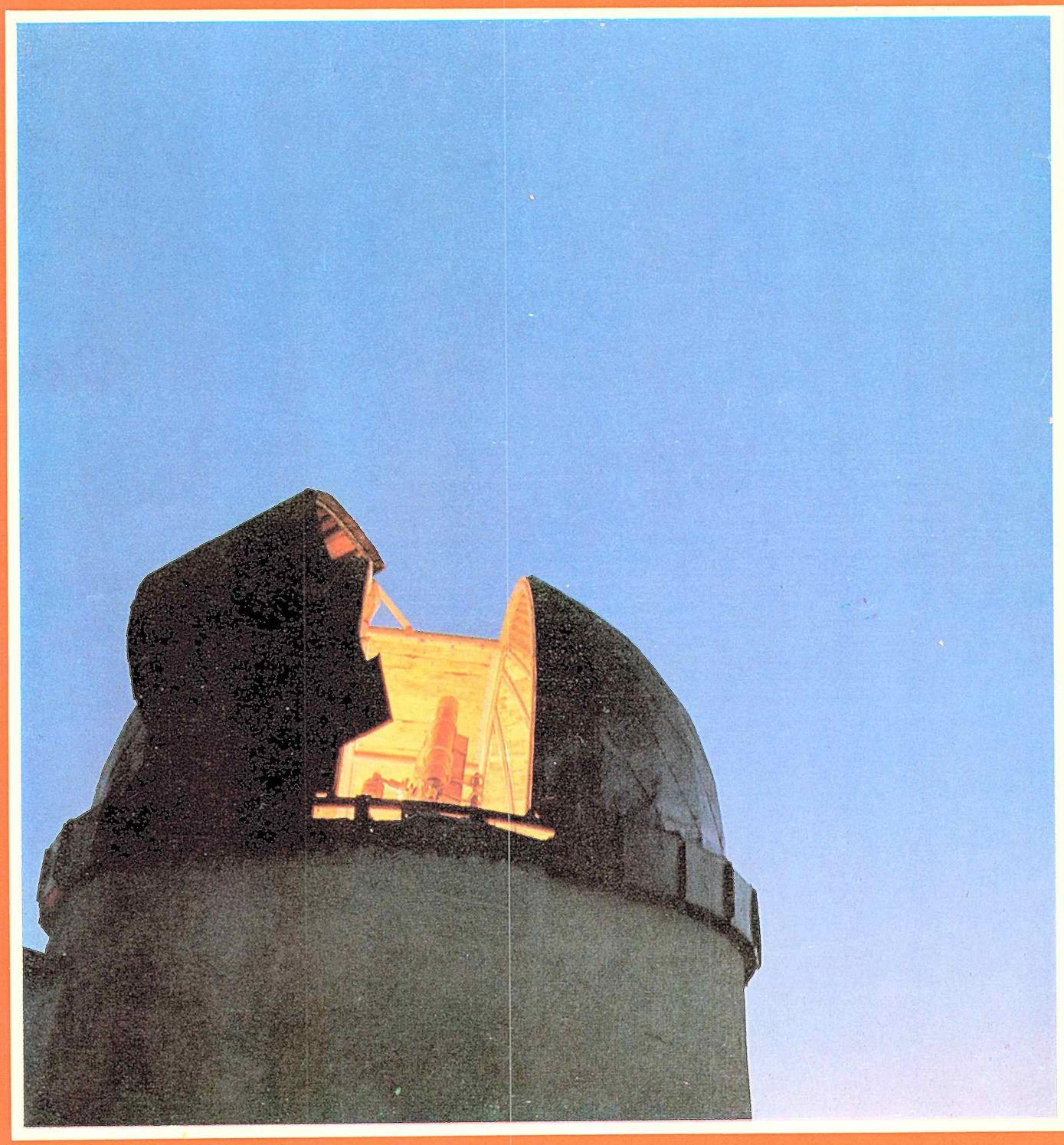
KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1988
ROČNÍK XIX. 4
Kčs 4,–



Koncom minulého roku bola istotne najzaujímavejším objektom oblohy kométa Bradfield 1987s. Už prvá tohtoročná kométa Liller 1988a však akoby chcela svoju predchodkyňu zatieniť či aspoň sa jej vyrovnať. V polovici apríla dosiahla jasnosť zhruba $6{,}5^m$ a mala aj pekný chvost, v ktorom sme mohli rozoznať veľa detailov. Prvú snímku tejto kométy nám zo Žiliny poslal RNDr. Miroslav Znášik, ktorý ju fotografoval 16. 4. 1988 o 20^h01^m SEČ. Komoru s objektívom Telikon 6,3/750 viedol zo kométou spôsobom nepriamej pointácie (Kozmos 5/86) a za 25 minút sa na platni ORWO NP-27 ukázal obraz kométy, ktorý vidíme vľavo hore. Autor odhadol Sometom jej jasnosť na $6{,}4^m$. O dva dni neskôr exponoval kométu 40 minút astrografom 300/1500 Gabriel Červák na Skalnatom Plese a výsledok vidíme vpravo hore. Spodné dva zábery sú dielom Miloša Tichého, ktorý na Kleti použil Cassegrain 600/2970. Vľavo dolu je 30-minútová expozícia kométy Bradfield z 23. 12. 1987, z toho istého dňa je aj 10-minútová expozícia kométy Borrelly. Všetky tri zábery sú kópiami platní ORWO ZU-21.

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

S V. Remekom v Bratislave

Kozmické spomienky

Náš prvý (a zatiaľ stále jediný) kozmonaut Ing. Vladimír Remek bol v poradí 86. pozemšťanom, ktorý okúsil stav beztiaže. Bol po Gagarinovi druhým najmladším kozmonautom v histórii; v čase svojho kozmického letu mal 29 rokov. Odvtedy však už uplynulo celé desaťročie a náš kozmonaut — hoci stále s rovnakou vervou tvrdí, že by sa opäť rád vypravil na vesmírny let — prežíva dni strávené v kozmickej lodi znova a znova v spomienkach.

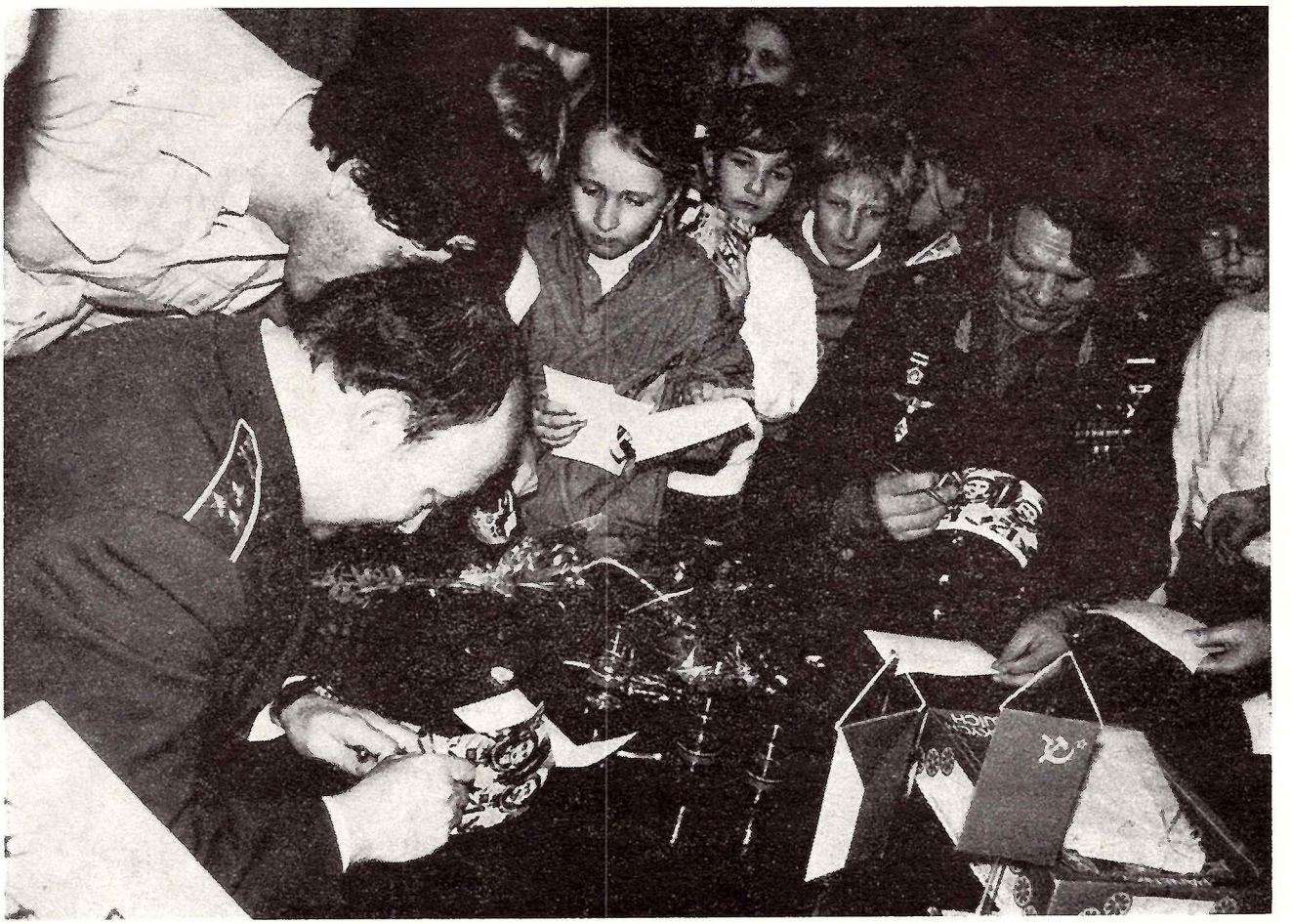
Začiatkom marca, na desiate výročie letu Sojuza 28, privítali sme Vladimíra Remeka v Bratislave. Prišiel k nám spolu s Alexejom Gubarevom, veliteľom kozmickej lode, s ktorým strávil osem dní v kozme a predtým 15 mesiacov tvrdej prípravy v Hviezdnom mestečku. Na stretnutí s novinármi i na verejnej besede v Dome ZČSSP, kde bola v publiku najmä školopovinná mládež, odpovedali obaja hostia na mnohé otázky o svojich zážitkoch z kozmických ciest a o kozmonautike vôbec.

Plukovník Ing. Vladimír Remek

Generálmajor Alexander Gubarev

Treba povedať, že Vladimír Remek je dnes oveľa lepším rozprávačom než v časoch, keď sa predstavil verejnosti po návrate z kozmického letu. Zdá sa, že svoj dlhoročný boj s trémou takmer úplne vyhral. Čo sa v jeho živote okrem toho zmenilo? V súčasnosti je opäť v Moskve; v lete má ukončiť Akadémiu generálneho štábu ozbrojených síl ZSSR. Po návrate by chcel ďalej pracovať v letectve.

Alexej Gubarev, dnes už 57-ročný, má hodnosť generála; vo výskumnom ústave, ktorý sa zaoberá problematikou kozmonautiky, pracuje ako zástupca riaditeľa. Aktívnu činnosť kozmonauta ukončil pred desiatimi rokmi letom na Sojuze 28. Bola to jeho druhá, krátka cesta do kozmu. Tri roky predtým absolvoval dlhodobý pobyt na orbitálnej stanici, ktorý trval jeden mesiac. Na rozdiel od Vladimíra Remeka, ktorý sa dostal do kozmu už po 15-tich mesiacoch tréningu, musel A. Gubarev čakať celých 12 rokov na



Riaditeľ SÚAA Milan Bélik na priateľskom posedení po skončení besedy v Dome ZČSSP Darnica v Bratislave odovzdal obom členom prvej medzinárodnej posádky Čestné uznanie za rozvoj amatérskej astronómie na Slovensku. Odovzdávania sa zúčastni aj tajomník ÚV SZAA Ján Mackovič.

Vladimír Remek sa od svojho historického letu musel podpísať už nespočetnekrát. Na snímke R. Piffla podpisuje svoju knihu, ktorá vyšla vo vydavateľstve Smena začiatkom tohto roku.

svoju prvú príležitosť. „V porovnaní s inými svojimi kolegami som na tom nebol najhoršie," hovorí, „veď boli aj takí, na ktorých vôbec neprišiel rad. Nebolo ich málo, zhruba polovica z môjho oddielu. A pritom boli na rovnakej profesionálnej úrovni ako ich šťastnejší kolegovia. Prečo to bolo? Nuž, počet kozmických letov začiatkom sedemdesiatych rokov citeľne poklesol po havárii posádky kozmickej stanice v zložení Pacajev, Dobrovoľskij a Volkov. Dnes je situácia lepšia; počet kozmonautov, ktorí sa nedočkajú svojho letu do kozmu, nie je dnes väčší ako 20 %."

V Hviezdnom mestečku však boli vo výcviku z každej socialistickej krajiny dvaja kandidáti na kozmický let — pričom na každú krajinu sa dostala príležitosť kozmickej cesty zatiaľ len jeden raz. Aké sú ďalšie perspektívy? Plánuje napr. Československo ďalší kozmický let?

„Na túto otázku sa zakaždým odpovedá kladne, ale pritom nekonkrétne", hovorí V. Remek. „Zatiaľ nie je stanovený nijaký termín ďalšieho letu československého kozmonauta. Je známe, že v najbližšej medzinárodnej posádke má byť opäť bulharský kozmonaut. To preto, lebo let sovietsko-bulharskej posádky (Rukavišnikov—Ivanov) bolo nutné predčasne ukončiť. Nepredvídane totiž zlyhal motor kozmickej lode, a preto pokračovať v ceste bolo riskantné. Namiesto pripojenia k orbitálnej stanici sa kozmická loď musela vrátiť na Zem. Zostup po balistickej krivke bol pre kozmonautov namáhavý: vystavení boli dvakrát väčšiemu preťaženiu než je bežné pri pristávaní kozmických lodí Sojuz (celkove museli vydržať 8—10 G)."

Ak človek číta správy v novinách, ktoré hovoria, že „let prebieha normálne, podľa plánu", môže získať dojem, ako keby kozmická cesta bola presne naplánovaným sledom činností, kde nič nemôže človeka prekvapiť... Vladimír Remek však rozhodne protestuje. „Naopak", hovorí, „každú chvíľu stretáva sa človek s nepredvídanými dojmami, pocitmi, novými vnemami. Už len pohľad na Zem: verili by ste, že jasne vidno napríklad vlaky, ba dokonca aj polia okolo domov? Lekári prišli na to, že subjektívne pocity väčšiny kozmonautov, ktorí stále jasnejšie rozoznávali na povrchu Zeme prekvapivé detaily, možno si vysvetliť vplyvom stavu beztiaže — rozlišovacia schopnosť zraku sa objektívne stále zlepšuje."

„Naplánovať všetko do detailu — to sa nedá nikdy nikde — a už vôbec nie v kozme," pokračuje. „Všeličo sa stane, a na to potom po rokoch človek rád spomína. Napríklad ako sme sa chystali na experiment s oximetrom — a zistili sme, že prístroj má batérie úplne vybité, zrejme sa mimovoľne zapol pri vkladaní do kozmickej lode. Kde vziať zdroj na 27 V? Na palube boli náhradné monočlánky, ale len po 1,5 V. Takýchto by bolo treba 20 kusov. Mali sme ich, ale ako ich pospájať? Nakoniec sme z obalu, v ktorom sa dopravovali potraviny, ušili takú dlhú pančuchu, do nej vložili za sebou monočlánky — a šlo to. Iste, aj v dobe modernej techniky a v kozmickej lodi nezaobíde sa človek bez improvizácie. Každá zaujímavá cesta — aj pozemská, nieto kozmická, má v sebe množstvo prekvapení. Má momenty strachu, chvíle nadšenia, prekvapenia i humorných situácií, momenty napätia i radostnej úľavy. Kto to všetko zažil, chcel by to opäť prežiť. A preto sa mi nedivte, keď hovorím, že by som skutočne rád išiel do kozmu znova."

(tf)

Srdečné zdravím čitateľ „KOZMOSU" při příležitosti 10. výročí kosmického letu sovětsko-československé posádky, a přeji hodně zdraví i v životě.

Hlav. kosmonaut ČSSR
Vladimír Remek
8. 5. 88

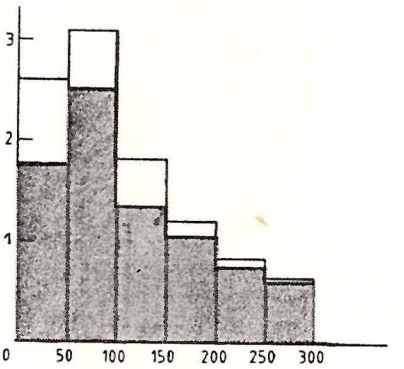
Kozmický prach z grónskych ľadovcov

Najnovšie a zároveň aj najbohatšie náleziská mikrometeoritov na svete sú v Grónsku v oblastiach ľadovcových polí, ktoré sú pokryté čiernym prachom — kryokonitom. Jeden kilogram tejto tmavej usadeniny obsahuje približne 4 000 zrniečok kozmického prachu väčších ako 50 μm. Pritom na niektorých miestach možno doslova zhŕňať kopy tohto vzácneho materiálu. V oblasti Sondrestromfjordu, kam sa za čiernym prachom vypravila prvá francúzsko-dánska vedecká expedícia, bolo možné na jednom štvorcovom metri ľadovca zozbierať od 0,2 do 2 kg kryokonitu.

Výpravu viedol Michelle Maurette, ktorý spolu s ďalšími členmi svojej pracovnej skupiny uverejnil článok o prvých výsledkoch expedície do Grónska v časopise Nature 20. augusta 1987.

Chemický a petrologický rozbor kryokonitu ukázal, že grónske nálezisko čierneho prachu je skutočne unikátne. Vo vzorkách sa vyskytuje šesť základných typov kryokonitových zŕn, ktorých analýza potvrdila, že sú nepochybne mimozemského pôvodu. Usadeniny obsahujú mikrometeority, ktoré aj po prechode cez atmosféru Zeme zostali neporušené a majú rozmery, aké sa zatiaľ v iných zbierkach medziplanetárneho prachu nenašli. Takto sa identifikovali nové typy kozmických čiastočiek. Autori porovnali rozdelenie týchto častíc podľa veľkosti a ich celkový tok počas nedávneho obdobia s tokom mikrometeoroidov na dráhe v oblasti jednej astronomickej jednotky od Slnka. Porovnanie mimozemských kryokonitov a medziplanetárneho prachu potvrdzuje, ako uvádza článok, že tieto zrná nie sú úlomkami väčších (centimetrových až metrových) meteoroidov, ale sú to skutočne mikrometeoroidy s rozmermi menšími ako 1 mm.

Grónsko nie je jediným miestom na Zemi, kde možno nazbierať kozmické úlomky prirodzeného alebo umelého pôvodu. Mikrometeority (alebo kozmický prach) s rozmermi častíc menej ako 1 mm sa úspešne zbierali aj v usadeninách Tichého oceána, v nižšej atmosfére Zeme a s čiastočným úspechom aj v antarktických ľadovcoch. V grónskych sedimentoch je však omnoho viac väčších častíc (nad 100 μm) a zdá sa, že sú menej narušené meteorologickými vplyvmi. Množstvo mikrometeoritov s rozmermi okolo 100 μm je v grónskych kryokonitoch sto až tisícnásobne väčšie ako v sedimentoch



Tok a veľkosť čiastočiek medziplanetárneho prachu v okolí 1 AU od Slnka (prázdne stĺpce) v porovnaní s kozmickým prachom z grónskych ľadovcov (šedé stĺpce). Na horizontálnej osi je priemer častíc (v mikrometroch), na vertikálnej osi hustota toku (v miliónintinách gramu na 1 m^2 za rok).

z hĺbok Tichého oceána. Možno to vysvetliť špecifickým mechanizmom koncentrácie častíc, ktorý sa podobá procesu akumulácie meteoritov v Antarktíde (pozri Kozmos 4/1987). Ak sa do Grónska budú organizovať ďalšie expedície na zber čierneho prachu, určite budú mať veľký úspech a ohlas — rovnako ako expedície, ktoré podnikajú do Antarktídy na zber meteoritov Japonsko a USA.

Skupina odborníkov, ktorá sa zaoberá nálezmi v Grónsku odhaduje, že každý kilogram zozbieraného kryokonitu obsahuje toľko častíc kozmického prachu ako by sa získalo na zbernej ploche veľkosti 0,5 m^2 v kozmickom priestore za obdobie až 3000 rokov. Porovnateľné množstvo kozmického prachu môže priniesť iba taký rozsiahly projekt zberu častíc v stratosfére pomocou veľkoplošných kolektorov, aký v najbližšej budúcnosti plánuje uskutočniť NASA.

Aký je pôvod mimozemskej zložky grónskeho kryokonitu? M. Maurette a jeho skupina sa pridržajú názoru, že hlavným zdrojom mikrometeoroidov v oblasti 1 astronomickej jednotky sú krátkoperiodické kométy. Treba však poznamenať, že táto hypotéza je iba alternatívna. Naproti tomu skupina vedcov v Heidelbergu (E. Grün, H. P. Zook, H. Fechtig, R. H. Giesse) zastáva názor, že väčšina prachových častíc v slnečnej sústave pochádza z asteroidov. Predpokladajú, že hlavným zdrojom mikrometeoroidov v oblasti 1 astronomickej jednotky sú zrážky asteroidov pretínajúcich dráhu Zeme. Impulz k takejto alternatíve dala práve analýza zameraná na otázku, akým veľkým podielom prispievajú krátkoperiodické kométy do komplexu mikrometeoroidov. Výsledky kozmických experimentov i práce založené na dlhodobých pozorovaniach zo Zeme ukazujú, že príspevok komét na vytváraní mikrometeoroidov je veľmi malý. Tento výsledok podporujú aj merania družice IRAS.

Je síce pravda, že kozmický prach na grónskych ľadovcoch je čierny — a čierne je aj jadro kométy, ale táto lákavá analógia ešte nemusí byť dôkazom spoločného pôvodu. Diskusia o pôvode grónskeho kryokonitu zďaleka nekončí — a rovnako nie je ešte uzavretý ani výskum zvyškov menších telies slnečnej sústavy. Skôr naopak — pokroky v štúdiu medziplanetárnych prachových častíc zozbieraných v stratosfére Zeme, ako aj nedávny výskum Halleyho kométy pomocou kozmických sond ďalej zvyšuje záujem o podrobný výskum týchto najmenších teliesok slnečnej sústavy.

IGOR KAPIŠINSKÝ

Excentricita klasických nov

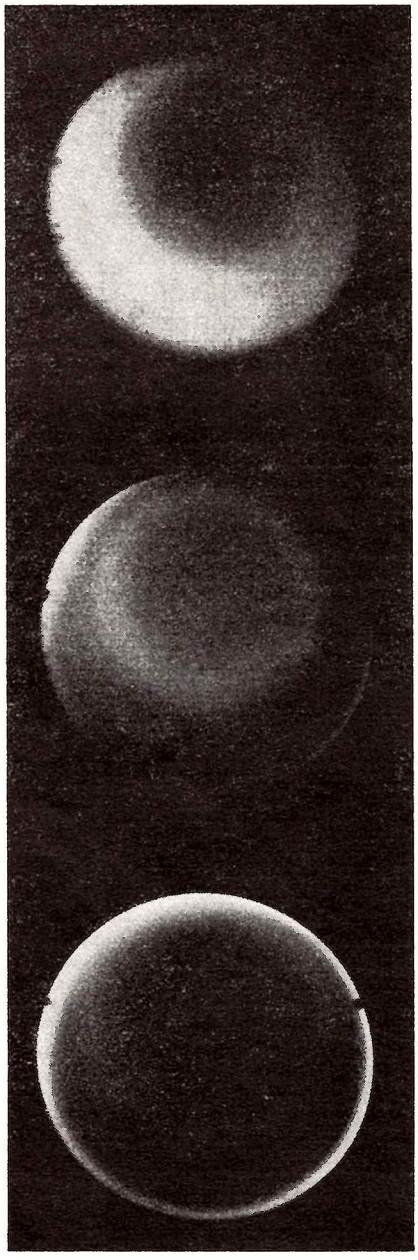
Vzplanutie klasickej novy spôsobuje termonukleárna explózia na povrchu bieleho trpaslíka. Explózia vzniká v spodných vrstvách obálky bohatej na vodík. Táto obálka zasa podľa príslušnej teórie vzniká okolo bieleho trpaslíka v dôsledku akrécie hmoty zo sprievodnej hviezdy. Pri výbuchu sa však prevažná časť obálky nespotrebuje v jadrových reakciách explózie, ale je ňou odvrhnutá do priestoru. Presviedčajú nás o tom odhady hmotností zvyškov po výbuchu i fakt, že klasická nova sa vráti do štádia pred výbuchom už zhruba za 10 rokov, ale vyhorenie celej hmoty obálky v termonukleárnych reakciách by trvalo asi 300 rokov.

Odvrhnutie materiálu zo sústavy však vplýva na jej orbitálne parametre. Dráha sprievodcu prestane byť kruhovou a nadobudne excentricitu rádove 10^{-4}. Takú nepatrnú odchýlku by sme nemohli ani pozorovať, jej dôsledkom je však pomerne veľká zmena svietivosti sústavy. Ďalšie efekty výbuchu, akými sú napríklad vzrast vzájomnej vzdialenosti zložiek alebo zmeny v množstve prenášanej hmoty, sú nielen ťažko pozorovateľné, ale dajú sa aj ťažko interpretovať. Preto má excentricita medzi parametrami sústavy klasickej novy veľký význam.

Postupne, ako sa sústava vracia do stavu pred výbuchom, excentricita klesá. Je to napokon samozrejmé. Sprievodca je brzdený hviezdnym vetrom obálky a pôsobením slapových síl bieleho trpaslíka. Pretože tento proces trvá relatívne krátko, rádove desaťročia, je pozorovanie klasických nov veľmi výhodné nielen z hľadiska poznávania dynamiky výbuchu, ale aj z hľadiska poznávania slapových síl v dvojhviezdnej sústave, ktoré inak pôsobia len veľmi pomaly.

Podľa Nature 328/1987
spracoval V. Bahýl

URÁN



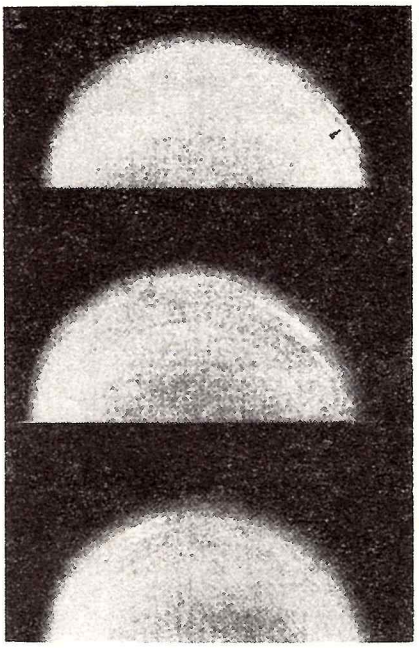
Zábery planéty Urán, ako ich zachytila kamera Voyagera 2 cez tri rozličné filtre zo vzdialenosti 2,1 miliónov km. Horná snímka cez fialový filter neukazuje okrem tmavšej polárnej čiapočky žiadny výrazný detail, pretože atmosféra neprepúšťa svetlo tejto farby. Na strednej snímke v oranžovom svetle môžeme rozpoznať niekoľko jednotlivých oblakov. Posledný záber zachytáva planétu na vlnovej dĺžke absorpčnej čiary metánu 619 nm.

VLADIMÍR POHÁNKA

24. januára 1986 o $17^h58^m51^s$ preletel Voyager 2 okolo planéty Urán vo vzdialenosti 107 160 km od jej stredu. Zapísal tak novú stránku v histórii nášho poznávania slnečnej sústavy — veď nikdy predtým sa do blízkosti tejto planéty nedostal predmet vyrobený ľudskou rukou. Výsledky získané prieskumom Uránovho systému opäť predstihli naše očakávania a predstavujú podstatné obohatenie našich doterajších znalostí.

Prelet okolo Urána a uskutočnenie pozorovaní a meraní prístrojmi sondy boli spojené s mnohými problémami, ktoré sa pri predošlých navštívených planétach nevyskytli. Predovšetkým to bola (z hľadiska dráhy sondy) nepriaznivá momentálna poloha planéty — jej rovníková rovina (a teda aj rovina obehu mesiacov a prstencov) bola približne kolmo na smer letu sondy, takže pri relatívnej rýchlosti okolo 14 km s^{-1} zostalo málo času na každý zo skúmaných objektov. Osvetlenie telies v Uránovom systéme je 370-krát slabšie ako pri Zemi, čo kládlo veľké nároky na televízny systém (nutnosť dlhších expozícií). Malá vzdialenosť preletu okolo niektorých telies (hlavne Mirandy — 28 260 km) by bola znamenala rozmazanie snímok a ich znehodnotenie. Tento problém sa podarilo majstrovsky vyriešiť natáčaním celej sondy počas snímkovania. A nakoniec veľká vzdialenosť od Zeme (doba letu signálu 165 minút) spôsobovala problémy pri prenose množstva údajov zo sondy na Zem. Aj tento problém bol nakoniec uspokojivo zvládnutý (podrobnejšie pozri Kozmos 3/86, str. 77).

A tak máme k dispozícii impozantné množstvo údajov z preletu okolo Urána: asi 7000 snímok planéty, mesiacov a prstencov, údaje z optického pozorovania zákrytov hviezd planétou a prstencami, údaje zo zákrytu rádiového vysielača sondy planétou a prstencami, množstvo meraní parametrov magnetosféry a nakoniec spresnenie hmotnosti planéty a niektorých jej mesiacov, získané veľmi presným sledovaním letu sondy v ich gravitačnom poli.



Trojica snímok dokumentuje pohyb bieleho oblaku v atmosfére planéty. Rýchlosť pohybu oblakov sa mení zemepisnou šírkou; oblak na snímke sa nachádza v šírke —33°, kde atmosféra vykoná jednu otočku za 16,3 hodiny.

Skôr než si povieme o týchto výsledkoch podrobnejšie, ešte niekoľko slov o budúcnosti Voyagera 2. Prelet okolo Urána v oblasti medzi prstencami a dráhou Mirandy bol zvolený preto, aby sa sonda dostala k planéte Neptún, okolo ktorej preletí 26. augusta 1989 vo vzdialenosti len 1300 km (!) nad jej severným pólom. Plánovaný je aj prelet okolo veľkého mesiaca Tritóna vo vzdialenosti menej ako 8000 km. Tritón je veľmi záhadné teleso (obieha okolo planéty retrográdne, ale pritom pomerne blízko), má atmosféru (jediný iný mesiac v slnečnej sústave s atmosférou je Titán) a dokonca je pravdepodobné, že na jeho povrchu je oceán tekutého dusíka! Prelet okolo Neptúna bude rizikom, pretože nie je presne známe, kde sa nachádzajú prstence planéty, ktoré sa navyše (podľa toho, čo vieme dnes) značne líšia od prstencov ostatných planét.

PLANÉTA

Pohľad na planétu Urán, najmä z väčšej vzdialenosti, je pomerne jednotvárny — namodralý kotúč bez zvláštnych detailov, južný (momentálne osvetlený) pól pokrýva oranžovo sfarbená čiapočka. Súvislá vrstva mrakov obklopuje celú planétu a zabraňuje nám vidieť hlbšie. Zblízka už môžeme rozoznať pásovú štruktúru mrakov, podobnú ako pri Jupiteri a Saturne, len oveľa menej výraznú. Pásy sú viditeľné v plane-

tografických šírkach medzi —45° a —20°, je ich oveľa menej ako pri predošlých planétach a sú užšie. Niekedy sa vytvárajú i osamotené mraky (Voyager zaregistroval dokopy 4), ktoré plávajú v atmosfére niekoľko km nad súvislou vrstvou oblačnosti. Ešte vyššie sa rozprestiera jemná vrstva hmly.

Zaujímavý je pohyb atmosféry v pásoch. Na rozdiel od Jupitera a Saturna tu rýchlosť rotácie atmosféry a mračien klesá smerom k rovníku. Napríklad pri zemepisnej šírke —40° je perióda rotácie atmosféry 16,0 hodín, pri —33° je to 16,3 hodín a pri —27° už 16,9 hodín. Ešte bližšie k rovníku nastáva asi pri —20° korotácia atmosféry a planéty, zatiaľ čo priamo na rovníku prúdi vietor opačne ako rotuje planéta. Spomínané rozdiely v rotačnej dobe jednotlivých pásov zodpovedajú rýchlosti prúdenia 40 až 160 m s^{1-}.

Existencia pásovej štruktúry v atmosfére a fakt, že pásy rotujú okolo pólu a nie okolo subsolárneho bodu znamená, že hlavným činiteľom vzniku prúdenia je rotácia planéty. Ak by prúdenie spôsobovala rozdielna teplota atmosféry na jej rôznych miestach (ako je to napr. na Zemi), potom by sa pri momentálnej polohe Urána dalo očakávať, že vetry budú duť smerom od pólu k rovníku, najmä ak si uvedomíme, že Urán ako jediná z veľkých planét nemá vnútorný zdroj tepla (alebo ho má zanedbateľný). Teplotné pomery v atmosfére planéty sú však obdivuhodne homogénne, na hornej vrstve súvislej oblačnosti, kde je atmosferický tlak 90 kPa, je teplota prakticky na celej planéte rovnaká — 64 K. Len v dvoch pásmach v šírkach —25° a 40° je teplota o máličko nižšia — 62 K. Je to tým podivnejšie, že momentálne je na južnom póle deň a na severnom noc (sme približne uprostred dňa a noci o trvaní celkove 42 rokov). Zrejme niekde pod mrakmi musí prebiehať proces, ktorý veľmi efektívne vyrovnáva teplotu po celom povrchu planéty. Z meraní bolo možné určiť i priebeh teploty s výškou — na spodnej hranici vrstvy mrakov je pri tlaku 130 kPa teplota 81K a smerom hore postupne klesá, až pri vrstve hmly asi 40 km nad mrakmi dosahuje minimum 52 K (pri tlaku 10 kPa). Potom začína teplota opäť stúpať a dosahuje 750 K na dennej a až 1000 K na nočnej strane. Ešte vyššie teploty sú v ionosfére, ktorá sa rozprestiera vo výškach 2000—3500 km nad mrakmi. Priebeh tlaku v atmosfére je dôležitý ešte z iného hľadiska — veľké planéty nemajú pevný povrch a preto sa ťažko hovorí o ich priemere (horná hranica oblačnosti nemusí byť pevne definovaná). Preto sa vybrala za referenčnú hladinu tá, v ktorej je atmosferický tlak 100 kPa (ako na Zemi). Takto definovaný polomer Urána je podľa údajov z rádiového zákrytu Voyagera 2 rovný 25 559 km.

Pozorovania sondy umožnili určiť aj zloženie atmosféry Urána, o ktorom boli dovtedy známe dosť rozporné údaje (napr. domnienka o až 40 % obsahu hélia by Urán robila medzi veľkými planétami výnimočným). Ukázalo sa, že v oblasti nad mrakmi je 85 % vodíka, 15 % hélia a stopy metánu (všetko objemové percentá). Ak to prepočítame na hmotnosť, potom je hélia 26 % (pre porovnanie: v atmosfére Slnka je to 28 %, pri Jupiteri 18 % a pri Saturne len 6 %), čo je v súlade s väčšou priemernou hustotou Urána voči Jupiteru a najmä Saturnu. Pod vrstvou mrakov je ťažších zložiek viac — metánu (CH_4) sú tu až 2 % a vyskytujú sa tu aj zložitejšie uhľovodíky etán (C_2H_6) a acetylén (C_2H_2) (zistený už družicou IUE), ktoré zrejme vznikajú z metánu pôsobením ultrafialového žiarenia Slnka. Mraky sa skladajú z kryštálikov metánu (na rozdiel od Jupitera, kde sú zložené hlavne z kryštálikov čpavku) a hmla nad mrakmi obsahuje drobné kvapôčky acetylénu a etánu. Horná vrstva atmosféry obsahuje predovšetkým vodík (je ľahší než ostatné plyny) a celá planéta je doslova obklopená vodíkovou korónou, ktorá siaha do obrovských výšok — obiehajú v nej všetky prstence. To má ďalekosiahly dopad na životnosť častíc v prstencoch; pre ilustráciu uveďme, že v okolí najvzdialenejšieho prstenca ε je hustota koróny asi 10^8 atómov vodíka v m^3.

