NGC 752	—	1h57.8m +37°41′	And	50′	400	60	5.7
Stock 2	—	2h15.0m +59°16′	Cas	60′	320	50	4.4
NGC 869	—	2h19.0m +57°09′	Per	30′	2200	200	4.3p
NGC 884	—	2h22.4m +57°07′	Per	30′	2300	150	4.4p
IC 1805	—	2h32.7m +61°27′	Cas	22′	2100	40	6.5
NGC 1039	M 34	2h42.0m +42°47′	Per	35′	440	60	5.2
Collinder 33	—	2h59.3m +60°24′	Cas	40′	—	25	5.9p
Melotte 20	—	3h22.0m +49°00′	Per	185′	170	50	1.2
Pleiades	M 45	3h47.0m +24°07′	Tau	110′	125	100	1.2
Hyades	—	4h27.0m +16°00′	Tau	330′	46	—	0.5
NGC 1647	—	4h46.0m +19°04′	Tau	45′	550	200	6.4
NGC 1746	—	5h03.6m +23°49′	Tau	42′	420	20	6.1p
Collinder 62	—	5h22.5m +41°00′	Aur	28′	—	—	4.2p
Collinder 464	—	5h22.0m +73°00′	Cam	120′	—	50	4.2p
Collinder 65	—	5h26.0m +16°00′	Ori	220′	—	—	3.0p
NGC 1912	M 38	5h28.7m +35°50′	Aur	21′	1320	100	6.4
Collinder 69	—	5h35.1m +09°56′	Ori	65′	500	20	2.8p
Trapezium	—	5h35.4m –05°23′	Ori	48′	450	—	3.7
NGC 1960	M 36	5h36.1m +34°08′	Aur	12′	1270	60	6.0
Collinder 70	—	5h36.0m –01°00′	Ori	150′	430	100	0.4
NGC 2099	M 37	5h52.4m +32°33′	Aur	24′	1350	150	5.6
NGC 2168	M 35	6h08.9m +24°20′	Gem	28′	870	200	5.1
Collinder 106	—	6h37.1m +05°57′	Mon	45′	—	20	4.6p
NGC 2287	M 41	6h47.0m –20°44′	CMa	38′	700	80	4.5
Collinder 121	—	6h54.2m –24°38′	CMa	50′	700	20	2.6
Collinder 132	—	7h14.4m –31°10′	CMa	95′	—	25	3.6
NGC 2422	M 47	7h36.6m –14°30′	Pup	30′	480	30	4.4
NGC 2437	M 46	7h41.8m –14°49′	Pup	27′	1660	100	6.1
NGC 2447	M 93	7h44.6m –23°52′	Pup	22′	1100	80	6.2
NGC 2548	M 48	8h13.8m –05°48′	Hya	54′	610	80	5.8
NGC 2632	M 44	8h40.1m +19°59′	Cnc	95′	160	50	3.1
NGC 2682	M 67	8h50.4m +11°49′	Cnc	30′	800	200	6.9
Collinder 285	—	12h03.0m +58°00′	UMa	1400′	23	—	0.4
Melotte 111	—	12h25.0m +26°00′	Com	275′	80	80	1.8



Az M11 jelű nyílthalmaz a Scutum csillagképben. A fotót egy 40 cm-es távcsővel készítették

Egy tipikus binokuláris halmaz, az M35, a Geminiben. A vele szomszédos NGC2158 nyílthalmaz azonban már lényegesen nehezebben észlelhető. A fotót egy 20 cm-es Schmidt-kamerával, Ektachrome 400-as filmre, 8 perces expozícióval készítették



gyobb: száz, nyolc magnitúdónál halványabb csillagot tartalmaz. Mivel szétszórtabban helyezkedik el, könnyebben megpillanthatunk különálló csillagokat is. Nagyobb binokulárral könnyen megnézhetjük mindkettő fényesebb csillagait.

A fönti két halmaztól délkeletre ragyog az M37. Ez az egyik leggazdagabb nyílthalmaz az égen: 150 csillagot tömörít egy 24 ívmásodperces területre, melyek közül a fényesebbek is csak 9 fényrendűek. Kis binokulár a Tejút fényéhez hasonlónak mutatja, de egy 20x80-as már felbontja, tűhegynyi fények és pislákoló parázsszemek nyüzsgésének látványát keltve.

Ikrek: az M35 és társa

Az *Ikrek (Gemini)* tartalmaz egy másik szép nyílthalmazt, az **M35-öt.** Ez a majd 200 elszórt csillagot tartalmazó csoport szabad szemmel is látható és bármely méretű binokulárral nagyon mutató. Teliholdnyi helyet foglal el az égből, 5 magnitúdós fényességgel. Az M35 csillagai nem fényesebbek, mint 8 magnitúdó, széles színskálán mozognak és szép párokat, valamint láncokat alkotnak. A legfényesebbek közül kékesfehér, de a halványabbak közül sok a barnássárga színű.

Nagyobb méretű binokulárral figyelve az M35-öt, egy halvány, bolyhos fényfoltot láthatunk annak délnyugati részén. Ez egy másik nyílthalmaz, az **NGC2158**. A szerkezete hasonló az M35-höz, de annál hatszor messzebb van a valóságban. Ezt a halmazt nehéz felbontani, jó esetben ködös foltnak tűnik, ennek ellenére jó kontrasztot ad az M35 szétszórt fényes csillagaival szemben.

Puppis (Hajófara)

Haladjunk tovább a Tejút mentén a déli horizont felé, s a *Hajófarában* is sziporkázó csillaghalmazokat találunk. A két legszebb, az **M46** és az **M47** közel 15 foknyira található északra az égbolt legfényesebb csillagától, a Szíriusztól. A kettő másfél fokra van mindössze egymástól, de ennek ellenére erősen eltérőek. Az M47 harminc fényes csillag (köztük 5 magnitúdós is) 30 ívperces átmérőjű területre szétszórt csoportja. Az M46 az előzővel azonos területen 100 halvány csillagot tartalmaz. Külön érdekesség, hogy a halmaz előtt egy planetáris köd (NGC2438) van, ami látszólag a halvány halmazcsillagok között lebeg. Ez a köd a Lyra gyűrűsködhöz hasonló, de annál halványabb, ezért sokkal nehezebb megfigyelni, ráadásul a mezőcsillagok is zavarnak. Nagyobb binokulárral megpillanthatjuk az M46 belsejében.

Canis Major: M41

Meglepően ragyogó és könnyen megtalálható a *Nagy Kutya (Canis Major)* csillagkép, mely szintén fényes halmazokat tartalmaz. Nézzünk a Szíriusztól 4 foknyira déli irányba a binokulárral: a Hold méreténél kissé nagyobb ködös foltot találunk. Ez az **M41**, egy másik fényes halmaz Messier katalógusából, mely elég nagy ahhoz, hogy binokulárral figyelhessük meg. 80 csillagot tartalmaz, melyek 7 magnitúdós és annál kisebb fényességükkel együttesen 4,5 fényrendet tesznek ki.

Itt található a *Collinder 121*, vagy más néven az Omicron Canis Majoris halmaz is. (Nevét a központjában lévő fényes csillagról kapta.) A Collinder 121 mindössze 20 tagot tartalmaz közel egy fokos területen, ám ezek olyan fényesek, hogy könnyű célpontot nyújtanak a megfigyelőnek.

A téli égbolt számos binokulárral látható halmazát mutattuk be, köztük különböző fényességűeket, méretűeket és sűrűségűeket. Akinek az előzőek felkeltették a figyelmét, még válogathat a fönti táblázatból, mely a téli és kora tavaszi égbolt 36 binokulárral is megfigyelhető halmazát tartalmazza. A táblázat és egy csillagatlasz segítségével hozzáláthatunk a téli égbolt felfedezéséhez.

Az Astronomy folyóirat cikkeinek felhasználásával

KOLLÁTH ZOLTÁN

A szupernova-maradványok jobb megértésének útján

A töltéscsatolt érzékelők — a CCD-k — a fotografikus lemezekét messze meghaladó érzékenysége tulajdonképpen közismert (lásd FÉ 85/9/277).

Két kanadai csillagász, *Sydney van den Bergh* (Dominion Asztrofizikai Obszervatórium) és *Cristopher Pritchet* (Victoria Egyetem) a múlt év második felében a Hawaiin levő 3,6 m tükörátmérőjű CFH reflektorral szupernova-maradványokat vizsgált. A 4200 méteres tengerszint feletti magasság, a rendkívül tiszta és nyugodt légkör, valamint a primér fókuszba szerelt érzékeny CCD detektor használata új megvilágításba helyezett olyan — egyébként sokszor és behatóan tanulmányozott — objektumokat is, mint a *Rák-köd* (M 1) vagy a *Cassiopeia A*.

Felvételeiken a Rák-köd jól ismert hidrogénfilamentjei „igazgyöngy nyaklánchoz" hasonló füzérekké bomlottak. Az apró, fénylő, kör alakú képződmények a legtöbb filamentben határozottan elkülöníthetők voltak, s a megfigyelések első feldolgozása is azt mutatta, hogy a köd szálas szerkezete inkább egy háromdimenziós, kiterjedt struktúra, mint egy kétdimenziós, oldalról vizsgált, vékony, robbanáskor ledobott gömbhéj. A legkisebb sűrűsödések pontszerűek, a legnagyobbak egy ívmásodperc átmérőjűek voltak, átlagos távolságuk mindössze néhány ívmásodperc. A statisztikai vizsgálatok azt mutatják, hogy a fényesebb filamentek tendenciózusan több, fényesebb és egymáshoz közelebb elhelyezkedő „gyöngyöt" tartalmaznak, mint a halványak. A megfigyelt helyi sűrűsödések száma több száz. Létrejöttüket van den Bergh és Pritchet a filamentek gázanyagának instabilitásával és a mágneses tér helyi zavaraival magyarázzák. A modern észlelőtechnika alkalmazása révén az elkövetkező években az asztrofizikusoknak lehetősége nyílik arra, hogy a filamentgyöngyök mozgásának tanulmányozásával ne csak a Rák-köd általános tágulását, hanem az egyes filamenteken belül lezajló gyorsulási folyamatokat is az eddiginél jóval nagyobb pontossággal tanulmányozhassák. További vizsgálatok adhatnak majd választ a sűrűsödések fizikai tulajdonságaira, többek között arra, hogy miként jöttek-jönnek létre, a hidrogénen kívül más elemek is találhatók-e bennük, s színképük mennyiben különbözik a „szülő" filamentekétől.

A Cassiopeia A esetén elért siker egyértelműen Mauna Kea rendkívüli légköri viszonyainak köszönhető. Már az első, CFH távcsővel készült CCD képekről egyértelmű volt, hogy minőségük, részletgazdagságuk jobb, mint a Palomar-hegyi 5 m-es távcsővel az elmúlt 32 év folyamán készült bármelyik Cas A-fotó. A leképezés annyira éles volt, hogy a két kanadai csillagász véleménye szerint a szupernova-maradványon belüli sajátmozgások sokkal rövidebb időn belül kimutathatók lesznek, mint korábban. Ez azért különösen nagy jelentőségű, mivel a Cas A filamentjei és — az eddig még az érzékelhetőség határán levő — sűrűsödései korábbi vizsgálata igen jelentős mértékű, ködön belüli mozgásokra utaltak.

Rádiótávcsövek segítségével Galaxisunkban eddig több mint 130 szupernova-maradványt fedeztek fel, de közülük alig 40-et sikerült optikailag is azonosítani. Remélhető, hogy a CCD-k alkalmazásával hamarosan ezen a téren is igazi áttörés következik majd be.

Sky and Telescope
1987. januári száma alapján — Papp János

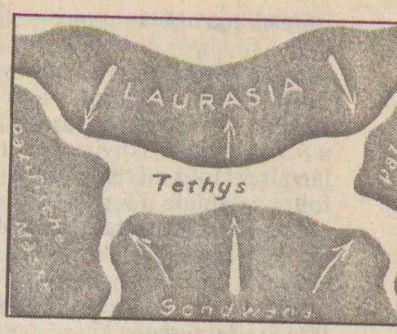
A Tethys-probléma

Ókeánosznak, a mitológiai tengeristennek nővéréről és feleségéről elnevezett egykori trópusi óceán egyike a geológia leginkább vitatott fogalmainak. Leegyszerűsítve Tethysként értelmezik azt a tengeri üledékgyűjtőt, amelyben az Eurázsiai-hegységrendszer üledéktömegei lerakódtak, s amely a hegységláncok felgyűrődése miatt teljesen bezáródott, megszűnt létezni. A mai Földközi-tenger nem a Tethys maradványa, nyugati medencéje például egészen fiatal, óceáni jellegű tenger.

A Tethys története sokkal bonyolultabb, mint a mai óceánoké. Amíg a Csendes-, az Atlanti- vagy az Indiai-óceán a földtörténet utolsó 200 millió éve alatt fokozatos növekedéssel jött létre, addig a Tethys térségében szétnyílásra és összezáródásra utaló komplikált folyamatok játszódtak le. Másrészt egyenlítői tengerről van szó, hiszen az Eurázsiai-hegységlánc anyagában igen nagy arányban szerepelnek trópusi üledékek, amelyek ráadásul különleges ősföldrajzi viszonyokat tükröznek. Az aktualizmus elvének korlátozott felhasználhatóságára figyelmeztetnek azok a sok kilométer vastag mészkő- és dolomitrétegsorok, amelyek például az Alpok egyes vonulataiban találhatók. Ezek olyan hatalmas kiterjedésű árapályzónában jöttek létre, amelyekben az aljzat egyenletes süllyedése lépést tartott a mészkiválasztó sekélytengeri szervezetek építőtevékenységével, s amely zónákba alig vagy egyáltalán nem jutott szárazföldi törmelékanyag. Ezt csak a variszkuszi (más néven herciniai) ókor végi hegységképződést követő hosszú lepusztulással lehet magyarázni, amely teljesen elegyengette a trópusi sekélytengert övező kontinensek felszínét.

Ha azonban a Tethys történetét részleteiben nyomozzuk, a fenti általánosítás helyett vissza kell nyúlnunk a fogalom eredeti értelmezéséhez. Melchior Neumayr német geológus 1885-ben a jura időszaki (195–135 millió év) tengeri üledékek elterjedése alapján jelölte ki e trópusi óceán határait. Ősföldrajzi rekonstrukciója természetesen fixista alapon készült, hiszen a kontinensek vándorlásának gondolata akkoriban még csak néhány merész gondolkodó fejében fordulhatott meg. Neumayr apósa, az osztrák Eduard Suess nevezte el Tethysnek az egykori óceánt, kimutatva, hogy az már a jura időszakot megelőzően, a triászban kialakult. Értelmezése szerint a Tethys az Eurázsia magját alkotó északi Angara-föld és a déli szárazulatokat alkotó Gondwana között terpeszkedett, majd ezek fokozatos közeledése miatt alakult ki üledékeiből az Alpi–Himalájai-hegységrendszer.

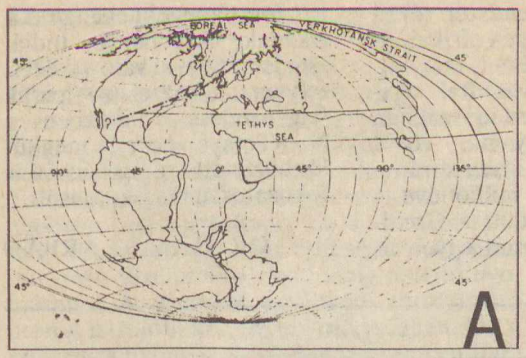
Századunk elején a paleontológusok részletesen feldolgozták az egykori Tethys üledékgyűjtő őséletmaradványait, különböző fácieseit, és a még mindig uralkodó fixista felfogásnak megfelelően valamiféle – Délkelet-Ázsiától Közép-Amerikáig nyúló – egyenlítői tengersávként értelmezték azt, amely nyugat–keleti irányban szabad utat biztosított a mezozoós (középkori) élővilág számára. A kutatók egy része a déli Gondwana, illetve északi Eurázsia satujába fogott keskeny, mozgékony övezetnek tekintette a Tethyst (1. ábra), mások feltételezték, hogy már az ókor előtt is létezett, és területe azóta állandóan csökkent, míg végül az alpi hegységképződés végleg fel nem számolta ezt az ősi üledékgyűjtőt.

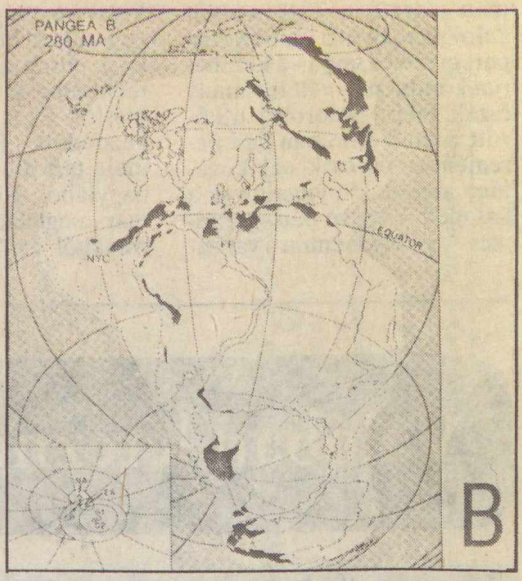


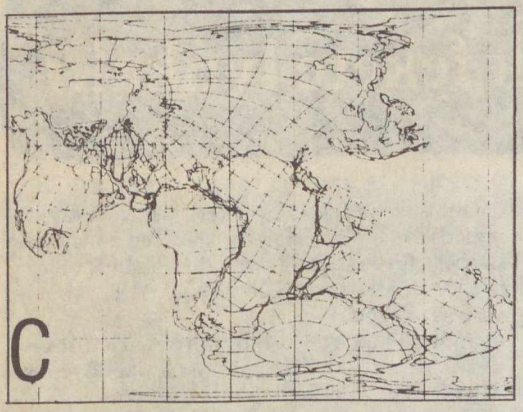
1. ábra. A Tethys mobilista felfogású vázlata (Staub, 1928). Az óceán Eurázsia és Gondwana satujában

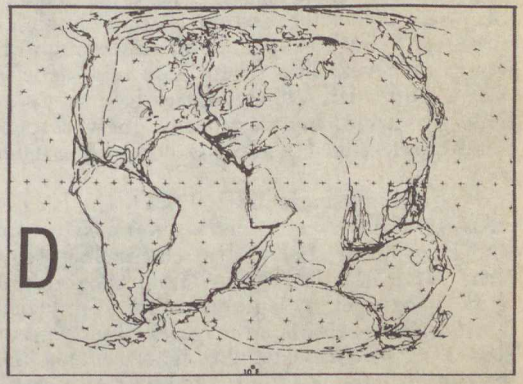
Amikor az 1960-as években Wegener századeleji kontinensvándorlási elképzeléseit új elméleti alapon egyre inkább rehabilitálták, a Tethyst lényegében a Pangea szuperkontinens testébe kelet felől mélyen benyúló óceáni méretű öbölként fogták fel, és feltételezték, hogy később a Pangeának egy északi és déli szárazulatra való feldarabolódása nyitotta meg az utat a kelet–nyugati irányú egyenlítői óceán keletkezéséhez. Az alpesi területen ugyanis a permben és a triász elején kizárólag sekélytengeri üledékek rakódtak le, az óceanizálódás jelei csak a triász időszak közepétől voltak kimutathatók.

A részleteket illetően azonban igen sok volt a vita; az 1980-as években készített









2. ábra. A Tethys lemeztektonikai modelljei: a = Wilson (1963) a Tethyst a Pangea testébe mélyen benyúló óceáni méretű öbölként ábrázolja; b = Morel és Irwing rekonstrukcióján a Tethys öböl kisebb méretű; c = Smith és mások (1981) ókor végi Pangea felfogása; d = Owen (1983) rekonstrukciója

rekonstrukciók egymástól jelentős mértékben különböznek (2. ábra).

Megbízhatóbb rekonstrukciók azoknak a varratvonalaknak az alapján vázolhatók fel, amelyek lényegében a bazaltos óceáni aljzat maradványai, s amelyek az északi és déli litoszféradarabok ütközési zónáját képviselik. E varratvonalak alapján úgy tűnik, hogy az ókor végén és a középkor elején (300–200 millió éve), tehát a perm és triász időszakokban valóban létezett a Pangeába benyúló öböl, míg a Suess által Tethysként meghatározott óceán csak a Pangea széthasadásával születhetett meg.

A varratvonalak két csoportra oszthatók. Egy részük valóban az alpi hegységképződés során jött létre, míg tőlük északra s velük nagyjából párhuzamosan egy korábbi – Kimmeridáknak nevezett – óceánbezáródás varratrendszere ismerhető fel.

A Kimmeridák sok vonulatból álló hegységrendszerét a későbbi alpi hegységláncok felgyűrődése elfedte, bár létezését már 1909-ben felismerte Suess, és a Fekete-tenger északnyugati vidékének őslakóiról nevezte el. A Kimmeridák lemeztektonikai értelmezésével elsősorban Cel Sengőr foglalkozott. Véleménye szerint a Kimmeridák azoknak a kéregtömböknek Eurázsiával történt ütközése során gyűrődtek fel, amelyek az ókor végén és a triász elején szakadtak le a Gondwana északi pereméről. E kéregtömbök a Balkán-félsziget és Malaysia közötti sávban főleg a triász végétől a jura közepéig (200–150 millió éve) torlódtak neki Eurázsia déli szegélyének. Ezt a már javarészt a jurában megsemmisülő egyenlítői óceánt a tulajdonképpeni Tethystől Paleo-Tethys néven különítik el.

Végeredményben ez a modell feltételezi, hogy az ókor végi Pangea állapotot köve-

tően először a Tethys-öblöt délről szegélyező Gondwana-perem széles sávja – a kimmeriai kontinens – vált le, amely észak felé vándorolva ütközött azután Eurázsia déli peremének, és csak ezt követően alakult ki nyugaton az a hasadék – illetve hátságrendszer –, amely mentén a variszkuszi hegységrendszer révén egyesültek Pangea afrikai, illetve európai részei, majd átmenetileg eltávolodtak egymástól. Ez a jura időszakban kezdődött folyamat rövid ideig tartott, a kréta során – nagyjából 100 millió éve – már megkezdődött a Gondwanából önállósult egyéb litoszfératömegeknek, így Afrikának, Arábiának, Indiának Eurázsiával való ütközés folyamata, s ezzel az Alpidák felgyűrődése, miközben a Neo-Tethys néven megkülönböztetett trópusi óceán is fokozatosan megsemmisült.

DR. JUHÁSZ ÁRPÁD

Valóban léteznek fekete lyukak?

Egy fekete lyuk maga a „tiszta gravitáció". Felszínén nincs semmi látható, csak az üres tér (a továbbiakban az ún. „eseményhorizont"-ot nevezzük a fekete lyuk felszínének). Ezt a láthatatlan felületet az jelöli ki, hogy az erős gravitáció, mint egy nagy, mély csapda, semmit sem enged belőle kiszökni, még a fényt sem.

Hogy szemléletesebbé tegyük a fekete lyukak erős gravitációs terét, jó viszonyítási alapot szolgáltathat néhány jobban elképzelhető égitest. Nézzük először is a Föld megszokott gravitációs terét! A legtöbb ember könnyedén fel tud ugrani 30–60 cm magasra. Bár ilyenkor kb. 3 m/s sebességgel kezdenek emelkedni, hamar visszaesnek a földre. Ahhoz, hogy véglegesen elhagyjuk bolygónkat, legalább 11,2 km/s-mal (a szökési sebességgel) kell távolodnunk a felszíntől.

A Nap felszínén történő szökési sebesség nagyobb, 611,5 km/s. A fekete lyukak felszínén érvényes szökési sebesség maga a fénysebesség: 299 792,5 km/s. Ezért nincs olyan anyagi objektum, amely akár a milliméter törtrészéig el tudna távolodni a fekete lyuk eseményhorizontjától.

A fekete lyuk erős gravitációja elgörbíti a fénysugár irányát, és lelassítja az órák járását. Ezek az effektusok népszerűsítő könyvekben, filmekben sok helyen szerepelnek. Már senki sem illeti a fekete lyukakat a „bizarr", vagy az „egzotikus" jelzőkkel. Az eseményhorizonthoz túl közel merészkedő vakmerő űrhajós leírása, bár a hétköznapi tapasztalatainkhoz mérten különös, ma már közhellyé vált.

A legtöbb csillagász elfogadja a fekete lyukak létét. Létrejöttükben a nagy tömegű csillagok halálának természetes és elkerülhetetlen következményét látják. Valamint szívesen fordulnak a szupernagy tömegű fekete lyukak hipotéziséhez a kvazárok rendkívüli luminozitásának magyarázása végett.

Azonban van egy komoly probléma a fekete lyukakkal, amely néhány tudóst kétkedővé tesz a létezésüket illetőleg. A legtitokzatosabb a fekete lyuk centruma. Einstein általános relativitáselmélete megjósolja, hogy találhatunk olyan objektumokat, amelyek a Földünknél milliószorta nagyobb tömegűek, méretük viszont kisebb egy atomnál is! Azaz sűrűségük a végtelenhez közelít. Bármely fizikai mennyiség végtelenné válásának lehetősége meghaladja a természet viselkedéséről eddig szerzett ismereteinket. Így jó okunk van kételkedni abban, hogy egyáltalán létezik-e ilyen?

A fizikusok is idegenkednek a végtelen sűrűségű pont feltevésétől (amely szingularitást hozna létre), mert nincs olyan elképzelhető elmélet, ami leírná, mi történik ott. Ha egy fekete lyuk „felszíne" átlátszó lenne (de nem az), akkor középpontjában talán valami olyat láthatnánk, ami „kicsiben" hasonlít Univerzumunkra, éppen robbanásos születése pillanatában!

De térjünk vissza a mikroszkopikusra összenyomott csillag absztrakciójából, és közelítsünk lépésenként a fekete lyukakhoz! Így kívánunk eljutni a stelláris fekete lyukak keletkezéséhez, kisebb tömegű testvéreik (fehér törpék, neutroncsillagok) eredetének bemutatásán keresztül. Nézzük meg, mi történik a közönséges anyagokkal és objektumokkal, ha összenyomjuk őket!

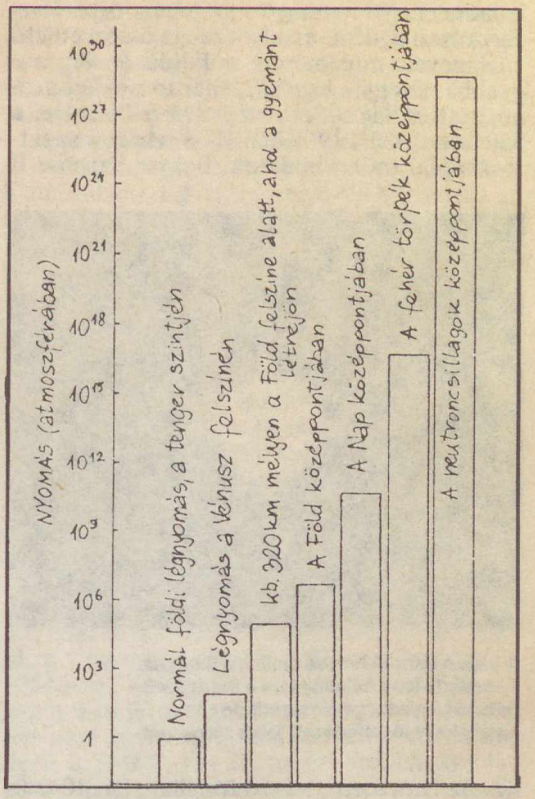
Rettenetes nyomás alatt

1955-ben a General Electric Co. tudósai elsőként állítottak elő nagy nyomáson grafitból gyémántot. Napjainban a legtöbb ipari gyémántot már mesterségesen állítják elő, de ez a művelet még mindig komoly technikát igényel! Tartósan kb. 100 000 atmoszféra (10 000 MPa) nyomást kell biztosítani. Ez a nyomás több mint tízszerese egy nagy teljesítményű puska csövében tüzelésekor rövid ideig fellépő nyomásnak! A gyémánt egyébként természetes úton is létrejön, kb. 320 km mélységben. Ott a szükséges nyomást a minden négyzetcentiméterre nehezedő, kb. 155 tonna kőzet biztosítja.

A Föld középpontjában, 6437 km mélyen a felszín alatt, a nyomás kb. 4 millió atmoszféra (400 000 MPa). Ilyen nagy nyomás még előállítható mesterségesen, de csak a nukleáris robbantások során. Azt várhatnánk, hogy ilyen hatalmas összenyomó erő hatására a Föld magjának anyaga egészen különleges állapotban van. Azonban ez nem így van. A mag úgy tűnik, összenyomott szilárd vasból van, amely a közönséges vasnál másfélszer sűrűbb, de máskülönben a megszokott tulajdonságokkal bír.

Még nagyobb nyomásokat találhatunk a csillagok mélyén. Pl. a Napunk centrumában uralkodó nyomás a Föld magjában lévőnek 10 000-szerese! Ez már olyan hatalmas nyomás, hogy eddig egy pillanatra sem tudtuk elérni, még hidrogénbomba robbantásakor sem! Érdekes módon a Nap magjában a hidrogén és a hélium nem szilárd, de nem is folyékony, hanem gáz állapotban van. Persze nem földi körülmények között megszokott gáz, hanem az ólomnál mintegy 15-ször sűrűbb. Minthogy a Nap magja kb. 15 millió K hőmérsékletű a termonukleáris kohó tüzétől, az anyag egyszerűen túl forró ahhoz, hogy cseppfolyósodjon. Ezek után nem árt tisztázni, mit is értünk gáz alatt? A Nap magja olyan állapotú, amelyet a fizikusok „ideális gáz" kifejezéssel illetnek. Az ilyen állapotú anyagokra az a jellemző, hogy ugyanannak a törvényszerűségnek engedelmeskednek, aminek a léggömbbe zárt levegő: ha térfogatának felére nyomjuk össze, kétszer olyan nagy nyomással „hat vissza".

Hogyan képes ellenállni a gravitáció összehúzó erejének a Napot alkotó sűrű, forró gáz? A kialakult egyensúlyi állapotot hogy tudja Napunk milliárd évekig megőrizni? Ennek megértéséhez tekintsünk egy olyan esetet, amikor egy üstökös a Napba zuhan (ilyet néhány éve is észleltek). A befogott üstökös egy nagyon picivel megnövelte a Nap tömegét (és ezzel gravitációs erejét). Következésképpen a nyomás csillagunk centrumában megnő,



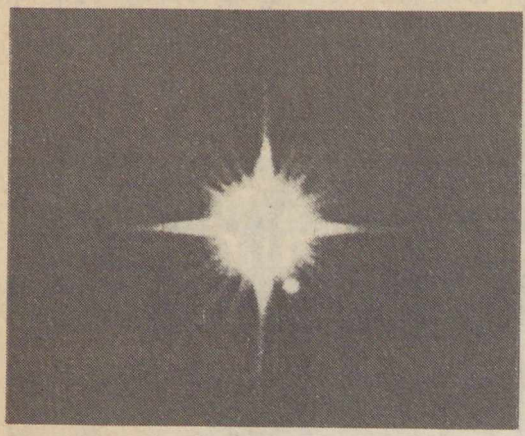
Néhány, a természetben előforduló nyomásérték összehasonlítása. Mesterségesen ma még csak kb. 1 millió atmoszférás nyomást tudunk létrehozni

a gáz egy kicsit jobban összenyomódik. Emiatt viszont kissé erőteljesebbé válnak a termonukleáris reakciók, ami egy kicsit jobban fűti a gázt. Ez pedig egy kifelé ható járulékos erőt (nyomást) okoz, amivel a magon kívül eső, megnövekedett súlyú gázt nyomja kifele a „benti" anyag. Így a folyamatos, finom szabályozással mindig egyensúlyban marad a gravitáció összehúzó ereje és a gáz nyomása.

A fehér törpék

A dolog akkor kezd érdekessé válni, amikor egy csillag nukleáris fűtőanyag-készlete kimerül (a Napnál ez csak sok milliárd év múlva lesz esedékes, de egy jóval nagyobb tömegű csillagnál keletkezése után alig néhány millió évvel). A mag a lanyhuló termonukleáris fűtés hatására (csökken a belső nyomás) elkezd összehúzódni. A gravitáció rövid idő alatt összenyomja az egyensúlyból kibillent csillagot. Ha a halódó csillag nem volt túl nagy tömegű (azaz tömege Napunk tömegének a kb. 1,5-szeresét nem

haladta meg) „teteme" egy fehér törpe lesz. Egy olyan égitest, amely tömege összevethető a Napéval, míg mérete a Földénél alig nagyobb. Az egyik legelső, fehér törpeként azonosított csillag a Szíriusz halvány kísérője, a Szíriusz-B volt. 1915-ben *W. S. Adams* spektroszkópiai úton kimutatta, hogy a Szíriusz-B



A képen látható fényes csillag a Szíriusz. A mellette lévő halvány társ a Szíriusz-B (látszó fényessége 8 magnitúdó), amely az első felfedezett fehér törpe volt

ugyanolyan forró, mint a főcsillag, bár 10 000-szer halványabb. Ebből az következik, hogy átmérője a Szíriuszénak századrésze kell legyen, holott az maga is alig nagyobb Napunknál. A pályamozgás elemzéséből pedig azt kapták, hogy tömege kissé nagyobb a Napénál. Azaz, ennek a kicsiny csillagnak az átlagsűrűsége kb. 8 000-szerese az óloménak!

A fizikusok akkor még ezt nem tudták megmagyarázni, a Szíriusz-B természete több mint egy évtizedig titok maradt. Az 1920-as évek végén, az 1930-as évek elején *R. H. Fowler* és *S. Chandrasekhar* mutatta meg az utat a fehér törpék szerkezetének és fejlődésének megértéséhez. A kvantummechanika első csillagászati alkalmazásaként megmutatták hogyan képes egy olyan parányi méretű és tömegű részecske, mint az elektron, megállítani egy csillag összeomlását.

Bár nehéz az atomok világát elképzelni, az segít most, ha az elektront egy különleges tulajdonságú részecskének tekintjük. Az elektron valamiképpen „kizár" egy területet a többi elektron elől (a fizikusok ezt nevezik Pauli-féle kizárási elvnek). Így az egyes elektronok „saját teret" igényelnek, s e viselkedésük közben egyfajta speciális nyomás – elektron degenerációs (a kvantumfizika által leírható viselkedés, amit a klasszikus fizika ide vonatkozó tételei már nem tudnak helyesen megmagyarázni) nyomás – fejtenek ki, amely a gravitációval egyensúlyt tud tartani. Az elektronok effajta „térigénye" nem azt jelenti, hogy szó szerinti értelemben nem férnek el, hisz még a fehér törpék sűrű magjában is az egymástól mért átlagos távolságuk méretüknek több mint 100 000-szerese (ez megfelel annak, mintha egy ember legközelebbi szomszédja több, mint 160 km távolságban lenne)! A fehér törpék mélyén a degenerációs nyomás kb. milliószorosan múlja felül a Nap centrumában tapasztalható nyomást.

Fowler és Chandrasekhar analízise nagyszerű volt, mégis több kiemelkedő csillagász a munkájukat eretnekségnek tekintette. *Sir Arthur Eddington*, a csillagászat akkori vezéregyénisége, az új elmélet egyik leghangosabb ellenzője volt. Szinte azonnal rájött, hogy Chandrasekhar teljesen relativisztikus egyenletei magukban foglalják azt a tényt, hogy a legnagyobb tömegű csillagoknak életük végén fekete lyukká kell válniuk. 1935-ben ezt írja: „A csillag folytatja a sugárzást és összehúzódást, amíg feltételezéseim szerint néhány km sugarú lesz, amikor is a gravitáció elég erőssé válik, hogy a sugárzást is fogva tartsa, és a csillag akkor végleg nyugalmat lel... Sokféle folyamat jöhet még szóba, amely megmentheti a csillagot, de ennél nagyobb védelmet akarok! Úgy gondolom, kell lenni egy természeti törvénynek, amely megakadályozza, hogy egy csillag ilyen abszurd módon végezze be!"