V horných vrstvách atmosféry Urána prebiehajú viaceré procesy, ktoré zatiaľ nevieme celkom uspokojivo vysvetliť. V niektorých oblastiach planéty (o polomere asi 20° v okolí magnetických pólov) vzniká polárna žiara, ktorú prístroje Voyagera registrovali v ultrafialovej oblasti spektra (vo viditeľnej oblasti nebola pozorovaná). Hlavným zdrojom UV žiarenia planéty je však proces nazvaný provizórne elektrožiara, ktorý bol už pozorovaný pri Jupiteri a Saturne, ale s menšou intenzitou než pri Uráne. Tento proces bol pred letom Voyagerov neznámy a zatiaľ sa možno len domnievať, ako prebieha. Elektrožiara vzniká na dennej strane planéty vo výške asi 1500 km nad mrakmi. Dopadajúce ultrafialové žiarenie Slnka ionizuje vodík, pričom elektróny získavajú väčšiu energiu ako jadrá (protóny) a pri ich zrážkach s okolitými molekulami vodíka (neionizovanými) vzniká UV žiarenie — elektrožiara. Súčasne sú atómy vodíka vystreľované do koróny a magnetosféry planéty. To síce pekne vyzerá, ale z energetického hľadiska nie je slnečné žiarenie dostatočne intenzívne na to, aby samo poháňalo tento proces. Otázka, odkiaľ sa berie dodatočná energia, je zatiaľ nezodpovedaná. Zrejme musí pochádzať z vnútorných zdrojov; existuje hypotéza, že vetry v atmosfére planéty zasahujú až do ionosféry a mohli by byť hľadaným zdrojom energie.

Veľké planéty Jupiter a Saturn sú obklopené mohutnými magnetosférami — oblasťami, v ktorých magnetické pole planéty dominuje nad vplyvom slnečného vetra. Všetko nasvedčovalo tomu, aby sme očakávali existenciu magnetického poľa a magnetosféry aj pri Uráne a Neptúne. Nepriame náznaky dávalo už zistenie existencie polárnej žiary na Uráne z astronomickej družice IUE. Voyager 2 však neregistroval žiadne známky rádiového šumu a záblesk ov, ktoré pri Jupitere a Saturne zachytával už vo vzdialenostiach stoviek miliónov km, mesiace pred najväčším priblížením. Pri Uráne sa však prvé náznaky rádiových záblesk ov objavili len 5 dní pred preletom a definitívne potvrdenie prišlo až 2 dni pred najväčším priblížením. Je to zrejme spôsobené tým, že rádiové žiarenie je vysielané hlavne v smere chvosta magnetosféry (od Slnka), zatiaľ čo smerom k Slnku je blokované iónmi a elektrónami v magnetosfére. 8 hodín pred najväčším priblížením (450 tisíc km od planéty) preletel Voyager 2 hranicou magnetosféry a jeho prístroje začali registrovať magnetické pole planéty. Ukázalo sa, že je silnejšie, než sa očakávalo (magnetický moment je asi 50-krát väčší ako pri Zemi) a že má veľmi nečakanú štruktúru — sklon dipólu je 60° voči rotačnej osi a navyše dipól nie je umiestnený v strede planéty, ale je posunutý asi o 8000 km smerom k jej severnému pólu (momentálne od Slnka). Takéto parametre dipólu nemá žiadna iná planéta (pozri tabuľku, v ktorej sú porovnané údaje o magnetických poliach na jednotlivých planétach). Vysvetliť vznik magnetického poľa Uránu bude zrejme tvrdým orieškom pre teoretikov, zaoberajúcich sa vnútornou stavbou planét a dynama „poháňajúceho" magnetické pole. Veľký sklon magnetickej osi znamená, že pole na povrchu sa veľmi silne mení podľa miesta v rozmedzí 10—110 μT.

Veličina	Zem	Jupiter	Saturn	Urán
sklon rovníka voči obežnej rovine	23°	3°	29°	98°
sklon magnetickej osi voči rotačnej osi	12°	10°	0°	60°
magnetický moment ($T\ m^{-3}$)	$8 \cdot 10^{27}$	$1{,}6 \cdot 10^{32}$	$4{,}7 \cdot 10^{30}$	$4 \cdot 10^{29}$
magnetické pole na rovníku (μ T)	31	428	21	25
polomer magnetosféry smerom k Slnku (v polomeroch planéty)	10	65	20	18

Magnetosféra sa skladá hlavne z protónov a elektrónov a obsahuje oveľa menej ťažších iónov (He, C, O) ako slnečný vietor, ktorý je magnetickým poľom blokovaný a nevniká dovnútra, ale obteká magnetosféru. Hlavným zdrojom iónov magnetosféry je zrejme atmosféra planéty.

Meranie magnetického poľa a jeho časovej variácie umožnilo prvýkrát spoľahlivo určiť dobu rotácie planéty — ukázalo sa, že je rovná 17,24 hodín. Magnetické pole rotuje totiž pevne spolu s jadrom planéty, zatiaľ čo pri doterajšom (spektroskopickom) spôsobe určovania periódy rotácie sa registroval vlastne len pohyb oblačných vrstiev atmosféry. Je zaujímavé porovnať, ako sa „vyvíjala" hodnota rotačnej doby Urána — možno to sledovať napríklad v jednotlivých ročníkoch Hvezdárskej ročenky ČSAV. Až do roku 1978 bol uvádzaný údaj 10,8 hodín, nameraný už v roku 1912 (!). Od roku 1979 je to 15,6 hodiny a od roku 1981 už 24 hodín (vtedy sa „spoľahlivo" zistilo, že doba rotácie Urána i Neptúna je oveľa dlhšia než sa dovtedy myslelo). V ročníku 1986 je uvedený údaj 16,16 hodín, v 1987 je to zase 15,57 hodín a nakoniec v 1988 je hodnota 16,0—16,9 hodín (zrejme predbežný údaj z Voyagera). Z tohoto prehľadu je vidieť, aké presné sú niektoré hodnoty, bežne uvádzané väčšinou bez akéhokoľvek komentára, a ako sa v astronómii vedľa seba vyskytujú veľmi presné i veľmi nespoľahlivé údaje.

Na základe znalosti vonkajších parametrov (rozmery, hmotnosť, rýchlosť rotácie, štruktúra gravitačného a magnetického poľa, zloženie atmosféry), je možné zostrojiť model vnútornej stavby planéty. Ukazuje sa, že Urán sa skladá z troch vrstiev: jadra, obalu a atmosféry. Jadro planéty má polomer asi 8000 km a skladá sa zo silikátov a ťažších prvkov (najmä železa), pretože existencia magnetického poľa si vyžaduje, aby jadro bolo elektricky vodivé. Pri Uráne však magnetické pole nevzniká len v jadre, ale aj v jeho obale (hrúbka ktorého sa odhaduje na 9000 km), ktorý by mal byť takisto vodivý. Zdá sa, že hlavnou zložkou obalu je voda, a to v tekutom skupenstve! Oceán takýchto rozmerov si vieme len ťažko predstaviť. Zvyšných vyše 8500 km tvorí atmosféra planéty, v ktorej hustota plynu postupne klesá od hladiny oceánu až po viditeľný oblačný povrch.

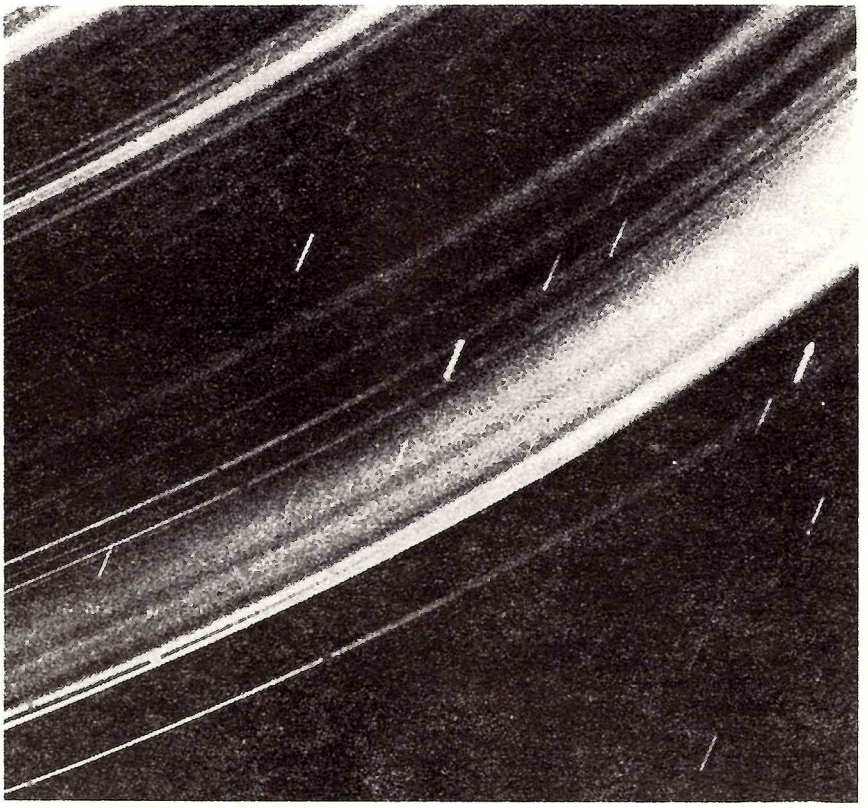
Napriek spomenutému zostáva ešte veľa nevyriešených problémov týkajúcich sa vnútornej stavby Urána. Otázkou je, prečo na rozdiel od ostatných veľkých planét nemá Urán svoj vnútorný zdroj tepla. Veľa otázok sa týka štruktúry dynama, ktoré generuje magnetické pole. Nesymetrická poloha dipólu by napríklad mohla naznačovať, že vnútro planéty nie je symetricky usporiadané. Nevieme ani, či v prípade Urána môžu existovať obrátenia magnetického poľa, ktorých svedkami sme tu na Zemi pri štúdiu jej geologickej minulosti. V tejto oblasti nás čaká ešte veľa práce, hlavne v teoretickej rovine, pretože pre dohľadnú budúcnosť sa nechystá žiadna ďalšia expedícia do blízkosti tejto planéty.

PRSTENCE

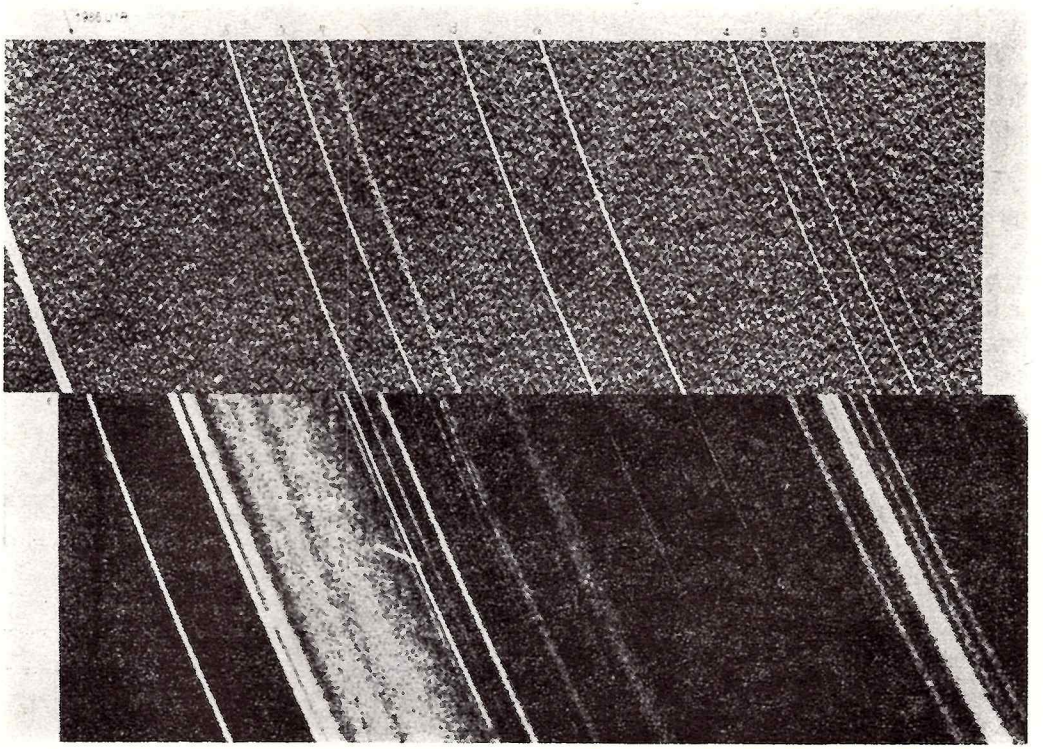
Uránove prstence boli doteraz pozorované zo Zeme pri 14 zákrytoch hviezd planétou. Na snímkach Voyagera pred obletom planéty (to znamená pri pohľade spredu) bolo dobre vidieť všetkých deväť známych prstencov a navyše sa zaznamenal nový, desiaty, označený 1986U1R, obiehajúci vo vzdialenosti 50 040 km od stredu planéty. Prstence vyzerali podľa očakávania — tenké, tmavé, s ostrými okrajmi. Počas preletu sondy rovníkovou rovinou planéty sa urobila snímka prstencov pri pohľade zboku. Na nej bolo vidieť ďalší nový prstenec, 1986U2R, ležiaci vo vnútri známych prstencov. Tento sa od predošlých líši svojou veľkou šírkou — rozprestiera sa vo vzdialenosti 37 000 až 39 500 km od stredu planéty. Na snímke je aj pekne vidieť, že tri vnútorné tenké prstence (6, 5, 4) majú oproti ostatným väčší sklon roviny svojej dráhy — odchýlky od rovníkovej roviny planéty dosahujú 24 až 46 km. Najzaujímavejší a najprekvapujúcejší bol však pohľad na prstence zozadu. Prstence vôbec nebolo vidieť a zachytili sa až na poslednej snímke, urobenej s veľmi dlhou expozičnou dobou v čase, keď sa sonda nachádzala v tieni planéty. Vedci v prijímacom stredisku NASA v Pasadene si najprv mysleli, že si niekto robí žarty, keď sa na obrazovkách zjavil celkom nečakaný obraz. Na snímke totiž hlavné prstence takmer nebolo vidieť, zato tam bolo nespočetné množstvo širokých jasných prstencov, ktoré ležali presne v medzerách medzi hlavnými prstencami. Ukázalo sa, že v týchto medzerách sa nachádza jemný prach (priemer čiastočiek okolo 1 μm), ktorý silne rozptyľuje slnečné svetlo, ale len smerom dopredu (podobné je to vo vnútornom D prstenci Saturna).

Celkove priniesli snímky sondy potvrdenie poznatkov zo zákrytov prstencov hviezdami. Zaujímavé sú odlišnosti medzi jednotlivými prstencami. Niektoré sú eliptické, napr. vonkajší prstenec ε, ktorý je široký 20 km v pericentre a 96 km v apocentre, alebo prstence α, β o šírke 5—12 km, tu je však oblasť maximálnej šírky vzdialená od apocentra asi 30°. Premenlivú šírku majú aj prstence γ a δ, pričom prvý z nich je úzky a nepriesvitný. Prstence η, 6, 5, 4 majú šírku menšiu ako 3,5 km. Prstenec η je niekde prerušený a zvonka je obklopený jemným prstencom o šírke 60 km. Zistilo sa veľa neúplných prstencov v tvare oblúka. Potvrdilo sa, že prstence sú veľmi tmavé — albedo vo vizuálnej oblasti je 0,04—0,05. Uránove prstence na rozdiel od prstencov Jupitera a Saturna, ktoré sú svetlé a červenšie, majú sivú farbu. Na snímkach sa okrem dvoch pastierskych mesiacov 1986U7 a 1986U8 nepodarilo nájsť ďalšie, ktoré sa očakávali; preto je ťažké vysvetliť stabilitu úzkych prstencov. Ak medzi prstencami obiehajú nejaké mesiace, musia byť veľmi tmavé a menšie ako 14 km v priemere.

Neoceniteľné poznatky prinieslo pozorovanie zákrytov hviezd prstencami, zaregistrované fotopolarimet-



Neočakávaný pohľad na Uránove prstence sa vedcom v riadiacom centre naskytol v čase, keď sa sonda nachádzala v tieni planéty. Ukázalo sa, že „prázdne" miesta v prstencoch obsahujú veľa jemného prachu.



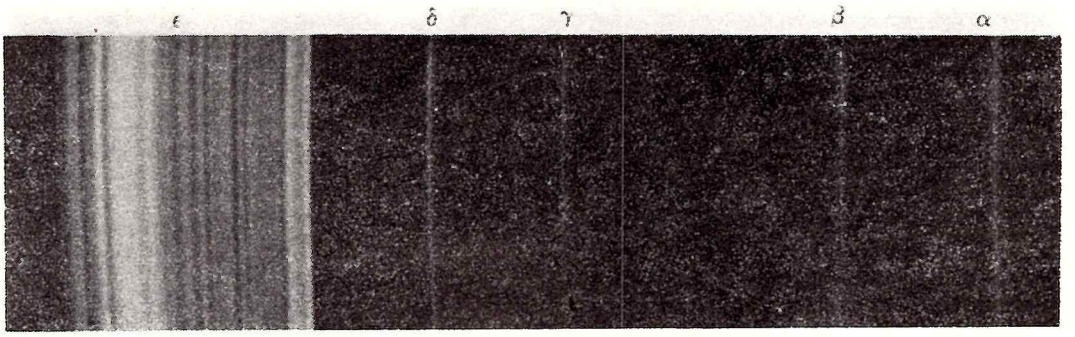
Porovnanie vzhľadu prstencov pred a po prelete sondy Voyager 2 ich rovinou. Pri pohľade spredu vidíme len tenké hlavné prstence. Naproti tomu dolná polovica záberu ukazuje predovšetkým široké pásy jemného prachu v oblastiach medzi hlavnými prstencami. Tento prach je viditeľný len v rozptýlenom svetle, preto na hornej snímke po ňom niet ani stopy. Záber zreteľne ukazuje i excentricitu niektorých hlavných prstencov (ε,γ, 4, 5, 6).

rom sondy. Zakryté boli hviezdy σ Sagittarii (len vonkajšími prstencami) a β Persei — Algol (o 13 hodín neskôr, zákryt všetkými prstencami). Objavila sa tým jemná štruktúra (rádove 120 metrov v radiálnom smere) a hyperjemná štruktúra (rádove 8 metrov!). Zistili sa aj variácie hustoty častíc v prstencoch pozdĺž nich. Ukázalo sa, že šírka γ prstenca je len 600 m. Boli objavené aj nové prstence, napr. tri tenké prstence o šírke len 150 m, obiehajúce na vonkajšej strane prstenca ε a veľa neúplných prstencov. Zákryt ukázal, že prstence majú veľmi ostré okraje, z čoho sa dá usudzovať, že ich hrúbka je menšia než 150 m. Priemer častíc tvoriacich prstence je menší ako 30 m a ich priemerný rozmer je 0,2 m. Na rozdiel od Saturna, kde sú prstence tvorené jedinou vrstvou častíc, sú Uránove prstence hrubšie a obsahujú viac vrstiev častíc. Priemerný počet častíc v m^3 je 0,1 až 0,0001 (to znamená, že vzdialenosti medzi časticami sú rádove metre až desiatky metrov). Podarilo sa objaviť aj špirálovité hustotné vlny v prstencoch (podobne ako u Saturna), spôsobené gravitáciou mesiacov.

Významné poznatky priniesol aj rádiový zákryt prstencov. Vysielače sondy pracovali na vlnových dĺžkach 36 a 130 mm (rádove taký rozmer majú častice, ktoré najviac rozptyľujú rádiové vlny). Jasne sa zaregistrovalo všetkých 9 hlavných prstencov a ukázalo sa, že najviac častíc má rozmery do 1 m. Naproti tomu je v prstencoch málo častíc s rozmermi niekoľko cm a úplne tam chýba prach. To je veľmi prekvapujúce, pretože medzi hlavnými prstencami sa nachádzajú široké prachové prstence. Zrejme existuje nejaký účinný proces, ktorý prachové častice ihneď po ich vzniku pri zrážkach väčších častíc odstraňuje z prstencov (elektrostatické sily ?). Pri rádiovom zákryte sa podarilo objaviť aj veľmi záhadné štruktúry v prstencoch, pozorované len na vlnovej dĺžke 36 mm. Zaregistrovalo sa totiž, že časť rozptýlených rádiových vĺn prišla s určitým frekvenčným posunom, čo hovorí o tom, že boli rozptýlené na objekte, ktorý sa pohyboval voči ostatným časticiam v prstenci. Aký je to objekt zostáva záhadou — pravdepodobne sa jedná o kolektívnu štruktúru, čo znamená, že určitá časť častíc v prstenci sa naraz pohybuje rovnakou rýchlosťou a rovnakým smerom. Čo je však najneočakávanejšie, aby sa vysvetlil zaregistrovaný efekt, musí byť radiálny rozmer tejto štruktúry len niekoľko metrov, zatiaľ čo azimutálny (pozdĺž prstenca) až niekoľko kilometrov! Vysvetlenie takéhoto neobyčajného javu zatiaľ neexistuje.

Aj plazmové detektory, určené na celkom iné merania, zaregistrovali častice, obiehajúce v rovníkovej rovine planéty v čase, keď tade sonda prelietala. Bolo to vo vzdialenosti 116 tisíc km od stredu planéty, teda v dvakrát väčšej než je polomer prstencov. Detektory zaznamenali v maxime až 30 impaktov prachových častíc za sekundu. Hrúbka vrstvy častíc je asi 4000 km, ich priemer rádove 1 μm a hustota 0,001 častíc v m^3.

Všetky tieto údaje o prstencoch vyvolali nové otázky ohľadne stability prstencov a podstaty procesov, ktoré tam prebiehajú. Ukázalo sa, že menšie častice prstencov majú len malú životnosť — sú brzdené atómami vodíkovej koróny planéty a postupne sa k nej približujú, až zanikajú v atmosfére. Pre prachové zrnká je doba životnosti len 2000 rokov; to znamená, že prach musí stále vznikať pri zrážkach väčších častíc. Nie je doriešená ani otázka stability úzkych hlavných prstencov. Gravitačné pô-



Tento záber nie je fotografiou jednotlivých prstencov, ale ukazuje, aby by vyzerali pri pohľade zblízka. Štruktúra prstencov bola zistená pri pozorovaní zákrytu Algola fotopolarimetrom Voyagera 2.

sobenie mesiacov sa študovalo hlavne na prstenci ε, obklopenom dvoma pastierskymi mesiacmi. Príťažlivosť mesiacov ovplyvňuje pohyb častíc hlavne v oblastiach rezonancie medzi obežnou rýchlosťou mesiaca a častice. Ukazuje sa, že takéto rezonančné oblasti sa v okolí prstenca ε nachádzajú každých 60 km radiálne (spôsobené vnútorným mesiacom 1986U7), resp. každých 200 km (spôsobené vonkajším mesiacom 1986U8). Okraje prstenca ležia približne v rezonančných oblastiach, takže je možné, že stabilitu prstenca udržujú predovšetkým tieto dva pastierske mesiace. Istú úlohu tam môže hrať i príťažlivosť vzdialenejších a väčších mesiacov a nevyjasnený je zatiaľ vplyv magnetického poľa a plazmy v magnetosfére.

URÁNOVE PRSTENCE

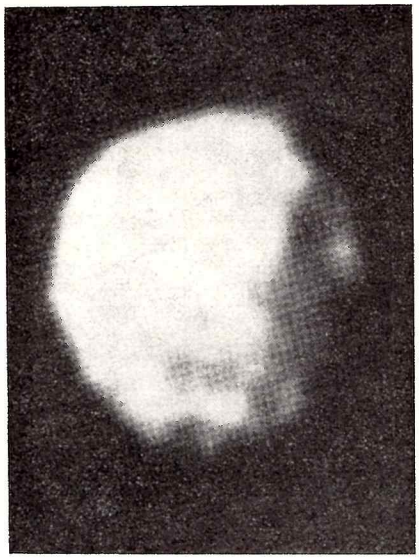
prstenec	stredná vzdialenosť (10^3 km)	šírka (km)
1986 U2R	38,25	2500
6	41,85	1—3
5	42,24	2—3
4	42,58	2—3
alfa	44,73	7—12
beta	45,67	7—12
eta	47,18	0—2
gama	47,63	1—4
delta	48,31	3—9
1986 U1R	50,04	1—2
epsilon	51,16	22—93

URÁNOVE MESIACE

mesiac	vzdialenosť (10^3 km)	priemer (km)	hustota (kg . m $^{-3}$)	albedo
1986 U7	49,23	25		
1986 U8	53,29	30		
1986 U9	58,95	50		
1986 U3	61,76	80		
1986 U6	62,71	60		
1986 U2	64,31	80		
1986 U1	66,07	100		
1986 U4	69,92	60		
1986 U5	75,10	60		
1985 U1	85,96	170		0,07
Miranda	129,78	472	1250	0,34
Ariel	190,82	1158	1550	0,40
Umbriel	265,82	1172	1580	0,19
Titania	436,02	1580	1685	0,28
Oberon	583,08	1524	1635	0,24

MESIACE

Voyager 2 objavil 10 nových mesiacov Urána (pozri Kozmos 3/86, str. 77), z ktorých najväčší — 1985U1 — bol ako jediný zobrazený kamerou sondy s takým rozlíšením, že sa nejavil len ako bod. Mesiac o priemere 154 km má nepravidelný, ale zhruba guľovitý tvar a je oproti veľkým Uránovým mesiacom veľmi tmavý (albedo 0,07 až 0,09). Na jeho povrchu je vidieť niekoľko kráterov, z ktorých najväčší má priemer 45 km. Ostatné malé mesiace sú tiež veľmi tmavé, podobne ako častice v prstencoch. Nie je zatiaľ jasné, či tmavý povrch týchto mesiacov je spôsobený vonkajšími vplyvmi (dopadmi mikrometeoritov a energetických častíc radiačných pásov), alebo či celé vnútro mesiacov je zložené z primitívneho, tmavého materiálu (podobne ako uhlíkaté chondrity). Tento problém sa trocha v inej podobe objavuje i pri väčších, už dávnejšie známych mesiacoch.



Z novoobjavených mesiacov Urána je jedine tento — 1985 U1 — dostatočne veľký na to, aby sonda mohla zhotoviť jeho fotografiu. Najväčší kráter na snímke má priemer 45 km.

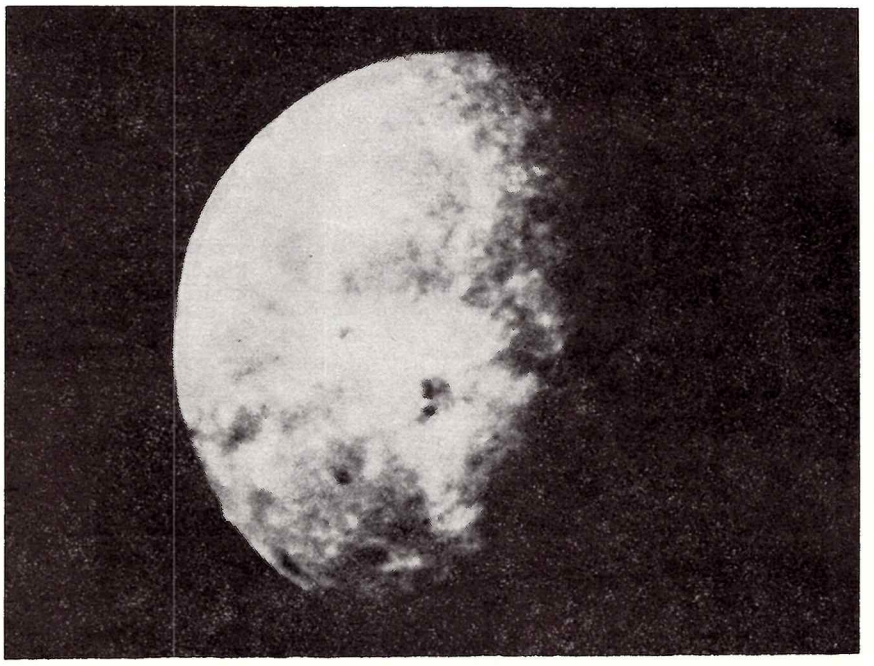
Rozšírenie našich znalostí o veľkých Uránových mesiacoch je nesmierne — veď telesá, ktoré sme mohli pozorovať len veľkými ďalekohľadmi ako nepatrné hviezdičky, sa nám teraz predstavujú ako nové svety, každý iný ako predošlý. Voyager 2 nám umožnil zistiť presné hodnoty priemerov a hmotností mesiacov. Pri Mirande sa to zistilo priamo sledovaním pohybu sondy pri jej oblete a ostatné štyri mesiace boli dlho pred obletom planéty sledované kamerami a z ich presných polôh bolo možné vypočítať hmotnosti, ktoré sa prejavujú rušivým vplyvom na pohyb mesiacov okolo planéty. Ukazuje sa, že hustoty mesiacov (ktoré bolo možné hodnoverne vypočítať až teraz) sú väčšie ako u mesiacov Saturna — obsahujú teda popri ľade H_2O viac silikátových hornín. Ich povrchy sú tmavšie ako povrchy Saturnových mesiacov, hoci aj tu je hlavnou zložkou povrchových vrstiev ľad H_2O. Farba povrchov je sivá; najčervenší je Oberon, čím sa podobá Saturnovmu vonkajšiemu mesiacu Phoebe a asteroidom typu C. Žiadny z mesiacov však nie je tak červený ako asteroidy typu D (vyskytujú sa najmä vo veľkých vzdialenostiach od Slnka), alebo ako tmavá strana Saturnovho mesiaca Japeta. Albedom v ultrafialovej a infračervenej oblasti spektra sa Uránove mesiace podobajú Saturnovým — majú vysokú odrazivosť

Porovnanie veľkosti a jasnosti piatich „klasických" Uránových mesiacov, ako ich zachytila sonda Voyager 2 z veľkej vzdialenosti.

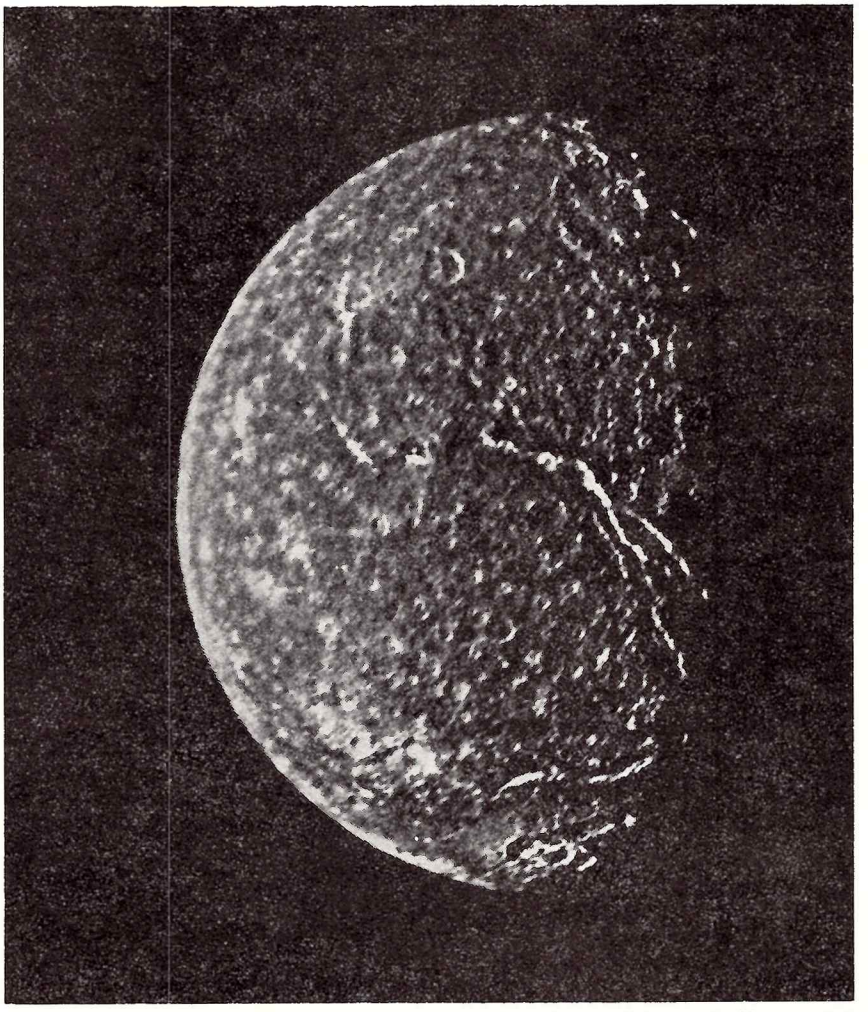
v oboch oblastiach spektra, zatiaľ čo Jupiterove mesiace majú vysokú odrazivosť v IR oblasti, ale nízku v UV oblasti. Treba však vziať do úvahy, že bolo možné spoznať len južnú pologuľu mesiacov — severná je momentálne v tieni. Je preto možné, že sa tam budú vyskytovať aj iné útvary.

Teplota na povrchu sa merala pri Mirande (86 K) a Arieli (84 K) a je zaujímavé, že je približne rovnaká, ako na povrchu Saturnových mesiacov — tie sú oveľa svetlejšie a odrážajú viac slnečného žiarenia.

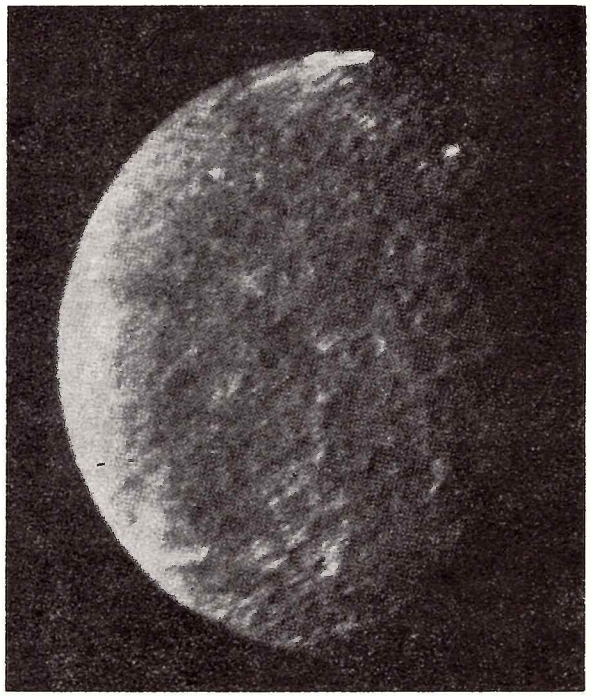
Podľa útvarov na povrchu mesiacov môžeme povedať, že najstarší povrch majú Oberon a Umbriel, mladší Titánia a Ariel a najmladší má Miranda. Hlavným typom útvarov na povrchoch sú krátery a ich štatistikou možno dospieť k zaujímavým záverom. Ak si vynesieme početnosť kráterov podľa ich priemeru pre jednotlivé oblasti povrchu mesiacov, zistíme, že závislosť zďaleka nie je lineárna, ale dosť zložitá a umožňuje rozdeliť krátery do jednotlivých skupín — populácií. Podľa typu a relatívneho veku terénu, na ktorom sa populácia vyskytuje, možno určiť relatívny vek populácie. Na základe štúdia Saturnových mesiacov sa podarilo vystopovať tri populácie kráterov. Populácia I obsahuje krátery všetkých rozmerov a je najstaršia (vyskytuje sa napríklad na našom Mesiaci). Z Uránových mesiacov sa vyskytuje na Oberone, Umbrielovi a niektorých oblastiach povrchu Mirandy. Populácia II obsahuje veľa menších kráterov (do priemeru 50 km) a prakticky žiadne väčšie. Je o niečo mladšia ako populácia I (možno ju vidieť na povrchu Saturnových mesiacov Enceladus a Dione) a vyskytuje sa na Titánii, Arielovi a Mirande. Najmladšia je populácia III — vytvára sa prakticky dodnes. Jednotlivé populácie sa líšia aj druhom telies, ktoré spôsobujú vznik kráterov. Krátery populácie I vznikali dopadom telies obiehajúcich po heliocentrických dráhach. Krátery populácie II pochádzajú od telies obiehajúcich po planétocentrických dráhach — preto aj dopadové rýchlosti sú menšie. Populácia III pochádza väčšinou z komét. Tok komét pri Uráne je štyrikrát väčší ako pri Jupiteri a dvakrát väčší ako pri Saturne. Navyše sa tok komét podstatne líši od mesiaca k mesiacu. Príťažlivosť planéty totiž urýchľuje pohyb komét a spôsobuje, že ich pericentrá ležia oveľa častejšie v blízkosti planéty než ďalej od nej. Uránove mesiace obiehajú relatívne blízko pri planéte a preto sú značné rozdiely v pravdepodobnosti zásahu jednotlivých mesiacov kométami. Na základe odhadov toku komét sa podarilo vypočítať s veľkou pravdepodobnosťou, že Ariel (a možno i Umbriel) bol aspoň raz vo svojej histórii zasiahnutý tak veľkým telesom, že bol rozbitý na viac kusov. Miranda, ktorá je ešte bližšie k planéte, bola rozbitá dokonca niekoľkokrát! Ako je teda možné, že tieto mesiace dnes existujú? Po rozbití sa jednotlivé kusy nachádzajú na pomerne blízkych planétocentrických dráhach, a preto sa po pomerne krát-



Povrch Oberona je pokrytý množstvom kráterov rozličných veľkostí. Niektoré majú dno pokryté tmavým materiálom, mnohé z nich vytvárajú okolo seba sústavu svetlých lúčov. Vľavo dole na limbe vidno „hrbolček", vysoký asi 20 km, ktorý je pravdepodobne centrálnym kuželom krátera o priemere niekoľko sto km.