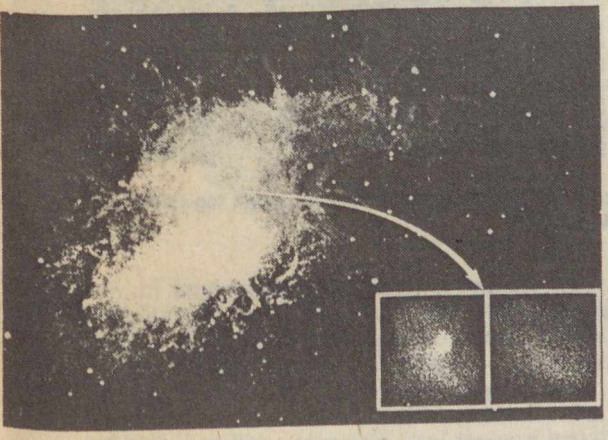
Eddington sohasem fogadta el Chandrasekhar eredményeit, jóllehet egyike volt az általános relativitás elméletét nagyra értékelő első embereknek. Fenntartásai Chandrasekhar munkájával szemben hibásak voltak, de azt jól illusztrálják, hogy a tudomány mennyi emberi erőfeszítést igényel, és mennyi tévedéssel teli! Mint Eddington, minden tudós megengedi képzeletének, hogy kiszínezze a tényeket a következtetések levonása során, és ez sokszor nem válik be...

Neutroncsillagok

Az elektronok egy fehér törpében nagy nyomást fejtenek ki a gravitáció ellenében, de amint Eddington is gondolta, van egy határ, ameddig ezt képesek csinálni. Amint a fehér törpéhez egy kis anyagot hozzáteszünk, az összehúzódik és gravitációja jelentősen megnő. Az elmélet feltételezi, hogy a csillag tömege nem haladhatja meg az ún. Chandrasekhar határt, azaz az 1,44 naptömeget. Elméletileg, ha egy egészen kicsiny mennyiséggel megnöveljük egy éppen kritikus tömegű csillag anyagát, akkor a csillag egy pillanat alatt katasztrofálisan összehúzódik.

Az összeomlás akkor áll meg, amikor a csillag 15–20 km átmérőjűvé válik, „egy hajszálnyira" a fekete lyukká válástól. Az elektronok egyesülnek a protonokkal a csillag belsejét alkotó atomokban, és neutronokat alkotnak, amelyek ugyanazon kizárási elv alapján „taszítják" egymást, mint az elektronok a fehér törpék belsejében. A nyomás azonban trilliószor nagyobb. Elérkeztünk a neutroncsillagok világába. Szigetnyi méretű égitestek, ám milliónyi földtömeget foglalnak magukban. Az észak-amerikai Nagy-tavak vize kiférne egy fürdőszobai lefolyón, ha a neutroncsillagok sűrűségére nyomnánk őket össze (persze egy ilyen tízmillió tonnás vízcsepp kiszakítaná a lefolyót és akadálytalanul esne a Föld középpontjáig).

Egy ilyen objektum leírhatatlan, bár számtalan remek kísérlet történt már erre. Ez annak ellenére igaz, hogy végülis ismert részecskékből állnak, és jól elképzelhető méretű, gömb alakú égitestek. Már legelső tulajdonságuk, az erős gravitációs terük is megfoghatatlan. A jól ismert gondolatkísérlet sem sokat segít a megértésben – a neutroncsillagra kb. egy méter magasságból leejtett toll szinte abban a pillanatban becsapódik a felszínbe,



Az 1054-ben fellobbant szupernova egyik maradványa, a Rák-köd, amely a Bika csillagképben látható. A robbanást szenvedett csillagból pedig egy gyorsan forgó neutroncsillag jött létre, amely erős röntgenforrás (bekeretezett rész)

méghozzá 20 tonna TNT (trinitro-toluol) robbanási erejével! (Ehhez annyit lehet hozzáfűzni, hogy a neutroncsillag felszínén tett látogatásunkkor vigyázzunk, nehogy a lábunkra ejtsük a tollunkat!)

A neutroncsillagok valóságos égitestek, akár maga a Nap. Ezt elsőként *W. Baade* és *F. Zwicky* állapították meg 1934-ben. Ezt írják: „Némi fenntartással az a véleményünk, hogy a szupernovák jelenthetik az átmenetet egy „rendes" csillag és a neutroncsillag között."

A neutroncsillagok elméletét 1939-ben fejlesztette ki az a *J. R. Oppenheimer* (aki nemsokkal ezután a Manhattan-terv vezetője lett) és kollégája, *G. M. Volkoff*. Ellentétben a fehér törpékkel (amelyeket előbb fedeztek fel mint ahogy magyarázni tudtak), a neutroncsillagokat három évtizeddel a természetbeli megtalálásuk előtt már feltételezték, sőt le is írták.

A neutroncsillagok létének első bizonyítéka a rádiópulzárok felfedezése volt, *J. Bell*, a Cambridge-i Egyetem végzett hallgatója, és témavezetője, *H. Hewish* által. Ez előtt a felfedezés előtt néhány hónappal *F. Pacini* már hangot adott annak a véleményének, hogy egy neutroncsillag gyorsan forgó mágnesként nyilvánulhat meg. Azonban *T. Gold* volt az első, aki ezt az elképzelést írásban is közzétette a Nature hasábjain, a felfedezés után megjelent cikkében. Ő azt is feltételezte (helyesen), hogy az egymást követő rádióimpulzusok közötti időnek lassan nőni kell, mivel a kiözönlő elektromágneses sugárzás a csillag rotációs energiáját csökkenti. Gold remek interpretációja nagymértékben meggyorsította a rádiópulzárok neutroncsillagokkal való azonosítását.

Manapság már több mint 400 neutroncsillagot ismerünk. Néhány különösen híres, mint pl. a Crab-pulzár (mely a Bika csillagképben 1054-ben lejátszódott szupernova-robbanás során keletkezett). Mások kevésbé híresek, bár nem kevésbé figyelemreméltóak. Például ilyen a PSR 1937+21, az ún. milliszekundumos pulzár a Vulpeculában (amely egy alig 16 km átmérőjű neutroncsillag, és a szétrobbanási sebességhez nagyon közeli forgássebességgel forog: 642 fordulat/mp!), vagy a PSR 1913+16 kettős pulzár a Sagittában.

Az eltelt 20 év alatt már messze túlhaladtuk azt a kérdést, hogy a neutroncsillagok léteznek-e vagy sem. Ma már rutinszerűen fel is használják őket segédeszközként az asztrofizikai kutatások során (pl. az intersztelláris gáz kutatásában). A Sagitta csillagképbeli kettős pulzár lassan összehúzódó pályája pedig mindeddig egyedüli (bár közvetett) bizonyítékát adta az Einstein által már 1916-ban feltételezett gravitációs hullámoknak.

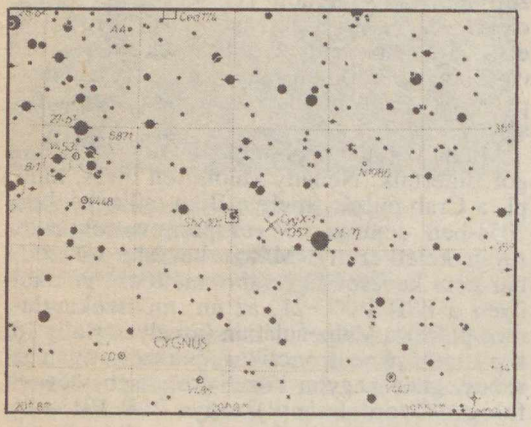
A pulzárok a csillagászatot újra alkalmazott tudománnyá tehetik, azaz több éves megfigyelési anyag alapján tudjuk, hogy néhány pulzár olyan pontosan tartja a periódusát, mint a legjobb laboratóriumi órák, és így a világ időstandardjainak következő generációját alkothatják.

Véget nem érő(?) összehúzódás

Az általános relativitáselméletnek megfelelően a neutroncsillagok csakúgy, mint a fehér törpék, korlátozott tömegűek lehetnek. Jelenlegi legjobb gravitációelméletünk azt mondja, hogy három naptömegnél nagyobbak nem lehetnek, mert akkor saját gravitációjuk hatására teljesen összeomlanának fekete lyukká.

Hogyan történhet ez meg? Amint egy kis tömegjárulék kerül a neutroncsillagra, az égitestet alkotó összes részecske megérzi a gravitáció megnövekedett erejét. Mindegyik neutron csak a legközelebbi szomszédait taszítja. A neutronok úgy viselkednek, mint a hulladékpréselőben a konzervdobozok – az összebesség). Minél jobban összenyomjuk a rugót, annál több energiát tárol. Ennek az energiának az ekvivalens tömege pedig növeli a csillag gravitációját, amely még jobban összehúzza az égitestet, növeli a centrális nyomást.

Egy bizonyos ponton tehát a nyomás a csillag középpontjában hatékonyabbá válhat a további összehúzódás segítése, mint annak gátlása számára. Ez, kombinálódva a neutronok „taszító" erejének korlátozottságával, végül is egy erőteljes, felgyorsuló összeomláshoz, kollapszushoz vezet. Bármilyen új, nyomást kifejteni képes erő számára lehetetlen a folyamat megállítása, az ekvivalens tömeg növekedése miatt csak tovább gyorsítaná az eseményt.





A Cygnus X–1 röntgenforrás és égi környezete az Uranometria 2000 térképen, illetve a bejelölt téglalap alakú terület egy fotólemezen

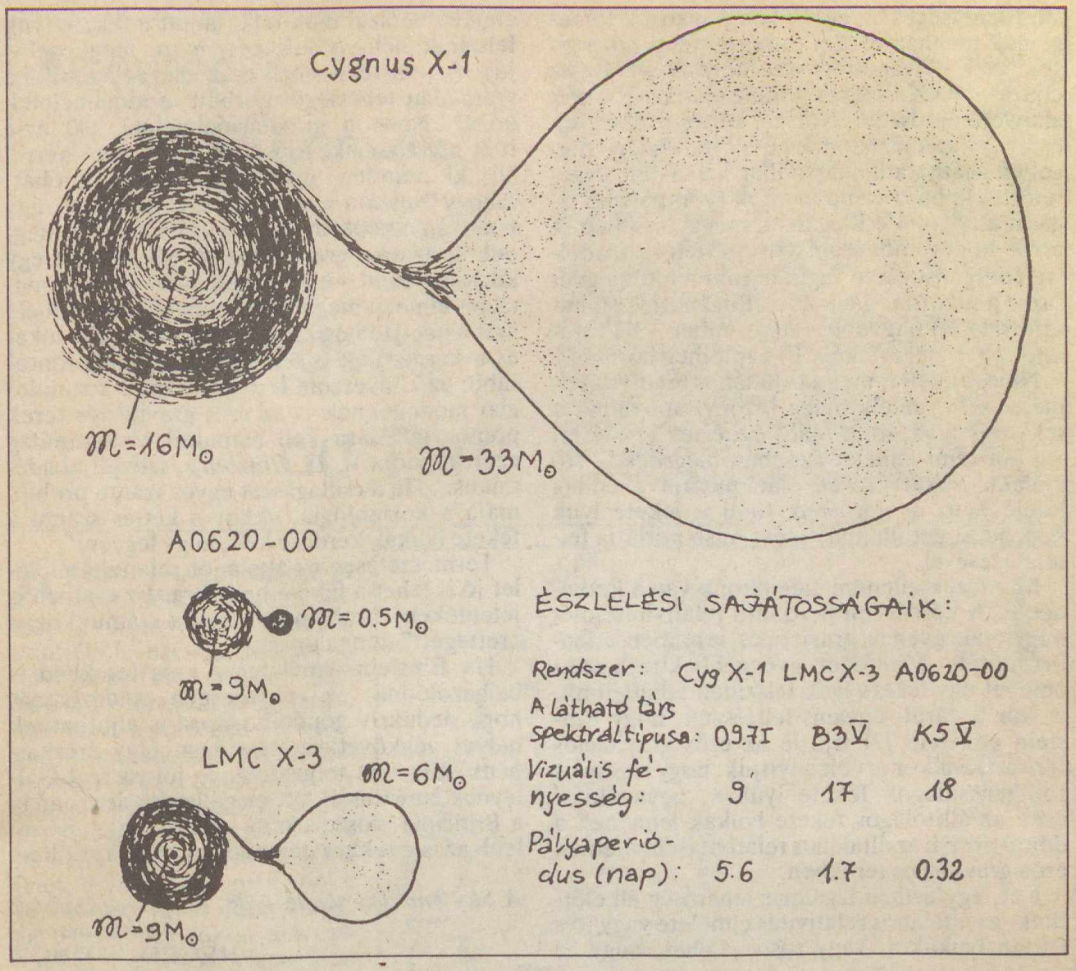
nyomó erővel szemben egy ideig ellenállóak, de ez az ellenállás egy határ felett megtörik, és laposssá préselődnek, azaz egy újabb, sokkal sűrűbb állapotba kerülnek.

Ezen a ponton feltehetnénk a kérdést, hogy talán a kvarkok, vagy valamilyen ma még ismeretlen, még parányibb „szuperkemény" elemi részecskék jelenhetnek meg a színen, hogy a teljes összehúzódást megakadályozzák és ismét kiegyensúlyozzák a gravitációt? Bizonyosan meg kell állni az összeroskadásnak, még mielőtt a csillag egy ponttá húzódna össze. Azonban az általános relativitáselmélettel összhangban álló válasz az, hogy nincs semmi, ami a befele hulló anyagot visszatarthatná (hacsak nem találnak valamit a jövőbeli részecskefizikai kutatások során). Ugyanis, a neutroncsillag magjában minden neutron olyan, mint egy tekercsrugó. Az összenyomott rugókban tárolódó energia egyenértékű (ekvivalens) egy tömeggel, Einstein híres egyenletének megfelelően ($E=mc^2$, ahol c a fénysebesség).

Einstein egyenletei ezt tisztán fejezik ki. Az összeroskadás egy szingularitásig folytatódik, amely az elektromágneses sugárzások „elszökésének" megakadályozásával saját magát rejti el. Egy bizonyos pontnál (mint minden más elmélet), Einstein elmélete sem képes leírni a jelenséget: ekkorra a milliónyi földtömeg „szubmikroszkópikussá" zsugorodik, és még folytatja gyorsuló összehúzódását!

Valóban léteznek a fekete lyukak?

A kvazárok, a közeli normál galaxisok magjai, vagy a saját Tejútrendszerünk centrumának megfigyelései mind azt sugallják, hogy igen. A legjobb lehetséges bizonyítékot azonban a röntgensugárzó kettőscsillagok adhatják! Ezek olyan rendszerek, amelyeket egy normálcsillag és egy hozzá közeli pályán keringő szuperkompakt, röntgensugárzást kibocsátó társ alkot.



A jelenlegi fekete lyuk-gyanús objektumok és legfontosabb jellemzőik. Az m betű a tömeget, míg $M_\odot$ a naptömegben, mint egységben kifejezett tömeget jelöli

Az első fekete lyuk-jelölt, a Cygnus X–1, akkor vált híressé, amikor 1971-ben optikailag is sikerült azonosítani. A másik valószínűsíthető fekete lyuk az LMC X–3, amelyet *A. Cowley* és kollégái 1983-ban találtak a Nagy Magellán Felhőben. Legutóbb *R. Remillard* és *J. McClintock* fedeztek fel egy harmadik jelöltet a Monoceros csillagképben, az A 0620-00-t (az A jelölés az Ariel–5 brit műholdra utal, amellyel felfedezték, a számjegyek pedig az objektum közelítő koordinátái). Ez eddig egy halvány optikai változócsillagként volt ismeretes, V616 Mon néven.

Az intenzív röntgensugárzás, és annak gyors változásai kétségtelenné teszik, hogy ezek a kettős rendszerek egy kompakt objektumot is tartalmaznak. Csak egy ilyen parányi, nagy tömegű objektum képes a Napénál 10 000-szer nagyobb teljesítményű sugárzást, és a másodperc töredék része alatti felvillanásokat produkálni.

A röntgensugárzás akkor keletkezik, amikor a normálcsillagról kidobott gáz a már összeomlott társcsillagra hull (a gravitációs potenciális energia kinetikussá alakul). Minthogy a csillagok közös tömegközéppontjuk körül keringenek, az impulzusmegmaradás értelmében a gáz nem mozoghat közvetlenül egyikről a másikra, hanem egy ún. akkréciós korongot alkot a kompakt komponens körül. A gázatomok ütközései a pályamozgás energiáját fokozatosan hőenergiává alakítják, emiatt a korong anyaga spirális pályán lassan befelé mozog. Az ilyen fekete lyuk (vagy neutroncsillag) közelében a gázhőmérséklet millió fokokat érhet el, ez hozza létre a termikus röntgensugárzást.

Lévén ezek a kompakt objektumok kettő-

sök, lehetséges az egyes komponensek tömegeinek meghatározása (a pályamenti sebességek, és a pályaperiódusok méréséből). Ez az eljárás a XX. század csillagászatának egyik alapvető módszere. Normál kettős rendszerek ezreire alkalmazták már, és érvényessége független a láthatatlan társcsillag fizikai természetétől. A látható komponensek gyors pályamozgásai alapján a csillagászok meggyőződhettek arról, hogy mindhárom fent említett kettőscsillag röntgensugárzó tagja három naptömegnél (azaz a neutroncsillagokra elfogadott felső határértéknél) nagyobb. Pontosabban – legvalószínűbb tömegértékeik 10 naptömeg körüliek!

Nincs elmélet, még az általános relativitáselmélet sem, amely maga bizonyítani tudná a fekete lyukak, mint reális égitestek létezését. Az einsteini elmélet azonban *megengedi*, sőt kialakulásukat erősen alátámasztja a csillag kifelé ható nyomásának (ami a fekete lyuk képződést gátolhatná) véges felső korlátja feltételezésével.

Mindezek ellenére elég okunk van a kétkedésre. A kérdésben perdöntő relativitáselméletet csak gyenge gravitációs terekben ellenőrizhették. Milliószor gyengébbekben, mint amilyet egy fekete lyuk felszínén találhatunk. A kör bezárul, ugyanis feltesszük, hogy Einstein elmélete jól írja le az erős gravitációs tereket, amikor azt bizonyítjuk, hogy bizonyos röntgencsillagok fekete lyukak, ugyanakkor ezek az állítólagos fekete lyukak lennének a döntő próbái az általános relativitáselméletnek erős-gravitációs terekben.

Két, egyformán izgalmas lehetőség áll előttünk: az általános relativitás elmélete vagy jó a fekete lyukakra, vagy rossz. Lehet, hogy az elmélet rosszul működik, amint a fekete lyuk felszínét néhány kilométernyire megközelítjük. Az einsteini teória csak a legegyszerűbb a számtalan lehetséges görbült téridőelméletek közül. Newton gravitációelmélete 200 évig tűnt hibátlannak, Einsteiné 70 év óta sikerrel áll ki minden gyenge-gravitációs próbát. Ahogy Newton elméletének ideje lejárt, úgy könnyen elképzelhető, hogy Einsteiné is megbukik, az erős-gravitációs próbákban. Ez egy kihívást jelentene, előttünk állna egy új gravitációs elmélet megalkotásának feladata, amely már a nagy tömegű röntgensugárzó kettősöket és a kvazárokat is leírja. És ami még fontosabb: az Univerzum fejlődését leíró kozmológiai modelleknek is az erős-gravitációs terek pontos leírására kell alapulni! Valószínűleg ezért mondta *V. L. Ginzburg*, szovjet akadémikus: „Ha a csillagászat egyes számú problémája a kozmológia, akkor a kettes számú a fekete lyukak kérdése kell, hogy legyen!"

Természetesen az általános relativitáselmélet jó is lehet a fekete lyukakra. Ez esetben is jelentékeny probléma marad a számunkra: a „rettegett" szingularitás.

Ha Einstein elmélete az erős terekben is beigazolódna, az nagyszerűen példázhatná, hogy deduktív gondolkodással is eljuthatunk helyes végkövetkeztetésekhez. Úgy érezhetnénk, Einstein teljesítménye jól rácáfol Halleynek Newtonról tett megállapítására (amely a Principia előszavaként jelent meg): „Közelebb az istenekhez halandó már nem kerülhet!

A Sky and Telescope 1988. januári számának cikke alapján

HEGEDÜS TIBOR

HST — új akkumulátorokkal?

Új akkumulátorokat terveznek a *Hubble Space Telescope-hoz.*

Miután 1986 nyarán a HST-n a *Lockheed* gyárban elvégezték az úgynevezett hő-vákuum teszteket, kiderült, hogy az űrtávcső több energiát fogyaszt, mint gondolták. Ennek elsődleges oka valószínűleg az, hogy földárnyékban a számítottnál jobban kell fűteni a tudományos műszereket. A fejlesztők szerint a HST akkumulátorainak a napelemekkel történő újratöltéséhez akár 20%-kal (!) hosszabb időre is szükség lehet, mint tervezték.

A HST-t jelenleg hat darab nikkel-kadmium akkumulátor látja el, melyek kapacitása 60—60 amperóra és napi 16 töltés/kisütésre tervezték. Ezeknek a telepeknek a kapacitása minimum 40%-kal csökken két-három év alatt, így már eredetileg is tervezték űrsétás cseréjüket. A fenti probléma alapján azonban úgy tűnik, hogy az első űrrepülőgépes-űrsétás karbantartásra sokkal hamarabb lesz szükség.

Ez természetesen még nem oldja meg a problémát. A fejlesztési pénzek és az idő szűkös volta miatt a *NASA* szakemberei áthidaló megoldáson dolgoznak. A HST pályára állásakor az eredeti Ni-Cd akkumulátorok lesznek a fedélzeten, majd néhány év múlva űrsétával fogják beszerelni a jelenleg már fejlesztés alatt álló nikkel-hidrogén akkumulátorokat. Az Ni-H akkumulátorok előnye, hogy erősen terhelhetők és ezért több, geoszinkron pályán lévő műholdon is alkalmazzák ezeket. Az egyetlen dolog ami aggodalomra adhat okot az az, hogy ilyen eszközöket alacsony pályán még nem használtak, így nem tudni, miképp reagálnak majd a — földárnyék miatti — többszöri töltés/kisütésre.

Nature Vol: 326, No: 6114. — Sz. L.

Az európai „Grand Canyon”

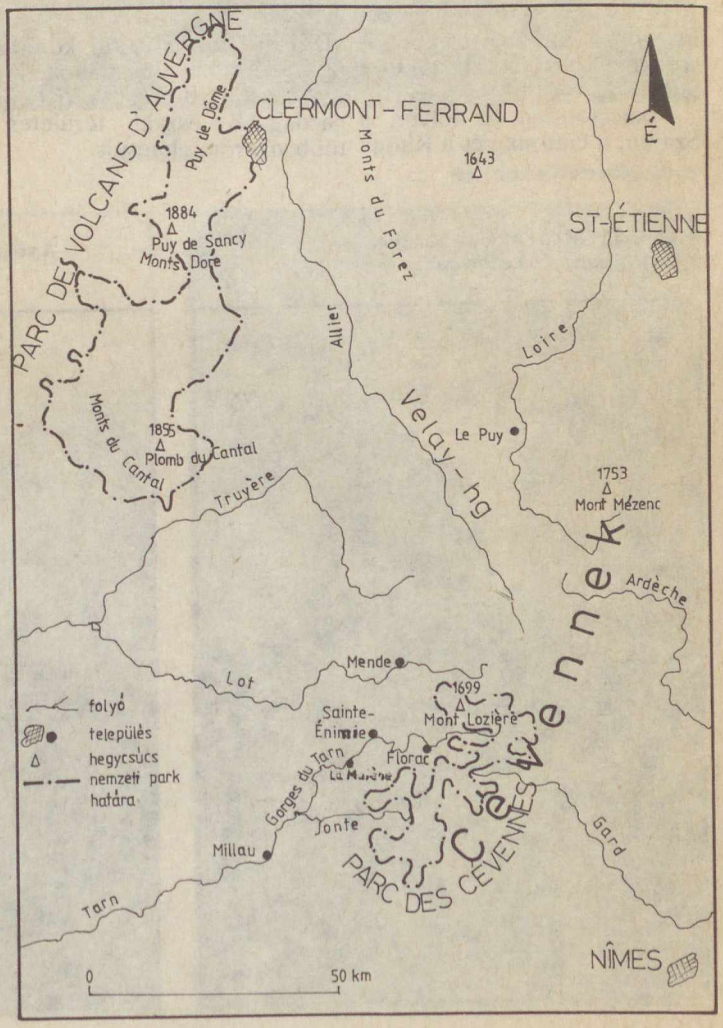
Gorges du Tarn

A Massif Centralt keleten a Rône–Saône völgye, északon a Párizsi-medence, délnyugaton a Garonne-medence, délen a Földközi-tenger partvidéki síksága, az ún. Languedoc vidéke határolja. A tájegység régi neve: Auvergne. A XIX. század előtti tartományi felosztás jól megfelel a földrajzi, etnikai, gazdasági és kulturális szempontból egységes körzeteknek, így az elnevezés ma is használatos.

A Massif Central, a franciaországi Központi-hegyvidék (Francia-középhegység) Európa egyik legnagyobb összefüggő középhegység jellegű tömbje. A majdnem magyarországnyi területen fekvő hegyvidék változatos tájai között a Tarn-folyó kanyonja egyedülálló látványosságot nyújt.

A Massif Central tömbje jó ezer méterrel kiemelkedik a környező medencék szintjéből, ezért éghajlata is hűvösebb. Télen az összefüggő hótakaró tartósan megmarad, ami ezen a földrajzi szélességen nem jellemző az alacsonyabban fekvő területekre. A csapadék eloszlása változatos: nyugaton eléri az 1500–2000 mm-t, a keleti részek ennek a felét, a déli részek még ennyit se kapnak. Így a dúsabb nyugati hegyi legelőkön szarvasmarhát, a déli kopár fennsíkon juhot, kecskét tenyésztenek. A növénytermesztés nem jellemző, inkább csak az alluviális feltöltésű tágasabb északi medencékre korlátozódik. A hegység belsejében jelentős ipar nem tudott kialakulni. A háziipar érdekes színfoltja a csipkeverés. Ezen adottságok miatt a hatalmas terület népsűrűsége alacsony: 50-60 fő/km^2.

A nagyipar a hegység peremvidékének nagyvárosaiba szorult. Saint-Étienne a szénbányászatra épült, azóta az elektronika, a fegyver, kerékpár- és gépgyártás is kifejlődött. Clermont-Ferrand a Michelin cég révén kapcsolódik a világ autó-



A Massif Central (Francia-középhegység) központi része



A Tarn-folyó teraszos völgye Sainte-Ènimie látképével

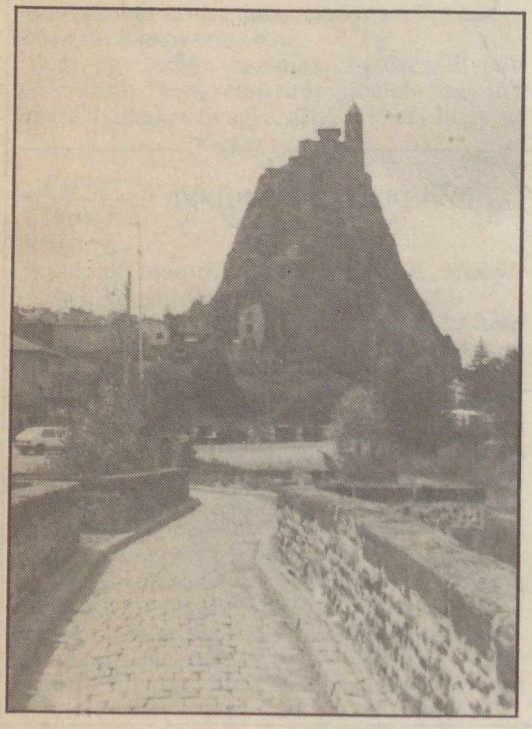
iparához. Limoges-ban elsősorban a könnyűipari ágazatok fejlődtek.

Franciaország fő folyói, a Szajna, a Garonne és a Rhône vízgyűjtő területükkel kötődnek a Massif Centralhoz. A Loire pedig itt ered. A vízben gazdagabb északi területen több vízerőmű létesült.

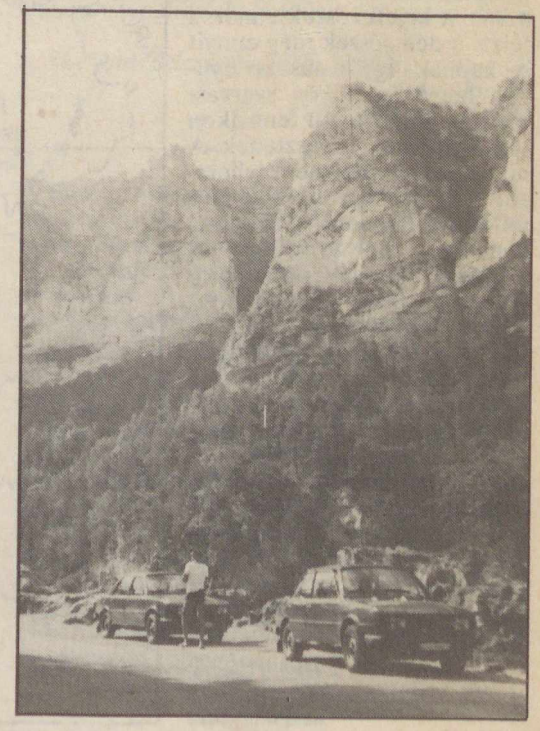
A hegység Franciaország legidősebb felszíni képződményei közé tartozik. Alapjait a karbon időszak folyamán keletkezett variszkuszi hegységrendszer nyugati tömbje alkotja. A variszkuszi gránit és kristályos pala a Massif Central délkeleti vonulatában, a Cévennekben emelkedik a legmagasabbra (Mont Lozière, 1699 m), a hegység más részein 700-1000 m magas, erősen lepusztult, lágyan hullámzó felszíni tömböket alkot.

A harmadidőszaki kéregmozgások lényegesen átformálták a röghegység képét. Az északi részen megsüllyedt két medencét harmadiszaki üledékek és hordalékok töltötték föl. A harmadidőszak végén a terepszint újból megemelkedett, s e kéregmozgások során jelentősen összetöredezett. A laza agyag-homokkő összletbe a Loire- és az Allier-folyók szé-

A Saint Michel de l'Aiguille templom a sziklatű csúcsán Le Puyben



A völgyet helyenként többszáz méter magas sziklafal keretezi

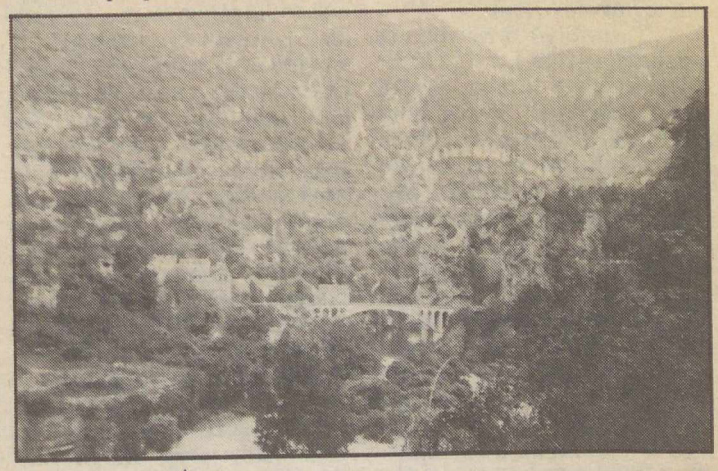


les, igen látványos, teraszos völgyet vágtak.

A harmadidőszaki kéregmozgásokhoz erőteljes bazaltvulkános tevékenység járult. Az Allier felső folyásától nyugatra az Auvergne-i Vulkánok Parkja (Parc des Volcans d'Auvergne) területén vulkáni kúpok és lávaömlések dómjai települtek a lepusztult kristályos alapzatra. A Puy de Dôme, a Monts Dore és a Monts du Cantal hegyeinek vulkáni kúpjai a középhegység legmagasabb pontjai: Puy de Sancy 1884 m, a Plomb du Cantal 1855 m.

Hasonló képződményekkel találkozunk a Loire forrásvidékén. Itt van a Cévennek legmagasabb csúcsa, az 1753 m magas Mont Mézenc vulkáni kúpja. Az Allier és a Loire felső folyása között a Velay-csoport alacsony rétegvulkánjait találjuk. A lávaömlések a laza, harmadidőszaki üledéken keresztül is feltörtek. A Felső-Loire medencéjében Le Puy környékén a negyedidőszaki erózió kipreparálta ezeket a lávaömléseket és furcsa, 150–300 m magas lávatornyokat és dómokat alakított ki.

A Massif Central déli részét 800–1200 magasba emelt táblás mészkőfennsík alkotja. A vízszintesen rétegződött triász- és



▲ La Malène

A Tarn-folyó



Szurdok a Tarn völgyében



juraidőszaki mészkőbe a Lot, a Truyère, a Tarn, a Jonte, továbbá a Rhône völgyébe tartó Ardèche és Gard többszáz méter mély kanyonszerű völgyeket vágtak. Ezek közül a Gorges du Tarn a legnagyobb és a leglátványosabb.

A Tarn-folyó a Cévennekben ered a Mont Lozière lábainál. Florac és Millau városok között kanyargós, 60 km hosszú és 300–500 m mélységű kanyont alakított ki. A kanyon teraszos falát szemlélve nyomon követhetjük, hogy az idők során hogyan változott a folyó szakaszjellege és vízhozama.

A táblás szerkezetű mészkőfennsík déli irányban – bár különböző magasságban – egészen a Pireneusokig nyomon követhető. A tekintélyes, 1000 métert meghaladó vastagságú mészkőtakaróban a karsztosodás határozott megnyilvánulásait lehet megfigyelni. A fennsíkon víznyelők, a mélyben bővizű karsztforrások, kiterjedt és mély barlangrendszerek találhatók, melyek sok ezer év óta nyújtanak menedéket és kínálnak barlangrajzok készítésére alkalmas falakat az itt élt „őslakóknak".

A Gorges du Tarn kelet felől Lyonon és Saint-Étienne-en keresztül közelíthető meg. A Loire völgyében az első nagyobb város a bazaltképződményei kapcsán már említett Le Puy. A város a középkor óta híres zarándokhely. A zarándokokat befogadó monumentális Notre Dame székesegyház román stílusban épült a XII. században a város közepén magasodó lávadombon. A magasba szökő Corneille-sziklán hatalmas Mária-szobor áll. A város másik nevezetessége a Saint Michel de l'Aiguille, a XI. században egy kb. 260 m magas bazalt sziklatű csúcsán épült korai román stílusú templom.

A Le Puyből Mende felé vezető út első szakasza vulkáni kúpok és fölboltozódások között vezet a Velay-hegyekben. A látvány a Balaton-felvidékre emlékeztet. Az út további része kopár mészkőfennsíkról ereszkedik alá a Lot-folyó völgyébe, Mende városába. Ennek fő látványossága a későromán-koragót székesegyház, amelynek altemplomába egy IX. századi szent, Szent Privat földi maradványait temették. Mende-től 40 km-re kanyargós hegyi utakon érhetjük el a Tarn felső folyását Florac városánál, amely egyben a Cévennek Nemzeti Park kapuja is. Egy rövidebb, de nem kevésbé kanyargós úton a kanyon középső, legszebb részére jutunk el Sainte-Èmimie falunál. Elnevezésében egy meroving hercegnőnek, II. Clotaire király lányának nevét örökíti meg, aki itt kolostort alapított. Maradványait a település fölé emelkedő sziklafal egyik barlangja őrzi. A fennsík peremével érve megpillantjuk a szédítő mélységben kanyargó folyót, a sziklafal tövében meghúzódó kis falut, és egy cseppet sem csodálkozunk, hogy a hercegnő e csodálatos helyen alapította a kolostorát.