Najväčší Uránov mesiac Titánia je tiež pokrytý množstvom kráterov, ich priemer však väčšinou nepresahuje 50 km. Veľký bazén na hornom okraji terminátora má priemer takmer 300 kilometrov. Búrlivé procesy v geologickej histórii mesiaca dokumentuje sústava obrovských údolí — trhlín v kôre mesiaca.



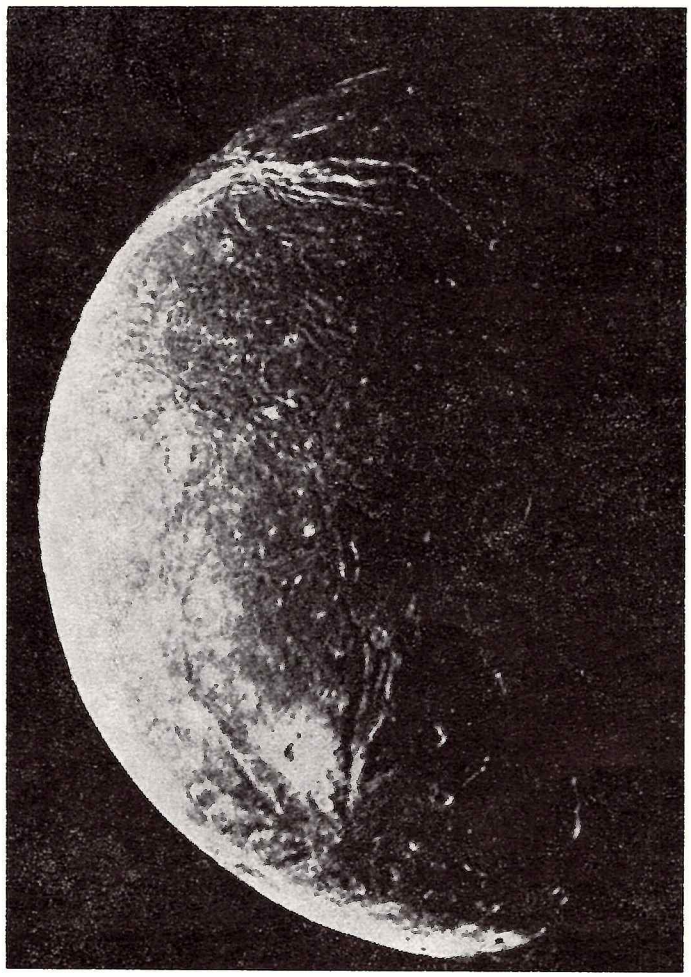
Umbriel je najtmavší a najjednotvárnejší z piatich veľkých mesiacov. Je husto pokrytý krátermi a na jeho povrchu niet ani stopy po vnútornej aktivite, ktorú vidíme na iných mesiacoch. Na hornom okraji je zaujímavý kráter, ktorého dno je pokryté svetlým materiálom. Pôvod tohoto materiálu zostáva pre vedcov hádankou.

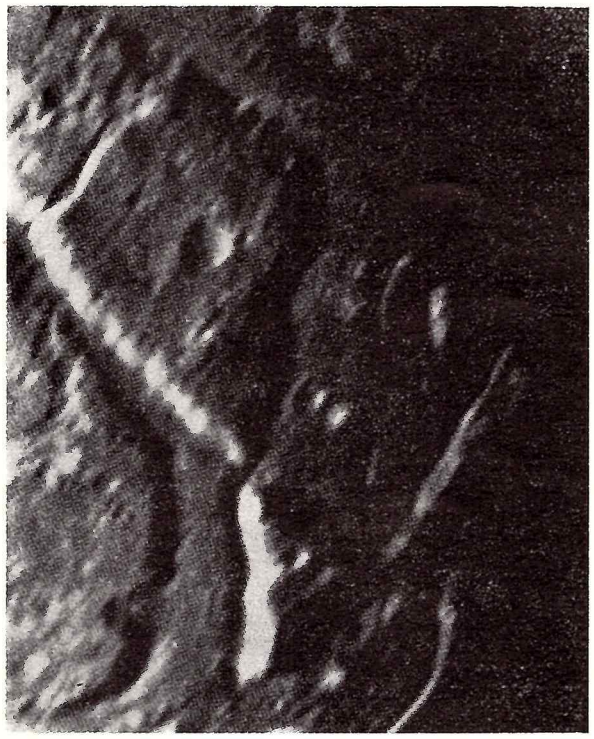
kom čase opäť zrazia (relatívne malou rýchlosťou), takže sa spoja a znova vytvoria zhruba predošlé teleso, samozrejme podstatne pretvorené. Povrchové útvary sú po takomto znovuvytvorení telesa samozrejme úplne vymazané a začína sa opätovné vytváranie povrchu.

Všimnime si teraz jednotlivé mesiace v poradí od vzdialenejších k bližším. **Oberon** má starý povrch, na ktorom je množstvo kráterov. Mnohé krátery sú obklopené sústavou svetlých lúčov. Niektoré majú dná pokryté tmavším materiálom (albedo 0,05—0,10), ktorý sa podobá materiálu na tmavej pologuli Sáturnovho mesiaca Japeta. Je to zrejme ľad, obsahujúci väčšie množstvo tmavých prímesí. Na limbe mesiaca vidieť osamelý kopec, ktorého výška je viac ako 20 km — je to pravdepodobne centrálny vrch krátera o priemere niekoľko sto km. Miestami vidno na povrchu náznaky trhlín, ktoré svedčia o tektonických epizódach vývoja mesiaca.

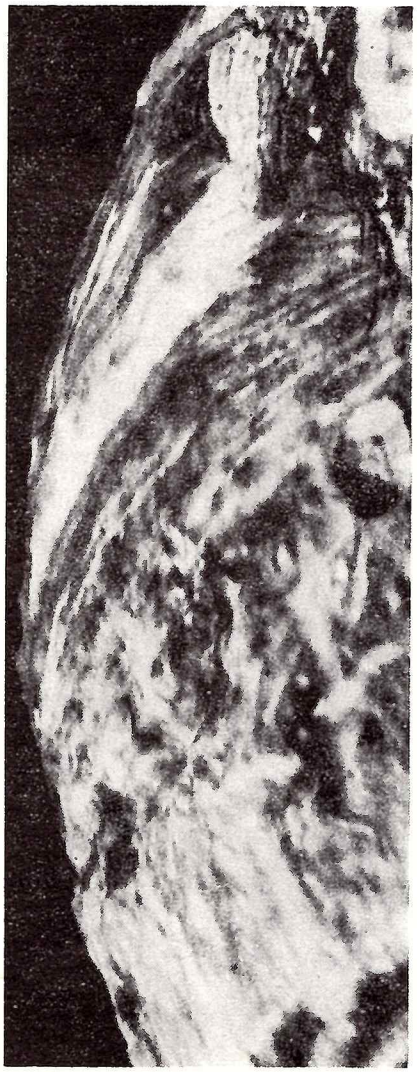
Titánia je podobná Oberonu rozmermi a hmotnosťou, ale jej povrch je úplne odlišný. Pôvodný povrch bol úplne pretvorený a väčšinu územia pokrývajú krátery populácie II (prevažne s priemermi 10—50 km). Je tam však aj niekoľko impaktných bazénov o priemere 100—200 km i hladšie oblasti, na ktorých je menej kráterov. Svedectvom vnútorných procesov je sieť údolí (prepadlín) v dĺžke niekoľko sto km. Ich šírka je 20—50 km a hĺbka 2—5 km. Pri okrajoch údolí je niekde viditeľný obnažený svetlejší materiál. Údolia sú zreteľne mladšie útvary — pretínajú aj veľké krátery. Najmladšie útvary na povrchu mesiaca sú zrejme krátery so svetlými lúčmi.

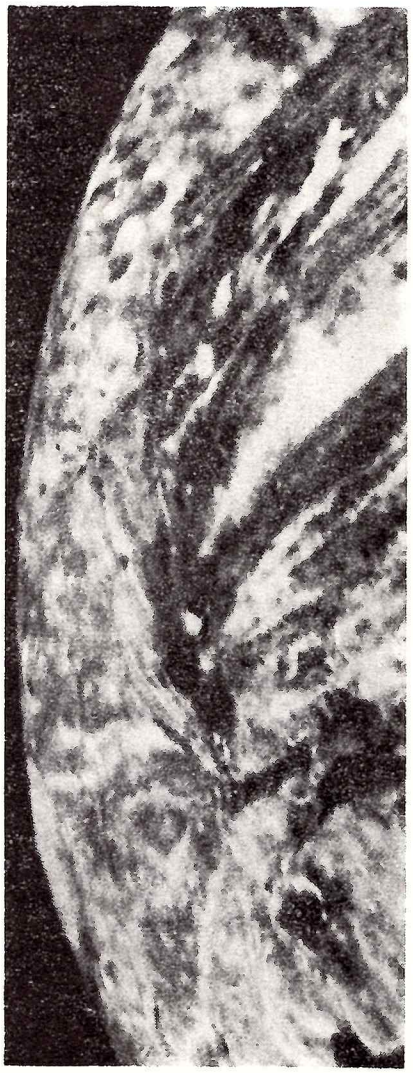
Umbriel je podobný bližšiemu Arielu rozmermi i hmotnosťou, ale má úplne iný povrch. Je tmavý (najtmavší z piatich väčších mesiacov), nie sú tam žiadne svetlé oblasti, žiaden kontrast, nemá ani krátery so svetlými lúčmi. Tomu zodpovedá aj spektrum mesiaca, v ktorom sú menej výrazné pásy zodpovedajúce ľadu H_2O. Na celom povrchu sú len dvatri malé svetlé fliačky, najvýraznejší je svetlý prstenec na dne krátera





Hoci je Ariel veľkosťou a hmotnosťou dvojčaťom Umbriela, jeho povrch je úplne odlišný a svedčí o rozsiahlej vnútornej aktivite. Hustá sieť puklín sa rozprestiera na celom viditeľnom povrchu mesiaca. Detailný záber ukazuje, že dno puklín je čiastočne vyplnené mladšími nánosmi, na ktorých je vidno len málo kráterov. Množstvo kráterov má svetelné okolie — pravdepodobne vyvrhnutý čistý ľad H_2O.



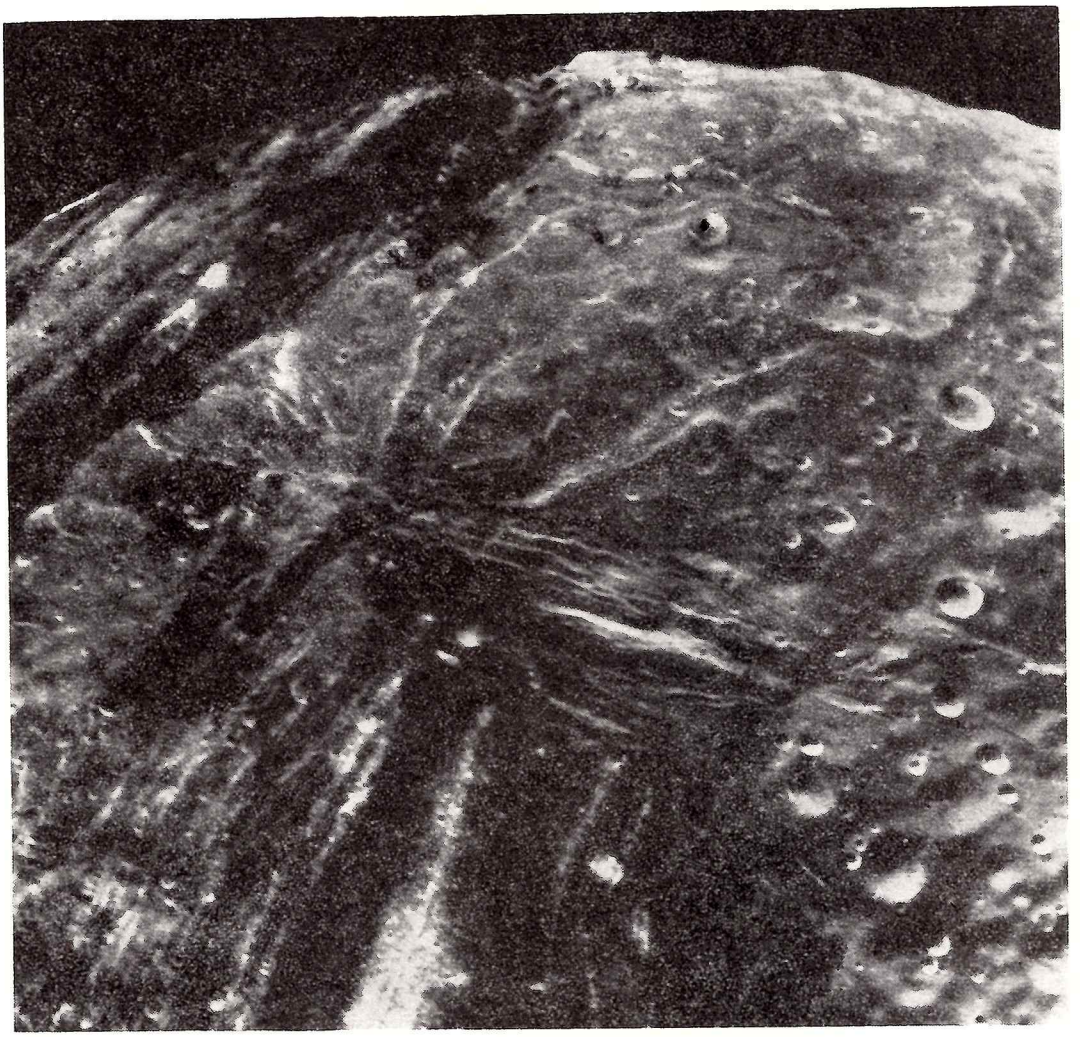


Takto Mirandu Voyager nikdy nevidel — snímky sú vytvorené počítačom na základe množstva záberov z rozličných uhlov.

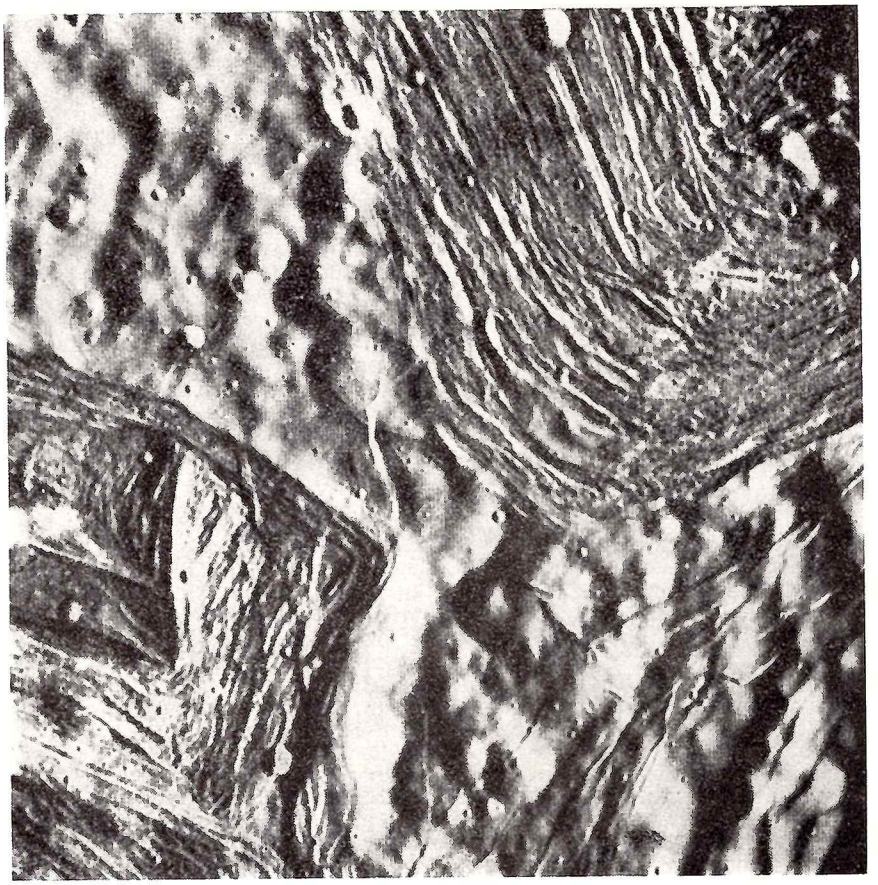
o vnútornom priemere 20 km a vonkajšom 80 km. Aj tento svetlejší materiál je však tmavší ako svetlé oblasti na iných mesiacoch. Umbriel predstavuje (podobne ako Japetus) pre planétológov dilemu: na jednej strane má zo všetkých Uránových mesiacov morfologicky najstarší povrch (je to najmenej aktívny mesiac a jeho povrch je posiaty krátermi populácie I), na druhej strane jeho nízke albedo svedčí o stmavnutí povrchových vrstiev, z čoho vyplýva, že jeho povrch je mladý. Nie je zatiaľ známe zloženie tmavej prímesi v ľade na povrchu, ani odkiaľ tento materiál pochádza. Mohol by mať vonkajší pôvod (ako pri Saturnovom mesiaci Enceladus, ktorý je pokrytý materiálom z prstenca E, lenže ten je veľmi svetlý), ale iné Uránove mesiace tak tmavý povrch nemajú, takže tmavý materiál môže pochádzať len zo samotného Umbriela. Pri dopade nejakého telesa do oblasti s tmavším materiálom mohlo byť do priestoru vyvrhnuté také množstvo hmoty (stačil by kráter o priemere 10 km), ktoré by pokrylo celý povrch mesiaca. Lenže potom by bola tmavá len tenká vrstva na povrchu a ďalšie impakty by mohli zase vyhodiť svetlý materiál, čo sa nepozoruje. Tmavý materiál mohol byť vyvrhnutý z vnútra mesiaca i pri erupcii sopky (poháňanej snáď metánom ?). Iná možnosť je, že tmavý materiál vznikol priamo na mieste pôsobením vonkajších faktorov (energetické žiarenie, dopady meteoritov), ktoré môžu zmeniť metán na zložitejšie uhľovodíky, a tie sú väčšinou tmavé. Potom je ale otázne, prečo tieto vplyvy nespôsobili stmavnutie povrchu ostatných mesiacov. Ak by bol však celý povrch mesiaca tmavý už od jeho vzniku, prečo potom má jeden kráter svetlé dno? Otázok tu je veľa a odpovedí zatiaľ málo.

Ariel má mladý povrch a je najsvetlejší zo všetkých mesiacov. Jeho povrch je oveľa komplexnejší ako povrch predošlých mesiacov. Kráter populácie I úplne zmizli (relaxáciou terénu) a existujú tam len kráter populácie II (najväčší kráter má priemer len 60 km). Naprieč celým povrchom mesiaca sa tiahne globálny systém trhlín a zlomov, vytvárajúci obrovské údolia pripomínajúce kaňony na Marse. Dno údolí je niekde úplne bez kráterov, čo svedčí o mladosti týchto útvarov. Na povrchu mesiaca sa vyskytujú i hladké oblasti, zrejme zatopené lávou, a najmladšími útvarmi sú opäť svetlé kráter s lúčmi. Pri vytváraní terénu asi veľkú úlohu zohralo tečenie povrchového materiálu, ktorého hlavnou zložkou je ľad H_2O. Ten je však pri tamojších teplotách úplne tuhý. Vyžadovalo by to nejaké zdroje vnútorného tepla; priam sa tu núka podobnosť s Enceladom, ktorý však svoje vnútorné teplo získava vďaka rezonancii s pohybom Dione, zatiaľ čo Ariel nie je (v súčasnosti) v žiadnej rezonancii. Iná možnosť je, že materiál na povrchu obsahuje aj iné ľady (napr. CH_4, NH_3, CO) alebo hydráty ($NH_3 . H_2O$, $CH_4 . 6H_2O$), ktoré majú oveľa nižší bod topenia a mohli by byť plastické i pri teplotách, aké na mesiaci vládnu.

Tak sa dostávame k najbizarnejšiemu objektu v slnečnej sústave. **Miranda** má na svojom povrchu toľko rozličných druhov terénu, že by to vystačilo aj na niekoľko „bežných" telies. Je tam starý terén, husto pokrytý krátermi populácie I (podobne ako pevniny na Mesiaci), pričom tento terén má všade približne rovnaké albedo. Ďalej sa tu nachádza niekoľko typov mladého terénu, ktorý je veľmi zložitý a unikátny. Má nerovnaké albedo a málo veľkých kráterov. Je pokrytý svetlý-



Jedna z najlepších snímok Mirandy zo vzdialenosti 31 000 km zachytáva detaily o veľkosti len 600 metrov. Na malom priestore tu vidno množstvo rozličných terénnych foriem a útvarov: starý terén pokrytý krátermi (vpravo); časť útvaru zvaného trapezoid (dolu) s veľkými rozdielmi albeda, ohraničenú sústavou trhlín; časť útvaru nazvaného pásový ovoid (vľavo hore) a hlboké údolie zarezávajúce sa do hĺbky zhruba 10 km (hore v strede).



mi a tmavými pásmi bez väčšieho reliéfu, inde zase brázdami a horskými hrebeňmi. Tieto útvary vytvárajú oblasti, zvané ovoidy, ktoré sa nikde inde v slnečnej sústave nevyskytujú. Na povrchu Mirandy sa našli tri ovoidy a každý je iný. Prvý dostal podľa charakteristického lichobežníkového vzhľadu názov trapezoid a dĺžky jeho strán sú okolo 200 km. Ďalej je tu pásový ovoid (o rozmeroch okolo 300 km) a hrebeňový ovoid (približne rovnako veľký; vonkajší pás, vytvorený rovnobežnými hrebeňmi, je široký asi 100 km). Zbrázdený a pásmi pokrytý terén pripomína povrch Ganyméda. Jednotlivé ovoidy zrejme predstavujú vývojové stupne rovnakého procesu — ponáranie sa ťažšieho telesa v kôre mesiaca do väčších hĺbok a tým vyvolaného praskania ľadovej kôry. Je možné, že existencia veľkých nehomogenít vo vnútri mesiaca súvisí s jeho mnohonásobným rozbitím a akréciou. Zatiaľ však nie je zistené, či je príťažlivosť mesiaca dostatočná na to, aby spôsobila ponáranie sa ťažšej nehomogenity a vznik dostatočného množstva tepla

◀ **Detailný záber Mirandy, na ktorom dobre vidíme sústavu rovnobežných brázd hrebeňového ovoidu (vpravo hore) i takmer neskutočné formy povrchu trapezoidu (vľavo dolu).**

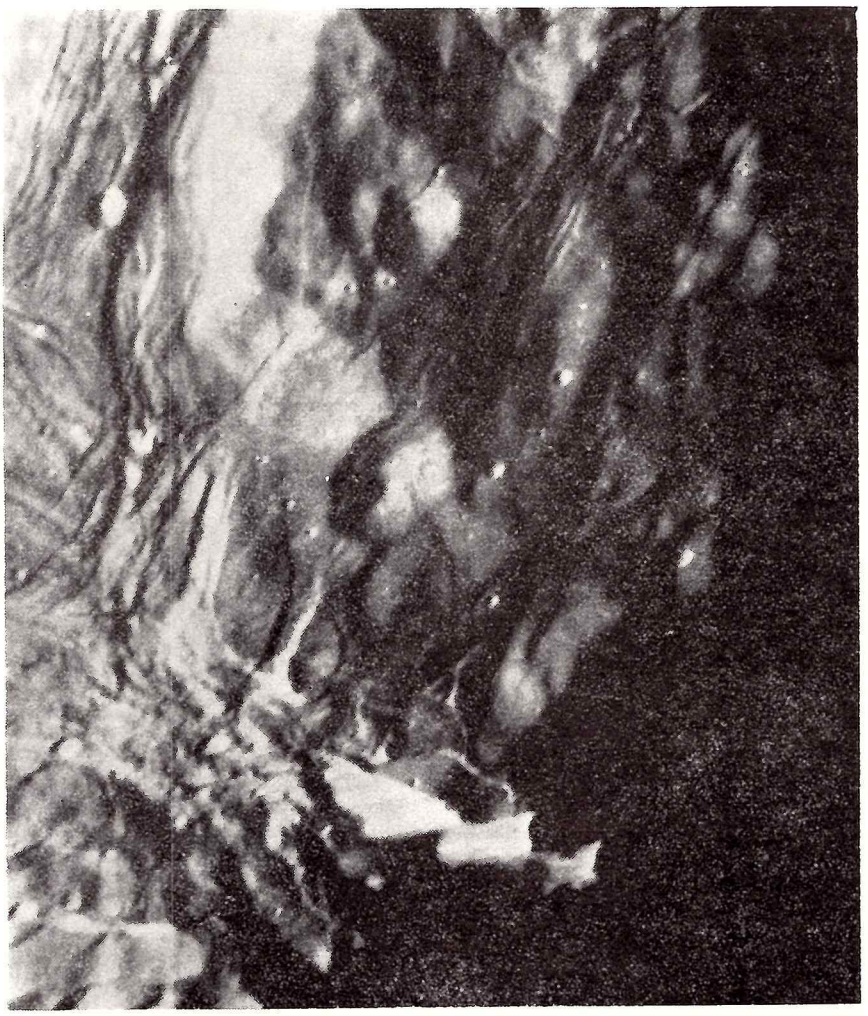
na roztápanie ľadovej kôry. Otázkou je, ako vyzerá severná pologuľa mesiaca, ktorá je v tme a nemohla byť nasnímkovaná.

Krátery v mladších oblastiach sú rôznorodé — niektoré ukazujú svetlejší materiál, iné zase tmavší (sú to pozostatky starého terénu?). Mimoriadnymi útvarmi na povrchu mesiaca sú obrovské zlomové priekopy, trocha pripomínajúce kaňony na Marse či zlomy na Merkúre. Priekopy majú svahy dlhé až 20 km a ich hĺbka dosahuje 10—15 km. Je až neuveriteľné, že na tak malom telese, akým je Miranda, mohli pôsobiť tak mohutné sily, ktoré vytvorili tieto grandiózne útvary. Zlomy pretínajú i ovoidy a na mnohých miestach je obnažený tmavší terén. Štúdium povrchu Mirandy a vysvetlenie pôvodu všetkých útvarov si zrejme vyžiada dlhý čas.

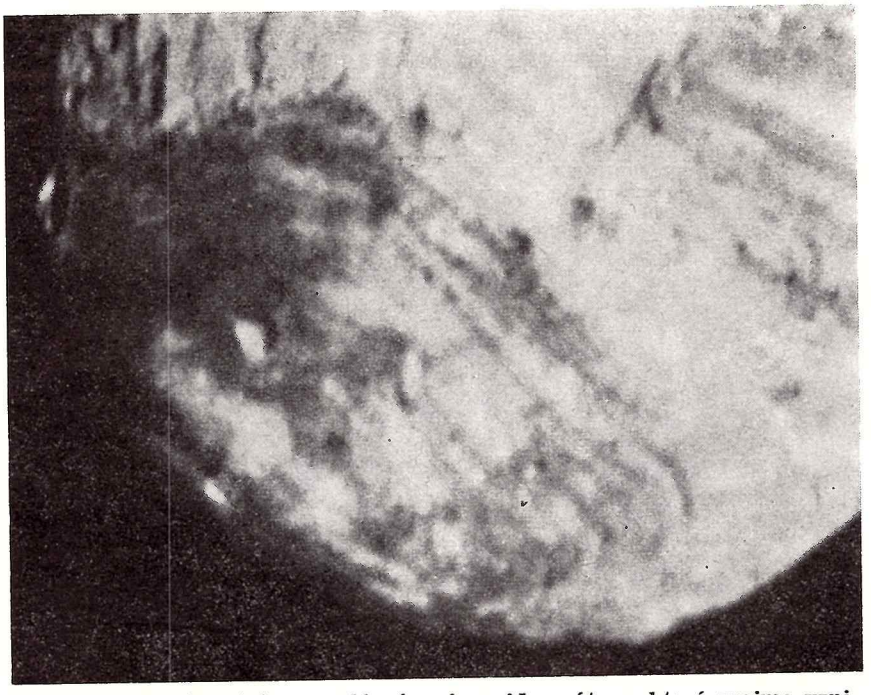
Čo z tohto všetkého vyplýva pre pochopenie vzniku a vývoja Uránových mesiacov? Je jasné, že oproti Saturnovým mesiacom majú väčší obsah silikátových hornín — zhruba polovica hmoty pripadá na silikáty, druhá zasa na ľady. Preto tu väčšiu úlohu hrá rádioaktívne teplo. Pri vzniku telies akréciou hrajú veľkú úlohu podmienky a zloženie prvotného mraku — ak by popri ľade H_2O boli v ňom zastúpené hlavne ľady CO, N_2 a ich hydrátov, potom pri kondenzácii výsledný materiál obsahuje menej vody a jeho hustota by bola 1800—1900 kg m^{-3}. Ak by väčšiu úlohu hrali ľady CH_4, NH_3 a ich hydrátov, potom je výsledná hustota okolo 1400 kg m^{-3}. Je zrejmé, že z hustôt Uránových mesiacov vyplýva, že skutočnosti bližšia je druhá možnosť. Rozdiely medzi jednotlivými mesiacmi môžu byť spôsobené aj väčším či menším obsahom niektorých zložiek — napr. mesiace s málo pretvoreným povrchom (Umbriel, Oberon, čiastočne Titánia) asi obsahujú menej ľadu NH_3 a CH_4, zatiaľ čo ostatné (Ariel a Miranda) obsahujú viac $NH_3 . H_2O$.

Ďalší problém pri objasnení vzniku Uránovej sústavy spôsobuje vysvetlenie veľkého sklonu rotačnej osi planéty. Je otázkou, či celá sústava vznikla v takej polohe, ako ju poznáme dnes alebo či je to výsledok kataklyzmy, ktorú spôsobil dopad pomerne veľkého telesa, pri ktorom sa rotačná os planéty naklonila. Ak mesiace existovali už predtým, potom ťažko mohli prežiť túto katastrofu a museli vzniknúť odznova z materiálu, ktorý zostal po pôvodných mesiacoch. Takýto proces akrécie by však trval veľmi dlho (musíme uvážiť veľkú zmenu sklonu obežných dráh), pravdepodobne stovky miliónov rokov. Potom by však Umbriel nemohol mať taký starý povrch, pokrytý krátermi populácie I, ktorá pochádza z telies, existujúcich v slnečnej sústave už tesne po jej vzniku. Preto je pravdepodobnejšie, že mesiace vznikli už pri terajšom sklone osi planéty a tento sklon bol buď pôvodný, alebo sa zmenil len veľmi krátko po vzniku planéty. Definitívnu odpoveď na tieto otázky však nebudeme môcť dať zrejme ešte dlho.

Snímky NASA a JPL

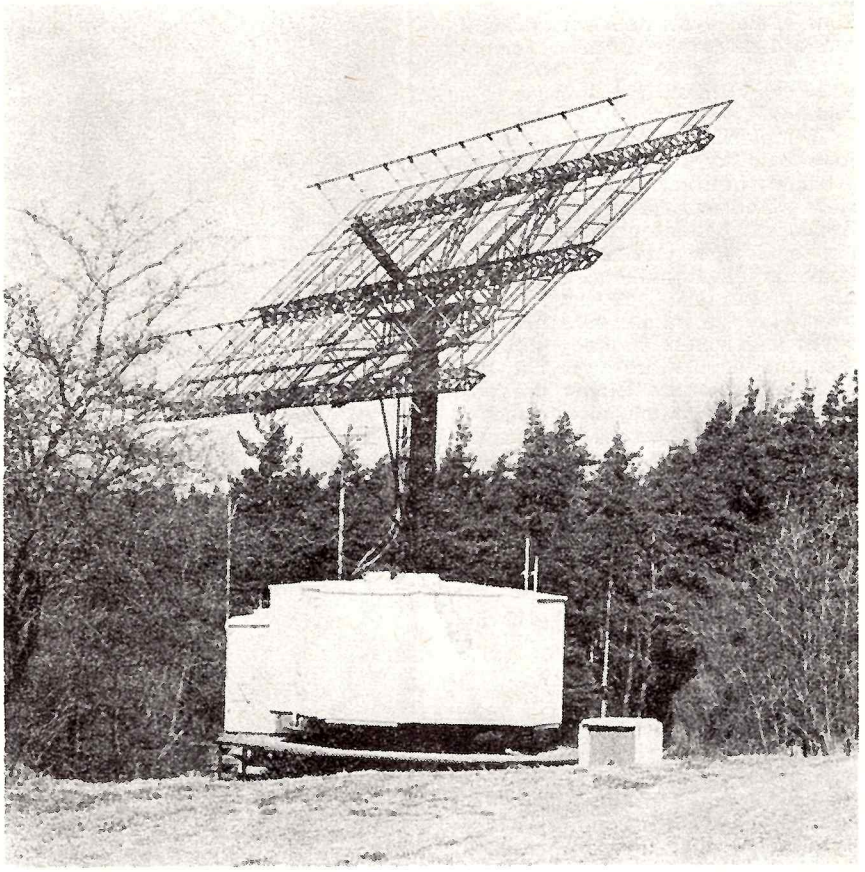


Ďalším mimoriadnym a nezvyčajným útvarom na povrchu Mirandy je obrovský kaňon, ktorého menšiu časť vidíme na spodnom okraji obrázku. Svahy kaňonu sú vysoké až 20 kilometrov a zvažujú sa takmer kolmo do hĺbky. Je záhadou, ako mohli na tak malom mesiaci pôsobiť sily s takými veľkými následkami.



Na obrázku vidíme takmer celý pásový ovoid — útvar, ktorý zrejme vznikol klesaním ťažšieho telesa do vnútra mesiaca. Je to najstarší ovoid na povrchu Mirandy — jeho povrch sa už zarovnal a zostali rôzne jasné pásy.

Meteorický radar jubiluje



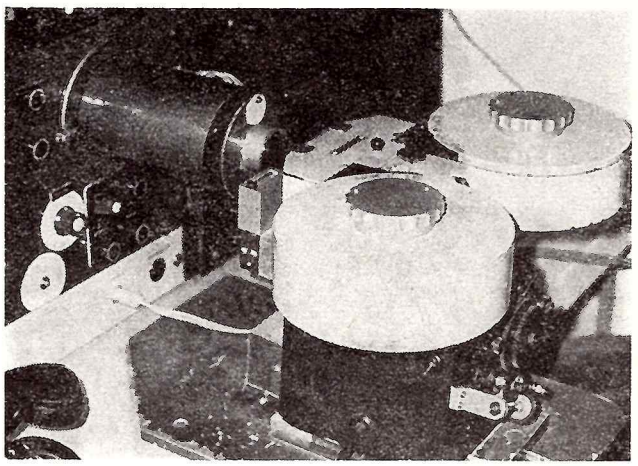
Celkový pohľad na meteorický radar v areáli Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejove.

Výskum medziplanetárnej hmoty a najmä meteorov sa dlhý čas opieral najmä o fotografické pozorovania, vizuálnym sa až taký význam neprikladal. Takéto pozorovania však poskytovali len čiastočný obraz o prúdoch meteoroidov, ktoré Zem na svojej dráhe okolo Slnka stretá. Chýbala kontinuita medzi pozorovaniami, ktoré bolo možné robiť len v noci a za jasného počasia. Napriek tomu sa podarilo zistiť, že meteoroid pri vniknutí do zemskej atmosféry a počas vzájomnej interakcie vytvára na svojej dráhe ionizovanú, elektricky vodivú stopu. Vytvorí sa elektrické pole, ktoré má za následok, že stopa v tvare valca sa stáva pre elektromagnetické vlny prekážkou a môže teda tieto vlny odrážať späť. Od tohto zistenia bol už len krôčik ku konštrukcii zariadenia, ktoré by túto skutočnosť dokázalo využiť pre potreby vedcov — zrodil sa meteorický radar. V súčasnosti takéto zariadenia pracujú v Sovietskom zväze, vo Švédsku, Anglicku, Taliansku, USA, Kanade, Austrálii a na Novom Zélande. Meteorický radar však máme aj u nás, v areáli Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejove. Prvé pozorovanie týmto prístrojom sa uskutočnilo počas činnosti meteorického roja Perseíd od 9. do 13. augusta 1958. Práve pred tridsiatimi rokmi.

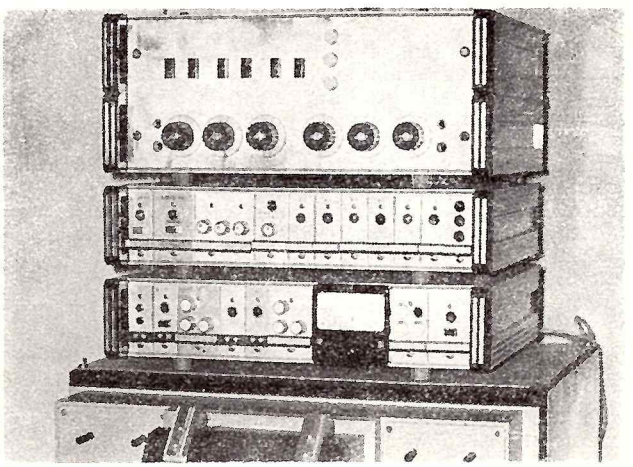
Princíp činnosti radaru je zrejmý: vysiela do priestoru elektromagnetické vlny určitej frekvencie, tie kdesi v atmosfére narazia na ionizovanú stopu po meteoroide, odrazia sa naspäť a tieto odrazené vlny zachytí prijímač radaru. Výhodou zariadenia je možnosť pozorovať vo dne i v noci (okrem obdobia búrok), a tak zaznamenať v obrovskom objeme zemskej atmosféry veľké množstvo meteorických ozvien. Ich počet sa pohybuje od niekoľko desiatok do niekoľko stoviek za hodinu v čase, keď nie je v činnosti žiadny výrazný meteorický roj. V období činnosti aktívnych rojov sa však v čase maxima podarí získať až 400—600 ozvien za hodinu. Vyskytli sa však i vyššie frekvencie, napríklad u Giacobiníd 1985 až 1200 ozvien za hodinu.

Československý radar ukázal svoje kvality hneď pri prvom pozorovaní a stal sa výborným pomocníkom našich astronómov. Náš radar bol skonštruovaný na báze vyradenej vojenskej techniky a počas svojej existencie sa neustále vylepšoval a zdokonaľoval. Dnes je väčšina elektronického zariadenia radaru z polovodičových súčiastok a jeho chod je čiastočne automatizovaný.

Radar pracuje na frekvencii 37,5 MHz s maximálnym vysielacím výkonom 25 kW. Opakovacia frekvencia medzi vysielaním impulzov je 500 Hz a dĺžka impulzu je 10 mikrosekúnd. Anténa má rozmery 13×6,5 m, je pevne nastavená na výšku 45°



Snímacia kamera s pohybujúcim sa filmom rozmeru 36 mm. Jeden pozorovací kotúč obsahuje 120 metrov filmu.



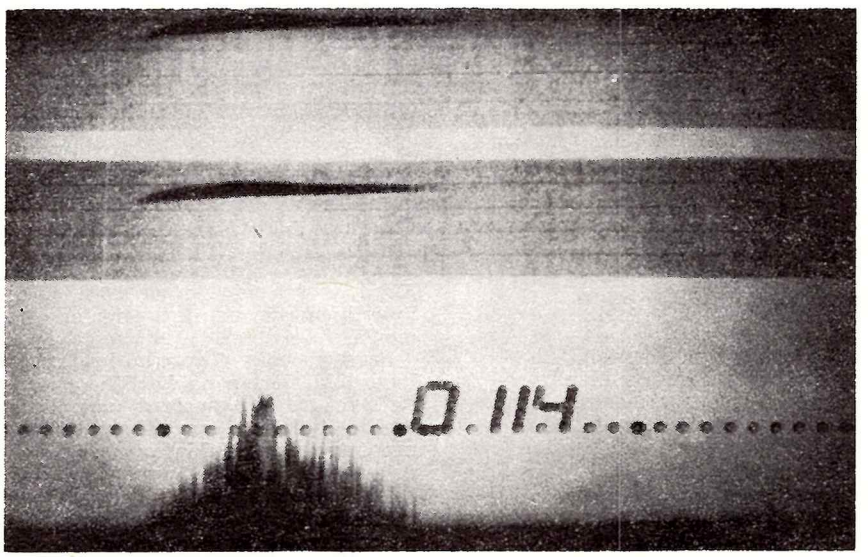
Časový panel meteorického radaru a zariadenie pre určovanie rýchlostí meteorov.

nad obzorom a plne pohyblivá v azimute. Anténny diagram má priestorové rozmery 52° vo výške a 36° v šírke. Ako registračné zariadenie slúžia dve osciloskopické obrazovky, z ktorých jedna slúži pre vizuálnu kontrolu a na druhú je pripevnená snímacia kamera. V kamere sa pohybuje plynulým pohybom citlivý film (27 DIN), rýchlosťou 5,6 cm/min. Na film sa naexponujú všetky potrebné údaje o meteore, respektíve o meteorickej ozvene. Dosah radaru je do 600 km. Na film sa priamo exponujú vzdialenostné značky po 50 km, posledné dva roky je už zavedené značenie po 20 km, čo umožňuje presnejšie odčítanie vzdialenosti. Na film sa tiež expouje časový záznam systémom bodov po 1 sekunde, každá desiata sekunda má bod zvýraznený a každá celá minúta je vyznačená číselne. Okrem času a vzdialenosti sa ku každej ozvene ešte určuje jej amplitúda (v určitej závislosti súvisí s jasnosťou meteoru), ďalej trvanie ozveny s presnosťou na 0,1 sekundy a niektoré anomálie ozveny. Medzi najzaujímavejšie patria tzv. čelné odrazy (head echo), ktoré majú na filmovom zázname tvar hyperboly a umožňujú určiť rýchlosť meteoru. Ich podstata však doposiaľ nie je úplne jasná. V radare je v experimentálnej prevádzke aj zariadenie na určovanie rýchlosti a dráh meteorov v slnečnej sústave na základe trojstaničného príjmu a vyhodnotenia metódou Fresnelových zón. Okrem toho má radar ešte celý rad prídavných zariadení pre zabezpečenie dokonalého chodu počas pozorovania.

Od začiatku prevádzky slúži radar všetkým čs. astronómom, ktorí pracujú v obore výskumu meteorov. Na pozorovacích programoch sa podieľajú najmä naše obidva astronomické ústavy. Astronomický ústav ČSAV pozoruje pravidelne meteorické roje Kvadrantíd, Perzeíd a Geminíd. Príležitostne sa pozorovali niektoré ďalšie roje, ako napríklad Leonidy (r. 1965, 66) a Giacobinidy (r. 1972, 78, 85) a tiež sporadické pozadie. Astronomický ústav SAV pozoruje pravidelne Lyridy, Eta Aquaridy a Orionidy. Systematickejšie pozorovanie sporadických meteorov vykonala v rokoch 1981 až 1983 Krajská hvezdáreň v B. Bystrici. Meteory sa pozorovali vždy štyri dni a noci v každom mesiaci roku v termínoch, kedy bola činnosť meteorických rojov najmenšia. Tak sa podarilo získať unikátny súbor skoro pol milióna meteorických ozvien, ktorý sa v súčasnosti spracováva. Radar je teda pravidelne vyťažovaný. Treba si však uvedomiť, že hoci samotné pozorovanie je vcelku príjemná a pohodlná záležitosť, spracovanie a vyhodnotenie napozorovaného materiálu vyžaduje dlhodobú systematickú a náročnú prácu časovo neporovnateľne náročnejšiu, ako je pozorovanie.

Za celé obdobie činnosti radaru sa podarilo zachytiť takmer tri milióny meteorických ozvien, pričom sa spotrebovalo okolo 100 km radarového filmu. Podarilo sa získať unikátne dlhodobé pozorovacie rady (niektoré vo svete ojedinelé), ktoré umožnili študovať vývoj aktivity roja a jeho štruktúru. Ako príklad treba uviesť štúdium rojov kométy Halley — Eta Aquaríd a Orioníd a tiež Perzeíd a Geminíd. Jedným zo zaujímavých výsledkov bolo zistenie nového meteorického roja v r. 1983, súvisiaceho s kométou Sugano-Saigusa-Fujikawa. Na základe spracovania pozorovaní bolo publikovaných niekoľko desiatok vedeckých prác v našich i zahraničných časopisoch. Medzi astronómami, ktorí s radarom pracujú, rozvinula sa široká medzinárodná spolupráca. Možno povedať, že československý meteorický radar sa stal neoddeliteľnou súčasťou prístrojového vybavenia našich vedeckých pracovníkov a vo veľkej miere pomáha pri riešení zložitých úloh výskumu medziplanetárnej hmoty.

DANIEL OČENÁŠ



Záznam silnej meteorickej ozveny na filme po jeho vyvolaní. Dolu je záznam amplitúdy, nasleduje časová škála a až k vrchu je tzv. vzdialenostný záznam.

„Roj" meteoritov?

Kanadská sieť fotografických komôr MORP zaregistrovala 6. februára 1980 pád meteoritu. Meteorit dopadol okolo 2^h11^m UT neďaleko mesta Ridgedale v Saskatchewane. Stalo sa to skoro presne tri roky po dopade meteoritu „Innisfree". Meteorit sa síce zatiaľ nepodarilo nájsť, jeho súvis s „Innisfree" je podľa I. Hallidaya viac než zrejmý.

Meteorit „Ridgedale" vletel do zemskej atmosféry rýchlosťou 14,7 km/s, začiatok fotografovanej dráhy sa nachádzal vo výške 63,1 km, koniec vo výške 30,0 km a rýchlosť telesa v tomto okamihu sa pohybovala okolo 9,9 km/s. Celý jav trval 2,58 s a obsolútna „panchromatická" jasnosť dosiahla v maxime $-7{,}5^m$ vo výške 45 km nad povrchom Zeme. Na Zem dopadlo teleso, ktorého dynamická hmotnosť má byť 1,8 kg.

Oba meteority sa pozoruhodne zhodujú v parametroch svojich dráh v slnečnej sústave. Veľká poloos dráhy meteoritu „Ridgedale" je 1,873 AU (1,872 AU pri meteorite „Innisfree"), výstrednosť dráhy 0,475 (0,473), sklon dráhy voči ekliptike 12,33° (12,27°), dĺžka výstupného uzla 316,01° (316,80°), argument perihélia 186,66° (177,97°). Neistota údajov pri meteorite „Ridgedale" je na treťom platnom mieste, pretože okamžik preletu sa podarilo určiť s chybou ± 16 minút. Napriek tomu je fyzikálna súvislosť oboch telies neoddiskutovateľná.

Napriek spoločnému pôvodu sa obe telesá pri prelete atmosférou javili rozdielne. Integráciou svetelných kriviek sa zistilo, že meteorit „Ridgedale" vyžiaril len 17 tisícin svetelného výkonu meteoritu „Innisfree". Ak predpokladáme rovnaké zloženie oboch telies, musela v prípade meteoritu „Innisfree" pôsobiť oveľa intenzívnejšia ablácia a v jeho prípade nastala i fragmentácia. „Innisfree" mal počiatočnú hmotnosť aspoň 20 kg (no možno viac než 40 kg), na povrch Zeme dopadlo 5 kg materiálu, zatiaľčo „Ridgedale" mal hmotnosť 2,1—2,4 kg a na Zem dopadlo 1,8 kg. Straty hmoty tak predstavujú 3/4 až 7/8 pri „Innisfree" a 1/7 až 1/4 pri „Ridgedale". Hodnoty pre meteorit „Ridgedale" sa dajú dobre vysvetliť nízkou vstupnou rýchlosťou do atmosféry a strmou dráhou, lenže aj predchádzajúci meteorit vletel do atmosféry za veľmi podobných podmienok. Znamená to, že buď mali obe telesá — napriek spoločnému pôvodu — rozdielne zloženie, čo je dosť pravdepodobné, alebo bol meteorit „Innisfree" porušený zrážkou s iným telesom, a táto epizóda z čias jeho pohybu v slnečnej sústave uľahčila jeho rozpad.

Na základe pravdepodobnostných úvah odhadol Halliday vlastnosti predpokladaného prúdu meteoroidov, ktorý je pôvodcom pozorovaných pádov meteoritov. Radiant „roja" meteoritov, vypočítaný z druhého pádu, má polohu $\alpha = 30{,}5° \pm 4°$, $\delta = 72{,}1°$, minimálny prierez prúdom je $3{,}8 \cdot 10^{12}$ km² a prúd by mal obsa-

Miesto nálezu a hlavný úlomok meteoritu Innisfree. Presne tri roky po jeho dopade sa podarilo zaregistrovať pád meteoritu Ridgeďale, ktorý nasvedčuje existencii „roja" meteoritov.

hovať 500 miliónov častíc s celkovou hmotnosťou 5 miliárd kilogramov. Rozmer materského telesa, z ktorého predpokladané častice vznikli, zodpovedá guli o polomere 70 metrov. Halliday dokonca odhaduje, že meteorit „Innisfree" pochádza z asi štvormetrového úlomku povrchovej časti materského telesa.

Samozrejme, že veľa otázok zostalo nezodpovedaných, vyriešeniu tohto problému by však pomohlo nájdenie meteoritu, ktorý síce dopadol na zamrzlú pôdu, takže nemohol preniknúť do hĺbky, okolie dopadu je však poľnohospodárskou oblasťou a je teda možné, že s telesom mohlo byť nevedome manipulované.

MIROSLAV ŠULC

Bolo najprv vajce?

Vzťah galaxií a guľových hviezdokôp, ktoré ich osídľujú, či guľových hviezdokôp a štruktúry vesmíru vo veľkých merítkach, bývajú dnes často diskutované, hoci o nich doteraz vieme veľmi málo. Kľúčom k ich objasneniu môže byť zistenie pôvodu a miery obsahu ťažkých prvkov v guľových hviezdokopách. Problémom sa zaoberala vo vlaňajšom augustovom čísle Nature aj známa popularizátorka astronómie, Virginia Trimble:

Dôležitou vlastnosťou skupín hviezd je počiatočná funkcia hmotnosti, teda počet hviezd určitej hmotnosti vzniknutých za jedňotku času. Z priebehu tejto funkcie dokážeme určiť základné vlastnosti skupiny hviezd, ako je svietivosť, farba, vzťah hmotnosti a svietivosti, chemické zloženie a zmeny týchto veličín v závislosti na čase. Základným problémom tu je otázka, ktorú možno prirovnať ku klasickej dileme o vajci a sliepke: je dnešná pozorovaná hodnota obsahu ťažkých prvkov dôsledkom počiatočnej hodnoty funkcie hmotnosti, alebo ju zapríčinil nenulový obsah ťažkých prvkov v pôvodnom plynno-prachovom oblaku, ktorý bol dodatočne obohatený vznikajúcimi hviezdami?

Kanadskí astronómovia G. H. Smith a R. D. Mc Clure uverejnili prácu, podľa ktorej prinajmenšom pre hviezdy guľových hviezdokôp v našej Galaxii bola prvotnou funkcia hmotnosti. Najhmotnejšie a najkratšie žijúce hviezdy vo hviezdokopách koncom svojho života obohatili svoje okolie ťažkými prvkami, takže neskôr tu už vznikali hviezdy s menšou hmotnosťou a zvýšeným obsahom ťažkých prvkov.

Či proces takého samoobohacovania skutočne prebieha, môžeme zistiť pozorovaním obsahu ťažkých prvkov a zisťovaním priebehu funkcie hmotnosti v guľových hviezdokopách. Priebeh funkcie hmotnosti dobre vystihuje jej strmosť, ktorá súvisí s obsahom ťažkých prvkov — čím je ich obsah vyšší, tým je strmosť menšia, takže pomer zastúpenia hmotných hviezd a hviezd s malou hmotnosťou je väčší. To znamená, že z pôvodného oblaku s určitým obsahom ťažkých prvkov sa buď vytvorili hviezdokopy obsahujúce veľké a masívne hviezdy, alebo väčšina hviezdokôp v určitom štádiu vývoja málo hmotné hviezdy stratila, zrejme pôsobením rôznych slapových efektov.

Predpokladáme, že funkcia hmotnosti určila obsah ťažkých prvkov v guľových hviezdokopách. Tvar a priebeh tejto funkcie bol zasa podmienený pôvodnou hustotou plynno-prachového oblaku, z ktorého hviezdokopa vznikla. U niektorých hviezdokôp však pozorujeme aj rotáciu, ktorá spolu s turbulenciou plynu v pôvodnom oblaku tiež mohla ovplyvniť priebeh funkcie hmotnosti.

Úvahy o guľových hviezdokopách v našej Galaxii môžeme aplikovať i na blízke trpaslíčie eliptické galaxie. Tieto objekty sú však dosť ďaleko na to, aby sme mohli určiť priebeh ich funkcie hmotnosti pozorovaním jednotlivých hviezd v týchto galaxiách. Otázku pôvodného rozdelenia hmoty vo vesmíre tak budeme musieť zatiaľ riešiť len pomocou pozorovaní guľových hviezdokôp v našej Galaxii. Ďalší pokrok snáď prinesie vypustenie kozmického ďalekohľadu na budúci rok.

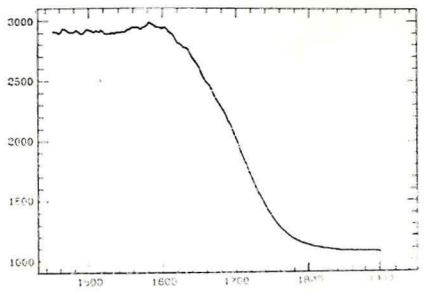
Sprac.: M. Zboril

Zákryty Mesiacom na La Silla

V poslednom čísle vlaňajšieho ročníka Kozmosu sme v článku na str. 195 načrtli prínos pozorovania zákrytov hviezd Mesiacom veľkými ďalekohľadmi pre určovanie zdanlivých priemerov hviezd a vzdialeností zložiek v tesných dvojhviezdach. V júni 1987 začal program pozorovania zákrytov hviezd Mesiacom i v ESO na La Silla.

Pre tento program zostavili na La Silla súbor 30-tich svetelných zdrojov, ktoré mal Mesiac zakryť v priebehu troch po sebe idúcich nocí. Objekty sa vyberali na základe farebných indexov vo vizuálnej a infračervenej oblasti, ktoré nasvedčovali o možnosti existencie prachových obálok v okolí týchto objektov. Pre spresnenie polohy a farebného indexu sa počas šiestich nocí vopred urobili prípravné pozorovania, všetky pomocou 1-metrového reflektora. Na samotné pozorovanie zákrytov sa využil 3,6-metrový teleskop s infračerveným detektorom pre škvrnkovú interferometriu a program na spracovanie rýchlej fotometrie, nakoľko najdôležitejšie informácie obsahuje v prípade zákrytu centrálna oblasť zákrytového javu v časovom rozmedzí 0,1 až 0,3 sekundy. Infračervená oblasť sa potom vybrala najmä kvôli nižšej úrovni žiarenia pozadia.

Na prvýkrát sa podarilo získať 4 kvalitné záznamy zákrytov. Detailná analýza pozorovaní ešte prebieha, najzaujímavejšie sú však údaje o zákryte Antaresa (α Sco) a hviezdy



Záznam zákrytu Antaresa, ako sa ho podarilo zaregistrovať na observatóriu La Silla pomocou 3,6-metrového ďalekohľadu.

SAO 185573. V prvom prípade ide o jasného nadobra spektrálnej triedy M1,5 Ib, ktorého uhlový priemer predbežne vychádza 0,04″, čo je v súlade s doterajšími pozorovaniami. Vďaka výborným podmienkam počas pozorovania sa však zrejme podarí okrem uhlového priemeru Antaresa určiť aj okrajové stemnenie disku hviezdy a, ak existuje, odchýlku od sférickej geometrie.

Pozorovania hviezdy SAO 185573, obra K5 s jasnosťou $6{,}8^m$, sa uskutočnili po prvýkrát vôbec. Predbežné výsledky ukazujú, že uhlový priemer hviezdy je 0,0040—0,0045″ s chybou okolo 1 %.

Ďalšie dva zákryty premennej WX Sco ($V \doteq 12$—13^m) a hviezdy SAO 184535 ($V = 8^m$) ukázali, že hoci hranica rozlíšenia 3,6-metrového reflektora pre širokopásmový filter K ($\Delta\lambda = 0{,}4$ μm) je až 0,002″, obe hviezdy majú zdanlivý priemer ešte menší.

Prvé výsledky pozorovaní zákrytov hviezd Mesiacom na La Silla potvrdili, že po zdokonalení zariadenia možno takýmto spôsobom získať množstvo nových údajov o uhlových priemeroch hviezd. Umožní to zlepšiť kalibráciu základných parametrov chladných hviezd a ukazuje sa, že pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom je najlepšou metódou detekcie prachových obálok okolo hviezd.

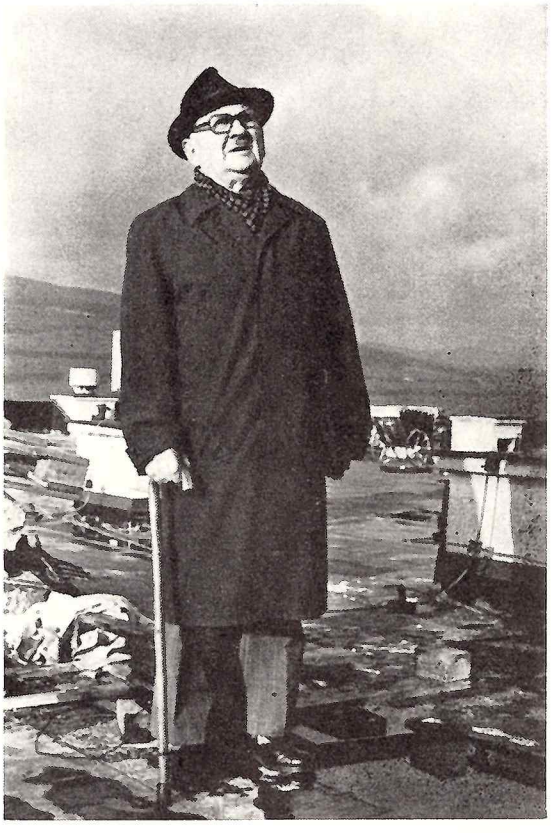
Podľa ESO Messenger, December 1987

RNDr. Zdeněk Komárek

BRATISLAVA MÁ OPÄŤ POZOROVATEĽŇU

Amatérska panelstory

V apríli 1970 bola v Bratislave slávnostne otvorená hvezdárnička, ktorú postavil Elemír Kéčkei. Osem rokov bola táto malá, lež jediná pozorovateľňa miestom, kde sa stretávali bratislavskí amatéri a kde mnohí z Bratislavčanov mali po prvýkrát možnosť pozrieť si skutočným ďalekohľadom zaujímavé objekty a úkazy na oblohe. Roku 1978 sa však závod Tesla-Elektroakustika, na ktorého budove pozorovateľňa stála, presťahoval do moderných priestorov a stará budova čakala na asanáciu. Hvezdárničku zavreli. Ujo Kéčkei napokon ponúkol svoje prístroje a vybavenie pozorovateľne Bratislavským elektrotechnickým závodom. V závode BEZ-Transformátory sa ich nakoniec ujali a pod patronátom Závodného klubu ROH sa v máji 1982 začala na streche internátu BEZ v Rači výstavba pozrovateľne. Dnes, po vyše šiestich rokoch brigádnického úsilia chýba už len pár dní do slávnostného otvorenia. Po desiatich rokoch je v Bratislave opäť astronomická pozorovateľňa.



Ujo Kečkei navštívil stavbu pozorovateľne na BEZ v čase, keď už bolo jasné, že jeho krásny ďalekohľad nezostane ležať ladom a budú ho využívať aj ďalšie generácie bratislavských amatérov.

Dušou stavby bola od začiatku Ing. Eva Chmeliarová, ktorá sa ujala nevďačnej úlohy organizátorky. Spočiatku sa všetko zdalo jasné, ľahké, nechýbal optimizmus a viera, že sa dobré dielo čoskoro dokončí. Ak ste však niekedy stavali, istotne viete, že to zďaleka nie je jednoduché. Bolo treba vybehať stavebné povolenie, dodatok k projektu internátu, zohnať potrebný materiál a najmä presvedčiť a zainteresovať ľudí.

Evke najprv pomohli kamaráti z podniku, potom podali pomocnú ruku členovia Klubu mladých astronmov pri AÚ PKO v Bratislave a najmä členovia vtedy obnovenej Mestskej organizácie SZAA. Pomaly sa začal na strechu internátu vynášať materiál, syporexové kvádre, cement, piesok, vápno a potrebné náradie.

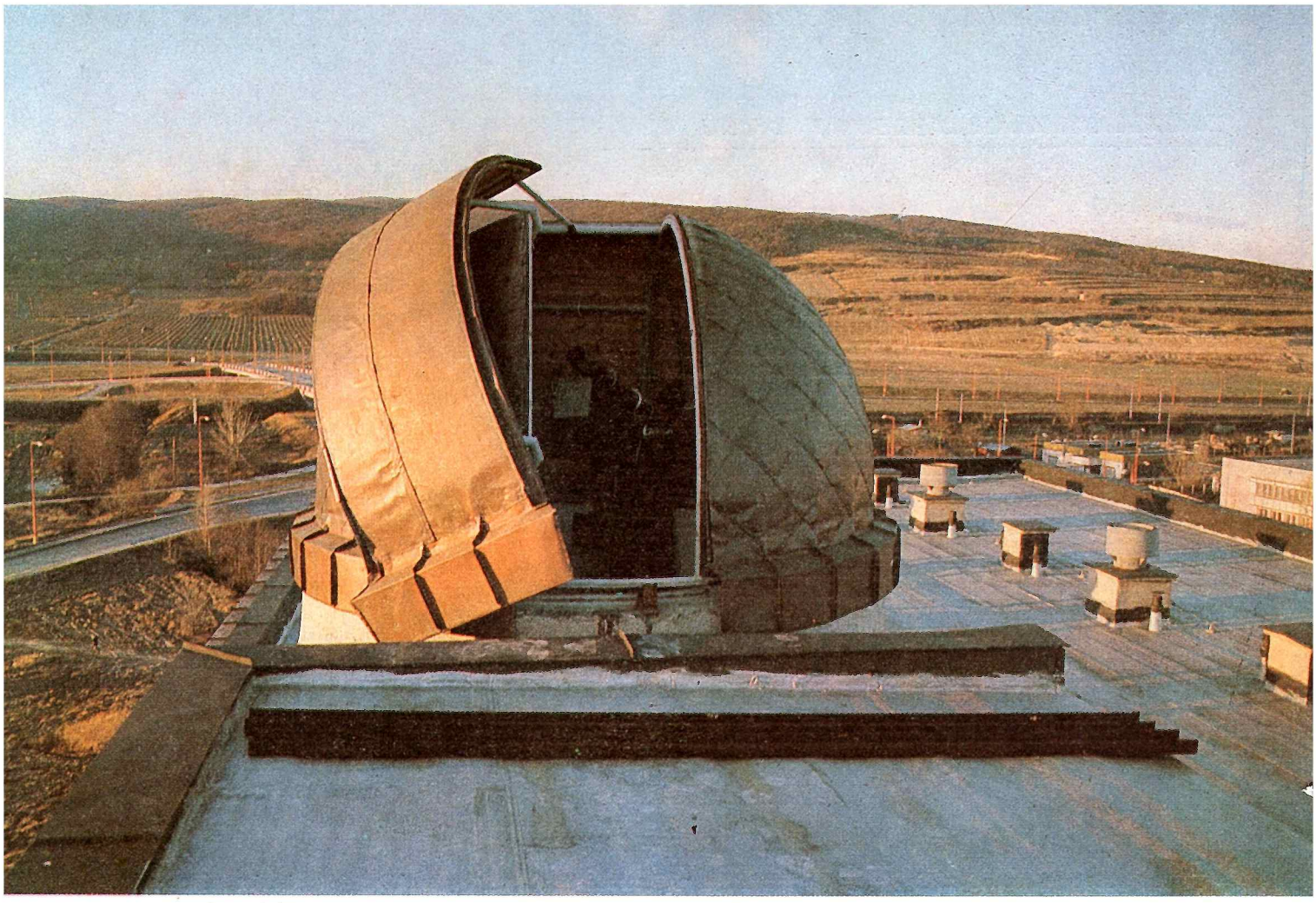
Najväčšie starosti boli s vybudovaním základov — veď kopať základy na streche 10-poschodového paneláka je prinajmenšom neobvyklé. Postupne sa však podarilo založiť základy pozorovateľne s 3,5-metrovou kupolou. Stavba sa však iba začínala a jej budovatelia zďaleka netušili, čo všetko ich ešte čaká.

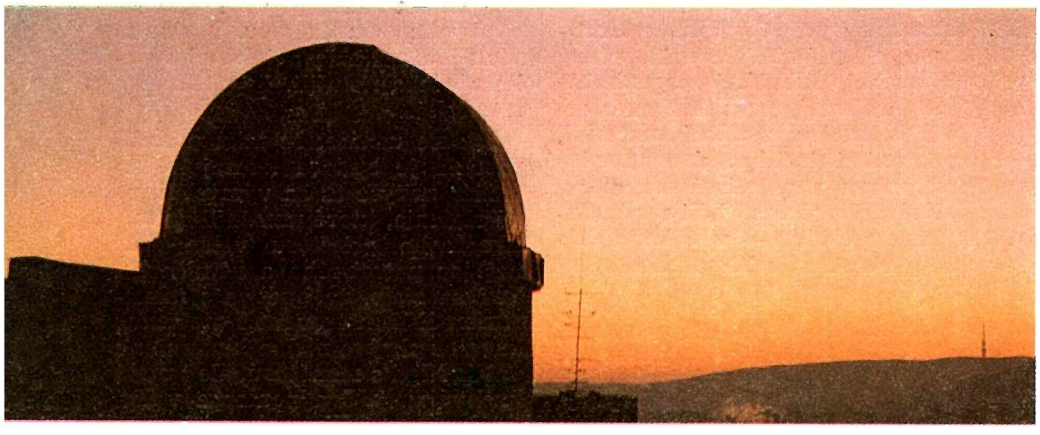
Vskutku bláznivým nápadom bolo dať vyniesť kupolu helikoptére. Tento nápad však našiel pochopenie aj u pracovníkov Slovairu a tí, dokonca zadarmo, vyniesli kupolu v rámci cvičného letu. Celá vydarená operácia netrvala viac ako 4 minúty a my sa už tešíme na to, ako budeme sebe aj druhým premietať film, ktorý sme počas tejto akcie nakrútili.

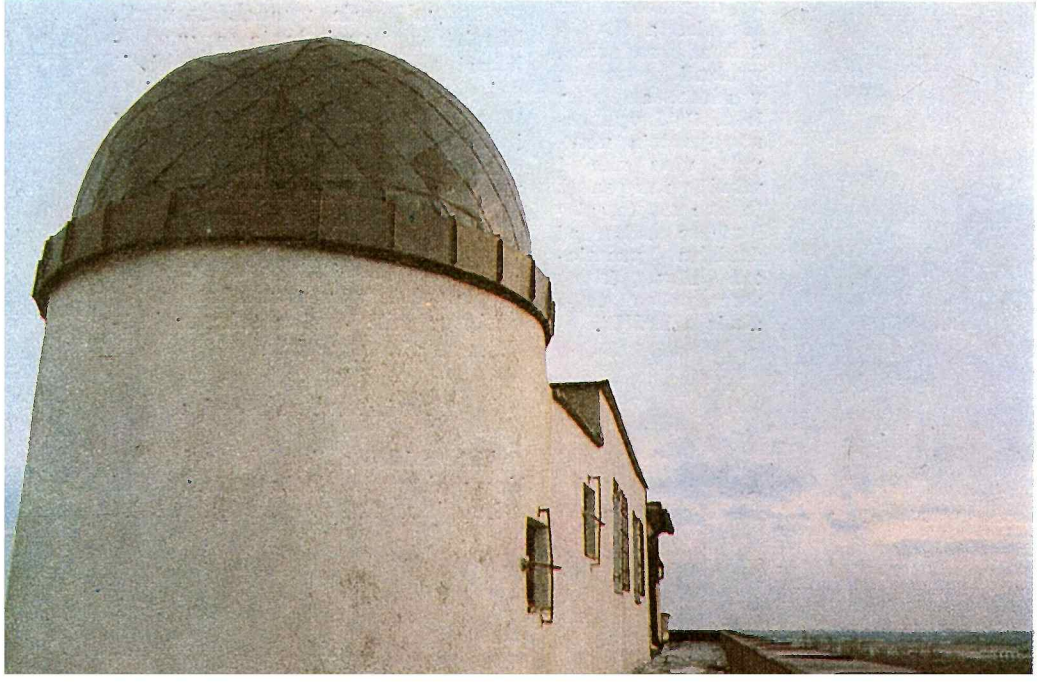
Istotne uznáte, že taká pozorovateľňa je budova naozaj netradičná; navyše tu sa vymysleli také riešenia, ktoré umožnili do minimálneho priestoru vtesnať čo najviac potrebného a užitočného. Tak sa stalo, že budova s miestnosťou 3×7 metrov a 3,5-metrovou kupolou skrýva nielen klubovňu a ďalekohľad s montážou, ale i malú kuchynku, WC a pomerne veľkú fotokomoru. Tieto vymoženosti však stáli nielen čas a námahu, ale vyžadovali veľa vynachádzavosti. Mnohé časti zariadenia sa vyrábali priam na kolene, pretože boli priveľmi atypické. Takto vznikli mreže na okná, dvere do kupoly i fotokomory, koľajnice pod kupolu a ešte mnoho ďalších vecí. Vymurovať kruh kupoly zostalo tiež na brigádnikoch, pretože pre murárskych majstrov bola takáto práca nezajímavá. Postupom času sa stavba pozorovateľne stala osobnou záležitosťou takmer každého zo zúčastnených.

Vrtuľníkom na strechu

V lete 1985 sa hrubá stavba budovy skončila. Bolo treba začať s kupolou. Evka pochodila mnohé







z hvezdární, aby sa inšpirovala, ako ju skonštruovať. Podarilo sa vyriešiť aj osadenie a pohyb štrbiny. Kupolu zvarili v dielňach BEZ. Vysvitlo však, že skutočným problémom je preprava a osadenie kupoly na strechu paneláka do výšky vyše 30 metrov. Bláznivý nápad vyniesť kupolu vrtulníkom sa však ukázal ako jediná možnosť a pracovníci Slovairu za výdatnej pomoci členov Horskej služby tento husársky kúsok zvládli za necelé štyri minúty.