Az út hosszan, elképesztő szerpentineken ereszkedik le a völgybe. A teraszos kanyon egészen más benyomást kelt, mint a gleccservájta U-alakú völgyek. A terasz lépcsőit gyakran 30-50 méteres függőleges, sőt visszahajló sziklafal alkotja. A különböző keménységű kőzetekből furcsa sziklatornyokat – egy kis fantáziával –, hatalmas szobrokat munkált ki az erózió. A teraszokat gyér vegetáció borítja. Az alacsonyabban fekvő teraszokon felhagyott szőlőket és gyümölcsösöket lehet látni. A csendes folyású Tarn vizét a völgy alján előtörő karsztforrások táplálják. Bizonyságul vizének tisztaságára: a folyóban pisztrángok élnek.

A kanyonban megbúvó kis települések képe a középkor óta alig változott. A terület zártsága miatt a turizmus is csak néhány éve fedezte föl a vidéket. Szerencsére – mert a modern tájvédelmi elveknek megfelelően – korunk „építészeti remekei" még nem éktelenítették el a völgyet. A sok kis kemping pedig ügyesen elrejtőzik a tájban. Sainte Èmimie-nél és La Malène-nál szépívű, többszázéves kőhíd vezet át a folyón, sejtetve, hogy a kanyont itt utak keresztezik. Ezek meredekségéről igazán éjszaka alkothatunk fogalmat, mikor is az eget bámulva szinte a csillagok között villan fel a szerpentineken kapaszkodó autó fényképéje.

A kanyon a folyó mentén autóval is végigjárható, de sokkal népszerűbbek a többnapos kajak- vagy kenutúrák. Bérelhető hajókon két-három napig csordogálhatunk lefelé a folyón. Piknikezés és táborozás céljaira szebbnél szebb helyek kínálkoznak, s ahol elég mély a meder, ott fürödni is lehet a kellemes, tiszta vízben. A vízitúra végállomásánál a vendéget holmijával együtt visszafuvarozzák a kiindulási helyre.

BARKÓ JÓZSEF
–PUSKÁS LÁSZLÓ

Hányan voltunk?

A Földet az emberiség kialakulása óta 80 milliárdnyian lakták, jelentette a Francia Demográfiai Kutatások Nemzeti Intézete, az INED. Közülük ma csak ötmilliárdnyian élnek. Ha az átlagos termékenység asszonyonkénti két gyermekben stabilizálódik, Földünk lakóinak száma a következő évszázad végére 10—12 milliárd lesz.

Juventud Rebelde, 1988. V. 23—30. — Ka-Tá



SÉTA NYÍREGYHÁZÁN

A nyírségi táj e vidéke már a XIII. század elején lakott volt, sőt már a kő- és bronzkor idejéből is vannak emlékeink. A táj elnevezése mai ismereteink szerint utalhat mind a lápos-vizenyős talajra, mind a nyírfákkal borított gazdag erdőségeire.

A tatárjárást követően a környék elnéptelenedett. A XVII. században Bocskai István birtokolta, míg az igazi fellendülés gróf Károlyi Ferenc alatt indult meg, aki az elnéptelenedett vidékre háromévi adómentességet biztosítva, felvidéki szlovákokat telepített be.

A vegyes etnikumú lakosság letelepedve nagy szorgalommal megkötötte a futóhomokot, s gyorsan fejlődő mezőgazdaságot teremtett. A földesúri kiváltságok megváltása után a mezőgazdasági kultúrák termelése jelentős előnyökhöz juttatta a várost, s így 1876-ban a közeli Nagykállóból átkerül a megyeszékhely Nyíregyházára. A megépülő vasútvonal 1858 után csak tovább erősítette a fejlődés eddigi menetét.

Nyíregyházi sétánk, barangolásunk során lépten-nyomon belebotlunk a régi, hamisítatlan városrészekbe éppúgy, mint a modern századvéget idéző világba.

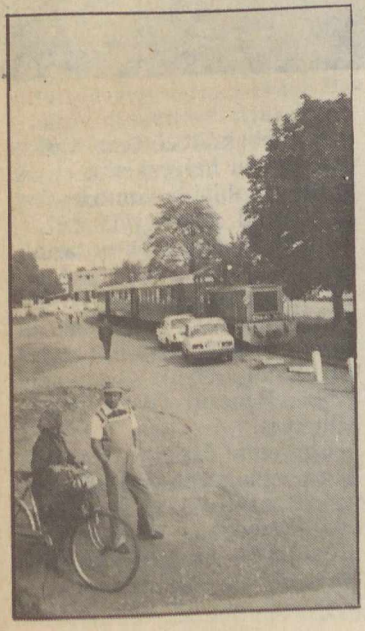
A belváros központi terén, a Kossuth téren található a városi tanácsház klasszicista stílusban emelt épülete. Valószínűleg alapjait még az egykori Báthory-vár kőtömbjeiből készítették. Falán emléktábla hirdeti, hogy valaha itt vendégeskedett Móricz Zsigmond.

A tértől nem messze rögtön szemünkbe ötlik a város új modern művelődési központja, amelyet 1984-ben újítottak meg. Váczi Mihály nevét viseli s névadójára a belsejében elhelyezett tábla utal.

Itt található az egyszerű kivitelezésű, de modern és hangulatos Szabolcs Hotel, amely kényelmes elhelyezést ígér az erre látogatóknak vagy a megyeszékhellyel, illetve a megyével megismerkedni vágyóknak.

A Kossuth térrel szinte egybeépült Tanácsköztársaság terén érdemes az Alpár Ignác tervei alapján felépült megyei tanács épületére is egy pillantást vetnünk.

A város evangélikus templomát a XVIII. században Dertnicsek Leopold nagykállói építész vezetésével emelték. A barokk stílusú épület belsejében barokk oltár és egy ismeretlen szerző barokk oltárképe látható. Belső festése 1910-ben Benczur Gyula tervei alapján készült el. A 4000 főt befogadó templom érdekessége, hogy itt található Magyarország egyet-



A ma is üzemelő sóstói kisvasút

A Tanácsköztársaság téren áll a megyei tanács épülete





Pillantás a Kossuth térre, balra a városi tanács épülete

A Szabolcs Hotel régi és új épületszárnya



Részlet a belvárosi sétálóutcából (a szerző felvételei)



165 m hosszú, ötemeletes épületet 150 000 kötetet tartalmazó könyvtár, kollégiumi épületek, gyakorlóiskolák, sportpályák, sportcsarnok, uszoda és botanikus kert veszi körül. Háromezren tanulhatnak itt, s közülük is 1200-an lakhatnak a kollégiumban.

A Sóstói-erdőt átszelő kisvasút néhány perc múlva (télen fűthető kocsikkal közlekedik) már meg is érkezik a Sóstó-állomásra. A kb. héthektáros – nádasokkal körülvett – tóhoz már a XVIII. századtól sokan ellátogattak. A 1,5 méter átlagos mélységű tó egy csónakázó- és egy fürdőrészből áll. Partján, hangulatos környezetlen evangélikus templomi harangjátéka. A ma már modern elektronikával működtetett harangok Luther Márton egy énekének első két sorát játsszák el.

A város színházi életének központja a Bessenyei téren található Móricz Zsigmond Színház. Az állandó színtársulat épülete Alpár Ignác tervei alapján 1894-ben készült el.

A színház közelében kellemes időtöltést, illetve programot ajánl egy látogatás a tudós orvos múzeumában, a Jósa András Múzeumban. Kiállítási anyaga bepillantást nyújt a környék gazdag régészeti, etnográfiai és képzőművészeti emlékeibe, de megismerkedhetünk Krúdy Gyula életével és munkásságával is.

Nyíregyházi kirándulásunkat úgy tehetjük teljessé, hogy a ma már egyre kevesebb helyen üzemelő és működő keskeny nyomtávú kisvasútra felülve (ennek sínjeit még 1897-ben rakták le) ellátogatunk a város közelében lévő Sóstó gyógyfürdőjéhez.

Az út és a kisvasút is az új, modern, idegenforgalmi érdekességű Bessenyei György Tanárképző Főiskola mellett halad el, amely 12 hektáros területen épült. A téglalap alakú, ben többek között az Igrice nyaralófalu helyezkedik el. A tó másik oldalán van a meleg vizű strand. A gyógyvizek elsősorban jódot és brómot tartalmaznak.

Nyíregyháza gyorsan fejlődő, több mint 100 000 lakosú város. Többek között itt született Krúdy Gyula, Szamuely Tibor, Benczúr Gyula, Váczi Mihály is.

Egyszerre észleljük a városban a tegnapot és a mát. Együtt van itt a barokk és a modern lakónegyedek. Kulturális programok és kirándulások, pihenés és a ma rohanó tempója.

Kirándulási és programjavaslatainkkal szívesen állunk az Önök rendelkezésére Budapesten és az ország bármely IBUSZ-irodájában.

MOÓR PÉTER

ORSZÁGJÁRÁS-VEZETŐK FIGYELMÉBE AJÁNLJUK!

Abádszalók: A Tisza-tó (volt Kiskörei-víztározó) üdülési szerepe állandóan bővül. Egyik jelentős létesítményének, az abádszalóki kempingnek újabb bővítése készült el 1988. június 25-én;

Bak: 1988. július 20-án 560 m^2-es területű új Faluház nyílt. Tervezője Makovecz Imre, alaprajza kitárt szárnyú pillangóra emlékeztet. Benne klub, könyvtár, színházterem és kávézó kapott helyet;

Balatonalmádi: 2800 m^2-es területű autós bevásárlóközpont nyílt 1988. július 7-én;

Balatonfüred: a Tagore sétányon 1988. július 15-én felavatták Ferencsik Jánosnak, a város díszpolgárának szobrát, amelyet még fiatalabb korában Ferenczi Béni készített (a nagy karmesternek Balatonfüreden volt nyaralója);

Budapest: a *Dohány utcában*, az egykori gettó bejáratánál alapkőletételi ünnepély volt 1988. július 3-án, emlékezve a második világháborúban elpusztult 600 000 zsidó mártírra. A gránit- és acélkompozíciót a deportálások 45. évfordulóján, 1989 nyarán állítják fel. Alkotója: Varga Imre;

~ a *Széchenyi rakparton*, a MÁV Tervező Intézet házának sarkán 1988. július 22-én Széchenyi-szobrot avattak. Alkotója: Somogyi József. A „legnagyobb magyart" korabeli úti ruhában ábrázolja;

Gárdony: a korábbi Motel átalakításával Hotel Varsa néven 32 szobás, kétcsillagos szálloda nyílt 1988. július 7-én;

Gödöllő: a Helytörténeti Múzeumban 1988 júliusában Erzsébet királyné emlékszobát avattak. Ferenc József felesége szívesen és sokszor tartózkodott Gödöllőn, az egykori – sajnos, mára eléggé elhanyagolt állapotba került – királyi kastélyban;

Győr: a József Attila-lakótelepen 1988. június 6-án felavatták a költő emlékét felidéző emlékművet. A négy méter magas kőoszlopon lévő bronz térplasztika anya alakot ábrázol, a Mama című versre emlékeztetve;

Győr: a Radó-szigeten 1988 nyarán századeleji hangulatú fafaragásos zenepavilon épült;

Harta: teljesen felújították a központban lévő templomteret és 1988. július 17-én, az NSZK-ból érkező résztvevők jelenlétében ünnepélyesen felavatták;

Lajosmizse: Széchenyi Istvánról elnevezett Lovas Klub működik. Hármas tevékenységet folytat: lótenyésztés (új lófajta kitenyésztése arab-angol keverékből), versenyzés és régi lovashagyományok ápolása (pl.: lovasbemutatók, lovasjátékok stb.);

Leninváros: a 35-ös út meglehetősen korlátozott áteresztőképességű Tisza-hídja mellé második híd építését kezdték meg 1988 nyarán. A munkálatok kb. 1989 őszén fejeződnek be;

Nagyecsed: 1988 nyarán a vajai régészcsoport megtalálta az egykori vár kőalapjainak egy részét;

Nagykanizsa: a 7-es út új szakasza elkerüli a várost. Az építkezés befejező szakaszában tart, ez év végéig kész lesz;

Orosháza: magyar–USA vegyes vállalat alakult 1988. július 21-én. Új üveggyáregység épül, és az igen fejlett technológiával torzítás- és hullámmentes üveget állítanak elő, részben tőkés piacra;

Pécs: 1944. július 4-én kezdődött el a zsidó lakosság deportálása. Erre emlékezve 1988. július 4-én márványtáblát helyeztek el az egykori gyűjtőtábor egyik épületén, a Mártírok úti MÁV-bérház falán. A tábla tervezője Dévényi István;

Székesfehérvár: kétévi felújítás után 1988 júliusában ismét megnyílt Schaár Erzsébet szobrászművész állandó, 60 kompozícióból álló kiállítása. Helye: Mohay János, egykori kalaposmester és amatőr festő háza (Jókai u. 11.). Ugyancsak Székesfehérvárott bezárták a patinás Velence Szállót, és többévi munkával modernizálják;

Szolnok: a Kilián György Repülő-Műszaki Főiskolában repülőmúzeum látogatható. 1988 májusában saját szárnyán érkezett ide, és kiállítási tárgy lett a MALÉV egyik, forgalomból kivont TU—134-es gépe;

Tata: 1988. június 4-én a kastély előtt Dianának, a vadászat ókori istennőjének öt méter magas bronzszobrát állították fel. Alkotója: Tóth Béla szobrászművész;

Tatabánya: az Újvárosban háromhektáros csónakázótavat hoztak létre olyan vizenyős területen, amely beépítésre alkalmatlan. Mellé négyhektáros erdőt telepítenek;

Tiszavárkony a Makovecz építőművészeti csoport szép, nádfedeles alkotóházat épített. Ez az első egysége egy tervezett alkotótelepnek, amelyhez kovács- és fazekasműhely és gyermektábor is csatlakozik.

DBL





A TIT Természettudományi Studióban az előző évek hagyományait követve december első szombatján rendezték meg az Ásványbarát Klub börzéjét. A december 3-án lezajlott börze, mely a Magyar Ásványbarát Találkozó nevet viselte, a Magyarországon található díszítőkövek, ékkövek és ősmaradványok szemet gyönyörködtető nagy seregszemléje volt. 150 asztalon változatos színekben, formákban hatalmas mennyiségű, természetes állapotában meghagyott kristály, ősmaradvány káprázlatta el a látogatókat.

A börze jellegzetes hangulatát az adta meg, hogy olyan kőzeteket is láthattunk, amelyek Gyöngyösoroszi, Rudabánya, Recsk körzetéből származnak, és a bányaművelés felszámolása miatt a jövőben egyre ritkábban jelennek majd meg a csereforgalomban.

A rendezvényt videó- és diavetítés, valamint dr. Juhász Árpád Ahol az Alpok születik c. előadása tette még vonzóbbá. Külön érdekessége volt a börzének az alkalmi bélyegzés a mellékelten bemutatott emléklapra.

Új jelölt a fekete lyukak listáján

Bár a fekete lyukak manapság már nem olyan divatosak, mint tíz évvel ezelőtt, a csillagászok mégis változatlan lelkesedéssel keresik őket. A sok lehetséges környezet közül, ahol ezek a szupersűrű objektumok előfordulhatnak, a legvalószínűbbnek a kettőscsillagok környéke ígérkezik.

Megfigyelve a kettőscsillagok radiális sebességének és fényességének változását, néhány esetben lehetséges a két csillag anyagmennyiségének, s ezen keresztül pályájuknak kiszámítása. Ha az egyik csillag láthatatlan, de a pályaanalízis azt sugallja, hogy a sötét kísérő tömeg Napunk tömegének néhányszorosa, akkor lehetséges, hogy fekete lyukra bukkantunk. Mostanáig két ilyen rendszerről tudtunk: *a Cygnus X—1-ről* és az *LMC X—3-ról*. Nemrégen *Jeffrey McClintock és Roland Remillard* kutatók találtak egy harmadik jelöltet.

A kérdéses csillag, amelyet *A0620—00*-ával jelölnek, nem ismeretlen a csillagászok előtt. A korábban V616 Monocerotis nevet viselő égitest 1917-ben, majd 1975-ben novakitörést mutatott. Ekkor a 18 magnitúdós normál értékénél 6—8 magnitúdóval volt fényesebb. Az 1975-ös kitörést az *Ariel—5* és az *SAS—3* műholdak is észlelték röntgentartományban. Ekkor két hónapon keresztül az A0620—00 volt a legfényesebb égi röntgenforrás.

A rendszert McClintock és Remillard 1981 és 1985 között rendszeresen megfigyelte; egyidejűleg a mcgraw-hilli 1,3 m-es teleszkópon fotometriai megfigyeléseket hajtottak végre. A 4 m-es Kitt Peak-i reflektorral spektroszkópiai adatokat gyűjtöttek.

A mérési eredményekből kiderült, hogy a kettős rendszer látható komponense egy K színképtípusú, narancsszínű törpecsillag, melynek tömege a naptömeg 70%-a. Érdekes megemlíteni, hogy az eddig ismert fekete lyukak látható komponensei ennél melegebbek

és nagyobb tömegűek voltak. A mostani törpecsillag minden 7,7523 órában tesz egy keringést sötét kísérője körül. Ebből és a spektroszkópiai mérésekből következik, hogy a láthatatlan csillag tömege legkevesebb 3,2 naptömeg. Az egyetlen lehetséges objektum, amely az észlelt röntgensugárzást kibocsáthatja és ilyen nagy tömegű, csak fekete lyuk lehet. (A 3,2 naptömegű neutroncsillag összeroskad saját gravitációja alatt.)

Az A0620—00 csillagról a McClintock és Remillard által felállított kép a következő: a narancsszínű törpecsillag anyaga nagyon lassan áramlik szupersűrűségű párjába. Az anyag nem képes közvetlenül a fekete lyukba zuhanni, hanem körülötte egy akkréciós (áramlási) korongot formál. Amikor ez a korong már nem képes több anyagot befogadni, akkor novaszerű kitörés következhet be. Elképzelhető, hogy kitörést produkál a K csillag kicsúcsosodása a sötét kísérő felé is. A csillag anyaga a fekete lyuk elképzelhetetlen mély gravitációs „kútjába" hull, az itt lévő nyomás hatására olyan mértékben hevül fel, hogy röntgensugarakat bocsát ki.

A Sky and Telescope alapján — ZJ —

Műhold a relativitáselmélet újabb bizonyítására

Mióta Einstein 1916-ban publikálta az általános relativitáselméletet, a fizikusok különféle teszteknek vetették alá, hogy meggyőződhessenek, helyes-e az elmélet. Hogy csak kettőt említsünk: a Merkúr pályájának perihéliumvándorlása és a csillagok fényének (napfogyatkozáskor jól megfigyelhető) elhajlása a Nap közelében. Einstein elmélete eddig mindig győztesen került ki.