Kupola teda bola na svojom mieste a hľadal sa niekto, kto by ju oplechoval. Nakoniec sa tejto úlohy zhostili pamiatkári a kupola dostala medený šat. Zvnútra je obložená platňami z tvrdeného polystyrénu a na dlážke sú bloky, ktoré zvýšili zo zariaďovania výpočtového strediska v BEZ-ke. Miniatúrne WC so sprchou a kuchynka sú obložené kachličkami, povala fotokomory hobrou a latkami, čím vznikol akýsi kazetový strop. Dokončené omietky sa nastriekali bielou farbou, ktorá pekne ladí s tmavohnedými rámami dverí a okien.

Dôležitou etapou bola montáž ďalekohľadu. Po rokoch odpočívania v sklade sa ukázalo, že prístroje sú skoro v poriadku a funkčná je i montáž s hodinovým pohonom. Prvýkrát bola montáž i ďalekohľady skúšobne osadené 1. decembra

1987 a prvým objektom, na ktorý ďalekohľady zamierili po skoro desiatich rokoch, bol Jupiter a jeho štyri mesiace. Už po prvom pohľade bolo jasné, že prístroje postačí len poriadne zjustovať a vyčistiť a opäť budú dobre slúžiť svojmu účelu. Od januára tohto roku si nimi hocikedy môžete pozrieť niektorý zo zaujímavých objektov na oblohe.

Prvé pozorovania

Ešte počas dokončovacích prác sa začalo i pozorovať. Zakresľovať slnečné škvrny síce ešte nemožno, no podarilo sa zachytiť už skoro 20 zákrytov hviezd Mesiacom, odfotografovať Mesiac, Slnko, Venušu i Merkúr. Pozorovateľňa na BEZ-ke by sa rada zapojila do programu pozorovania zákrytov hviezd i sledovania premenných hviezd, najmä fotograficky, pretože pozorovacie podmienky na východnom okraji Bratislavy, v predhorí Karpát, sú prekvapujúco dobré.

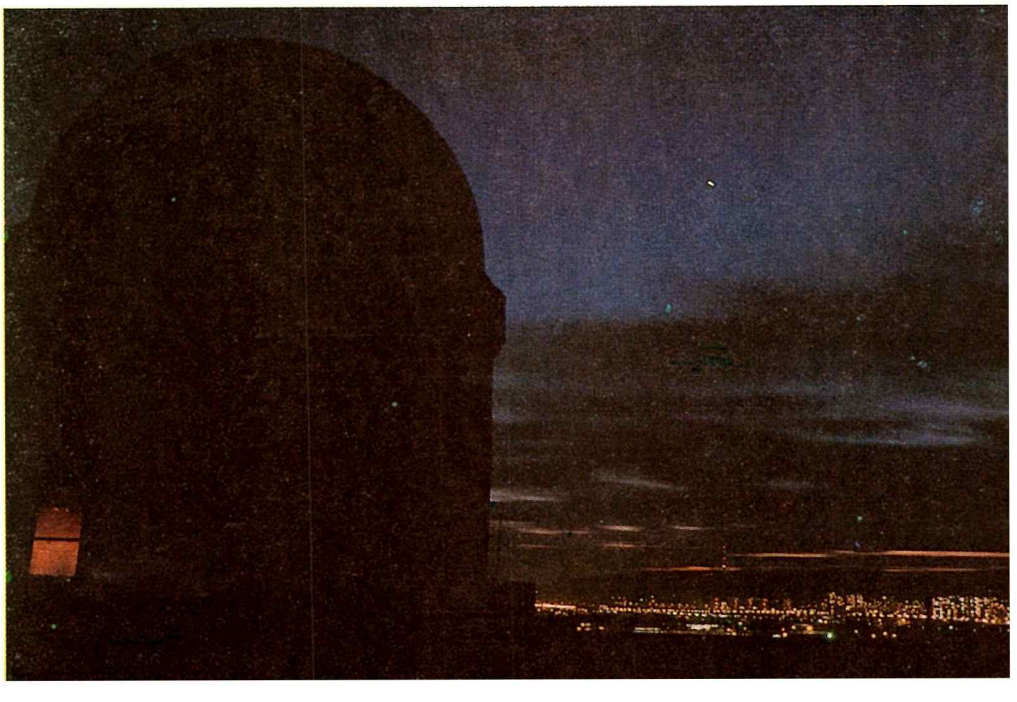
Nakoniec trochu technických údajov a štatistiky. Pozorovateľňa, ktorú spravuje Závodný klub ROH pri BEZ 02 Transformátory, je postavená na internáte podniku a možno sa tam dostať autobusom č. 105, 117 a 35 z Rače a č. 35 z Jurajovho dvora. Kupola skrýva vidlicovú montáž s hodinovým strojom, na ktorej je reflektor typu Cassegrain 200/3060 a refraktor 100/1200. Oba i s montážou skonštruoval Elemír Kéčkei. Stavba pozorovateľne trvala vyše šesť rokov, odpracovalo sa na nej viac ako 5000 brigádnických hodín a cena použitého materiálu predstavuje zhruba 270 tisíc korún.

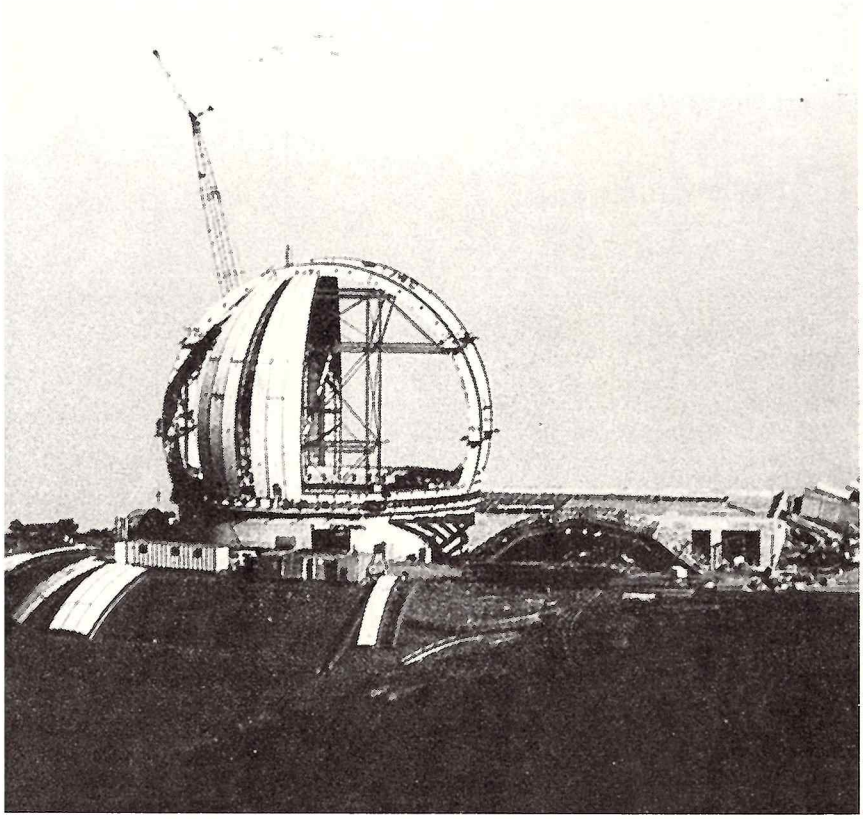
A plány do budúcna? Hvezdárnička by mala slúžiť všetkým záujemcom, ktorí si nájdu čas a prídu sa pozrieť. Časom tu možno vzniknú nejaké krúžky, chystá sa i obnova a rekonštrukcia ďalekohľadov a montáže. Bude sa však aj pozorovať a práca amatérov BEZ-ky istotne nadviaže na výsledky a tradície amatérskej astronómie v Bratislave.

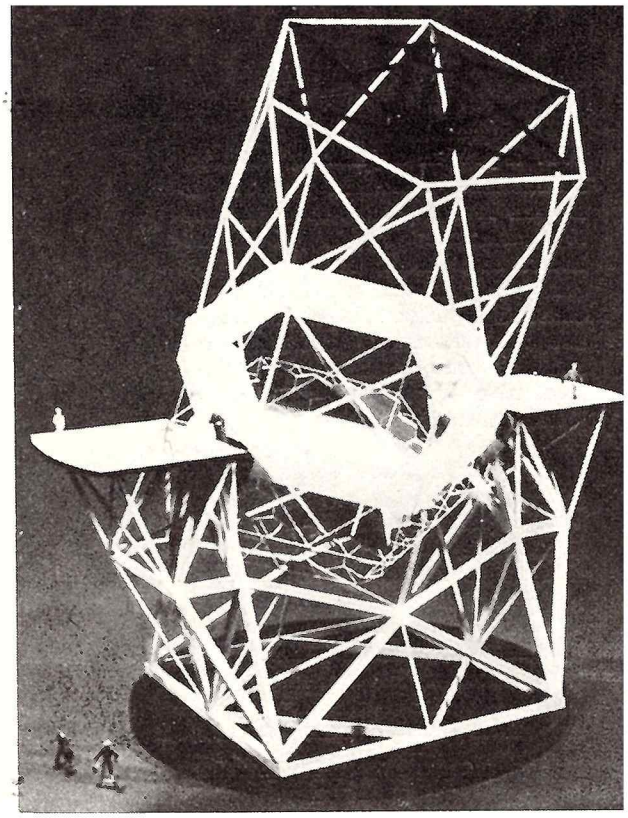
* * *

Bratislava je smutne preslávená tým, že nemá hvezdáreň, ani planetárium. Úlohu týchto astronomických zariadení dočasne plní Astronomický úsek PKO — ktorý v máji tohto roku oslávil už 30-te výročie svojho založenia. Malá hvezdárnička na streche paneláka samozrejme mestskú hvezdáreň nenahradí. Ukazuje však, že nadšení amatéri sú napodiv aj v tomto meste, ktoré sa k astronómii

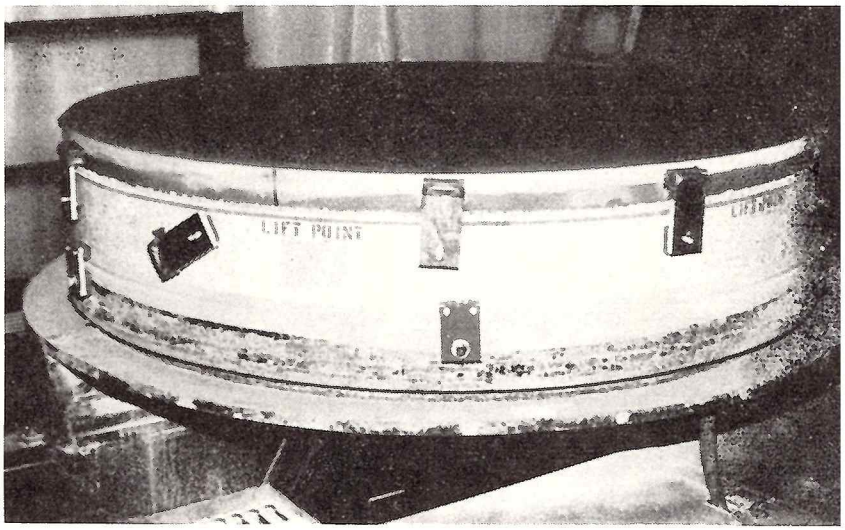
ROMAN PIFFL
Snímky: Robert Rosa

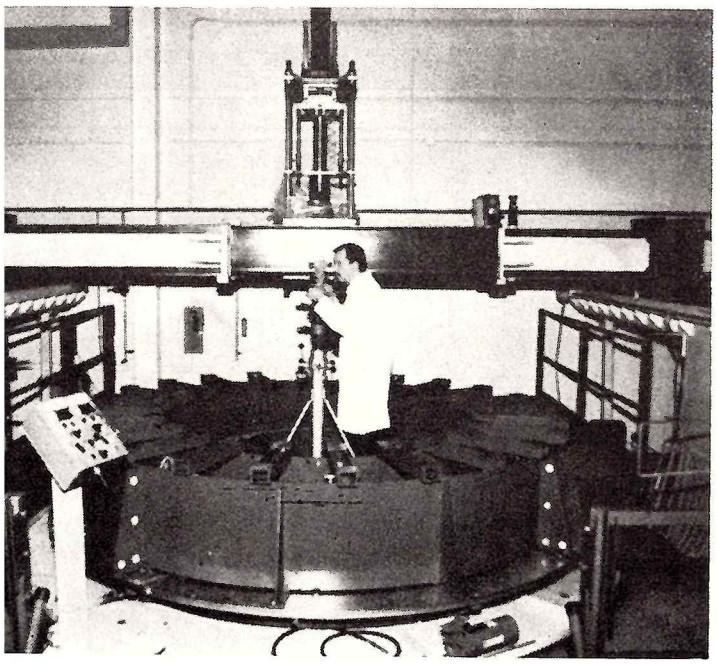


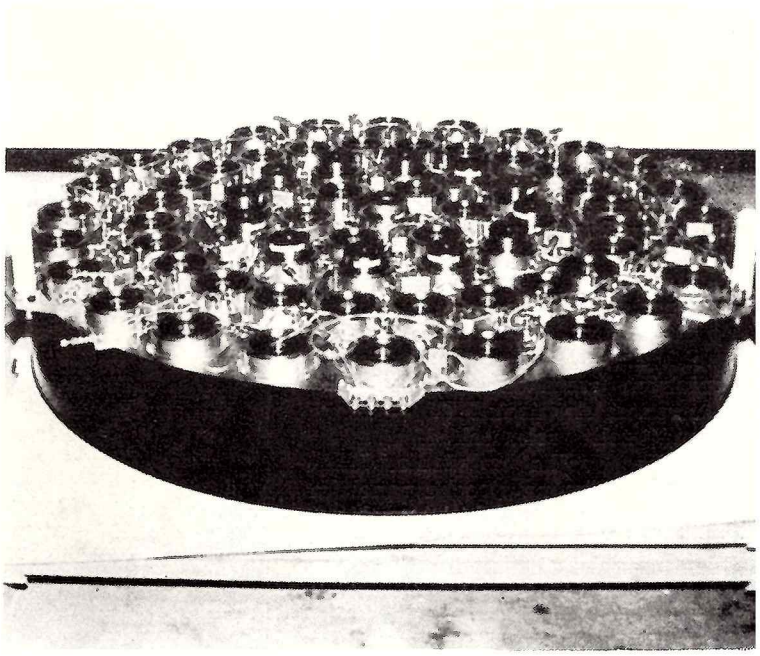




Už o necelé tri roky uzrie svetlo hviezd nový najväčší ďalekohľad sveta — 10-metrový obor na Mauna Kea na Havajských ostrovoch. Od roku 1949, kedy bol do prevádzky uvedený palomarský 5-meter, sa tak opäť podstatne zväčší optická plocha ďalekohľadu. Budova pre ďalekohľad, prekvapujúco najdrahšia časť projektu, je dnes už skoro hotová, snímka zachytáva stav prác v júli minulého roku. Vedľa je model obra, ktorého zrkadlo bude tvoriť mozaika 36-tich šesťuholníkov širokých 180 a hrubých 7,6 cm. Jednotlivé zerodurové dosky sa vyrábajú na rotačnej peci (vpravo v strede), čo umožní ľahšie opracovanie optickej plochy. Tá sa tvaruje postupom podobným metóde Bernharda Schmidta — disk sa pri opracovávaní deformuje vonkajšími silami, na čo slúžia jednotlivé príchytky vpravo dolu. Dôležitým je aj nanajvýš presný a špecifický tvar jednotlivých dosiek, ktoré po zložení mozaiky musia vytvoriť presný paraboloid so svetelnosťou 1,75.







Stavajú sa obrie ďalekohľady

Vlani uviedli do prevádzky na La Palma na Kanárskych ostrovoch Herschelov 4,2-metrový ďalekohľad, ktorý je v súčasnosti tretím najväčším ďalekohľadom na svete. Či si však svoje postavenie v prvej desiatke udrží až do konca storočia je otázne, pretože dovtedy má vyrásť niekoľko obrích ďalekohľadov s priemerom až 16 metrov.

◀

To, čo bolo pred niekoľkými rokmi iba vzdialenou fantáziou, stáva sa dnes už skutočnosťou: stavajú sa ďalekohľady s priemerom osem metrov i viac. O osemmetrovom ďalekohľade uvažoval už G. W. Ritchey pred šesťdesiatimi rokmi. Moderný teleskop stelesňuje špičkové výsledky celého radu vedeckých a technických odborov — optiky, optickej technológie, mechaniky, elektroniky. A pokrok v týchto odboroch vedie k realizáciám, ktoré sa značne líšia od doterajších predstáv.

RNDr. PAVEL MAYER, CSc.

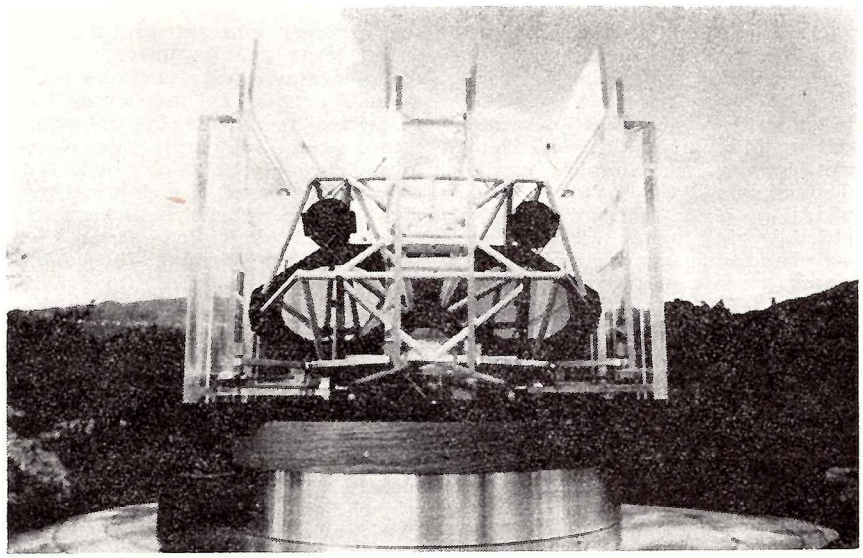
KECKOV 10-METER

Ako prvý má byť už v roku 1991 uvedený do prevádzky na vrchole havajskej sopky Mauna Kea desaťmetrový teleskop kalifornských vysokých škôl (techniky a univerzity). Náklady na stavbu hradí nadácia naftového milionára W. M. Kecka, a preto ďalekohľad bude niesť jeho meno. Po viac ako 40 rokoch — od r. 1949, keď sa začali pozorovania 5-metrovým ďalekohľadom na Mt. Palomare — konečne astronómovia získajú ďalekohľad s podstatne väčšou optickou plochou. V tomto prístroji sa realizuje úplne nová koncepcia hlavného prvku — zrkadla — a preto úspech konštrukcie nie je úplne zaručený, hoci zatiaľ prebieha všetko podľa predpokladov. V tomto čase firma Schott Mainz postupne dodáva zerodurové dosky, z ktorých firma Itek zhotovuje segmenty zrkadla. Budova teleskopu s kupolou, ktorá je napodiv najnákladnejšou časťou projektu, už stojí.

Zrkadlo Keckovho ďalekohľadu pozostáva z 36 šesťuholníkov širokých 180 cm a hrubých 7,6 cm. Poukladané sú k sebe s medzerami iba niekoľko milimetrov. Na každej styčnej hrane majú dvojicu snímačov polohy a sú nesené troma motoricky otáčanými skrutkami. Keď sa jednotlivé časti zrkadla po montáži nakoniec nastavia do správnej polohy — vytvoria paraboloid 1:1,75. Po nastavení sa segmenty budú udržiavať v tejto polohe bez ohľadu na nasmerovanie teleskopu, či vplyvy teploty a vetra. Ak si nakreslíte rozloženie šesťuholníkov, ukáže sa, že na vytvorenie požadovanej plochy je potrebných päť rozličných dielov, z ktorých sa poskladá mimoosový paraboloid. Preto sa vyrobí nie 36, ale 41 zrkadiel, aby pre každý typ segmentu bol aj jeden náhradný. Umožní to okrem iného v budúcnosti postupne hliníkovať jednotlivé šesťuholníky bez toho, že by pri pozorovaní nejaká časť optickej plochy chýbala. Mimoosové paraboloidy sa vyrábajú postupom, ktorý sa podobá metóde Bernharda Schmidta na výrobu asférických korekčných dosiek; tvar disku sa pri optickej práci deformuje vhodnými vonkajšími silami a opracováva sa do guľového tvaru (čo je pre optika najjednoduchšie). Pri brúsení korekčnej dosky je vonkajšou silou atmosferický tlak, pri výrobe mimoosových paraboloidov sa na obvod tmelí sústava pák, ktoré vhodne deformujú plochu. Paraboloid vznikne po uvoľnení obvodových síl. Ďalšou operáciou je orezanie dosiek do šesťuholníkov. Aby sa pri tom plocha nezbortila, môže mať použitý materiál len nepatrné vnútorné pnutie.

COLUMBUS 11,3-METER

Keckov ďalekohľad bude však len krátky čas najväčším ďalekohľadom sveta. Už v roku 1992 má sa pri príležitosti osláv 500 rokov od objavenia Ameriky uviesť do prevádzky ďalekohľad Columbus s ekvivalentným priemerom 11,3 m. Tento teleskop stavia niekoľko amerických univerzít a na práci sa podieľa aj Taliansko. Umiestnený bude na Mount Grahame v Arizone vo výške 3267 m. V Spojených štátoch sa ďalej stavia osemmetrový ďalekohľad pre observatórium na Las Campanas v Chile. Patriť bude Carnegieho ústavu vo



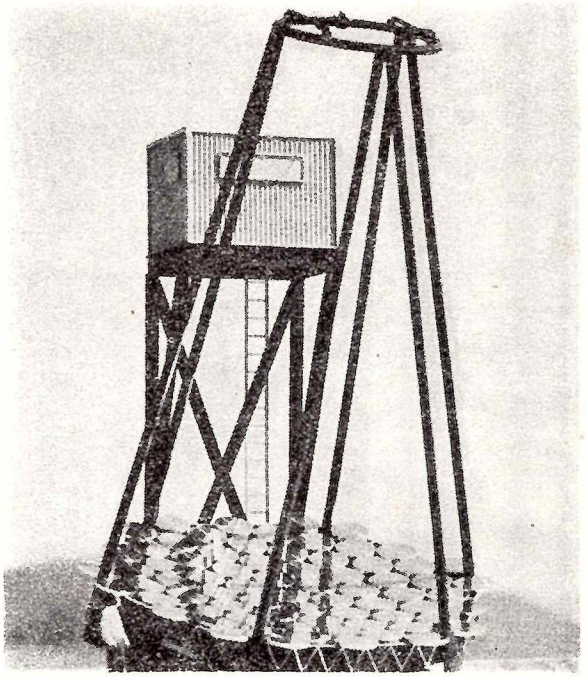
Dva osemmetrové ďalekohľady na spoločnej montáži stavia na Mount Grahame v Arizone konzorcium štyroch inštitúcií. Úhrnná plocha ďalekohľadu bude ekvivalentná 11,3-metrovému zrkadlu.

Washingtone a Arizonskej univerzite. Ďalší osemapolmetrový ďalekohľad stavajú pre McDonaldovo observatórium univerzity v Pensylvánii a Texase. Okrem toho prebieha stavba zloženého 16-metrového ďalekohľadu VLT (Very Large Telescope) pre Európske južné observatórium na La Silla v Chile (pozri Kozmos 2/1988).

Ďalekohľad Columbus bude pozostávať z dvoch 8-metrových zrkadiel opticky spojených na spoločnej montáži. Všeobecne sa tvrdí, že priemer zrkadla 8 metrov je najväčší, aký možno vyrobiť v jednom kuse. Osemmetrové zrkadlá pre ďalekohľad Columbus, ďalekohľad pre Las Campanas, ako aj pre americký národný ďalekohľad, budú vyrobené roztavením kusov skla pyrex v peci, ktorá súčasne plní aj úlohu formy. Použitím jadier — z ťažkého zirkónového piesku, aby nevyplávali v roztavenej sklovine — vznikne veľmi odľahčená štruktúra, tvorená prednou a zadnou doskou a rebrami; v zadnej doske a rebrách budú otvory pre uloženie jadier i pre ich rozdrvenie a vysypanie po odliatí. V hotovom zrkadle budú tieto otvory slúžiť aj na uchytenie zrkadla v objímke, ako aj pre rýchlu výmenu vzduchu, a teda pre udržiavanie jednotnej teploty celého disku. Už pri teplote pod 1200 °C sklo dobre vyplní medzery medzi jadrami. Celá pec sa bude v priebehu chladnutia otáčať, aby predná plocha zrkadla získala približne parabolický tvar. Autori metódy tvrdia, že pri súčasných cenových reláciách v USA bude úspora na skle, ktoré by pri rovinnej ploche bolo treba vybrúsiť, väčšia než náklady na rotačné usporiadanie pece. Pec sa použije aj na chladenie skla. Ochladenie na teplotu 600 °C prebehne rýchlo, ďalšie chladnutie bude však pomalé a presne regulované. Doteraz sa už zhotovil rad pokusných diskov s priemerom 180 cm a v súčasnosti už pracuje aj veľká pec. Zatiaľ v nej bol zhotovený disk s priemerom 350 cm určený pre teleskop observatória Apache Point v Novom Mexiku. Rebrované disky s prednou a zadnou doskou, aj keď boli zhotovené iným technologickým postupom a z iných materiálov, osvedčili sa už na celom rade prípadov. Má ich ďalekohľad so šiestimi zrkadlami na Mount Hopkins v Arizone, špionážne družice i Hubblov kozmický ďalekohľad. Už odvtedy, čo sa uvádzal do chodu päťmetrový ďalekohľad je však známe, že rebrované disky bez zadnej steny dobré nie sú. Neprekvapuje preto, že metóda vyvinutá J. Angelom na Arizonskej univerzite sa stala základom pre mnohé konštrukcie nových teleskopov.

Zatiaľ čo zrkadlá doterajších ďalekohľadov s priemerom okolo 4 metrov mali obvykle svetelnosť okolo hodnoty 1:3, sú konštruktéri obrích ďalekohľadov nútení používať svetelnosti oveľa vyššie. To preto, že pomerná cena samotného ďalekohľadu síce značne klesá najmä vďaka už osvedčenej azimutálnej montáži, narastá však podiel ceny budovy, v ktorej je ďalekohľad umiestnený. Preto zrkadlá ďalekohľadu Columbus i ďalekohľadu na Las Campanas budú mať svetelnosť dokonca až 1:1. Optické centrum v Tucsone už postavilo „generátor plôch", ktorý diamantovým nástrojom opracuje 8-metrový disk s presnosťou troch mikrometrov; problémom je však leštenie paraboly s takou veľkou svetelnosťou. Testuje sa pružný leštiaci nástroj, ktorý je v závislosti od svojej okamžitej polohy na leštenej ploche deformovaný silami riadenými počítačom.

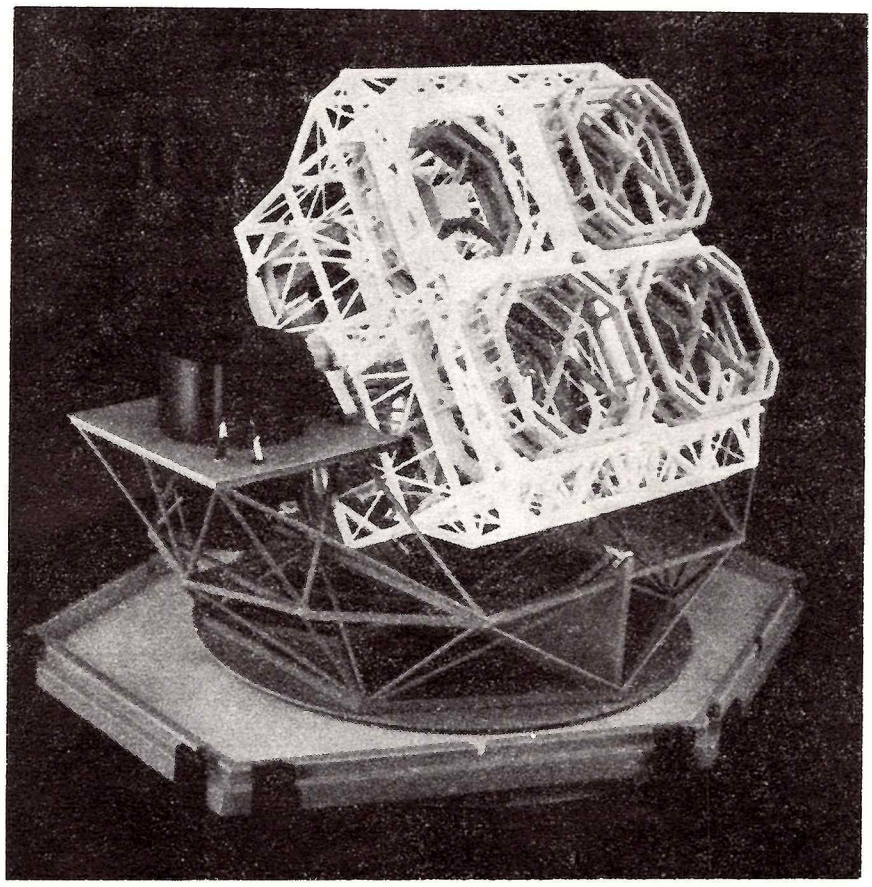
Teleskopy s osemmetrovými dutými zrkadlami si majú vyžiadať len relatívne neveľké finančné náklady. Extrémne lacný má byť teleskop pensylvánskej a texaskej univerzity. Donedávna sa zdalo, že Texaská univerzita bude prvá, ktorá postaví obrí ďalekohľad so zrkadlom zo sklokeramiky s priemerom 760 cm. Zložitosť financovania stavbu prekazila, avšak teraz sa táto univerzita podiela na stavbe ešte väčšieho teleskopu. Na rozdiel od iných však tento prístroj nebude možné voľne nasmerovať na ľubovoľné miesto oblohy. Jeho optickú plochu bude tvoriť 73 pyrexových dosiek s priemerom 100 cm a hrúbkou 4,5 cm. Sú to najväčšie dosky, aké firma Corning ešte bežne dodáva. Plocha bude guľová, takže najväčším problémom bude dodržať rovnakú ohniskovú vzdialenosť všetkých dielov — 23 metrov s presnosťou na 1 mm. Do istej miery bude ďalekohľad obdobou rádioteleskopu v Arecibo: pri pozorovaní zostane optická plocha nepohyblivá, objekt bude sledovať len detekčná hlavica v ohnisku. Hlavica bude obsahovať dvojzrkadlový korekčný člen a vyvedie žiarenie objektu skleným vláknom na štrbinu nepohyblivého spektrografu. Hlavica bude môcť pracovať aj v poli s priemerom 12 stupňov a sledovať jeden objekt až hodinu. Aby bolo možné voliť objekty v rôznych deklináciách, bude os optickej plochy odklonená od zenitu 31° a celý ďalekohľad bude otočný okolo zvislej osi. Tak ďalekohľad obsiahne deklinácie od —6° až do +68°. Optická plocha nebude meniť orientáciu vzhľadom k zemskej tiaži, čo podstatne zjednoduší jej uloženie. Pritom obmedzenie spôsobené tým, že montáž bude iba čiastočne pohyblivá, nebude príliš vadiť pri hlavnom programe ďalekohľadu — štúdiu mimogalaktických objektov.



Veľmi lacným sa ukazuje projekt pensylvánskej a texaskej univerzity. Jeho optickú plochu bude tvoriť 73 pyrexových dosiek s priemerom 100 a hrúbkou 4,5 cm. Výsledná guľová plocha bude mať ohniskovú vzdialenosť 23 metrov a ďalekohľad sa bude v mnohom podobať známemu rádioteleskopu v Arecibo — optická plocha bude pri pozorovaní nehybná a objekt bude sledovať len detekčná hlavica v ohnisku. Ďalekohľad i tak obsiahne deklinácie od —6° do +68° a bude slúžiť najmä na spektroskopiu extragalaktických objektov.

NÁRODNÝ TELESKOP USA

Najväčším americkým projektom je tzv. národný (my by sme skôr povedali federálny) teleskop s priemerom 16 m. Pôvodne sa plánoval s priemerom 15 m, ale vzhľadom k úspechom s odlievaním rebrovaných diskov sa plánovaný rozmer nedávno zväčšil. Tento ďalekohľad sa má skladať zo štyroch optických sústav na spoločnej montáži, so zrkadlami s priemerom 8 metrov a svetelnosťou 1:1,8, ktorých výstupy budú opticky spojené. Veľkosť poľa pri takomto spojení je však dosť malá, iba 3 oblúkové minúty, a preto sa plánuje aj samostatné využitie jednotlivých systémov v sekundárnach ohniskách so svetelnosťou 1:4,5. Pole sa má korigovať šošovkovými členmi so šošovkami s priemerom až 110 cm, a pri aberáciách pod 0,25 má mať priemer celý stupeň. Využiť také veľké pole nie je jednoduché, ale americký projekt je veľkorysý: predpokladá použitie detektorov CCD s celkovou plochou viac než 0,5 m^2, s počtom obrazových bodov 10^9. Ani taká veľká detekčná plocha však nepokryje celé pole, informácie o štvorcovom poli sa získajú zmenou nasmerovania ďalekohľadu. Počítače schopné zvládnuť takú záplavu údajov už existujú, a di-

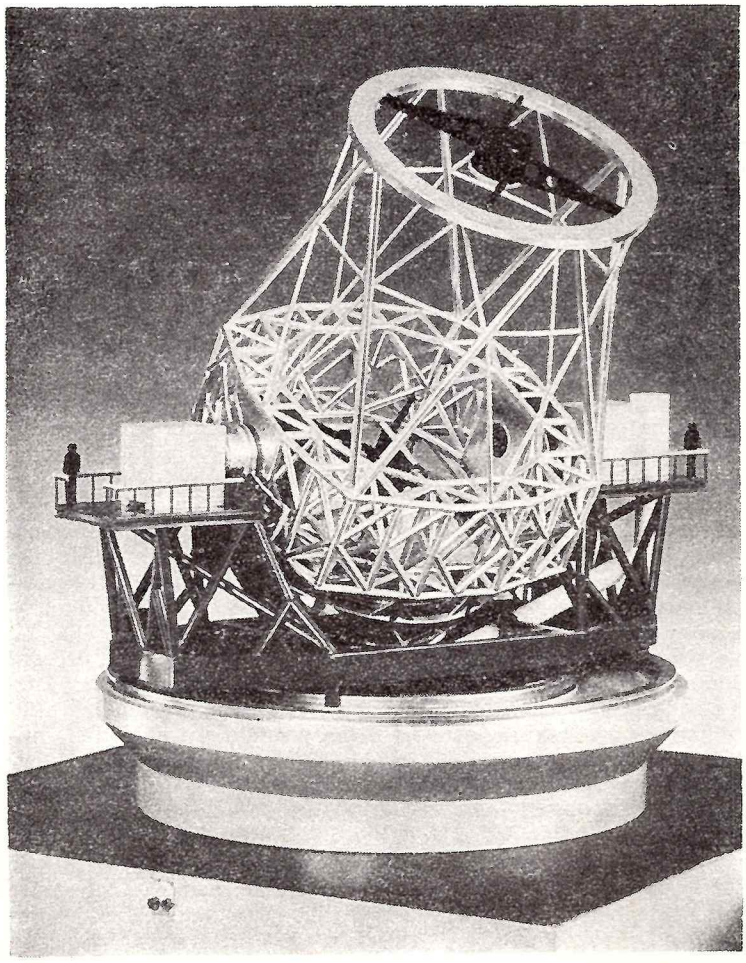


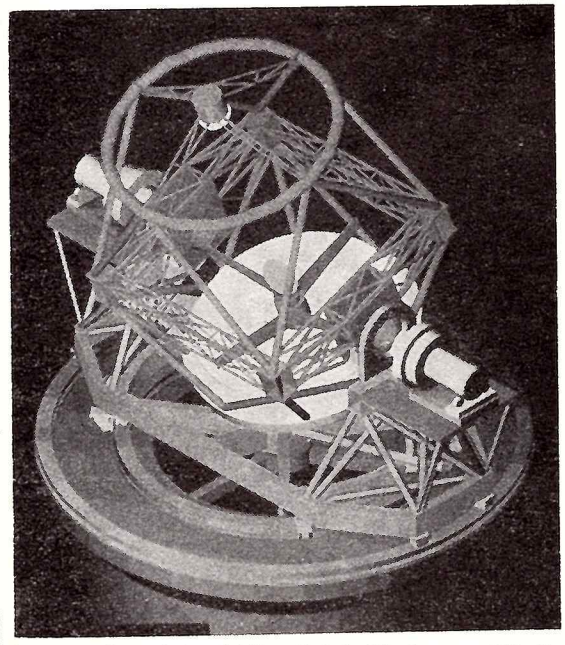
Národný teleskop USA majú tvoriť štyri 8-metrové zrkadlá na spoločnej montáži, ktoré vytvoria v spoločnom ohnisku obraz zodpovedajúci 16-metrovému ďalekohľadu. Bude však možné využívať zrkadlá aj jednotlivo.

gitálny záznam na optický disk bude oveľa výhodnejší ako fotografická platňa. Projekt „národného" teleskopu je už podrobne pripravený; už je zvolená aj koncepcia piatich detekčných prístrojov (napríklad vysokodisperzný spektrograf zaplní valec s priemehom 6 a výškou 7 m), pričom však na samotnú stavbu financie zatiaľ nie sú. V poradí priorít amerických investícií dostal totiž prednosť projekt VLBI — systém desiatich rádioteleskopov pre interferometriu na veľmi dlhých základniach.

16-METER ESO

Šestnásťmetrový ďalekohľad Európskeho južného observatória však už financovanie zaistené má. Aj ten bude pozostávať zo štyroch 8-metrových ďalekohľadov, ale bude prvým prístrojom, ktorý bude mať ďalekohľady aj mechanicky samostatné. Ich optické spojenie nastane až v podzemnom laboratóriu, a to dvoma spôsobmi. V prvom z nich pôjde len o malé množstvo svetla a bude preňho potrebných celkove 9 odrazov v každej optickej dráhe, druhý umožní aj interferometriu výstupov z jednotlivých teleskopov a bude vyžadovať ešte viac odrazov. Pritom každé z pomocných zrkadiel bude zhotovené v niekoľkých exemplároch, optimalizovaných pre odraz v jednotlivých oblastiach spektra. Veľký počet odrazov a nutnosť veľmi presného nastavenia je slabinou riešenia; lákadlom je však možnosť využitia interferometrie so základňou až 75 m. Z akého materiálu budú zrkadlá tohto ďalekohľadu, nie je zatiaľ rozhodnuté. V ESO robili pokusy s kovovými materiálmi, avšak najpravdepodobnejšie je, že zrkadlá





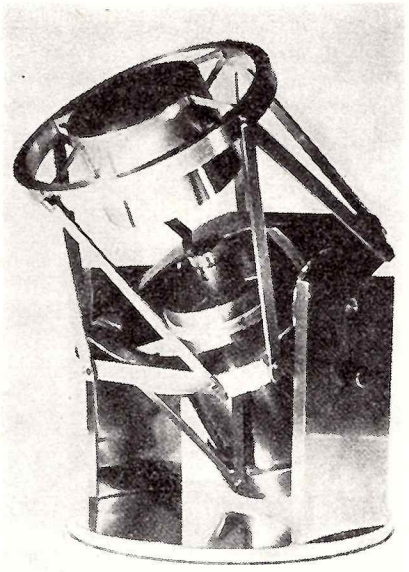
Dva modely toho istého ďalekohľadu — základnej 8-metrovej jednotky 16-metrového VLT. Ľavý model je dielom ľudských rúk a konštruktérskeho umu, pravý však vytvoril počítačový systém CAD, ktorý pracuje v centrále ESO v Garchingu a slúži najmä na vyhľadávanie možností modernizácie súčasných zariadení a prístrojov.

budú zo zeroduru hrúbky 20 cm. Pri danom priemere je to pomerne veľmi tenká doska, takže jej tvar možno udržať len použitím aktívnych podpier; preto vlastne nie je podstatný rozdiel medzi tenkým a segmentovým zrkadlom. Najprv sa má postaviť len jeden ďalekohľad — snáď už do roku 1993 — a potom sa budú stavať ďalšie, s využitím získaných skúseností.

Z ostatných krajín je teraz najaktívnejšia pri presadzovaní stavby obrieho ďalekohľadu Nemecká spolková republika, a to napriek svojmu veľkému podielu v ESO. Zrkadlo tohto ďalekohľadu má mať priemer 12 m a má pozostávať z veľkého centrálneho disku a 12 okrajových segmentov. Ďalekohľad NSR by mal byť umiestený na severnej pologuli, aby dopĺňal 16-metrový ďalekohľad ESO. Na podporu tohto projektu už vzniklo spoločenstvo významných priemyselných firiem.

Veľká Británia teraz predpokladá stavbu ďalekohľadu so zrkadlom o priemere iba 5,2 m, avšak s mimoriadne veľkým zorným poľom. Veľmi rozmerný dvojzrkadlový korektor má poskytnúť výbornú kvalitu obrazu v poli o priemere 5 stupňov.

V socialistických štátoch sú zatiaľ úvahy o veľkých ďalekohľadoch iba neurčité. O osude projektu 25-metrového ďalekohľadu v ZSSR, ktorého autorom je Stešenko, pracovník Krymského astrofyzikálneho observatória AV ZSSR, nie sú teraz žiadne nové správy. Predpokladá sa vybudovanie spoločného observatória socialistických krajín na slnečný a stelárny výskum v strednej Ázii. Tento projekt by snáď zahŕňal aj obrí ďalekohľad, avšak konkrétne sa na tohtoročných rokovaniach hovorilo iba o 4-metrovom ďalekohľade.



Britskí astronómovia plánujú postaviť veľkú, 5,2-metrovú verziu teleskopu Mersen-Schmidt. Netradičná optická sústava by mala mať výsledná zorné pole 5° a jej realizácia by sa mala uskutočniť v prieberu 15 rokov.

Malý príspevok k rotácii Slnka

Vo vede a teda aj v astronómii, sa často stáva, že laickému čitateľovi bývajú predkladané vedľa seba informácie, ktorých miera presnosti je veľmi odlišná. Takéto údaje potom bývajú často preberané z jedného prameňa do rôznych publikácií bez toho, aby sa overila ich skutočná presnosť a správnosť z hľadiska miery poznania v danom okamihu. Časom sa potom môže stať, že niektorý z údajov sa stane akoby konštantou a traduje sa v publikáciách dlhý čas; až dovtedy, kým sa nenájde niekto, kto narazí na rozpor a nedá si pokoj, pokiaľ sa nedozvie, ako sa veci majú v skutočnosti. Príkladom môže byť Ivo Míček z Veselí nad Moravou, ktorý narazil na nezrovnalosti v uvádzaných počiatkoch carringtonovskej rotácie Slnka. Ak narazíte na nejaký problém aj Vy, radi sprostredkujeme jeho objasnenie našimi poprednými odborníkmi.

Pozorovatel Slunce či vážnější zájemce o naši hvězdu se při svých bádáních setkává s Carringtonovou otočkou, tedy synodickou periodou rotace Slunce. Počátek této periody bývá v literatuře udáván velmi rozdílně, ale to už posuďte sami.

Astronomický kalendár 1982 se ve stati věnované pozorování Slunce dostává v popisu tohoto Carringtonova elementu k datu 9. ledna 1853. S tímto údajem, který znamená počátek první otočky v tzv. Carrintonově řadě se lze setkat i v následujících Astronomických kalendárech a později i v Astronomických ročenkách. Ovšem Astronomické ročenky 1986—1988 uvádí novinku, synodické otočky se v nich počítají od 1. ledna 1854 UT. Je to zajímavé i z historického hlediska, toto datum se uvádí například v knize Astronomické praktikum (Guth, Link) z roku 1950, dá se najít v Astronomickém a astronautickém slovníku (Kleczek, Švestka), v Malé československé encyklopedii nebo v Encyklopédii astronómie.

Když si ale dá člověk trochu práce s počítáním, pak mu při zvolené periodě 27,275 dne a počtu otoček vyjde datum 9. 11. 1853. Mimochodem — v Hvězdářských ročenkách je toto datum uváděno od roku 1981. Problém je tedy vyřešen a doufám, že bude i patřičně přijat — a nebo je přece jen všechno jinak?

Predovšetkým musíme povedať, že všetko na Slnku je tak, ako má byť, iba v historickom vývoji došlo k poprehadzovaniu dátumov. Pokúsime sa uviesť skutočnosti tak, ako sa v priebehu času vyvinuli.

Slnko je plynné teleso s premenlivými úkazmi (v polohe i v čase) na povrchu, podľa ktorých sa nedá určiť nijaká stabilná súradnicová sústava. Okrem toho, Slnko nerotuje ako pevné teleso, ale diferenciálne: na rovníku sa otáča najrýchlejšie, k pólom uhlová rýchlosť jeho rotácie klesá, čo vyjadruje aj známy zákon diferenciálnej rotácie. Okrem toho sa v posledných rokoch zistilo, že diferenciálny spôsob rotácie existuje aj v radiálnom smere, a to v smere pod fotosféru, aj v smere von z fotosféry.

Zavedenie súradnicovej sústavy na Slnku (presnejšie vo fotosfére) v druhej polovici minulého storočia si vyžiadali stále častejšie pozorovania škvŕn na Slnku a spôsob ich interpretácie. Oveľa dôležitejšie než jednoduché počítanie počtu škvŕn na povrchu Slnka (cyklus aktivity so stredným trvaním 11 rokov bol už známy), však bolo určenie ich polohy a pohybu, aby sa z toho mohla určiť rotácia Slnka. Tá v tej dobe bola známa len približne (26—27 dní), a určil ju ešte Scheiner na základe pozorovaní škvŕn v rokoch 1625—1626. Stanoviť rotáciu Slnka si vyžadovala tiež pravdepodobná súvislosť javov pozorovaných na Slnku (erupcie) a ich vplyv na deje v atmosfére Zeme.

Jedným z najväčších priekopníkov bol v tomto smere R. C. Carrington, ktorý v Redhille na základe vlastných pozorovaní určoval polohy slnečných škvŕn, a to v období od 9. novembra 1853 do 24. marca 1861 (pozorovania slnečných škvŕn na svojom súkromnom observatóriu musel skončiť v súvislosti s poverením inými úlohami — v plnej miere sa musel venovať prevádzke rodinného pivovaru). Na základe štúdia škvŕn (práca bola publikovaná v r. 1863) navrhol zavedenie súradnicovej sústavy, z ktorej sa určuje efemerida pre fyzikálne pozorovanie Slnka (heliografická dĺžka — L, heliografická šírka — B a pozičný uhol — P), jej základný bod a epocha, od ktorých sa v budúcnosti mali určovať súradnice na povrchu Slnka. Carrington navrhol, aby sa heliografická dĺžka počítala od základného nulového slnečného meridiánu, ktorý prešiel cez výstupný uzol slnečného rovníka na ekliptike dňa 1. januára 1854 o polnoci stredného greenwichského času. Treba hneď dodať, že v dostupnej astronomickej literatúre (Greenwich Proto-Heliographic Results z r. 1907) alebo v starých perio-

dikách, napr. The Nautical Almanac z r. 1908, sa doporučilo a prakticky realizovalo a používa sa dodnes, že za základ pre výpočet heliografickej dĺžky sa bral a berie sa nulový meridián, definovaný pre JD = 2 398 220,0, t. j. dňa 1. 1. 1854 o 12:00 — UT, takže Carringtonom navrhovaný nulový meridián prešiel výstupným uzlom o 12 hodín skôr. Dá sa predpokladať, že pozmenenie Carringtonovej definície počiatku vyvieralo z praktických potrieb, aby sa základné údaje vzťahovali k začiatku dňa podľa JD. Ďalšie elementy, ktoré sú pre výpočet efemeríd potrebné, zostali také, ako ich v r. 1863 definoval Carrington:

— dĺžka výstupného uzla: $\Omega = 73,6667 + (R - 1850) . 0,01396$ (korekcia na pohyb výstupného uzla, ktorý je spôsobený precesiou, za rok predstavuje 0,8′; R — rok pozorovania);
— uhol medzi slnečným rovníkom a ekliptikou: $i = 7° 15'$;
— siderická perióda rotácie základného meridiánu: $T_{sid.} = 25,38$ dňa;
— synodická perióda rotácie základného meridiánu: $T_{syn.} = 27,2753$ dňa.

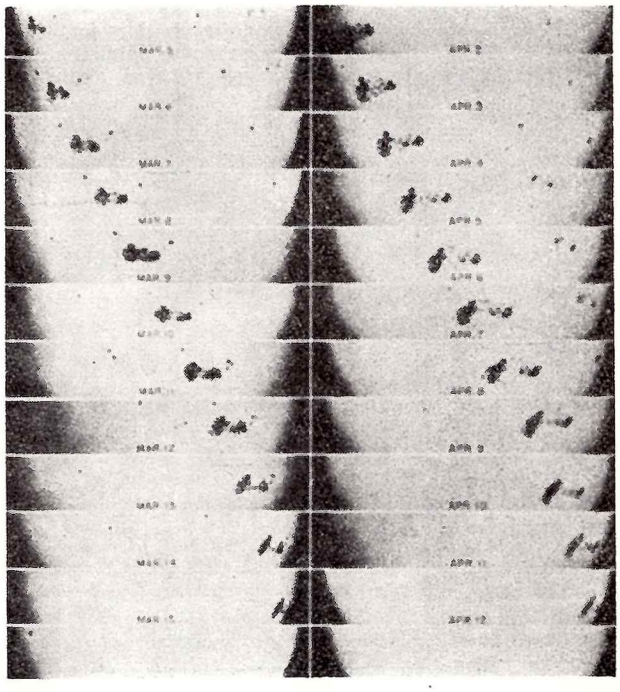
Skoro v tom istom období (1860—1873) sa rovnakou úlohou ako Carrington zaoberal ďalší vtedajší významný bádateľ, R. Spörer. Ten na základe vlastných pozorovaní navrhol a pre zavedenie súradnicovej sústavy používal iné vstupné parametre. Tieto parametre (t. j. uhol i, T_{sid}, T_{syn} a Ω), aj keď nie veľmi, sa od parametrov Carringtonovej definície predsa len líšili. Výsledky svojich pozorovaní publikoval Spörer v r. 1874. Obe sústavy pre výpočet efemeríd sa používali až do roku 1928. V tom roku sa však v dňoch 5.—13. júla konalo v holandskom Leidene III. Valné zhromaždenie Medzinárodnej astronomickej únie, ktoré na základe návrhu Komisie č. 12 (Slnečná fyzika) schválilo rezolúciu (bod 7 príslušnej komisie), aby sa v budúcnosti pre výpočet efemeríd používala len jedna, Carringtonova definícia, ako ju doporučili v Photo-Heliographic Results z r. 1907. Tá vstúpila do platnosti 1. januára 1929 prakticky na celom svete.

Po prijatí tejto definície nultého meridiánu sa doporučilo pokračovať aj v počítaní rotácií, ktoré začal Carrington svojím prvým pozorovaním, teda 9. 11. 1853 (začiatok rotácie č. 1; začiatok novej rotácie je vtedy, keď hodnota nultého meridiánu dosiahne hodnotu 0°). Dňa 1. 1. 1854 začínala vlastne Carringtonova rotácia č. 3.

Prvá zmienka o pokračovaní počítania rotácie v Carringtonovej sérii sa v The Nautical Almanac objavila v efemeridách pre rok 1931 (dovtedy sa síce uvádzali počiatky nultého meridiánu podľa pozmenenej definície Carringtona, ale čísla rotácií sa neuvádzali). Samotný The Nautical Almanac z r. 1931 sa odvoláva na doporučenie pokračovať v počítaní rotácie v Carringtonovej sérii na Photo-Heliographic Results z r. 1907, kde boli publikované výsledky pozorovaní slnečných škvŕn v rokoch 1874—1885, ktoré boli robené už fotograficky v Greenwichi.

Záverom teda môžeme povedať, že prvá Carringtonova otočka začala 9. 11. 1853. Všetky ostatné údaje, nech sú uvádzané kdekoľvek, sú nesprávne.

RNDr. VOJTECH RUŠIN, CSc.,
AsÚ SAV, Tatranská Lomnica



Fotografický záznam pohybu slnečných škvŕn v čase od 5. do 16. marca (ľavý stĺpec) a od 2. do 13. apríla 1979 (pravý stĺpec). Veľmi pekne tu vidno rotáciu Slnka počas dvoch Carringtonových otočiek; prvá začala 9. 11. 1853 v deň, keď Carrington na svojom observatóriu začal sledovať pohyb slnečných škvŕn a neskôr navrhol súradnicovú sústavu, z ktorej sa určuje efemerida pre fyzikálne pozorovania Slnka.

■ **ZHOTOVÍM** paralaktickú montáž s jemnými pohybmi (bez hodinového pohonu) pre reflektor max. 150/1350 alebo refraktor max. 100/1000. Zaručené kvalitné prevedenie! (cena 4500,— Kčs). Záujemcovia, vo svojom liste uveďte nasledujúce údaje: typ prístroja (refraktor/reflektor), parametre prístroja (∅, ohn. vzdial.), predpokladanú hmotnosť tubusu s osadenou optikou. Presný termín zhotovenia dohodnem písomne. V. Popardovský, Važec 726, okr. L. Mikuláš 032 61.

■ **PREDÁM** Kozmos 1974—1987 komplet. nezviazaný. Heribanová Mária, Dopravná 6, 831 06 Bratislava.

■ **KOUPÍM** Zenitový hranol — kompletní. Ing. Libor Kachlík, Urjupinská 680, Frýdek-Místek 738 01.

■ **PREDÁM** rôzne astronomické materiály: knihy, časopisy, mapy, metodické materiály a pomôcky, diapozitívy, fotografie atď. Zoznam zašlem. Ing. Milan Mazanovský, Duklianska 2, 914 41 Nemšová.

■ **KÚPIM** kvalitný objektív priemeru 50 až 55 mm s ohniskovou vzdialenosťou 500 až 800 mm (350—400 Kčs), ďalej kúpim na okulár (Zeiss) koncovku. Odpoviem každému. V prípade iných rozmerov udajte rozmery a cenu. M. Haring, Pod Banušom 31, 974 01 B. Bystrica.

■ **PRODÁM** pokovené hlavní a pomocné zrcadlo na NEWTON ∅ 125/1000 (ing. Gajdůšek). Cena dle dohody. Prudil Josef, Vlkov 9, 679 65 Skrchov.

■ **KOUPÍM** úzkopásmový spektrální filtr pro čáru H-alfa (Day-Star), vhodný fotonásobič pro konstrukci fotometru, širokopásmové filtry pro trojbarevný systém (UBV)-Johnsonův-Morganův systém. Efektivní délky vlny těchto filtrů pro U-360nm, pro B-420nm, pro V-540nm. Cenu respektuji. Alexandr Filip, ČSA 20, 748 01 Hlučín.

■ **PREDÁM** teleobjektív Telemegor 4,5/300 s bajonetom na Exaktu a masívny drevený statív. Ján Lovecký, Šafárikova 3, 949 01 Nitra, č. telefónu 414-223.

■ **PRODÁM** zrc. teleobj. MTO, svět. 10,5; f = 1100 mm, záv. M 42. Nebo vyměním za kval., přes. paralakt. montáž s nosn. do 10 kg, s el. či ruč. pohonem. Příp. doplatím. Miroslav Zimmer, Pokratická 83, 412 01 Litoměřice.

■ **KOUPÍM** atlas Coeli, Eclipticalis, Borealis a Atlas Tirion. Nabídněte jakoukoliv rozumnou cenu. Richard Vejvalka, J. Faimanové 22, Brno-Líšeň 602 00.

■ **PRODÁM** šroubový okulárový mikrometr MEOPTA s okulárem O 15 mm, soupravu optiky pro dalekohled Newton (parabolické zrcadlo hliníkované ∅ 220/1250 mm, astrookuláry Zeiss O 10, H 16 a H 25 mm, pravoúhlý hranol a tubus z Kartitu), dále pentag. hranol z Binaru 25 × 100 a širokoúhlý okulár typu Erfle F 25 mm. Dr. M. Možíšek, Prokofjevova 2, 623 00 Brno.

■ **PRODÁM** a **KOUPÍM,** nebo dám bezvadný binar SOMET 25 × 100 za vrak binaru 25 × 100 i bez optiky + doplatek. Potřebuji k výrobě většího binaru. Ing. Jiří Benák, Kutilova 3063, Praha 4-Modřany, PSČ 143 00.

ŠTÍT

V súhvezdí Štítu nie sú žiadne nápadné hviezdy, na oblohe ho však ľahko nájdeme. Leží na miestach, kde sa nachádza Barnardov „drahokam Mliečnej cesty... najjasnejší z hviezdnych oblakov", tam, kde je striebristý pás zdobiaci letné noci najvýraznejší. Ak budeme Štít hľadať v meste, vydáme sa k nemu od hviezdy λ v súhvezdí Orla — je dostatočne jasná a privedie nás prinajmenšom k M11, najnápadnejšej hviezdokope súhvezdia.

Tento kút oblohy astronómovia objavovali veľmi pomaly. Hviezdny katalóg Claudia Ptolemaia z 2. storočia n. l., ktorý do svojich „Obehov" bez podstatných zmien zahrnul o trinásť storočí neskôr aj Koperník, hviezdy ležiace na týchto miestach vôbec neuvádza. V roku 1690 sem síce Johannes Hevelius umiestnil súhvezdie Štítu Sobieského[1] (latinsky Scutum Sobescian), zďaleka to však neznamenalo, že hviezdy z tohto kúska oblohy konečne niekam patria. Keď John Flamsteed pripravoval svoj katalóg[2], zaradil najjasnejšie hviezdy do Orla, takže napríklad 1Aquilae je zároveň α Scuti. A ešte v minulom storočí anglický amatér William H. Smyth[3] písal o hviezdokope M11, ako keby patrila súhvezdiu Antinous.

Až v našom storočí dostali súhvezdia presne vymedzené hranice. Štítu zostala pri tomto delení len malá časť oblohy (je piatym najmenším súhvezdím), i na takom malom kúsku sa však nájde veľa pekného.

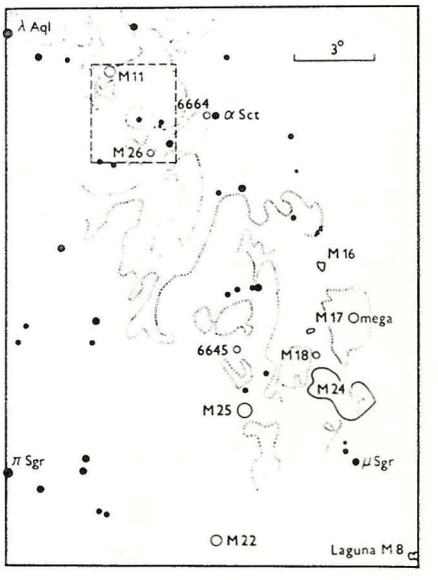
Predovšetkým je tu jedna z vôbec najkrajších otvorených hviezdokôp — **M11** (NGC 6705) — ktorú pri hľadaní komét objavil v roku 1681 Gotfried Kirch. Je veľmi jasná (na priezračnej a tmavej oblohe ju niekedy zbadáme aj voľným okom) a ľahko sa hľadá, takže je vhodným objektom aj pre málo skúsených pozorovateľov. Ak budeme napríklad triedrom sledovať oblúk hviezd λ Aql, 12 Aql a η Sct, privedie nás k malému jasnému obláčiku, ktorý svojím difúznym vzhľadom a kruhovým tvarom pripomína jasnú kométu bez chvosta. V malom ďalekohľade, napríklad v Somete 25 × 100, má obláčik už zrnitú štruktúru (to sú jednotlivé sotva badateľné hviezdy) a mení sa aj jeho tvar. Najmä v slabších podmienkach má hviezdokopa tvar vejára alebo trojuholníka, ktorý sa rozprestiera od jasnej hviezdy vo vrchole do severozápadného kvadrantu. Admirálovi Smythovi pripomínal tento tvar klin letiacich divokých husí — v anglických prameňoch sa preto tejto hviezdokope niekedy hovorí **Divá hus.** S rastúcim priemerom použitého ďalekohľadu sa ukazujú stále slabšie hviezdy, ktoré znova doplnia tvar kopy na nepravidelný kruh. Hviezdokopa však stále zostáva pôsobivým objektom, pretože má bohatú zásobu slabulinkých hviezd na striebristom podklade.

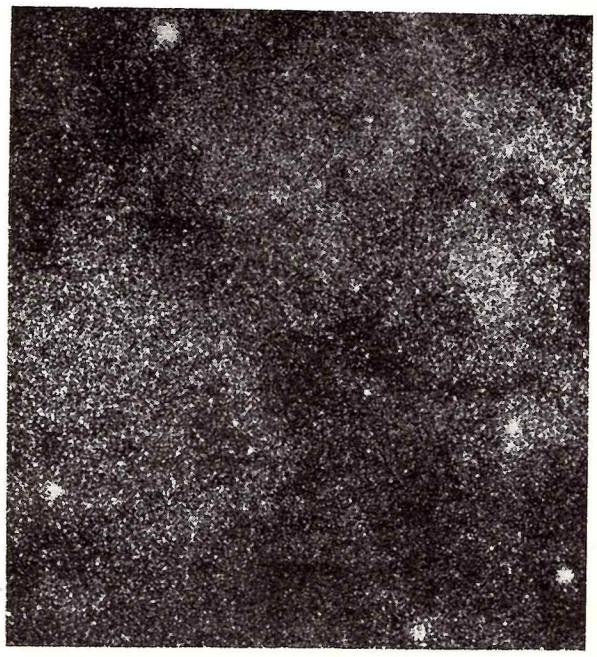
Mliečna dráha v súhvezdí Strelca a Štítu je miestom, kde nájdeme nepreberné množstvo zaujímavých objektov — guľové hviezdokopy, otvorené hviezdokopy i hmloviny. Otvorená hviezdokopa M 11 v súhvezdí Štítu patrí medzi najkrajšie a najjasnejšie objekty svojho druhu na oblohe a v dobrých podmienkach sa môžeme pokúsiť nájsť ju aj voľným okom.

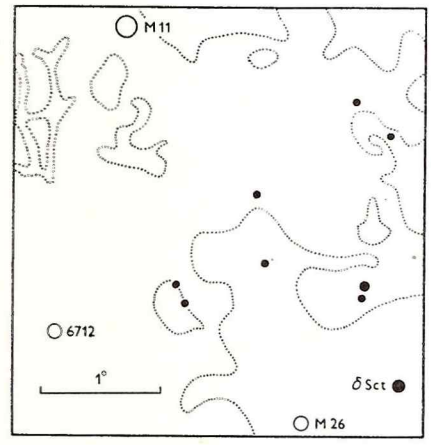
Ak budeme pri hľadaní M11 márne pátrať po hviezde, ktorá je v mapke označená písmenom R, nesmie nás to vyviesť z miery. Toto označenie bolo zvlášť vyhradené pre hviezdy, ktoré sa v danom súhvezdí podarilo ako prvé usvedčiť zo zmien jasnosti (ak už samozrejme neboli označené gréckym písmenom). Premennosť **R Sct** objavil už v roku 1795 Pigott. Hviezda mení svoju jasnosť v nepravidelných cykloch, kde sa striedajú hlbšie a plytšie minimá. Jasnosť pritom kolíše zhruba v rozmedzí $4{,}2^m$ až $8{,}6^m$ — niekedy ju môžeme vidieť ako slabú hviezdu, v období minima však skoro zmizne aj z triedru. Druhú premennú, **S Sct**, objavil až skoro po sto rokoch v roku 1883 český profesor Vojtěch Šafařík. Samotná hviezda však zaujala pri prehliadke oblohy už Williama Herschela, ktorý ju popísal ako „najpozoruhodnejšia rubínová červeň".

Okrem M11 sa v Štíte nachádza ešte jedna otvorená hviezdokopa s messierovským číslom — **M26** (NGC 6694). Ani túto však neobjavil Messier, ale niekedy v polovici 18. storočia Le Gentille. Nie je síce tak pôsobivá ako M11, pre malý ďalekohľad je však ľahkým objektom. V Somete nám za dobrých podmienok padne do oka aj v prípade, že do týchto končín zablúdime len náhodou a nebudeme o nej vedieť vopred. Uvidíme ju ako svetlú škvrnu veľkosti M13 v Herkulovi, najjasnejšia je na juhozápadnom okraji. Bočným videním sa rozširuje na sever v podobe slabnúceho a postupne sa strácajúceho závoja.

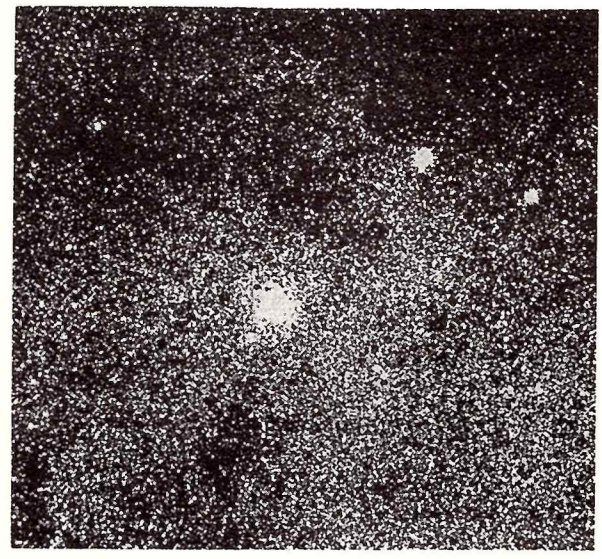
Otvorená hviezdokopa **NGC 6664** sa síce ľahko hľadá, nakoľko leží neďaleko α Sct, je však zreteľná len







Snímka zachytáva oblasť, ktorá je vyznačená čiarkovane v schéme na predchádzajúcej strane. Rozloženie jednotlivých objektov znázorňuje vedľajšia schéma.



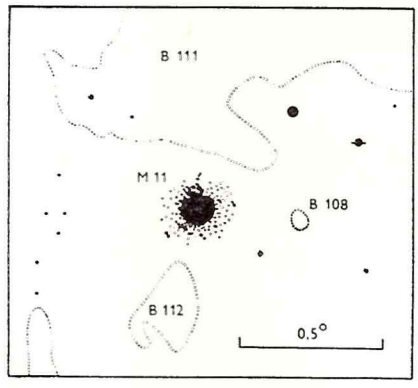
Centrálnym objektom na snímke je známa hviezdokopa M 11, ktorá je vďačným objektom na pozorovanie. Umiestnenie jednotlivých oblakov znázorňuje vedľajšia schéma.

pri výborných podmienkach, keď je obloha číra a tmavá. V Somete ju uvidíme najskôr ako nejasnú škvrnku, po chvíli však možno rozoznáme milučkú kopu asi dvadsiatich drobných hviezdičiek.

Ešte ťažším objektom je otvorená kopa **NGC 6649.** Je veľmi nenápadná, dokonca aj vo výhodných podmienkach ju v Somete uvidíme len ako difúzne okolie jasnejšej hviezdičky. Takéto slabé a difúzne objekty, ktoré nemajú ani ostré okraje a pomaly prechádzajú do stratena, potrebujú nielen tmavú oblohu a čisté ovzdušie, ale oko musí byť dobre prispôsobené na tmu a objektív ďalekohľadu sa nesmie rosiť.

Poslednou otvorenou hviezdokopou, ktorá je vyznačená na mapke, je **NGC 6704,** priamo na sever od M11. Na rozdiel od ostatných objektov, ktoré sú prevzaté z Bečvářových máp, túto v Atlase coeli nenájdeme. V takých bohatých oblastiach Mliečnej cesty, akým je oblak v súhvezdí Štítu, je totiž veľmi ťažké povedať, čo je skutočná hviezdokopa a čo len náhodné zhustenie hviezdneho pozadia. Niekedy sa stáva aj to, že hviezdokopa zjavne viditeľná vo väčších ďalekohľadoch potom na fotografii zaniká v bohatom hviezdnom pozadí. Podľa Waltera S. Houstona, skúseného amerického pozorovateľa, je z podobných sporných objektov v Štíte najvýraznejšia práve NGC 6704, pretože leží v tmavej hmlovine a nemá až tak prekypujúce okolie. Obsahuje hviezdy 10^m až 12^m na ploche s priemerom len 2′ a je údajne dobre viditeľná 13 cm ďalekohľadom. Rektazcenziu (1950.0) má $18^h\,48{,}2^m$, deklináciu —5° 16′.

Nakoniec sme si nechali dva objekty, ktoré na oblohe ležia len kúsok od seba, guľovú hviezdokopu **NGC 6712** a planetárnu hmlovinu **IC 1295** (Atlas coeli ju chybne označuje IC 1298). Prvá z nich je pre skúsenejšieho pozorovateľa ešte pomerne ľahkým objektom. Patrí medzi tie drobné guľové hviezdokopy, ktoré sú v Somete za dobrých podmienok viditeľné ako hviezda s hmlovinkou, ak však nie je obloha úplne čistá (stačí iba riedky cirrostratus), sú od okolitých hviezd prakticky na nerozoznanie. Bočným videním sa nám javí ako hmlová škvrnka, rovnomerne jasná a s trochu difúznym okrajom.



Planetárna hmlovina **IC 1295,** to už je niečo iné. Je zrejme stvorená len pre väčšie ďalekohľady, ostrieľaných pozorovateľov a výborné podmienky. V literatúre sú zmienky o tom, že bola pozorovaná len ďalekohladmi s priemerom 20 cm a viac. Autor rubriky ju počas nádhernej noci veľmi slabo uvidel Sometom, musel však poznať jej presnú polohu medzi hviezdami a i tak ju bočným videním zbadal až po dlhšej chvíli. Priemer hmloviny je ťažké odhadnúť, zdá sa však, že je približne rovnako veľká ako guľová hviezdokopa v jej susedstve.

Pokiaľ máte väčší ďalekohľad mimo mesta, môžete sa pokúsiť nájsť ju. Uvítame akékoľvek správy o jej pozorovaní, i o pozorovaní ostatných objektov. Môžete sa pokúsiť aj o kresbu týchto hmlovín a hviezdokôp. K tomu vám prajeme nádhernú oblohu a veľa šťastia.

LEOŠ ONDRA

Poznámky:

1 Hevelius toto súhvezdie pomenoval podľa poľského kráľa a vojvodcu Jana Sobieského (1629—1969), ktorý porazil turecké vojská v bitke pri Viedni.

2 John Flamsteed (1646—1719), prvý riaditeľ Greenwichskej hvezdárne, sa venoval najmä meraniu presných polôh hviezd. Svoje tridsaťročné snaženie zhrnul v katalógu, ktorý pod názvom Historia Coelestis Britannica vyšiel ucelene až po jeho smrti, v roku 1725. Jednotlivé hviezdy číslovaľ v každom súhvezdí zvlášť podľa rastúcej rektascenzie. Toto značenie sa rozšírilo a používa sa dodnes. (Známe sú napríklad hviezdy 61 Cygni alebo 40 Eridani.)

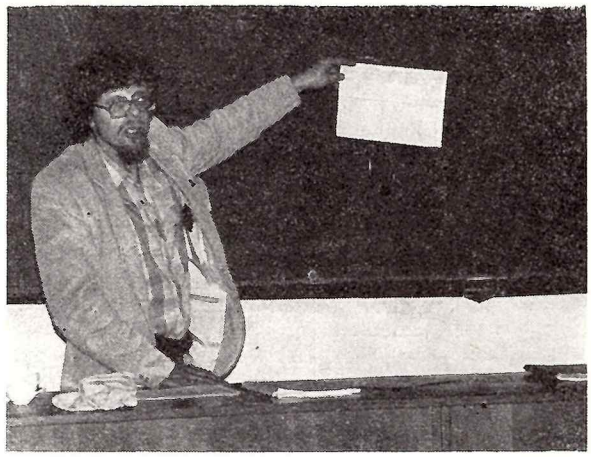
3 Admirál William Henry Smyth (1788—1865) je autorom prvého sprievodcu po krásach oblohy, ktorý vydal v roku 1844 podľa vlastných pozorovaní hviezdokôp, hmlovín a dvojhviezd svojím 15 cm ďalekohľadom.