Most a tudósok egy újabb ellenőrző kísérletet dolgoztak ki, melyben maga a világűr lesz a laboratórium. A kísérleti berendezés legfontosabb elemei a hűtött giroszkópok (pörgettyűk) lesznek, amelyeket egy kb. 650 km magasságú poláris Föld körüli pályára helyeznének. Az ún. *Gravitációs Szondát* (GP-B, azaz Gravity Probe-B) az űrsiklóval állítanák pályára az 1990-es évek elején. A tömeggel rendelkező forgó Föld által torzított téridő-szerkezetből származó, *két megjósolt effektust* fogja mérni a szonda.

Az első annak az eredménye, hogy *a mesterséges hold a bolygó körüli görbült téridőben mozog. Einstein elméletéből következően a giroszkópoknak 6",6/év sebességű precessziót kell mutatnia. A másik effektus jóval gyengébb, csak 0",042/év nagyságú, és amiatt jelentkezik, hogy a Föld forog, mintegy „húzza" a téridőt magával.* A tudósok remélik, hogy mindkettőt sikerül kimutatni, mivel a berendezés várható mérési pontossága 0",001/év.

A Stanford Egyetem és a Lockheed Missiles and Space Co. (azaz Lockheed Rakéta és Űrhajózási Társaság) kutatói jelenleg egy űrsiklón elhelyezendő gravitációs berendezés kifejlesztésén dolgoznak, amely a későbbi GP-B hold eszközeit próbálja ki. Ennek a berendezésnek a szívében levő négy ultraprecíz giroszkópot Stanfordban készítik. Mindegyikben egy forgó, egyszerű kvarcgömb van, egy vékony, szupravezető nióbiumréteggel. A Lockheed mérnökei a folyékony héliumos hűtőtartályt és azt a vezető teleszkópot építik, amely a szondát a csillagokhoz viszonyítva fix helyzetben fogja tartani.

Ezt az összesen 170 millió dollárt felemésztő, alapvető fontosságú programot a NASA Marshall Űrrepülési Központja koordinálja.

A Sky and Telescope 1987 novemberi száma alapján — H. T.

Csillagászati találkozó Szegeden

A TIT Csongrád megyei Szervezete Csillagászati és Űrkutatási Szakosztálya a KISZ, az Ifjúsági és Sporthivatal valamint az ELFT helyi szervezetei támogatásával 1988. április 16-án, szombaton egész napos rendezvény keretében tartotta meg a II. megyei csillagászati és űrkutatási találkozót.

A program „Az űrhajózás orvosbiológiai vonatkozásai" című, sok diaképpel kísért előadással kezdődött (dr. Kiss József). Ezt követte a vetélkedő, melyen tíz 4—4 fős csapat vett részt. A találkozó előtt, már a jelentkezéskor beküldték az előzetesen kiadott feladatot: A Mars kutatásának időszerű kérdései című dolgozatot. A vetélkedő írásbeli részében egy csillagászati és egy űrkutatási TOTÓ-t töltöttek ki, majd 35 diaképet kellett felismerniük. Szóban válaszoltak villámkérdésekre, kakukktojás és barkochba feladatokra. Három elméleti kérdésre írásban feleltek.

A két játékvezető (Hegedűs Tibor és Vinkó József) tapasztalata miatt fennakadás nélkül zajlott a vetélkedő. A csopatok felkészültségében jelentős eltérések mutatkoztak.

A győztesek:

1. Radnóti Miklós Gimnázium A (Szeged)
2. Alcor Klub, Bartók Béla Műv. Központ (Szeged)
3—4. Horváth Mihály Gimnázium A (Szentes)
3—4. Galaktika Klub „Szupernova" (Szeged).

A találkozó programjában szerepelt még URÁNIA-vásár, antikvár könyvvásár, előadás az egyiptomi csillagászati expedícióról (Zombori Ottó), CSBK fórum, az amatőrcsillagászat helyzete (Paszt György), a hazai csillagászati kutatások (dr. Szatmáry Károly), diaporáma, videofilmek, számítógép programok.

Áprilisban megindultak a TIT központi szakkörök (egy úttörő és egy ifjúsági-felnőtt) foglalkozásai. A mintegy 40 résztvevő kéthetente találkozik Szegeden a JATE béke-épülete tetején lévő csillagdában, ahol távcsöves bemutatókat is tartanak.

Szatmáry Károly

Kiss Gábor:
Erdélyi várak, várkastélyok
Panoráma Kiadó. 446 oldal + sok fénykép és rajzos ábra
Ára: 155 Ft

Erdély a történelmi Magyarország műemlékekben leggazdagabb területe, sokáig az önálló magyar államiság őrzője, történelmünk alakulásának igen fontos vidéke. A várak, várkastélyok a nemesek, főnemesek lakhelyéül és birtokaik védelmére épültek, de később nagyon jelentős szerepet játszottak az ország védelmében is.

A szerző ezen az érdekes területen kalauzol bennünket várról várra új könyvével, melyből megismerhetjük Erdély szép műemlékeit és adalékokat nyerhetünk történelméhez.

A szerző jelen kötete szerves folytatása a Várak, várkastélyok, várhelyek Magyarországon című munkájának.

Pálfy József:
Brüsszel
Panoráma Külföldi Városkalauzok sorozat. 148 oldal + 32 oldal képmelléklet és egy metszet.
Ára: 85 Ft

Brüsszel (Bruxelles, Brussel), a belga főváros – ahogy lakói emlegetik „Európa szíve" – azon városok közé tartozik, melyek szinte tálcán kínálják a látnivalókat. A Hôtel de Ville tornya, vagy az Atomium óriás szerkezete a város csaknem minden pontjáról látszik. De ezeken kívül is lépten-nyomon műemlékekbe, múzeumokba botlik az ide látogató. Korok, népek, mindenféle művészeti irányzat emlékei sűrűsödnek itt; faliszőnyegek, csipkék, gótikus, szecessziós vagy ultramodern épületek, németalföldi és szürrealista képek, afrikai művészet, autókiállítás – ez mind Brüsszel, Erasmus, Breughel, Horta városa.

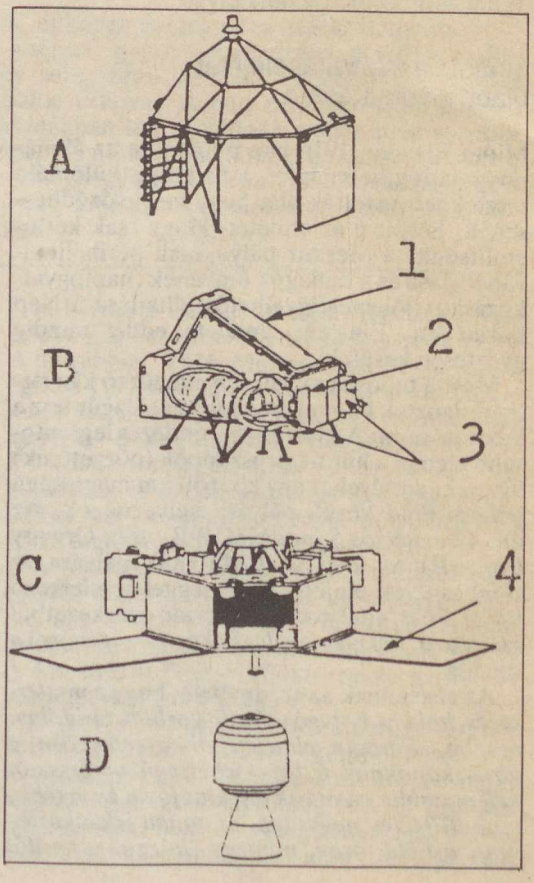
Rövid kirándulás innen Waterloo, Mechelen, Leuven; mind-mind tele a múlt és a jelen csodáival.

HIPPARCOS a világűrben

1989-ben, de valószínűbb, hogy 1990-ben az ESA (a nyugat-európai országok űrkutatási szervezete) pályára állítja HIPPARCOS nevű csillagászati műholdját. A mintegy két és fél éves vállalkozás bizonyos szempontból forradalmasíthatja a csillagászatot.

Az első olyan műhold, amely kifejezetten pozíciós csillagászati célokat szolgál, nem véletlenül kapta a HIPPARCOS nevet. A *HI*gh *P*recision *PAR*allax *CO*llecting *S*atellite (nagy pontosságú parallaxis gyűjtő műhold) szóösszevonáson kívül, a név tisztelgés *Hipparkhosz* görög csillagász (i. e. 190—120) életműve előtt is. Ő volt az, aki csillagkatalógust készített és a trigonometrikus parallaxis módszerével első alkalommal kiszámította a Föld—Hold távolságot.

A műhold fő feladata a Földről el nem érhető pontosságú trigonometrikus parallaxis és sajátmozgás-mérések elvégzése, mintegy 100 ezer előre kiválasztott csillag esetében. Az adatokból e csillagok távolságát és mozgásait az eddigieknél jóval pontosabban meg lehet



A HIPPARCOS szerkezete: A — fedőszerkezet, B — hasznos teher, C — műszaki egység, D — apogeum-hajtómű, 1 — Schmidt-teleszkóp, 2 — fókuszpontba szerelt berendezések, 3 — a két, egymással 58°-os szöget bezáró távcsőtubus nyílásai, 4 — napelem

határozni. A műholdat a mérésekhez egy Ariane-4-es rakéta a 12° nyugati hosszúsági kör fölötti geostacionárius pályára állítja. Erről — a csillagászati műholdak esetében eléggé szokatlan — pályáról kezdi meg az 1140 kg tömegű berendezés észleléseit.

A három nagy napelemmel felszerelt, három tengelyre stabilizált műhold lelke egy Schmidt-teleszkóp, melyet elég szokatlan módon két nyílással szereltek. A nyílások tubusai 58°-os szöget zárnak be egymással. Az észlelés úgy zajlik, hogy a két tubusba egyszerre az égbolt két különböző (egymástól 58°-ra látszó) részéről belépő fény egy sajátos csiszolású „közös" tükörre esik, majd az innen visszavert fényt az elektronikus egység elemzi és kiméri a két csillag közti pontos szögtávolságot. Ezek alapján fog elkészülni 1994-re a HIPPARCOS csillagkatalógus, melyben a csillagok többségének pozícióját 0,002 ívmásodperc pontossággal fogják megadni, mely a földi mérések pontosságát lényegesen felülmúlja.

A műholdon elhelyezett másik kísérlet a *TYCHO* nevet viseli. Ebben a méréssorozatban 400 ezer csillagról gyűjtenek kisebb felbontású pozíciós és fotometriai adatokat. Bár ezek az észlelések viszonylag szerény pontosságúak, mégis fontosak, hisz a csillagászoknak sok objektumról adnak az eddigieknél így is pontosabb referenciakatalógust.

A HIPPARCOS program számára francia, belga és nyugatnémet amatőr csillagászok segítenek kijelölni az eddigi hibás pozíciójú csillagokat.

A HIPPARCOS műholdat az ESA elsősorban az olasz Aeritalia és a francia Matra cégekkel együttműködve készíti.

Aeritalia—Spotlight, Sky & Telescope nyomán
— Sz. L. —

A Voyager mint űrtávcső

A legtöbbünknek a Voyager űrszondáról hallva a Jupiter, a Szaturnusz, a Titán, az Uránusz csodálatos világa jut eszébe. Pedig a két Utazó nemcsak ezen égitestek felderítésében játszik fontos szerepet, hanem távoli objektumok megfigyelésében is. Az óriásbolygók és a Titán atmoszférájának vizsgálatára szánt ultraibolya spektrométert a kutatók hosszú élettartamú űrtávcsőként is használják. Feladata annak a hidrogénemissziónak a vizsgálata, mely földközelben például az üstökösök anyagvesztésének, több milliárd fényévnyire pedig például a kvazárok számlájára írható.

A Voyager ultraibolya spektrométerei jelenleg az egyedüli műszerek, melyek az 1200 Angströmnél rövidebb hullámhosszon üzemelnek (ezen hullámhossz alatt az IUE mesterséges hold berendezései már „érzéketlenek"). Az 500—1200 Angström közötti „Voyager-tartomány" az egyik legfrissebb észlelési tartománya a csillagászoknak. Ez a réteg néhány későbbi programnak lesz a kutatási tartománya, mint például az Extreme Ultraviolet Explorer-nek vagy a Space Shuttle fedélzetére telepített ultraibolya távcsöveknek. Addig azonban a Voyager vizsgálatai egyedülállóak.

Jay Holberg (Arizona Egyetem) szerint a Voyager mérései az utóbbi években meglepően széles körű eredményeket hoztak. Például 1984 októberében a Voyager-2 egy „szuper-kitörést" észlelt a VW Hydri törpenovából, melyet valószínűleg az okozott, hogy hirtelen változás következett be annak az anyagnak a mennyiségében, mely egy nagy, hideg csillagból a fehér törpe körüli akkréciós korongba áramlik. A mérés alapján Ronald Polidan és Holberg a Royal Astronomical Society Monthly Notices című kiadványában felvetették, hogy az észlelés valószínűsíti, hogy egy „szuper-kitörés" megelőzi a kicsit későbbi, kevésbé fényes „normál kitörést" és ezt a látható és ultraibolya hullámhosszakon észlelt fényességváltozások közti időeltérés bizonyítja.

A Voyager-2-nek köszönhető az is, hogy a 3C 273 kvazár lett az első extragalaktikus objektum, melyet 1200 Angströmnél rövidebb hullámhosszon is sikerült észlelni. Ezért, ahogy azt *Gail Reichert* (Computer Sciences Corp.) az Astrophysical Journalban írta, jelentős izgalmat okozott az az észlelés, miszerint jelentős hidrogénabszorpciót sikerült észlelni, és ha ez igaz, akkor az elméleti kutatók újabb adatokhoz jutottak a kvazárok természetének megértéséhez.

A Naptól távolodva mindkét Voyager folytatja hosszú észleléssorozatát. A mintegy 1,5 millió másodpercnyi (17 napnyi!) teljes expozíciós idő eredménye alapján Holberg úgy véli, hogy az 500-1200 Angström között észlelt háttérsugárzás oka részben az, hogy a Nap szétszórja a bolygóközi gázt, részben pedig az, hogy a csillagfény szétszórja a csillagközi port.

Mi a jövő legfontosabb feladata? A válasz az, hogy az Utazóknak fényes O és B osztályú csillagokat, valamint halvány fehér törpéket kell észlelniük, így segítve a Hubble Űrtávcső ultraibolya műszereinek kalibrálását, és persze az, hogy az ultraibolya műszerek pontos és részletes méréseket végezzenek 1989 augusztusában a Neptunusz-megközelítés, majd ezt követően a bolygórendszer határain túl is.

Sky and Telescope, 1987. november — Sz. L.

A TIT planetáriumok műsorából

A Planetárium fennállása, 1977 óta már közel kétmillió látogató fordult meg az épületben, hogy részese legyen valamelyik csillagászati–űrkutatási műsornak. Valószínüleg december és február között várható a *kétmilliomodik látogató*, akit a Planetárium egy *Commodore 64* számítógéppel és egy „Házi planetárium" lemezzel fog megajándékozni! Érdemes lesz a Planetáriumba látogatni – már csak ezért is!

–pta–

BUDAPESTI PLANETÁRIUM / DECEMBER

Elő-adás	16 p	17 sz	18 v	19 h	20 k	21 sz	22 cs	23 p	24 sz	25 v	26 h	27 k	28 sz	29 cs	30 p	31 sz
(I)	M	4	M	M	—	4	8	M	—	—	M	—	4	8	M	—
(II)	G	8	G	G	—	8	Cs	G	—	—	G	—	8	Cs	G	—
(III)	X	Cs	Cs	X	—	X	X	X	—	—	X	—	X	X	X	—
(IV)	B	Ég	FF	Cs	—	Ég	4	B	—	—	Cs	XX	Ég	4	B	—
(V)	B	FF	Ég	III	—	FF	Ég	B	—	—	III	XX	FF	Ég	B	—

KECSKEMÉTI PLANETÁRIUM / DECEMBER

Elő-adás	16 p	17 sz	18 v	19 h	20 k	21 sz	22 cs	23 p	24 sz	25 v	26 h	27 k	28 sz	29 cs	30 p	31 sz
(I)	+	M	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(II)	+	+	+	+	+	N	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+
(III)	+	+	N	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

M = Csillagmese — kicsiknek
N = Utazás a Naprendszerben
H = Találkozás a Halley-üstökössel

BUDAPESTI PLANETÁRIUM / JANUÁR

Elő-adás	1 v	2 h	3 k	4 sz	5 cs	6 p	7 sz	8 v	9 h	10 k	11 sz	12 cs	13 p	14 sz	15 v	16 h	17 k	18 sz	19 cs	20 p	21 sz	22 v	23 h	24 k	25 sz	26 cs	27 p	28 sz	29 v	30 h	31 k
(I)	—	M	—	4	8	M	4	M	M	—	4	8	M	4	M	M	—	4	8	M	4	M	M	—	4	8	M	4	M	M	—
(II)	—	G	—	8	Cs	G	8	G	G	—	8	Cs	G	8	G	G	—	8	Cs	G	8	G	G	—	8	Cs	G	8	G	G	—
(III)	—	X	—	X	X	X	Cs	Cs	X	—	X	X	X	Cs	Cs	X	—	X	X	X	Cs	Cs	X	—	X	X	X	Cs	Cs	X	—
(IV)	—	Cs	—	Ég	4	B	Ég	FF	Cs	—	Ég	4	B	Ég	FF	Cs	—	Ég	4	B	Ég	FF	Cs	—	Ég	4	B	Ég	FF	Cs	XX
(V)	—	III	—	FF	Ég	B	FF	Ég	III	—	FF	Ég	B	FF	Ég	III	—	FF	Ég	B	FF	Ég	III	—	FF	Ég	B	FF	Ég	III	XX

B = A betlehemi csillag
M = Irány a Mars! (gym.)
X = Csoportok által szabadon választható műsor
4 = Ált. iskolák 4—7. osztályosainak: Az élet bolygója: a Föld
8 = Ált. isk. 8. — középisk. I—II. osztályosainak: A Földről a csillagokig
III = Középisk. III—IV. osztályosainak: A százmilliárd csillag világa
Cs = A Nap családja (gyermekműsor)
FF = Földönkívüliek a Földön?
Ég = Az égbolt csodái
G = A Galaktika vándorai (gym.)
XX = A Galaktika baráti köre zártkörű rendezvényei 14-től 22 óráig

Kezdés: (I) = 9.30, (II) = 11.00, (III) = 12.30, (IV) = 14.30, (V) = 16.00 órakor

KECSKEMÉTI PLANETÁRIUM / JANUÁR

Elő-adás	1 v	2 h	3 k	4 sz	5 cs	6 p	7 sz	8 v	9 h	10 k	11 sz	12 cs	13 p	14 sz	15 v	16 h	17 k	18 sz	19 cs	20 p	21 sz	22 v	23 h	24 k	25 sz	26 cs	27 p	28 sz	29 v	30 h	31 k
(I)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	É	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(II)	+	+	A	A	A	A	A	A	+	+	K	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	T	+	+	+	+	+	+
(III)	+	N	+	+	+	+	+	+	Gy	+	+	+	+	+	+	Á	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+	+	+	+	E	+

N = Utazás a Naprendszerben
E = Ember a Marsra?
Gy = Gyerekek kérték, kérdezték – mi teljesítjük
Á = Az általános relativitáselméletről — egyszerűen
É = Az élet bölcsője — a Kozmosz
A = Alkossunk! (Játékos gyermekfoglalkozás rakétakilövéssel, papírhajtogatással, modellezéssel.)
K = Kozmosz fejlődése (Az Ősrobbanástól máig)
R = Rádiócsillagászati érdekességek
T = A természet ritmusai
+ = Csoportokat (ezektől eltérő időpontokban is) BÁRMIKOR és BÁRMILYEN (akár a fentiektől különböző) csillagászati, ill. űrkutatási színes diavetítéses és csillagvetítéses előadással fogadunk, vagy rendhagyó órát, óvodás foglalkozást, klubdélutánt is tartunk ELŐZETES MEGBESZÉLÉS ALAPJÁN. Cím: 6000 Kecskemét, Lánchíd u. 18/A. Tel.: (76)22-994.