Meteorári v Brne

Tohtoročný seminár pre pozorovateľov medziplanetárnej hmoty, ktorý pravidelne začiatkom jari poriada brnenská hvezdáreň, sa od tých predchádzajúcich v mnohom líšil. Organizátori položili dôraz na účasť aktívnych pozorovateľov, ktorí sledujú meteory a vôbec oblohu pravidelne a sústavne, a snažili sa im poskytnúť program, ktorý by im umožnil rozšíriť si svoje vedomosti a dal im inšpiráciu do ďalšej práce. Tomuto cieľu bol podriadený aj program seminára.

Hlavnú prednášku predniesol RNDr. Ján Štohl, DrSc., ktorý vo svojom vynikajúcom vystúpení priblížil účastníkom seminára súčasné problémy a výsledky na poli meteorickej astronómie u nás. V referáte o komplexe rojov kométy Encke sa mu podarilo výborne vystihnúť metódy a postupy vedeckej práce a názorne predviedol poslucháčom, ako ťažko a zdĺhavo sa vsadzujú kamienky do mozaiky poznania štruktúry meteorických rojov v slnečnej sústave.

RNDr. Ján Štohl, DrSc. hovorí o meteorickom komplexe Enckeovej kométy.



RNDr. Jan Hollan vysvetľuje zmeny v pozorovacích protokoloch.

V prípade štúdia rojov Enckeho kométy všetko začalo u sporadických meteorov. Z radarových pozorovaní sa ukázalo, že okrem dvoch maxím v sporadickom pozadí (okolo 2. a 6. hodiny ráno) existuje ešte tretie maximum zhruba o 10-tej dopoludnia, ktoré prislúcha helionovému zdroju. Navyše sa ukázalo, že v priebehu roka nastávajú aj variácie vo výdatnosti jednotlivých zdrojov. Tento rozpor sa dal vysvetliť len tým, že antihelionový a helionový zdroj je sústavou telies na jednej dráhe, ktorú Zem stretáva dvakrát do roka. Vybrali sa preto typické dráhy týchto meteorov a porovnali sa s dráhami známych rojov — Arietíd, Tauríd a βTauríd. Z presných fotografických dráh sa potom odvodili zmeny ich elementov a zrazu začalo všetko pekne do seba zapadať. Nakoniec sa podarilo dokázať, že roje južných Arietíd, severných Piscíd, obe vetvy $\varkappa$Orionid, ρGeminidy, severná i južná vetva Tauríd, asteroidy Oljato, 1984 KB, 1982 TA, bolid PN 39450, Enckeho kométa, Tunguzský meteorit a možno i planétka (2212) Hephaistos tvoria komplex telies rôznej veľkosti, ktoré mali niekedy v minulosti zrejme spoločné materské teleso. Navyše sa ukazuje, že prevažná časť medziplanetárnej hmoty vo vnútorných oblastiach slnečnej sústavy je pozostatkom tohto telesa a že vlastne máme šťastie, pretože v inom čase by sme meteory vôbec nemuseli pozorovať.

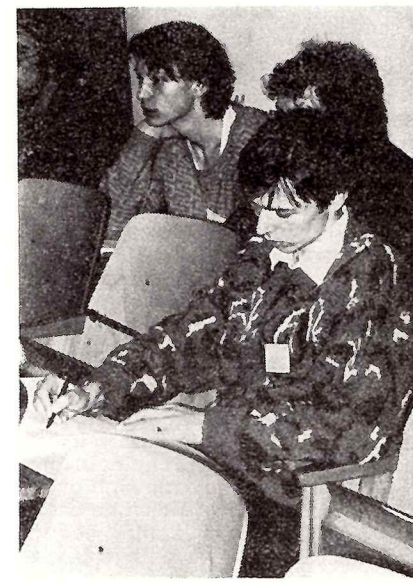
Dr. Štohl predniesol tiež niekoľko pripomienok k vizuálnemu pozorovaniu meteorov a zdôraznil, že sú stále nenahraditeľné, najmä pri určovaní skutočných frekvencií. Na tento blok nadviazal RNDr. Vladimír Znojil, ktorý hovoril o metódach vizuálneho pozorovania meteorov, o jednotlivých sledovaných veličinách, presnosti ich záznamu a o spracovaní týchto pozorovaní. Zdôraznil, že najťažším stále zostáva vyhodnotenie materiálu, pretože cenné sú len veľké súbory dát a na ich spracovanie je už potrebný výkonný počítač s dobrým softwareom (veď jeden meteor zaberie v pamäti zhruba 50 bajtov).

RNDr. Jan Hollan zhodnotil predchádzajúce pozorovacie obdobia. V roku 1986 sa mimo sústredení podarilo 37 pozorovateľom na 20-tich miestach Československa zhromaždiť rekordný počet 2200 záznamov meteorov, o čo sa najviac pričinil Filip Hroch s 575 zákresmi za 42,5 hodiny v priebehu 29-tich nocí. Minulý rok bol trochu chudobnejší, je to však možno spôsobené aj tým, že niektorí pozorovatelia ešte svoje pozorovania na brnenskú hvezdáreň neposlali. Ďalej dr. Hollan hovoril o zmenách v protokoloch a o určovaní medznej hviezdnej veľkosti, ktorá je pre spracovanie veľmi dôležitá.

Petr Pravec oboznámil účastníkov s programom „Perzeidy 1988—1992" (pozri Kozmos č. 3/88, str. 107) a vyzval všetkých prítomných k účasti na tomto, istotne zaujímavom pozorovaní. Leoš Ondra hovoril o zásadách pozorovania, potrebe všeobecnej znalosti oblohy a spomenul najzaujímavejšie objekty, hlavne dvojhviezdy. O pozorovaní kométy Bradfield 1987s referovali F. Hroch a R. Dušek, ktorí spracovali odhady jasnosti a veľkosti komy a centrálnej kondenzácie najkrajšej vlaňajšej kométy. Zo 140 rôznych odhadov sa ukázalo 115 použiteľných, je však ťažké pozorovania ďalej spracovať, pretože sa nepodarilo určiť štandardné pozorovacie podmienky. Je už však vypracovaný program KDO (konštantné difúzne objekty), ktorý bude slúžiť na určenie vplyvu pozorovacích podmienok na parametre KDO. Vážnym záujemcom poskytne tento program brnenská hvezdáreň.

Záverom môžeme povedať, že seminár bol svojím programom i skladbou skutočne prínosom, lebo naznačil cesty, akými by sa mal výskum medziplanetárnej hmoty v amatérskych podmienkach u nás uberať.

ROMAN PIFFL



Petr Pravec sa pripravuje na svoje vystúpenie o pograme „Perzeidy 1988—1992".

DYNASTIA HERSCHELOVCOV
I. časť

Sir Frederick William Herschel

Izák Herschel bol hoboistom u hannoverskej pešej gardy anglického kráľa Juraja II., ktorý vládol ako v Anglicku, tak i v hannoverskom vojvodstve. Tieto dve krajiny tvorili v rokoch 1714 až 1837 personálnu úniu na čele s hannoverskými vojvodami ako kráľmi Anglicka.

Izák Herschel, ktorého rodina pôvodne pochádzala z Moravy, bol zakladateľom slávnej astronomickej „dynastie" Herschelovcov; mal 6 detí: 4 synov a 2 dcéry, z ktorých Wilhelm bol jedným z najslávnejších astronómov XVIII. storočia. Jeho sestra Karolina sa stala — po boku svojho brata — tiež známou hvezdárkou a jeho brat Alexander pomáhal pri zhotovovaní vynikajúcich herschelovských ďalekohľadov, v tej dobe vyhľadávaných po celej Európe. Taktiež syn Wilhelma Herschela — John Herschel — bol známym astronómom, matematikom, fyzikom a chemikom a konečne jeho vnuk, Alexander Stewart Herschel bol profesorom fyziky a venoval sa aj astronómii — výskumu meteorov — a dostal sa aj do styku s uhorským astronómom Konkoly-Thegem, ktorý mal súkromnú hvezdáreň v Starej Ďale (v terajšom Hurbanove).

Friedrich Wilhelm Herschel — alebo ako sa neskôr nazýval Sir Frederick William Herschel — sa narodil v Hannoveri 15. novembra 1738, teda na jeseň tomu bude práve 250 rokov! Otec — podobne ako ostatným synom — poskytol mu hudobné vzdelanie: už ako malý chlapec — sotva štvorročný — hral sólové party v otcovom orchestri.

Mladý Wilhelm — keď dosiahol štrnásty rok — stal sa po vzore svojho otca a staršieho brata Jakuba profesionálnym hudobníkom — hoboistom.

V roku 1755 preložili pluk, u ktorého slúžil ako hudobník, do Kentu a tak sa Herschel prvýkrát dostáva do Anglicka. Už po krátkom čase sa však vracia na kontinent, aby sa zúčastnil bojov v sedemročnej vojne (1756—1763). Keďže však nebol ešte plnoletý a neviazala ho vojenská prísaha, smel onedlho opustiť vojenskú službu a vrátiť sa do Anglicka.

V Anglicku sa spočiatku veľmi ťažko prebíjal; niekoľko rokov pôsobil ako hudobník v rôznych mestách Anglicka a medzičasom navštívil aj Taliansko.

S astronómiou, ktorá ho čoraz viac pútala, sa prvýkrát stretol v Halifaxe. V tom čase sa však prevažne venoval hudbe a stal sa známym hudobníkom — výborným organistom.

V roku 1766 bol pozvaný do kúpeľného mesta Bath neďaleko juhozápadného pobrežia Anglicka, kde začal pôsobiť ako organista v kaplnke Octagon. Tu zostal plných 15 rokov. Pozval k sebe z Hannoveru svojho brata Alexandra a sestru Karolinu Lukréciu (narodenú v Hannoveri roku 1750), ktorá zostala so svojím bratom až do jeho smrti.

Na dlhšiu dobu ich navštívil aj brat Jakub a takmer celá rodina bola pohromade. V dome sa nacvičovali hudobné skladby: hrali sa symfónie, oratóriá, ale aj pochody a nacvičoval sa aj spev; tak sa celý dom podobal skôr konzervatóriu ako rodinnému príbytku.

Ale postupom času — najmä po roku 1772, keď navštívil svoje rodné mesto — začal sa Herschel čoraz intenzívnejšie venovať astronómii. Vo voľných chvíľach rád čítal astronomické diela a veľa študoval knihy: Smithove „Harmonie" a Fergussonovu „Astronómiu".

Jeho sestra si spomína na túto dobu: „Wilhelm sa stále menej venoval hudbe a čoraz viac astronómii. V dobe odpočinku sa utiahol s pohárom mlieka alebo vody so svojimi obľúbenými dielami od Smitha a Fergussona a často medzi knihami aj zaspal. Po prebudení prvé jeho myšlienky boli, ako si zadovážiť ďalekohľad, aby sám mohol pozorovať to, o čom čítal."

Rád by si kúpil ďalekohľad, ale nemal toľko peňazí. Podarilo sa mu síce za malé požičovné zadovážiť jeden ďalekohľad, ten ho však neuspokojil a ešte viac ho nabádal k tomu, aby získal vlastný kvalitný prístroj na pozorovanie oblohy. A tak mu nezostalo nič iné, ako si zostrojiť vlastný ďalekohľad. Najprv odliať, potom vybrúsiť vlastné zrkadlo. Ale ako? Veď nemal vôbec žiadne skúsenosti a nikdy nič takého nerobil. Bol však húževnatý a nevzdával sa. Zadovážil si pomôcky k odlievaniu a brúseniu zrkadiel a jeho brat Alexander mu v tom výdatne pomáhal. Bol síce tiež vynikajúcim hudobníkom — hral na violončele — ale aj dobrým a zručným mechanikom. Neskôr sa ukázalo, že aj sám Wilhelm je výborným brusičom zrkadiel.

Byt Herschelovcov sa postupne menil na skladište, zlievačskú dielňu a optickú pracovňu.

Herschel získaval postupne stále väčšie skúsenosti a zručnosť v odlievaní a brúsení zrkadiel, a prvý vlastný ďalekohľad o priemere zrkadla 12,7 cm s ohniskovou vzdialenosťou 165 cm si zhotovil už v roku 1774. Zrkadlá boli kovové; používal na ich výrobu zliatinu, ktorá sa skladala z 5 dielov cínu a 12 dielov medi (je to zvláštny druh cínového bronzu — podobný zvonovine).

Herschel v tomto období pracoval takmer s nadľudským úsilím: hrával na koncertoch, skladal hudobné diela, učil hudbu, študoval astronómiu, v noci pozoroval oblohu a popri tom odlieval stále nové a nové zrkadlá a neúnavne ich brúsil a leštil.

Za 10—15 rokov vybrúsil celkom 430 zrkadiel (z tohoto počtu bolo 200 ks ohniskovej vzdialenosti 2,14 m; 150 ks ohniskovej vzdialenosti 3,05 m a 80 ks ohniskovej vzdialenosti 6,10 m). Napriek tomu, že jeho zrkadlá boli vynikajúcej kvality a veľmi vyhľadávané, predsa sa pri ich výrobe vyskytli aj menej kvalitné kusy, na ktorých zistenie neboli v tej dobe ešte vypracované žiadne skúšobné metódy, a tak sa kvalita mohla posúdiť až po zhotovení ďalekohľadu a pri pohľade na oblohu. Herschel preto — ak chcel mať jedno zrkadlo bezchybné — musel ich vybrúsiť niekoľko a potom vybrať to najlepšie a ostatné znova roztaviť.

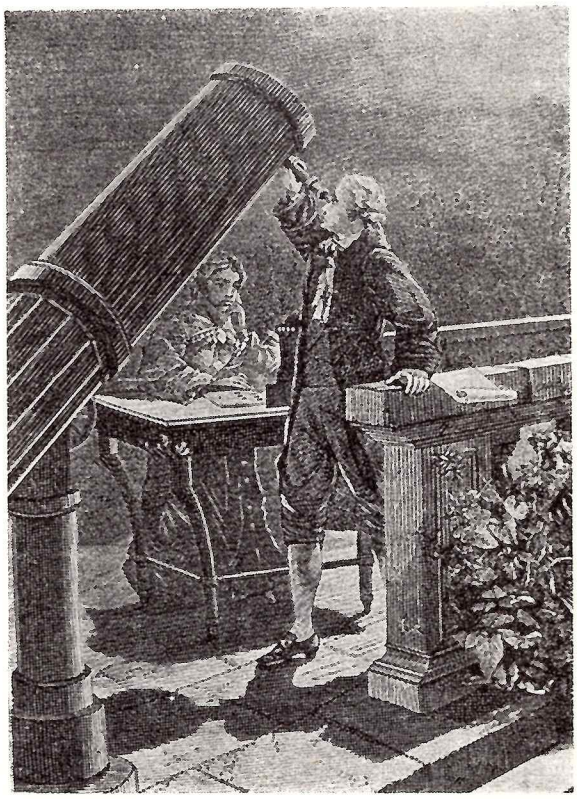
Za celý život Herschel — práve z uvedeného dôvodu — vybrúsil celkom 2160 (!) rôznych zrkadiel, okulárov a iných optických pomôcok. Pravda, v tejto práci mu veľmi pomáhal brat Alexander a neskôr aj sestra Karolina, ktorá viedla domácnosť a robila zápisy o pozorovaniach, ktoré každý večer, akonáhle to bolo možné, robil Herschel už s vlastným ďalekohľadom.

Herschel, aby mohol lepšie pozorovať, presťahoval sa do nového bytu, odkiaľ mal krásny výhľad na južnú časť oblohy, a od roku 1779 začal svojím ďalekohľadom o priemere zrkadla 16,5 cm a ohniskovej vzdialenosti 2135 cm súsťavnú a podrobnú prehliadku oblohy.

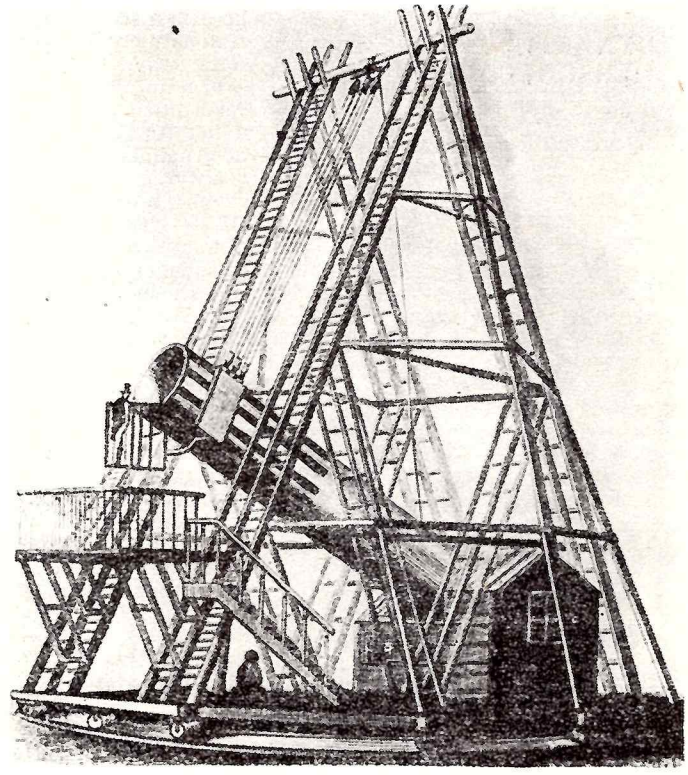
Jednej pamätnej noci — bolo to 13. marca 1781 — objavil týmto ďalekohľadom pri pravidelnej prehliadke oblohy novú planétu — Urán. Pôvodne myslel, že je to kométa; ale keďže nemala chvost, nevytvorila sa ani kóma a mala za dráhou Saturna pomalý — pre planéty príznačný pohyb — rozpoznal, že ide o novú planétu.

Tento objav razom urobil z Herschela známu osobnosť, a to nielen medzi astronómami, ale aj u širokej verejnosti v celej Európe. Môžeme povedať, že behom jednej noci sa stal Herschel slávnym astronómom. Novú planétu nazval po svojom kráľo-

Dr. ELEMÍR CSERE



William Herschel so svojou sestrou Karolinou pri pozorovaní vlastnoručne vyrobeným ďalekohľadom s ohniskovou vzdialenosťou 6,1 metra a zorným poľom 15 oblúkových minút.



Obrovský ďalekohľad s priemerom 952-kilogramového zrkadla 122 cm sa Herschelovi priveľmi neosvedčil. Obsluha ďalekohľadu bola ťažkopádna a nepraktická a ani výsledky pozorovania nesplnili očakávanie.

vi „Georgium sidus" (Jurajova hviezda) — už sám tento názov — ako ho zdôvodnil — poukazuje na to, kde a kedy bola „nová hviezda" objavená. Slávny francúzsky matematik, fyzik a astronóm Laplace ju nazval po objaviteľovi „Herschel". Boli ešte mnohé ďalšie návrhy, ale ujal sa až návrh nemeckého astronóma Bodeho, ktorý novú planétu nazval Uranus podľa najstaršieho z rímskych bohov a otca samotného Saturna.

Tak sa slnečná sústava, ktorá odveky končila planétou Saturn, nečakane zväčšila a rozšírila, ako to hlása aj nápis na Herschelovom epitafe: „Bol to muž, ktorý zväčšil rozmery slnečnej sústavy na dvojnásobok."

Herschel bol ešte v tom istom roku zvolený za člena Royal Society a v ďalšom roku ho pozval kráľ do Windsoru — svojho sídla — a menoval ho kráľovským astronómom; jeho úlohou bolo čas od času ukázať kráľovskej rodine zaujímavé objekty na oblohe, za čo dostával ročný plat 200 libier a jeho sestra Karolina ako jeho asistentka 50 libier. Nebol to síce veľký plat, ale pomohol Herschelovi osamostatniť sa a oslobodil ho od každodenných starostí, takže sa mohol venovať len astronómii.

Herschel — aby bol bližšie ku kráľovskému dvoru — sa ešte v roku 1782 presťahoval do mestečka Slough blízko Windsoru. Tu si časom zariadil astronomickú pozorovateľňu (1786), tzv. Observatory house, v ktorom žil on a ešte ďalšie štyri generácie Herschelovcov, až kým nebol v roku 1963 dom zbúraný.

Na novej pozorovateľni už pozoroval 20 stopovým ďalekohľadom s priemerom zrkadla 47,5 cm a s ohniskovou vzdialenosťou 6,1 m. Rozhodol sa urobiť novú prehliadku celej oblohy. Jeho pozorovania boli vskutku všestranné: skúmal dvojhviezdy, premenné hviezdy, vlastné pohyby hviezd a rôzne hmloviny a hviezdokopy. Vytrvale hľadal paralaxu aspoň najbližších hviezd. Pozoroval však aj telesá slnečnej sústavy a samotné Slnko. Pri týchto pozorovaniach mu jeho sestra Karolina nielen pomáhala spracovať údaje, ale ich aj katalogizovala. Tak bolo možné, že táto dvojica vykonala úžasne veľkú a takmer nadľudskú prácu.

Herschel na základe pozorovania zdanlivého pohybu hviezd zistil už v r. 1783 vlastný pohyb Slnka a celej slnečnej sústavy medzi hviezdami, o čom ešte v tom istom roku vydal krátku správu. V čase opozície Marsu v rokoch 1777 a 1779 sledoval túto planétu, zistil jej rotačnú dobu (24^h $39{,}4^m$ s chybou len dvoch minút), objavil polárne čiapočky a vysvetlil ich tvorbu zo snehu a ľadu, ktorý sa na planéte tvorí v zimnom období, čím vlastne dokázal, že na Marse sa striedajú ročné obdobia. Určil aj sploštenie Jupitera na 1/15 (miesto 1/17) a Saturna na 1/11 (miesto 1/10). Určil aj rotáciu týchto planét s chybou niekoľko minút.

Rok 1786 bol v Observatory house bohatý na udalosti. Herschel začína stavať svoj najväčší, 40-stopový ďalekohľad, s ohniskovou vzdialenosťou 12,2 m. Ešte v tomto roku objavila Karolina svoju prvú kométu a jej brat Wilhelm vydáva katalóg 1000 novoobjavených hmlovín a hviezdokôp.

V ďalšom roku Herschel objavil dva jasné mesiace Uránu: Titániu a Oberon a o dva roky neskôr dva mesiace Saturna, Mimas a Enceladus.

Už mal takmer 50 rokov, keď sa v roku 1788 — teda práve pred 200 rokmi — oženil s bohatou vdovou. Z tohoto manželstva sa narodilo jedno dieťa: John Frederick William, neskôr slávny fyzik, chemik a astronóm — dôstojný nástupca svojho otca v „dynastii" Herschelovcov.

V ďalšom roku (1789) dokončil Herschel veľký 40-stopový ďalekohľad, na ktorý mu kráľ uvoľnil 4000 libier. Len samotné zrkadlo o priemere 122 cm malo hmotnosť 952 kg. Už s odlievaním, ale aj brúsením mal veľké ťažkosti a starosti mu robila aj stavba montáže a mechanický pohon ďalekohľadu, ktorý obstarávala skupina pomocníkov. Obsluha ďalekohľadu bola ťažkopádna a nepraktická, ale ani výsledky pozorovaní nesplnili očakávania. K tomu musíme ešte pripočítať starosti s demontovaním a leštením takmer tonového zrkadla 2 až 3-krát do roka.

Aj pri stavbe tohoto obrieho ďalekohľadu však Herschel neprestal pozorovať, a tak ešte v tom istom roku (1789) vydal ďalší katalóg s 1000 hmlovinami a hviezdokopami.

Na základe bohatého materiálu začína Herschel triediť hmloviny a hviezdokopy najprv do 12., neskôr do 30. tried. Hmloviny pôvodne vysvetľuje ako sústavu veľmi vzdialených hviezd, ktoré splývajú v jeden hmlistý útvar. — Keď potom pri štúdiu hmloviny v Orione rozpoznal

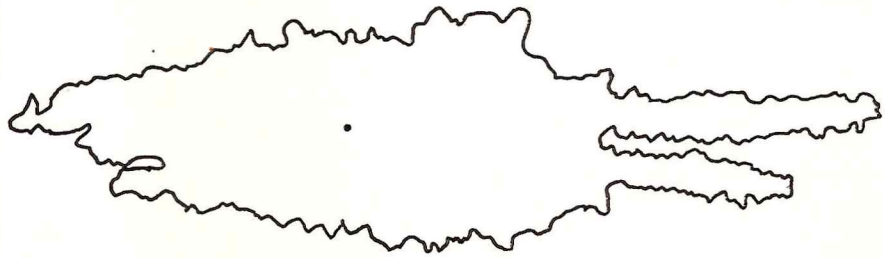
v nej jednotlivé hviezdy, zmenil svoj názor a začal uvažovať o tom, že aspoň niektoré hmloviny sú plynné útvary obrovských rozmerov, z ktorých sa postupne vytvárajú hviezdy. Táto myšlienka inšpirovala Laplaca k jeho nebulárnej teórii a sám Laplace sa na Herschelove pozorovania aj viackrát odvoláva. Herschel svoje názory uverejnil v spisoch: „Pojednanie o hmlovinách" a najmä v práci „O štruktúre vesmíru".

Herschel sa už od počiatku svojich pozorovaní živo zaujímal o dvojhviezdy — výsledkom ich pozorovaní bol katalóg obsahujúci vyše 1000 dvojhviezd. Najprv si totiž myslel, že dvojhviezdy sú optické útvary: sú to dve hviezdy od seba veľmi vzdialené, ležiace náhodou takmer v smere toho istého zorného lúča, a preto sa zdajú byť na oblohe blízko seba. Herschel uvažoval o tom, že jedna — blízka hviezda — môže mať dobre merateľnú paralaxu, kým druhá — vzdialená hviezda — bude mať nemerateľnú paralaxu, a preto z porovnania polohy blízkej hviezdy voči vzdialenej bude možné aspoň v niektorých prípadoch určiť paralaxu blízkej hviezdy. Ale Herschelovi — akokoľvek sa snažil — nepodarilo sa určiť paralaxu žiadnej hviezdy. To sa podarilo až o 50 rokov neskôr Besselovi a Struvemu.

Neúspech pri zistení paralaxy ho konečne — začiatkom XIX. storočia — priviedol k presvedčeniu, že dvojhviezdy sú zväčša fyzikálne objekty, teda dve veľmi blízke hviezdy, ktoré vplyvom pôsobenia gravitačných síl vykonávajú pohyb okolo spoločného ťažiska.

Herschel zopakoval prehliadku celej oblohy aspoň trikrát. Na poslednú prehliadku použil svoj vynikajúci 20-stopový ďalekohľad, ktorého zorné pole malo priemer 15 oblúkových minút. Skúmal jednu oblasť oblohy za druhou a preveril tak celkom 3400 zorných polí na celej oblohe.

Pri každom nastavení ďalekohľadu počítal počet hviezd v danom zornom poli (niekedy išlo o stovky až tisíce hviezd!) a zisťoval aj ich jasnosť voči zvoleným hviezdam. Z počtu a jasnosti hviezd na rôznych miestach oblohy odhadol vzdialenosť, do akej svojím ďalekohľadom prenikol a snažil sa tak určiť rozmery a stavbu našej Galaxie. Herschel tým vlastne započal výskum Galaxie a stal sa zakladateľom a priekopníkom stelárnej štatistiky, v ktorej našiel pokračovateľov až začiatkom XX. storočia (Kapteynove vybrané polia a ich skúmanie). V tejto práci Herschel predbehol svoju dobu aspoň o 100 rokov. Svoje štúdie z tejto oblasti uverejnil Herschel v rokoch 1814—1817. Najvýznamnejšia práca má názov: „Priestorové rozloženie hviezd a Mliečna cesta", v ktorej uverejnil aj svoj známy náčrt vzhľadu a rozmerov Galaxie.



W. Herschel: Tvar našej Galaxie

Podľa Herschelových predstáv mala naša Galaxia priemer 850 a šírku 155 síriových dĺžok (jedna síriová dĺžka má rovných 5 pc — parsekov) — to je 4250 pc a 750 pc. Priemer Galaxie vychádzal Herschelovi 7-krát menší, ako ho poznáme dnes, ale pomer šírky k priemeru mu vyšiel 1/5,6, čo je zhoda veľmi dobrá s dnešnou hodnotou 1/5.

V rokoch 1800—1801 sa Herschel venoval štúdiu slnečného spektra. Umiestnil teplomery ku každej oblasti spektra a dokázal, že žltá a červená oblasť dáva viac tepla ako modrá a fialová; veľké však bolo jeho prekvapenie, keď zistil, že najväčší vzrast teploty nastáva tesne vedľa červeného konca spektra, kde už nepozorujeme žiadne viditeľné svetlo. Správne usúdil, že hranol ohýba tepelné žiarenie a objavil tým infračervenú zložku slnečného žiarenia. O týchto pokusoch vydal štyri správy.

Svoje pozorovania o vlastnom pohybe Slnka, ktoré urobil ešte v roku 1783, Herschel znova spracoval a doplnil. V spise „O pohybe a smere, ktorým sa Slnko pohybuje", ktorý vyšiel v roku 1805, uviedol, že slnečný apex — teda smer slnečného pohybu — je v súhvezdí Herkula.

Herschel sa často vracal k otázke rozloženia hviezd v priestore. Napísal o tom v rokoch 1814—1817 niekoľko ďalších pojednaní, napr. „Astronomické pozorovania o stavbe vesmíru", „O priestorovom rozložení hviezd a o Mliečnej ceste" a „Katalóg ďalších 580 hmlovín a hviezdokôp".

Herschel bol vynikajúcim a neúnavným pozorovateľom. V astronómii urobil veľa dôležitých objavov, o ktorých napísal niekoľko desiatok pojednaní. Bol pritom aj zručným a výborným odborníkom v stavbe a zhotovení ďalekohľadov. Zanechal za sebou dielo, ktoré bolo podnetom pre výskum na dlhú dobu; v mnohých otázkach predbehol svoju dobu a riešil otázky, ktoré sú aktuálne aj dnes. Nezabúdajme ani na jeho hudobnú činnosť, ktorej venoval prvú polovicu svojho života. Herschel bol váženým občanom a uznávaným vedcom už za svojho života; dostal veľa vyznamenaní a uznaní: Bol zvolený za člena Royal Society a Royal Astronomical Society, ktorej prvým predsedom sa stal r. 1821, za člena Francúzskej akadémie vied, bol nositeľom Copleyovej medaily a dostal niekoľko ďalších zlatých medailí, dostal hodnosť rytiera Guelfského rádu s titulom Sir William.

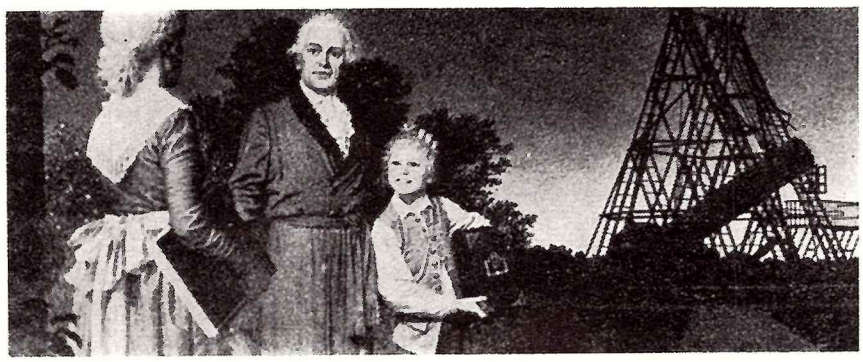
Bol veľkým vedcom a človekom, ktorý na dlhú dobu udal cestu a smer moderného výskumu a astronomického pozorovania.

Slová — kedysi napísané na jeho Observatory house — platia dodnes: „Vo vesmíre som videl ďalej, ako ktorákoľvek ľudská bytosť predo mnou".

Herschel pozoroval takmer do konca svojho života a zomrel 25. augusta 1822. Je pochovaný v kostole Sv. Vavrinca v Uptone, len pol míle od svojho sídla, kde prežil plných 35 rokov svojho plodného života.

Záverom treba napísať ešte pár slov o jeho sestre Karoline Lukréciu — vernej spolupracovníčke, ktorá Herschelovi pomáhala v práci a pozorovaniach. Všemožne ho podporovala; snažila sa nielen ho pochopiť, ale aj byť po jeho boku v každom čase a v každej práci. Aj ona bola dobrá a schopná pozorovateľka; objavila celkom 8 komét. Ako uznanie jej pozorovateľskej činnosti a za spracovanie výsledkov svojho brata dostala v roku 1828 zlatú medailu od Royal Astronomical Society.

Karolina sa ku koncu svojho života odsťahovala do rodného mesta — do Hannoveru — kde žila až do svojej smrti v roku 1848.



Sir Frederick William Herschel so sestrou Karolinou Lukréciou a synom Johnom neďaleko 122-centimetrového ďalekohľadu Herschelovej výroby — podstatná časť astronomickej dynastie.

ROMAN PIFFL, LEOŠ ONDRA

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

Všetky časové údaje sú v SEČ

PLANÉTY

Merkúr v auguste ani v septembri neuvidíme. Začiatkom augusta sa dostáva do hornej konjunkcie so Slnkom (3.8 o 5^h) a je zároveň v najväčšej vzdialenosti od Zeme (7.8 o 8^h vo vzdialenosti 1,352 AU). V polovici septembra sa síce Merkúr dostane do najväčšej východnej elongácie, má jasnosť $+0.2^m$, je však veľmi nízko nad obzorom a stráca sa v slnečnej žiare.

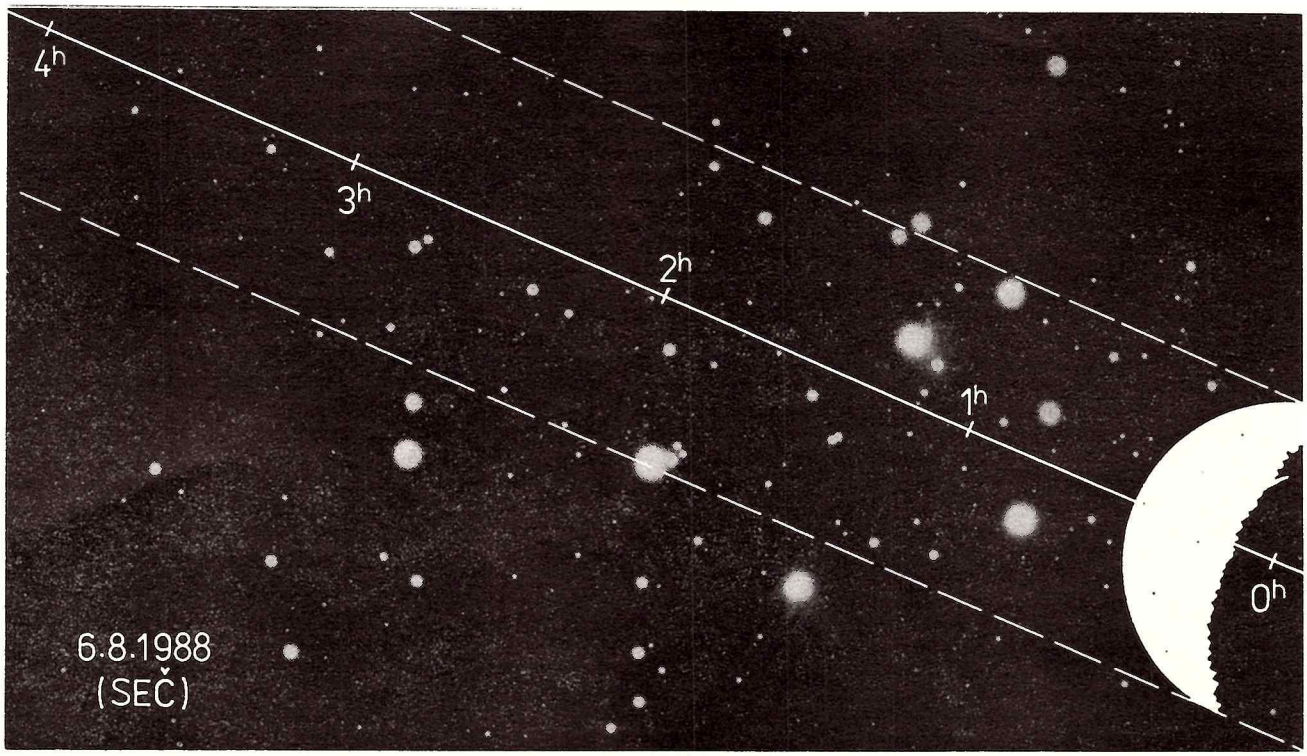
Venuša je naproti tomu viditeľná veľmi dobre. V polovici augusta bude vychádzať hodinu po polnoci a na začiatku astronomického súmraku má výšku skoro 30°. Do najväčšej východnej elongácie sa planéta dostane 22. 8. o 13^h, kedy bude od Slnka vzdialená 46°. Doba rannej viditeľnosti Venuše sa bude postupne predlžovať až do konca septembra. Počas oboch mesiacov uvidíme z Venuše zhruba polovicu kotúčika, ktorý sa bude vzďaľovaním planéty od Zeme zmenšovať. Jasnosť Venuše v tomto období klesne z $-4{,}4^m$ na $-4{,}1^m$, i tak je však dominantným telesom rannej oblohy.

Mars uvidíme v auguste a septembri skutočne vynikajúco. Spôsobuje to najvýhodnejšia opozícia Marsu do konca storočia, ktorá nastane 28. septembra o 4^h. Tesne predtým, 22. 9. o 4^h bude Mars zároveň najbližšie k Zemi — 0,393 AU, čo predstavuje 58,8 milióna kilometrov. Výborné pozorovacie podmienky u nás len zvýrazní najsevernejšia deklinácia planéty. K nám i k Slnku bude v tomto čase priklonená južná pologuľa Marsu, na ktorej práve začína leto. Uhlový priemer kotúčika planéty dosiahne koncom septembra maximum 11,9″ a jasnosťou $-2{,}8^m$ Mars dokonca v tomto čase prevýši i uhlovo dvakrát väčší Jupiter. Do konjunkcie s Mesiacom vstúpi Mars 30. 8. a 26. 9.; v prvej prejde 8,8° južne od nášho satelitu o 4^h ráno, v druhej sa bude o hodinu neskôr nachádzať voči Mesiacu 0,7° severnejšie. Táto opozícia Marsu je výhodná aj pre kreslenie detailov na povrchu červenej planéty; kresby radi uverejníme.

Jupiter uvidíme po celú noc okrem večera v súhvezdí Býka. Približuje sa k Zemi a pomaly sa blíži do novembrovej opozície. Uhlový priemer kotúčika planéty dosiahne koncom septembra 20,6″ pri jasnosti $-2{,}7^m$. V konjunkcii s Mesiacom bude Jupiter 2. 9. o 21^h SEČ, kedy prejde Mesiac 6,4° severne od planéty. U nás však uvidíme obe telesá až po tomto úkaze, ktorý si však istotne zaslúži fotografické zachytenie.

Saturn môžeme nájsť vo večerných hodinách na rozhraní súhvezdí Hadonosa a Strelca, nízko nad juhozápadným obzorom. Planéta sa vzďaľuje od Zeme, má jasnosť $+0{,}4^m$, rozmer na oblohe 7,6″

Po polnoci 20. apríla nastal zákryt Venuše Mesiacom, u nás sme však mohli pozorovať len priblíženie oboch telies. Takto ho zachytil Roman Piffl 19. 4. o 19^h45^m SEČ fotoaparátom Chinon CS-4 s objektívom Sonnar 2,8/180 1/2-sekundovou expozíciou na Fomapan F21.



Dráha Mesiaca po polnoci 6. augusta tohto roku, kedy nastane druhý zo štyroch tohtoročných zákrytov Plejád Mesiacom. Hviezdy na snímke sú veľmi preexponované, pri pohľade cez ďalekohľad bude obraz trochu odlišný.

a veľkosť prstencov v tomto čase dosiahne 40″×17,5″. Saturn sa 22. 8. dostane do konjunkcie s Mesiacom, ktorý o 20^h prejde 6,2° južne od planéty.

Urán i **Neptún** sú už po opozícii a môžeme ich nájsť večer v súhvezdí Strelca ako hviezdy $+5{,}6^m$ a $+7{,}9^m$. **Pluto** sa pohybuje v Panne, je tiež po opozícii a má jasnosť $+13{,}7^m$.

METEORY

August je rajom pozorovateľov meteorov. V činnosti je veľa menších rojov, ale najmä Perzeidy, ktorým v tomto roku Mesiac praje — v období ich maxima je v okolí novu a tak vôbec nebude rušiť nádherné predstavenie, ktoré Perzeidy každoročne poskytujú. V tomto roku nastáva zvýšené pozorovacie úsilie, pretože podľa najnovších výpočtov sa do perihélia blíži materská kométa Perzeíd, kométa Swift-Tuttle-Simons 1862 III, čo by sa mohlo prejaviť vo zvýšenej aktivite roja. U nás sa pri tejto príležitosti pripravuje pozorovací program, ktorý by mal umožniť zistenie štruktúry prúdu meteoroidov v blízkosti kométy (pozri Kozmos 3/88, str. 107). Z ďalších rojov sú v činnosti najmä severné δ-Aquaridy, ϰ Cygnidy, severné ι Aquaridy, v septembri potom β-Perzeidy, južné Piscidy, ktoré patria do komplexu rojov Enckeovej kométy, ϰ Aquaridy a π Orionidy. Aktivita týchto rojov však s výnimkou δ-Aquaríd zriedkakedy presiahne frekvenciu 5 meteorov za hodinu.

ZÁKRYT PLEJÁD MESIACOM

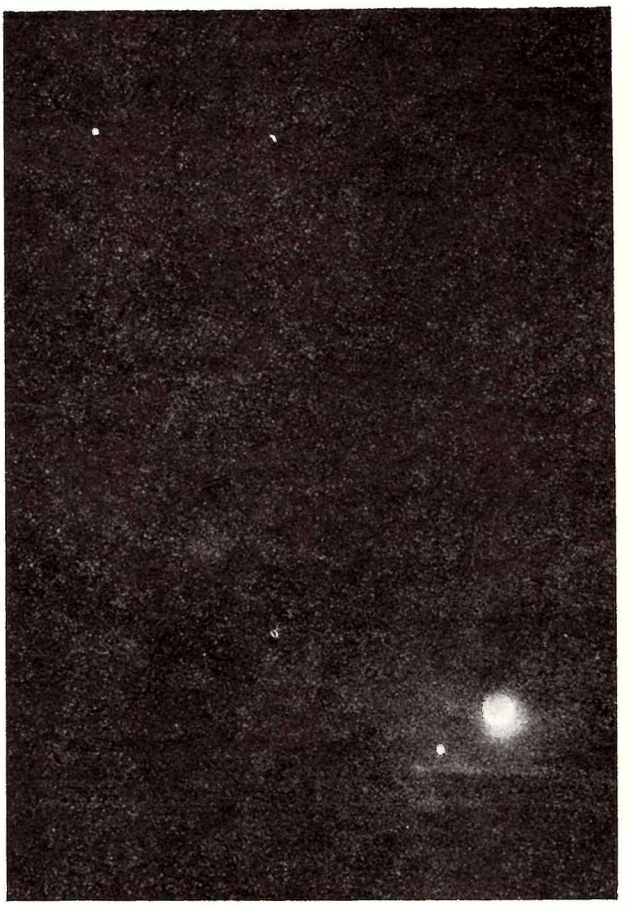
V sobotu 6. augusta tesne po polnoci budeme môcť pozorovať druhý zo štvorice tohtoročných zákrytov Plejád Mesiacom. Prvý nastal 27. januára, na väčšine nášho územia však bolo zatiahnuté. Ďalšie dva zákryty očakávame 27. októbra ráno a 20. decembra večer, najvýhodnejším však bol predsa len ten januárový. Tentoraz bude ťažiskom pozorovania určovanie časov výstupu hviezd spoza Mesiaca. Pozorovateľné však budú zrejme i štyri vstupy jasných hviezd za osvetlený okraj

ZÁKRYTY PLEJÁD MESIACOM

pre pozorovateľňu na Vartovke

$\lambda = 19°09'18{,}9''$ $\varphi = 48°43'05{,}7''$

N	6. 8. 1988	fáza	P	m	SAO	pozn.
1	$0^h\ 02^m\ 19^s$	D	83°	3.6^m	76 131	Electra
2	0 34 01	D	47	3.8	76 155	Maia
3	0 38 43	D	2	4.2	76 140	Taygeta
4	0 40 40	R	314	8.1	76 145	
5	0 55 32	R	235	3.6	76 131	Electra
6	0 58 13	R	205	8.0	76 143	
7	0 59 06	R	273	5.4	76 126	Caleano
8	1 00 44	R	315	4.2	76 140	Taygeta
9	1 04 10	R	194	7.8	76 158	
10	1 07 02	R	261	8.5	76 161	
11	1 21 30	R	267	7.1	76 152	
12	1 26 21	R	308	6.4	76 164	22 Tau
13	1 27 00	R	270	3.8	76 155	Maia
14	1 29 23	R	226	7.5	76 168	
15	1 29 33	R	224	7.9	76 169	
16	1 36 26	R	179	8.3	76 171	
17	1 38 33	R	234	7.3	76 173	
18	1 59 31	R	280	6.8	76 183	
19	2 02 50	R	220	6.8	76 200	
20	2 10 33	R	287	7.7	76 194	
21	2 19 58	R	211	8.2	76 205	
22	2 28 18	R	211	6.9	76 216	
23	2 47 15	R	198	6.5	76 236	
24	2 48 34	R	205	7.5	76 249	
25	3 23 23	R	201	7.4	76 259	



Miroslav Zimmer z Litoměřic sa inšpiroval obrázkom, ktorý sme v našej rubrike uverejnili v prvom tohtoročnom čísle na strane 24 — môžete si ich ľahko porovnať. Autor použil Zenit E s objektívom 2/58 a konjunkciu fotografoval 20. februára o 19^h05^m na Fomapan Special.

Mesiaca. V tabuľke sú uvedené okamžiky vstupov a výstupov hviezd jasnejších než 8^m, pozičný uhol zákrytu, jasnosť hviezdy, jej číslo v katalógu SAO a prípadný názov hviezdy. Časy platia pre pozorovateľňu na Vartovke, pre miesta južnejšie sa Mesiac na oblohe zdanlivo posúva k pólu mesačnej dráhy (blízko pólu ekliptiky) a 112 km predstavuje na oblohe 1′.

NOČNÁ OBLOHA

Slnko už zapadlo a nastáva súmrak, predohra augustovej noci. Obloha začína tmavnúť, len nad západom ešte slnečné lúče dozlata sfarbujú ojedinelé šmuhy vysoko ležiacich rias — pre ne je Slnko ešte nad obzorom. Aj tie však pomaly odchádzajú a obloha je čistá. Rozsvecujú sa prvé hviezdy, nad juhozápadom sa objavuje Saturn a nad hlavou pomaly badáme letný trojuholník jasných hviezd z troch súhvezdí — Vega z Lýry (najjasnejšia z nich a najjasnejšia zo všetkých hviezd, ktoré dnes v noci uvidíme), Deneb z Labute a Altair z Orla. Krajina stráca farby a na nebi z pestrej palety zostáva len tmavomodrá. Slabé hviezdy dokresľujú posledné ťahy súhvezdí. Ak budeme trpezliví, odmení nás Perzeus prehrštím padajúcich hviezd — to sa naša Zem, ako každý rok o tomto čase, dostavila na schôdzku s obrovským oblakom malinkých zrniečok prachu, ktoré kedysi postrácala kométa Swift-Tuttle-Simons 1862 III. Po nebeskej klenbe sa rozprestiera Mliečna cesta a teraz, keď je obloha už dosť tmavá, je ten pravý čas na to, aby sme si ju zbežne prezreli.

Mliečna cesta ako obruč obopína celú oblohu, v zime bola však veľmi nenápadná a jej priebeh môžeme sledovať skôr podľa otvorených hviezdokôp, ktoré ju verne sprevádzajú. Až v Kasiopeji začína byť zreteľnejšia, mení svoju šírku a vzhľad a mieri odtiaľ rovno do letného trojuholníka. Od stredu Cefeovho kosoštvorca do malého súhvezdia Jašteričky ju križuje výrazná jasná priečka, pred Denebom sa do nej naopak zo severozápadu ostro zarezáva tmavý záliv, ktorému sa hovorí Pytel uhlia. Kúsok od Deneba nájdeme na čírej oblohe aj očami nádhernú a pomerne veľkú hmlovinu NGC 7000, ktorá sa vojde aj do triédra a ktorú v minulom storočí nazval Max Wolf podľa jej charakteristického tvaru Severná Amerika. Kúsok na západ od nej leží i menej známy Pelikán (IC 5067 a 5070), ktorý však nie je až tak výrazný.

V týchto miestach sa Mliečna cesta rozdvojuje a jej stredom sa tiahne úzka tmavá oblasť, nazývaná Veľká trhlina. Anglický astronóm William Herschel sa už koncom 16. storočia domnieval, že Slnko leží vovnútri hviezdnej sústavy, ktorej priemetom na hviezdnu oblohu je Mliečna cesta s Veľkou trhlinou (pozri str. 139). V skutočnosti však majú tento charakteristický vzhľad Mliečnej cesty na svedomí oblaky prachu a plynu, ktoré výdatne zoslabujú svetlo vzdialených hviezd a hmlovín. Aj keď je Veľká trhlina na oblohe súvislá, vytvára ju asi desať jednotlivých oblakov. Napríklad časť, ktorá prebieha súbežne s krkom Labute od Sadira (γ Cyg) po Albireo (β Cyg), vytvára pretiahly oblak vo vzdialenosti asi 2000 svetelných rokov, neďaleko γ Cyg je však za ním ešte jeden menší oblak, ktorý je približne trikrát ďalej.

Horný prúd Mliečnej cesty sa vinie krídlom Labute, výrazne sa zjasňuje za Sadirom a steká až k hviezde Cebalrai (β Oph), kde končí. Spodná široká a slabšia vetva prebieha druhým krídlom Labute, je trochu výraznejšia v Šípe a ďalej pokračuje nad Altairom, Orlom do Štítu. Tu leží vôbec najjasnejšia časť Mliečnej cesty. Americký astronóm Eduard E. Barnard, ktorý tieto končiny dôverne poznal (zanechal po sebe okrem iného do 35 tisíc fotografických portrétov rôznych častí Mliečnej cesty, aj s podrobným popisom), nazýval tento jedinečný hviezdny oblak Drahokamom Mliečnej cesty. Neobyčajná nápadnosť tejto časti je daná aj tým, že sa nám z tohto smeru dotyčnicovo premieta jedno z vnútorných špirálových ramien Galaxie.

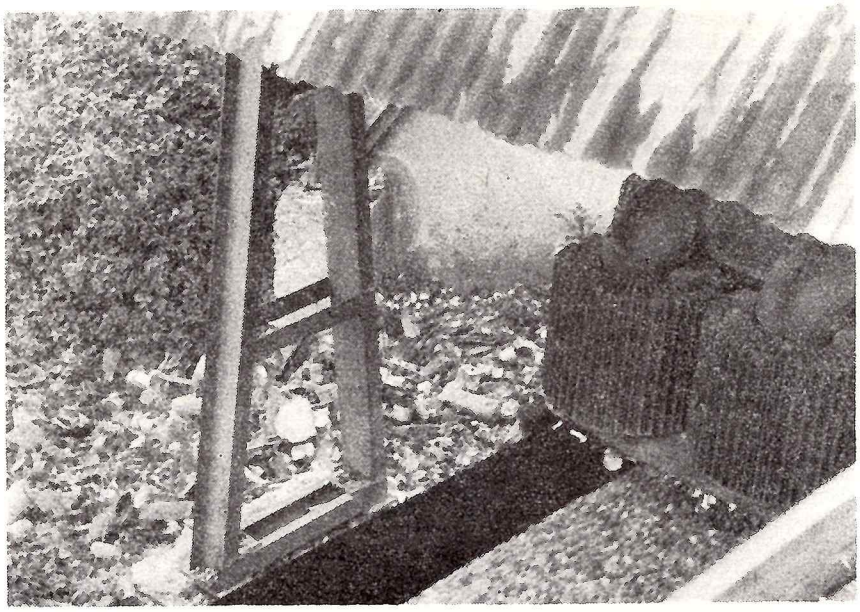
Pod Drahokamom, smerom do Strelca, sú ešte dva menšie jasné obláčiky. Spodný z nich, Malý oblak v Strelcovi, je kúsok nad hviezdou μ Sgr. Je zaujímavé, že Charles Messier ho pod číslom 24 zaradil do svojho zoznamu objektov podobných kométam. Nedorozumením sa však často aj dnes označenie M24 nesprávne prisudzuje nenápadnej otvorenej hviezdokope NGC 6603, ktorá leží na ľavom hornom okraji tohto malého oblaku.

Mliečna dráha v Štíte (pozri str. 134) a najmä v Strelcovi je tak bohatá na zaujímavé a pekné objekty, že tu stačí namieriť triéder alebo Somet prakticky kdekoľvek a vždy v ňom uvidíme niečo zaujímavé — hviezdna mapa v tejto časti oblohy neslúži na to, aby sme niečo našli, ale aby sme sa dozvedeli, čo to vlastne je.

Vážená redakcia,

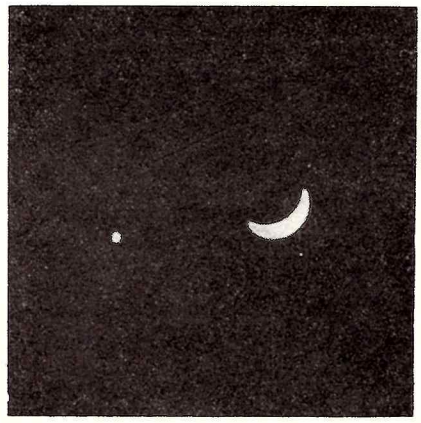
pri úprave štrkopieskov sa používajú v jednotlivých výrobniach kužeľové, čelusťové a iné drviče. Ak sa do kužeľového drviča dostane kus železa, drvič sa zasekne, u čelusťového drviča spôsobí zlomenie vzpernej dosky. V praxi sa pred takýmito nehodami ochraňujú drviče elektromagnetmi, ktoré sú v technologickej linke zaradené pred drviče. Elektromagnety sú zavesené nad transportnými pásmi a vyťahujú zo štrkopiesku všetok materiál, ktorý sa v danom okamžiku zmagnetizuje. Takto sa na magnetoch hromadia rôzne plechovky, súčiastky zo samotných ťažobných strojov, rôzne podkovy, klince, meče, črepiny munície, železné rudy a podobne. Nemožno vylúčiť, že sa tu zachytí aj železný meteorit, ktorý však nemusí vzbudiť pozornosť pracovníka obsluhujúceho magnet, a tak sa dostane na skládku železného materiálu. Skládky sa spravidla nachádzajú v blízkosti drvičov a pre veľké množstvo kameňa (až 80 %) nemá o ne nikto záujem. Niektorým výrobniam sa nahromadili skládky o objeme viac ako 30 m^3. Keď si predstavíme, že vo väčších výrobniach sa vyťaží až milión m^3 štrkopiesku za rok, tak zachytenie meteoritu môže byť reálne. Podozrivé kamene by bolo treba za pomoci trvalého magnetu zbežne preskúmať a najnádejnejšie sústrediť na astronomických ústavoch, či už ČSAV alebo SAV. Každý nájdený meteorit má pre astronómiu veľký význam a skládkam tohto kovového materiálu nebola venovaná pozornosť z hľadiska astronomického, ani archeologického. Čiastočný prieskum sa už na niektorých skládkach začal, ale nájdený materiál ešte nie je preskúmaný. Výrobní štrkopieskov je však veľa a iste sa nájdu ochotní amatéri, ktorí majú záujem seriózne spolupracovať. Odborné časopisy o ich práci a prípadnom úspechu určite radi napíšu.

Michal Ormandy
Bratislava



Elektromagnet chráni kuželový drvič štrkopieskov pred poškodením kovovým odpadom v ZKŠ Bratislava.

Skládka železných predmetov zachytených elektromagnetom v ZKŠ Bratislava.



Vážená redakcia,

ďakujem **Vám, že ste v č. 1/88** upozornili na zaujímavú polohu Venuše krátko po nove Mesiaca. Dňa 20. II. 1988 o 18. hodine som z môjho bytu v centre Zvolena zistil, že sa oblaky roztratili a dvojica žiari na oblohe. Mal som k dispozícii len Yashicu 6×6 s ohniskom 80 mm, v nej film Orwo 15 DIN, ale skúsil som. Exponoval som o 18^{h}20^m SEČ pri clone 4 jednou sekundou a snímku Vám posielam.

Ing. arch. M. L. Gažík
Zvolen

Zo školských lavíc

- Vesmír je nekonečný. Vedci zistili, že sa v poslednej dobe ešte rozťahuje.
- **Vesmír dobývame preto, aby sme sa tam raz mohli nasťahovať.**
- Kozmonaut sa musí na Mesiaci pohybovať v skafandri, aby sa nezaprášil.
- **Dnes už vieme, že na Mesiaci je prach, ale lietať sa tam bude stále.**
- Lety k Slnku by sa dali uskutočniť, keby sa letelo v noci.
- **Zatmenie Slnka vznikne, ak sa Mesiac vrhne na Zem.**
- Staroegyptskí farári vyvolávali zatmenie Slnka podfukom.
- **Zatmenie Slnka som nevidel. Bola skoro tma.**
- Na Slnku vznikajú korupcie.
- **Planéty obiehajú okolo Slnka po epileptických dráhach.**
- Zákon o zemskej príťažlivosti platil aj pred jeho objavením.
- **Zem nie je guľatá všade. Len niekde a ešte k tomu rôzne.**
- Pretože je zemeguľa šikmo napichnutá, striedajú sa ročné obdobia.
- **Luna je ženského rodu, pretože sa stále mení.**
- Kozmetika je náuka o kozme ženy.
- **Dúha je svetelná reklama na oblohe.**
- Bezvzdušný priestor... Prosím, nemôžem sa vyjadriť, ale mám to práve v hlave.

Zozbieral: Václav Richter

Po ukončení 9. behu PSA vo Valašskom Meziříčí v novembri 1987 bol založený Československý klub PSA (Protagonistov Svetovej Astronómie) ktorého prvá schôdzka sa uskutočnila v dňoch 26.—28. 2. 1988 na Hvezdárni vo Valašskom Meziříčí. O pútavý program sa zaslúžili čestní členovia ČSK PSA Ing. B. Maleček, CSc., riaditeľ Valašsko-Meziříčskej hvezdárne, RNDr. Z. Mikulášek, CSc., pracovník HaP Mikuláša Koperníka v Brne, RNDr. Z. Šíma, CSc., pracovník AÚ ČSAV Praha a ďalší astronómovia. Ďalšia schôdzka sa konala 13.—15. mája 1988 na Hvezdárni vo Valašskom Meziříčí, kde súčasne prebiehal krajský astronomický seminár „60 rokov astronómie na Valašsku", ktorého sa zúčastnili taktiež všetci absolventi Pomaturitného štúdia astronómie 1. až 9. behu z celej ČSSR. Ľuboš Ševčík, Ostrava

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Na pozadí kupoly pozorovateľne BEZ v Bratislave-Rači sa pekne vyníma dvojica jasných planét — Venuše a Jupitera. Ďalekohľady Elemíra Kečkeiho v kupole síce na žiadnu z nich nemieria, sú však po 10-ročnom nútenom odpočinku opäť v prevádzke a istotne poslúžia ešte mnohým záujemcom o astronómiu. Snímku získal Robert Rosa 16. februára tohto roku fotoaparátom Chinon CG-5 s objektívom 2,8/35 na film Kodak Ektachrome 200 päťsekundovou expozíciou.

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Za najúspešnejšiu sondu v histórii kozmonautiky môžeme smelo považovať Voyager 2. Od svojho štartu v roku 1977 postupne navštívil tri najväčšie planéty slnečnej sústavy a čaká ho aj cieľ štvrtý — v auguste budúceho roku preletí v tesnej blízkosti planéty Neptún. Fotomontáž zachytáva tri predošlé ciele sondy — Jupiter, Saturn a Urán — v ich pomerných veľkostiach. Porovnanie je naozaj zaujímavé.

KOZMOS, populárno-vedecký astronomický časopis.
Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve Obzor, n. p., Bratislava.
Redakcia: Tatiana Fabini (poverená vedením redakcie), Eugen Gindl, Roman Piffl, Milan Lackovič (grafická úprava). Sekretariát: Monika Vavreczká.
Redakčná rada: RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., Dušan Kalmančok, PhDr. Štefan Kopčan, Jozef Krištofovič, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Ján Štohl, DrSc., RNDr. Ing. Zdeněk Vítek, RNDr. Juraj Zverko, CSc.
Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel. 314—133.
Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 24-84.
Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., závod Neografia, Martin.
Vychádza: 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. 6, 813 81 Bratislava. Zadané do sadzby 28. 4. 1988, imprimované 21. 6. 1988, expedícia 3. 8. 1988.
Indexné číslo 49824 Reg. SÚTI 9/8

■ **PRODÁM** Monar 25 × 100 (2000 Kčs); refraktor 50/540 (1800 Kčs); různé hranoly pentagonální, střechové a zenitální. Petr Suchánek, ul. Prokopa Holého 18, 405 02 Děčín.
■ **KOUPÍM** astronomický dalekohled popř. jen parabolické zrcadlo ohnisková vzdálenost nad 1200 mm a průměr nad 170 mm. Cena dle dohody. Zbyněk Henzl, Bezručova 18, Veltěže, 439 01 Louny 6.
■ SAS pri SAV ponúka zborník „Špecifické formy pohybu hmoty". Jeden výtlačok v cene 22,— Kčs si môžete objednať na Sekretariáte SAS pri SAV, 059 60 Tatranská Lomnica.

OBSAH

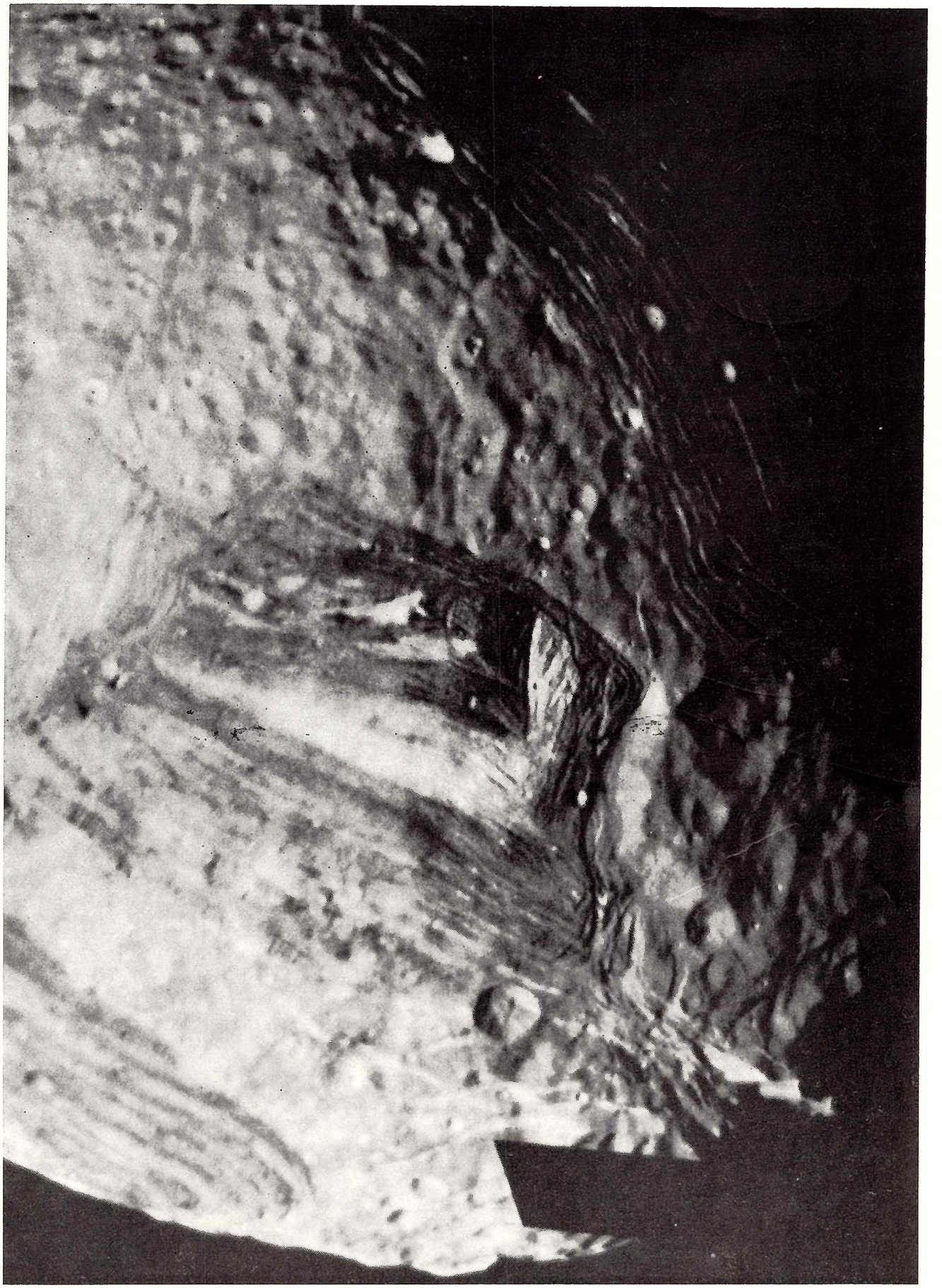
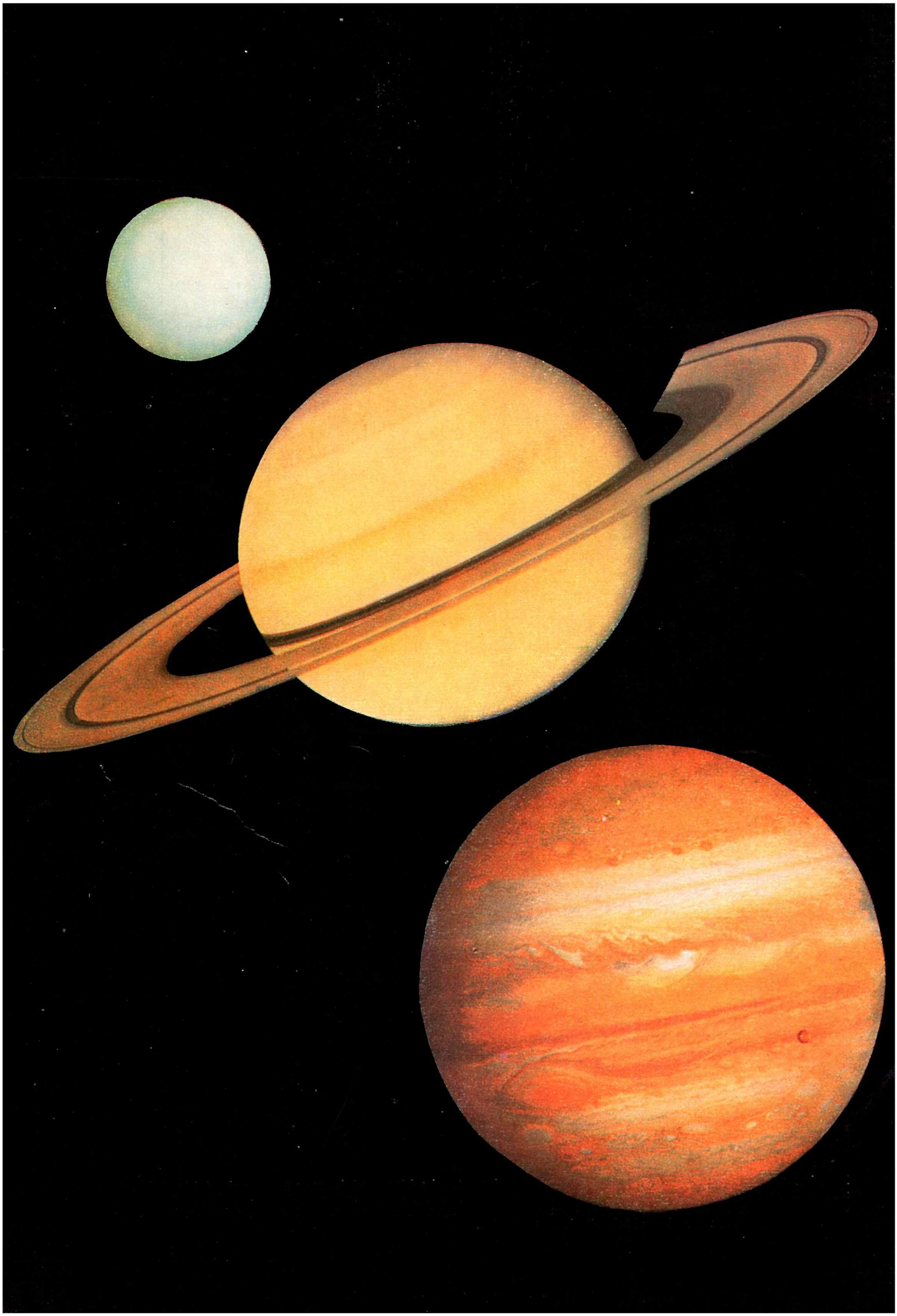
Kozmické spomienky — S V. Remekom v Bratislave . . 109
Urán — V. Pohánka . . . 112
Meteorický radar jubiluje — D. Očenáš 122
Amatérska panelstory — R. Piffl 125
Stavajú sa obrie ďalekohľady — P. Mayer 129
Malý príspevok k rotácii Slnka — I. Míček, V. Rušin . . 132
Zaujímavosti nočnej oblohy — Štít — L. Ondra 134
Dynastia Herschelovcov — I. časť — E. Csere 137
Pozorujte s nami — R. Piffl, L. Ondra 140
Listy — rady — ohlasy . . 142

CONTENTS

Cosmic Reminiscences — with V. Remek in Bratislava . . 109
Uranus — V. Pohánka . . . 112
An Anniversary of the Meteor Radar — D. Očenáš . . . 122
An Amateur "Panel-Story" — R. Piffl 125
Huge Telescopes in Construction — P. Mayer 129
A Small Contribution to the Solar Rotation — I. Míček, V. Rušin 132
Conspicuous Objects of the Night Sky: Scutum — L. Ondra 134
The Herschel Dynasty, Part I — E. Csere 137
Let us Observe Together — R. Piffl, L. Ondra 140
Letters — Advices — Responses 142

СОДЕРЖАНИЕ

Космические воспоминания — Встреча с В. Ремеком в Братиславе 109
Уран — В. Поганка . . . 112
Метеорный радар отмечает свой юбилей — Д. Оченаш . 122
Любительская обсерватория на крыше жилого дома — Р. Пиффль 125
О строительстве гигантских телескопов — П. Майер . . 129
Заметка о вращении Солнца — И. Мичек, В. Рушин . . 132
Интересные явления ночного небосвода — созвездие Щит — Л. Ондра 134
Династия Гершелей — I часть — Э. Чере 137
Наблюдайте вместе с нами — Р. Пиффль, Л. Ондра . . . 140
Письма — советы — отклики 142



Mozaika záberov Mirandy dokumentuje neobyčajnú pestrosť a bizarnosť útvarov na povrchu tohto Uránovho mesiaca. Starý povrch husto pokrytý krátermi pripomína Mesiac, zbrázdená oblasť vpravo hore (tzv. hrebeňový ovoid) zase povrch Ganyméda, veľký kaňon vpravo dole by sme kľudne mohli hľadať na Marse. Útvar v strede (tzv. trapezoid) však nemá v slnečnej sústave obdobu.