Kezdés: (I) = 10, (II) = 15, (III) = 18 órakor

A Kecskeméti Planetárium egész évben legalább 8 fős csoportok számára bármikor, egyéni érdeklődőknek pedig minden hétfőn 18, szerdán 15, kéthetente vasárnap váltakozva 10, ill. 15 órától — ahogy januárban is, megtartva a periodicitást — nyitva áll.

A Csillagászat Baráti Köre

XV. Országos Találkozója

A Csillagászat Baráti Köre XV. Országos Találkozója a TIT Hajdú-Bihar megyei Szervezete, a debreceni Kölcsey Művelődési Központ és az Uránia Csillagvizsgáló szervezésében 1988. július 14–17. között került megrendezésre Debrecenben. Az utóbbi években egy-egy ilyen országos rendezvény részvételi költségei sajnos folyamatosan nőttek, mind az utazási, mind a részvételi, mind pedig a szabadidős programok díja jelentősen megemelkedett. Ez a tény, a nyár közepi, kissé szerencsétlen időpontválasztás, a talán kissé túlságosan is hosszú, négy napos program, továbbá az, hogy a CSBK találkozóval egyidőben több más csillagászati rendezvény is lebonyolításra került, a korábbi találkozókhoz képest a résztvevők számának jelentős mértékű csökkenéséhez vezetett.

Az ország minden részéről összejött kb. 80 résztvevő a találkozó során igen gazdag – időnként felejthetetlen – szakmai és szabadidős program részese lehetett. Különös sikere volt az első este megtartott műszerbemutatónak, kiállításnak, szoftverbörzének és a hozzá kapcsolódó Uránia vásárnak. A salgótarjáni DAVAKU távcsőépítő alkotóközösség újonnan kifejlesztett, mindkét tengelyén finommozgatással ellátott távcsöve osztatlan sikert aratott.

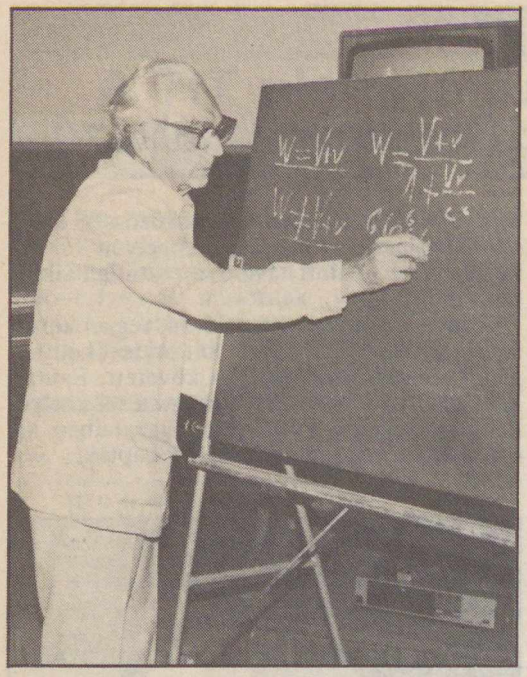
A hivatalos megnyitóra 15-én, reggel került sor, melyet a CSBK elmúlt két évi tevékenységének elnöki összefoglalója követett. Ezután kerültek átadásra a CSBK kitüntetései, melyeket a mozgalom különböző ágazataiban kiemelkedő tevékenységet végzők kaptak.



Ponori Thewrewk Aurél, a CSBK elnöke ismertette az elmúlt két év alatt végzett munka eredményeit

A találkozó résztvevői a Kölcsey Művelődési Központ előtt





Dr. Kulin György, a CSBK tiszteletbeli elnöke, a csillagászat és a modern fizika kapcsolatáról beszélt

A legjobban működő csillagász szakkör (Révész Béla Úttörőház, Esztergom) jutalma egy DAVAKU távcső volt, amelyet Mécs Miklós szakkörvezető vett át



Az 1988. évi kitüntetettek az alábbiak: *Zerinváry Emlékérem:* **Mizser Attila** (Budapest); *Róka Gedeon Emlékérem* (a csillagászati ismeretterjesztésben kifejtett kiemelkedő munkáért): **Dévai Antal** (Győr), **Paszt György** (Szeged), **Szoboszlay Endre** (Debrecen), **Zajácz György** (Debrecen); *Szentmártoni Béla Emlékérem* (az amatőr megfigyelések terén elért kiemelkedő munkáért): **Iskum József** (Budapest), **Kósa-Kiss Attila** (Nagyszalonta, Románia), **Kubus Gyula** (Bátonyterenye), **Sári Gyula** (Szőny).

A legjobban működő csillagászati szakkör számára a DAVAKU alkotóközösség által felajánlott 75/400-as reflektort az esztergomi Révész Béla Úttörőház idén 15 éves csillagászati szakköre kapta (vezetője: Mécs Miklós).

A kitüntetések átadása után neves előadók nívós előadásait hallgathatták meg a találkozó résztvevői: *dr. Kulin György* a csillagászat és a modern fizika kapcsolatáról, míg *dr. Almár Iván* az űrkutatás várható irányairól, a közeljövőre tervezett űrprogramokról tartott érdekfeszítő előadást.

A délutáni program keretében *ifj. dr. Kálmán Béla* napfizikai kutatásokról szóló előadása után a debreceni Napfizikai Obszervatórium meglátogatása és a nevezetes Botanikus Kert megtekintése is szerepelt.

Szombat délelőtt *Palkó Gyula* (Csap, Szovjetunió) rendkívül érdekes ismertetést adott országuk amatőr csillagászati helyzetéről, a lehetőségekről és korlátokról. Azt hiszem, a jelenlevők többsége igencsak meglepődött, amikor a két ország szervezeti, megfigyelés aktivitási és kiadványhelyzetét összehasonlítva arra a következtetésre jutott, hogy a magyar amatőrök szovjet kollégáiknál kedvezőbb helyzetben vannak! Elvégre Palkó Gyula olyan országból jött, ahol a csillagászat az általános iskola 10. osztályában egész éves kötelező tananyag!

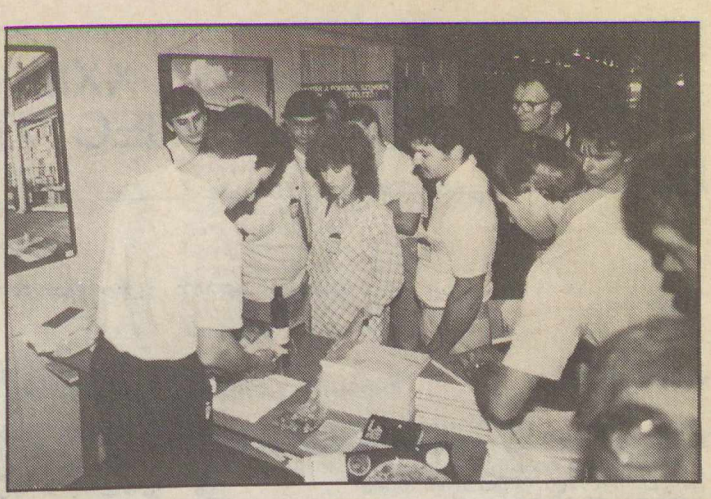
A délelőtt további részében 11 ismertető hangzott el az ország minden részéből érkezett szakkörvezetők, bemutató csillagvizsgáló vezetők, CSBK megyei titkárok részéről. Nagyon kritikus, helyenként igen kemény hangvételű állásfoglalások hangzottak el, a gazdasági helyzet beható boncolgatásától kezdve az új adószabályok szakköri tiszteletdíjra való hatásán át az érdeklődés általános csökkenése okainak elemzéséig. Szóba került a közeljövőben megalkotásra kerülő új társasági törvény épp úgy, mint az újító útkeresési szándékok megvalósításának lehetőségei.

Szervezeti szempontból a találkozók mindenkori másik fontos eseménye a CSBK-vezetőség újjáválasztása. A XV. találkozó által jóváhagyott vezetőség névsora az 1988–1990-es időszakra:

MTA Könyvtára
Periodika 1989/38 n.



A látogatók egy csoportja a debreceni Napfizikai Obszervatórium egyik műszerénél



A budapesti Uránia szervezésében nagy sikere volt az optikai eszköz és kiadvány árusításnak

Balogh István (Kiskunhalas), Berente Béla (Kocsér), Both Előd (Budapest), Gellért András (Budapest), dr. Horváth András (Budapest), dr. Jónás László (Esztergom), Karászi István (Gyöngyös), Kemenes Lászlóné (Pécs), Keszthelyi Sándor (Pécs), Könnyű József (Salgótarján), dr. Kulin György (Budapest), Mécs Miklós (Esztergom), Mizser Attila (Budapest), Orha Zoltán (Budapest), Paszt György (Szeged), Ponori Thewrewk Aurél (Budapest), Rozmann Béla (Nyíregyháza), Schalk Gyula (Budapest), Szoboszlay Endre (Debrecen), Szőke Balázs (Budapest), Újvárosy Antal (Jósvafő), Vértes Ernő (Kőszeg), Vilmos Mihály (Nagykanizsa) és Zombori Ottó (Budapest).

A XV. találkozó megerősítette funkciójában a Számvizsgáló Bizottság tisztségviselőit, miszerint az elkövetkező ciklusra az elnök Dinga László (Tata), tagok: Holl András (Budapest) és Horváth Ferenc (Veszprém).

A CSBK vezetősége megválasztása után megtartotta első ülését és kijelölte az elnökséget. Elnök: Ponori Thewrewk Aurél, tiszteletbeli elnök: dr. Kulin György, titkár: Zombori Ottó, tagok: dr. Horváth András, Mizser Attila, Schalk Gyula és Vértes Ernő.

Az aktív megfigyelő amatőrök kis száma miatt a délutáni szekcióülések helyett a városi csillagda megtekintése és egy kiadós városnéző séta került a programba.

Vasárnap délelőtt *dr. Barcza Szabolcs* tartott széles skálát felülelő előadást a csillagászat legújabb eredményeiről.

A hivatalos pogram utolsó előadásaként *Zombori Ottó* „Csillagászati Expedíció Egyiptomban" című színes és érdekes előadása hangzott el.

A találkozó néhány pillanatát Károlyi Gábor felvételei segítségével idézzük fel.

PAPP JÁNOS

FELHÍVÁS

Felhívjuk a csillagászat és az űrkutatás iránt érdeklődők figyelmét, hogy folyóiratunk mellett is tájékozódhatnak e tudományágak legújabb eredményeiről, az űrkutatás eseményeiről, további programjairól. Kérjük a témák iránt érdeklődő Olvasóink jelentkezését, hogy az előadásokra, a rendezvényekre meghívót és tájékoztatót tudjunk küldeni. Cím: Uránia Csillagvizsgáló, 1016 Budapest, Sánc u. 3/b.

Tájékoztatjuk Olvasóinkat és az érdeklődőket, hogy az Uránia Csillagvizsgáló gondozásában a Meteor című – a TIT Csillagászat Baráti Köre havi megfigyelési tájékoztatója amatőr csillagász megfigyelők és szakkörök számára – kiadvány a jövő évtől tudósítani fog a csillagászat és az űrkutatás legújabb eredményeiről. Megrendelhető a fenti címen, vagy előfizethető ún. „piros pénzesutalványon" Meteor 89 megjegyzéssel. Az előfizetés díja: az 1989-es évre 400 Ft, amely egyben a Csillagászat Baráti Köre pártolótagsági díjat is tartalmazza. A havi tájékoztató számonként nem vásárolható!

Kérjük az érdeklődők jelentkezését!

A Föld és Ég 1988. évi, XXIII. évfolyamának TARTALOMJEGYZÉKE

CSILLAGÁSZAT – ŰRKUTATÁS

NAGYOBB CIKKEK

Ifj. Bartha Lajos: Egy új óriás távcső: a Herschel-teleszkóp ... 343
Both Előd: A Virgo halmaz szíve: az M87 ... 148
~A távcsövek a Plútót figyelik ... 275
~Német zenészből angol csillagász ... 338
Bödök Zsigmond: A lomnici obszervatórium ... 322
Decsy Pál: A Mars megfigyelése 1988-ban ... 258
Érdi Bálint: Hierarchikus stabilitás a Naprendszerben ... 44
Hegedüs Tibor: Valóban léteznek fekete lyukak? ... 360
Dr. Horváth András: A Kvant és a 326 nap ... 98
Kalmár Tamás: Észlelőtábor Szardínia szigetén ... 126
Dr. Kéri András: Indián világkép Közép-Amerikából ... 134
Kolláth Zoltán: Galaktikus halmazok megfigyelése binokulárral ... 353
Magyari Béla–Schuminszky Nándor: Űrhajósok mentése ... 52
Ponori Thewrewk Aurél: Mai ókori mérések Egyiptomban ... 294
Dr. Patkós László: Szupernova a Nagy Magellán Felhőben – Egy év után 1. ... 194
~Szupernova a Nagy Magellán Felhőben – Egy év után 2. ... 226
Schuminszky Nándor: Űrrepülőgépek 3. ... 76
Szentpéteri László: A japán Halley-megfigyelések és eredményeik ... 10
Dr. Tänczer Tibor: Meteorológiai műholdak ... 66
Tóth Imre: A Halley-üstökös felfedi titkait ... 2
~Jön a Tempel 2-üstökös ... 167

KISEBB KÖZLEMÉNYEK

–: Üstökösök 1987/88 telén és tavaszán ... 206
B. K.: Látni a láthatatlant – képek a Vesta felszínéről ... 238
~Az Univerzum korának radioaktív úton történő meghatározása ... 307
Hegedüs Tibor: Rekordnagyságú vöröseltolódás ... 220
HII: Az Univerzum kora és a fehér törpék ... 175
Papp János: Új megvilágításban a Herbig–Haro objektumok ... 328
~Óriási galaktikus ívek ... 330
Sz. L.: A Vénusz múltja, jelene és jövője ... 313
Szőke Balázs: A hónap csillagképe:
A Bika (Taurus) ... 16
Az Északi Korona (Corona Borealis) és a Herkules ... 176
A Gemini (Ikrek) ... 48
A Nyilas (Sagittarius) ... 208
Az Oroszlán (Leo) ... 112
A Pisces (Halak) ... 272
A Rák (Cancer) ... 80
A Triaugulum (Háromszög) ... 304
A Virgo (Szűz) ... 144
Vulpecula (Róka), Sagitta (Nyíl), Delphinus (Delfin) ... 240

ÚJDONSÁGOK – RÖVID HÍREK

A csillaggranuláció *(B.E.)* ... 331
Az ESO új szubmilliméteres antennája *(Sz.L.)* ... 239
A Galileo új műszere *(Sz.L.)* ... 212
A Hubble-állandó új meghatározása *(KLZ)* ... 121
Az IRAS és az aszteroidák *(Sz.L.)* ... 51
A jósvafői tábor *(Tepliczky István)* ... 254
A leggyorsabb pulzár *(B.E.)* ... 51
A P/Tempel 2-üstökös magja *(T.I.)* ... 212
A szupernova-maradványok jobb megértésének útján *(Papp János)* ... 357
A Voyager mint űrtávcső *(Sz.L.)* ... 377
Azonosították a Gemingát *(Sz.L.)* ... 198
Egy „éhes" galaxis *(H.T.)* ... 319
Egy XVII. századbeli nova *(KLZ)* ... 183
Fekete lyukak keresése *(Sz.L.)* ... 221
Feketelyuk-jelölt az M82-ben *(B.E.)* ... 147
HIPPARCOS a világűrben *(Sz.L.)* ... 376
Honnan érkeznek a meteoritok? *(APN)* ... 254
HST – új akkumulátorokkal? *(Sz.L.)* ... 366
Indiai rádiótávcső *(Sz.L.)* ... 121
Megegyezés az őslakókkal – újból rakéta indult Woomerából *(Sz.L.)* ... 239
Mélyen az M31 szívében *(H.T.)* ... 308
„Meteor" – meteorológiai műhold 15 ország számára *(APN)* ... 222
Milyen idős a Tejút? *(H.T.)* ... 308
Mi okozza a légköri ózonréteg elvékonyodását? *(APN)* ... 180
Műhold a relativitáselmélet újabb bizonyítására *(H.T.)* ... 375
Naprendszer az Orion-ködben? *(B.K.)* ... 180
Ötéves a Kecskeméti Planetárium *(eko)* ... 153
Születőfélben lévő galaxisokat találtak? *(H.T.)* ... 319
Újabb hírek a P/Tempel 2-üstökösről *(T.I.)* ... 323
Új távérzékelési központ *(Sz.L.)* ... 212
Új jelölt a fekete lyukak listáján *(Z.J.)* ... 374
Wolf–Rayet csillag születik *(Papp János)* ... 318

ASZTROFOTÓK

A Tejút a Hattyú csillagképben *(ifj. Szeiber Károly)* ... 2/B IV
A Nap protuberanciái *(Juhani Salmi)* ... 3/B IV
A Corona Borealis *(ifj. Szeiber Károly)* ... 6/B IV
A Hold délnyugati része *(Farkas László)* ... 7/B II
Az M13-as gömbhalmaz és egy teleszkopikus meteor (Dóczi Ottó) ... 8/B IV
Két napfoltcsoport *(Iskum József)* ... 10/B IV

BARÁTI KÖREINK

A CSBK XV. Országos Találkozója *(Papp János)* ... 379
Csillagászati találkozó Szegeden *(Szatmáry Károly)* ... 375
Kettős jubileum a székesfehérvári TIT Uránia Csillagvizsgálóban ... 190
Vetélkedő és tanácskozás Győrött *(Papp János)* ... 158

NAGYOBB CIKKEK

Dr. Balázs Dénes: Az ingókövek ... 8
Balázs Katalin: A sarki fény ... 346
Barkó József–Puskás László: Gorges du Tarn ... 367
Barkó József–Puskás László: A Pireneusi Nemzeti Park 268
Bassa László: Városfejlődés a szigetországban ... 297
Dr. Dojcsák Győző: Calgary ... 39
Farkas Zoltán: Szénhidrogén-kutatás a világűrből ... 350
Hangrád Lajos: A cseh Óriás-hegység ... 71
Hangrád Lajos: Bazaltformák Salgótarján környékén . 213
Hangrád Zsolt: A Morva-karszt ... 244
Horváth Róbert: Machu Picchu ... 136
Dr. Juhász Árpád: A Tethys-probléma ... 358
Dr. Juhász Árpád: Teleki nyomán a Kenya-hegységben ... 199
Dr. Kéri András: A széthulló Holland Antillák ... 332
Dr. Kéri András: Guadeloupe ... 184
Kiss Ernő: A kővé vált erdő Arizónában ... 105
Dr. Kopek Annamária: Káli-medence Tájvédelmi Körzet ... 118
Dr. Lóczy Dénes: Katalónia ... 324
Dr. Lóczy Dénes–Szalai László: Füst a tundrán ... 226
Mari László: A Durmitor ... 130
Dr. Miczek György: Málta ... 34
Németh György: A tengerpart típusai ... 262
Réti Zsolt: Óceáni szigetív a Mediterráneumban? ... 290
Székely Tamás: A Nemrut-hegy csodái ... 23
Török Zsolt: A tér képe: a térkép ... 85
Dr. Vasváry Artúr: A Latemar ... 162
Dr. Veress Márton: Kősón kialakult formák Parajdról . 202

KISEBB KÖZLEMÉNYEK

Filmfesztivál–Trentó–1988. ... 164
Dr. Dojcsák Győző: 100 éves a National Geographic . 302
Dr. Kéri András: Az 500 éves évforduló kapcsán ... 43
Dr. Kéri András: Martinique ... 116
Sz. L.: Időutazás mélyfúrásokkal ... 140

ÚJDONSÁGOK–RÖVID HÍREK

A Föld ősi légköre *(Sz. L.)* ... 224
A Galapagos-szigetek védelmében *(KA.)* ... 30
A Nyos-tó újból fenyeget *(Sz.L.)* ... 224
A Panama-csatorna védelmében *(KA.)* ... 142
A világ leghosszabb hídrendszere *(Sz.L.)* ... 63
Az Árpád újjászületett *(DBL)* ... 174
Az ecuadori földrengés után *(KA.)* ... 142
Az indiai szubkontinens mozgása *(Sz.L.)* ... 142
Ásványlelőhelyek kutatása robbantással *(APN)* ... 30
Barlangkutatók világkongresszusa ... 303
Bezárják Honduras legnagyobb bányáját *(KA.)* ... 30
Gróf Széchenyi Ödön folyami hajóútja Pesttől Párizsig *(DBL)* ... 29
Hányan voltunk? *(Ka-Tá)* ... 370
Hírek Kubából *(KA.)* ... 61
Kuba kozmikus tanulmányozása *(Ka-Tá)* ... 286
Magyar Ásványbarát Találkozó ... 374
Magyarország geológiai alapszelvényei
Bakony, Bakonynána, 1. szelvény ... 256
Bakony, Halimba, Pityer-dombi bauxit külfejtés ... 192
Bakony, Jásd, Kőbánya 1. szelvény ... 224
Bakony, Kislőd, Öreg-hegyi bauxit-külfejtés ... 288
Bakony, Pénzesgyőr, Ree-hegyi árok ... 320
Budai-hegység, Budapest, Csillaghegy, Péterhegyi-téglagyár ... 32
Budai-hegység, Budapest, Róka-hegy, Ibolya utcai kőfejtő ... 160
Budai-hegység, Solymár, Rozália-téglagyár ... 64
Gerecse; Süttő, Vöröshídi-kőfejtő ... 128
Pilis, Pilisszentlélek, Fekete-hegy ... 96
Mecsek, Mórágy, községi feltárás ... 384
Országjárás-vezetők figyelmébe ajánljuk! *(DBL)* 15, 31, 63, 75, 120, 122, 141, 143, 166, 173, 174, 188, 252, 281, 287, 301, 312, 337, 349, 352, 373
Perui aranybánya *(KA.)* ... 201
Szénbánya Venezuelában *(KA.)* ... 142
Tadzsikisztán sodródó hegyei *(APN)* ... 29
Tudja-e, hogy? *(KA.)* ... 62
Új magasságadatok *(Sz.L.)* ... 141
Új, szupermély fúrás *(Sz.L.)* ... 63
Új tengeri kapu – Ningbo ... 143
Új védett terület Kubában *(Ka–Tá)* ... 286
Veszélyben a Havannai-öböl *(Ka–Tá)* ... 286

ORSZÁG-VILÁGJÁRÁS

A Duna mentén Tolnába *(Kaiser Mihály)* ... 58
A napfényes Isztria *(Moór Péter)* ... 171
Ásványgyűjtők mátrai találkozója *(Sisáné Murai Judit)* ... 311
Hajdúság ... 156
Hová–Merre 1988-ban? *(Zalotay Elemérné)* ... 26
Ízelítő Trieszből és Velencéből *(Moór Péter)* ... 250
Körutazás Pannóniában *(Kaiser Mihály)* ... 92
Látogatás a Hortobágyon *(Moór Péter)* ... 310
Látogatás Szombathelyen *(Kaiser Mihály)* ... 122
Séta Baján *(Moór Péter)* ... 280
Séta Nyíregyházán *(Moór Péter)* ... 371
Szocsi és környéke *(Moór Péter)* ... 218

CÍMLAPOK

A Szuiszei űrszonda a Mu-3S-II hordozórakétán . 1. szám
A Bugibba nevű üdülőhely Máltán ... 2. szám
A Meteosat-1 felvétele a Földről ... 3. szám
A Mir, a Kvant és a Szojuz-TM–3 űrkomplexum . 4. szám
A Skrka-völgy a Durmitorban ... 5. szám
A Latemar csúcsvilága ... 6. szám
Az 1987A szupernova a Nagy Magellán Felhőben 7. szám
Egy berogyott pingó a Tuktoyaktuk-félszigeten . 8. szám
A Mars kanyonrendszere, a Valles Marineris ... 9. szám
Strombolicchio hullámszaggatta sziklatűje ... 10. szám
A jellegzetes téli csillagos ég és csillagképei . 11-12. szám

TÉRKÉPEK (a belső borítón)

Magyarország geológiai alapszelvényei (térképvázlattal)
Budai-hegység, Budapest-Csillaghegy, Péter-hegy, téglagyár ... 1. szám
Budai-hegység, Solymár, Rozália-téglagyár ... 2. szám
Pilis, Pilisszentlélek, Fekete-hegy ... 3. szám
Gerecse, Süttő, Vöröshídi-kőfejtő ... 4. szám
Budai-hegység, Budapest, Róka-hegy, Ibolya utcai kőfejtő ... 5. szám
Bakony, Halimba, Pityer-dombi bauxit külfejtés . 6. szám
Bakony, Jásd, Kőbánya 1. szelvény ... 7. szám
Bakony, Bakonynána, 1. szelvény ... 8. szám
Bakony, Kislőd, Öreg-hegyi bauxit-külfejtés ... 9. szám
Bakony, Pénzesgyőr, Ree-hegyi árok ... 10. szám
Mecsek, Mórágy, községi feltárás ... 11-12. szám
Málta és a hozzá tartozó szigetek ... 2. szám
Durmitor-hegység ... 5. szám
A Latemar-csoport ... 6. szám
A Pireneusi Nemzeti Park ... 9. szám
A Lipari-szigetek ... 10. szám

TÉRKÉPEK (a hátsó borítón)

Martinique ... 4. szám
A Salgótarján környéki bazaltterületek ... 7. szám

Mecsek, Mórágy, községi feltárás

A feltárás helye Mórágy község belterületén, az országos szintezési alappontnál van. Mesterséges feltárás, amely megközelíthető gépkocsival, gyalog, az időjárásról függetlenül minden alkalommal.

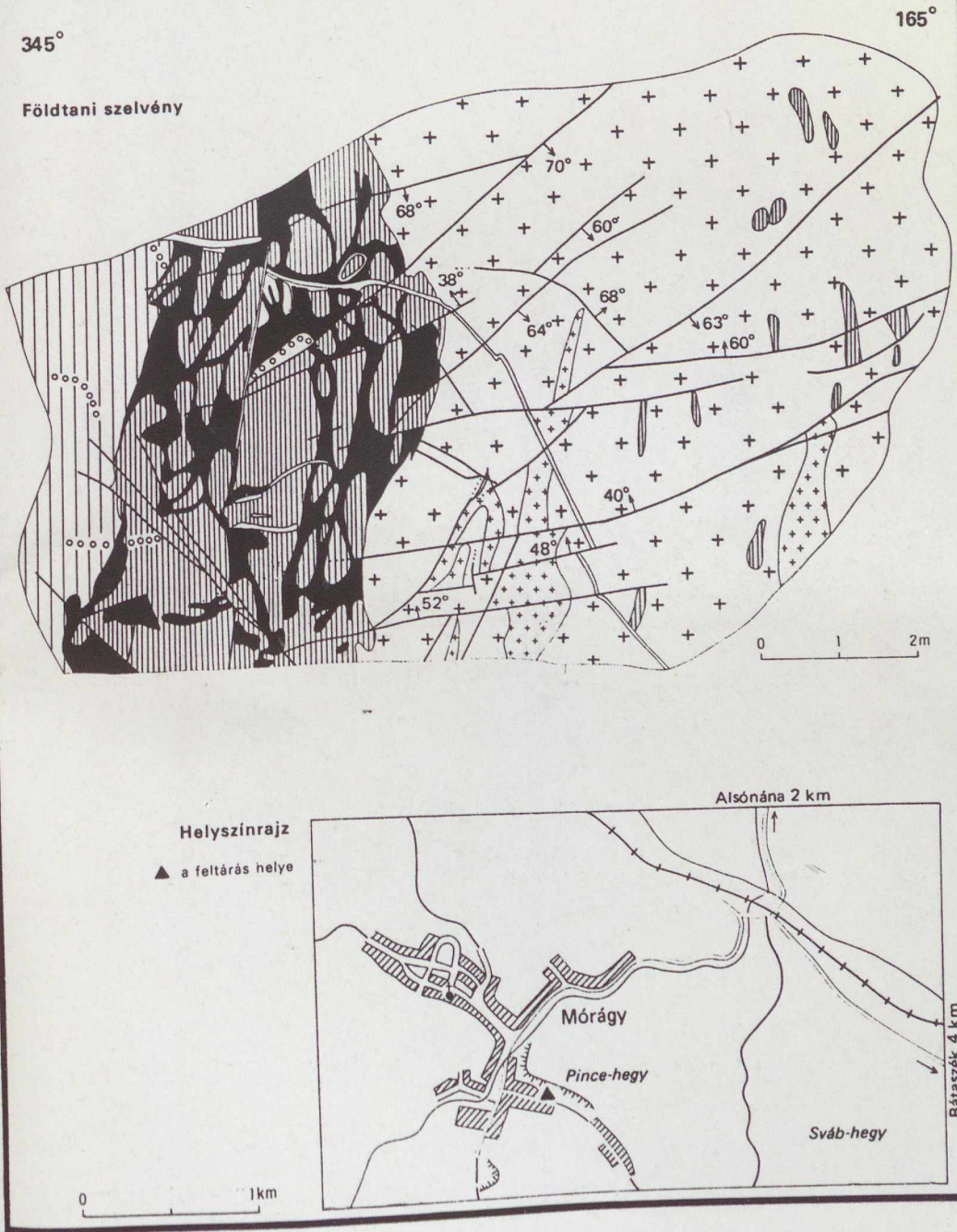
A kialakított feltárás tulajdonképpen felületrajznak tekinthető, amely egyenetlen, általában nem túl meredek dőlésű felület viszonylag nem nagy függőleges metszetvastagsággal. A feltárt kristályos kőzettömeg anyagát tekintve két nagy csoportra osztható, mely csoportok a feltárást térben is két, közel egyenlő nagyságú részre osztják: sötét színű zárványok (xenolitok) csoportja, amelyek a szelvény északnyugati felé alkotják; a gránit csoportba tartozó kőzetek, amelyek a feltárás délkeleti felét alkotják.



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

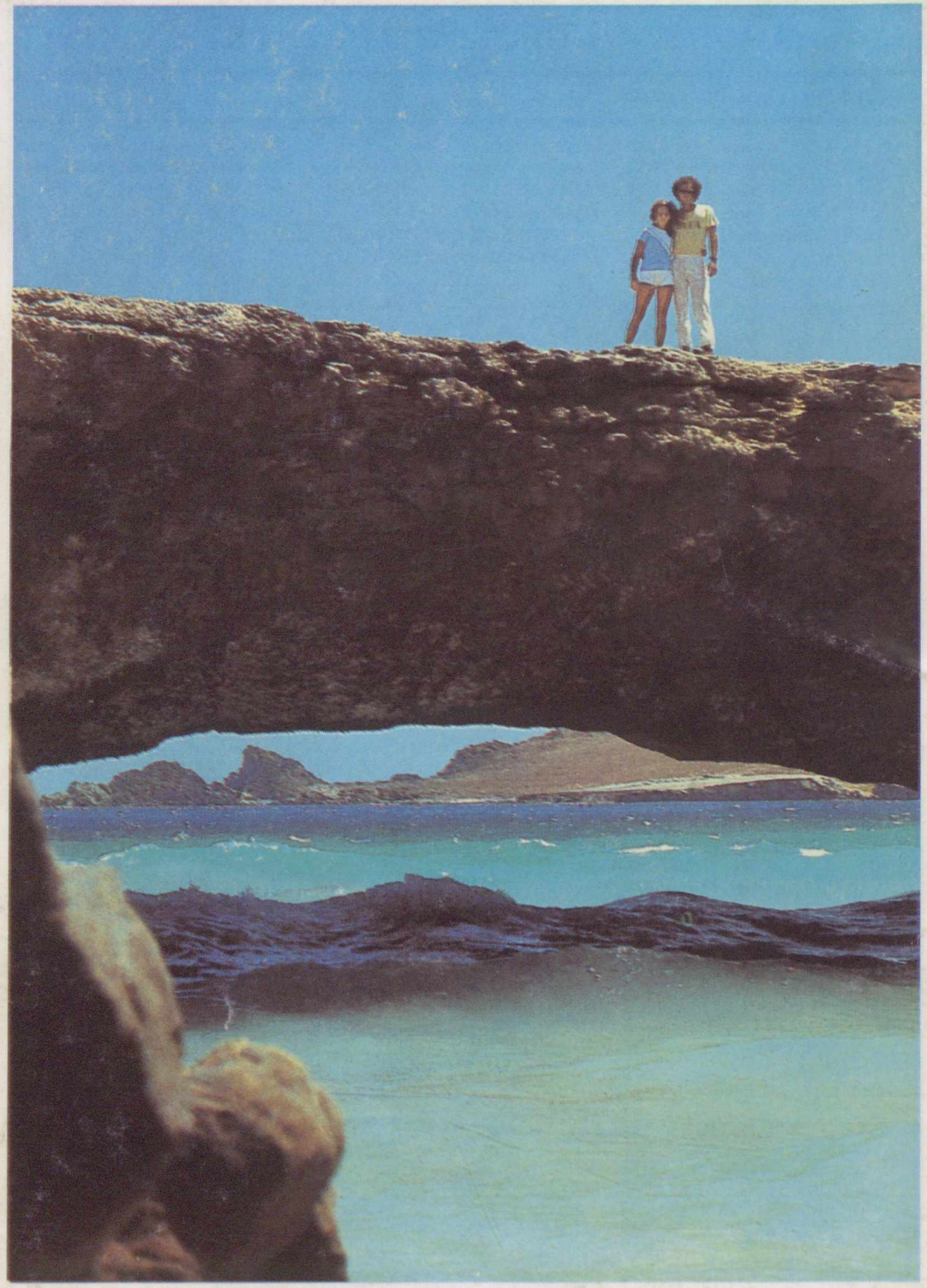
MAGYARORSZÁG GEOLÓGIAI ALAPSZELVÉNYEI

Mecsek, Mórágy, községi feltárás



Mórágyi Gránit

Ára: 20 Ft



A tenger pusztító munkájának következtében valóságos kőhidak alakultak ki Bonaire partjai mentén
(A széthulló Holland Antillák c. cikkünkhöz)