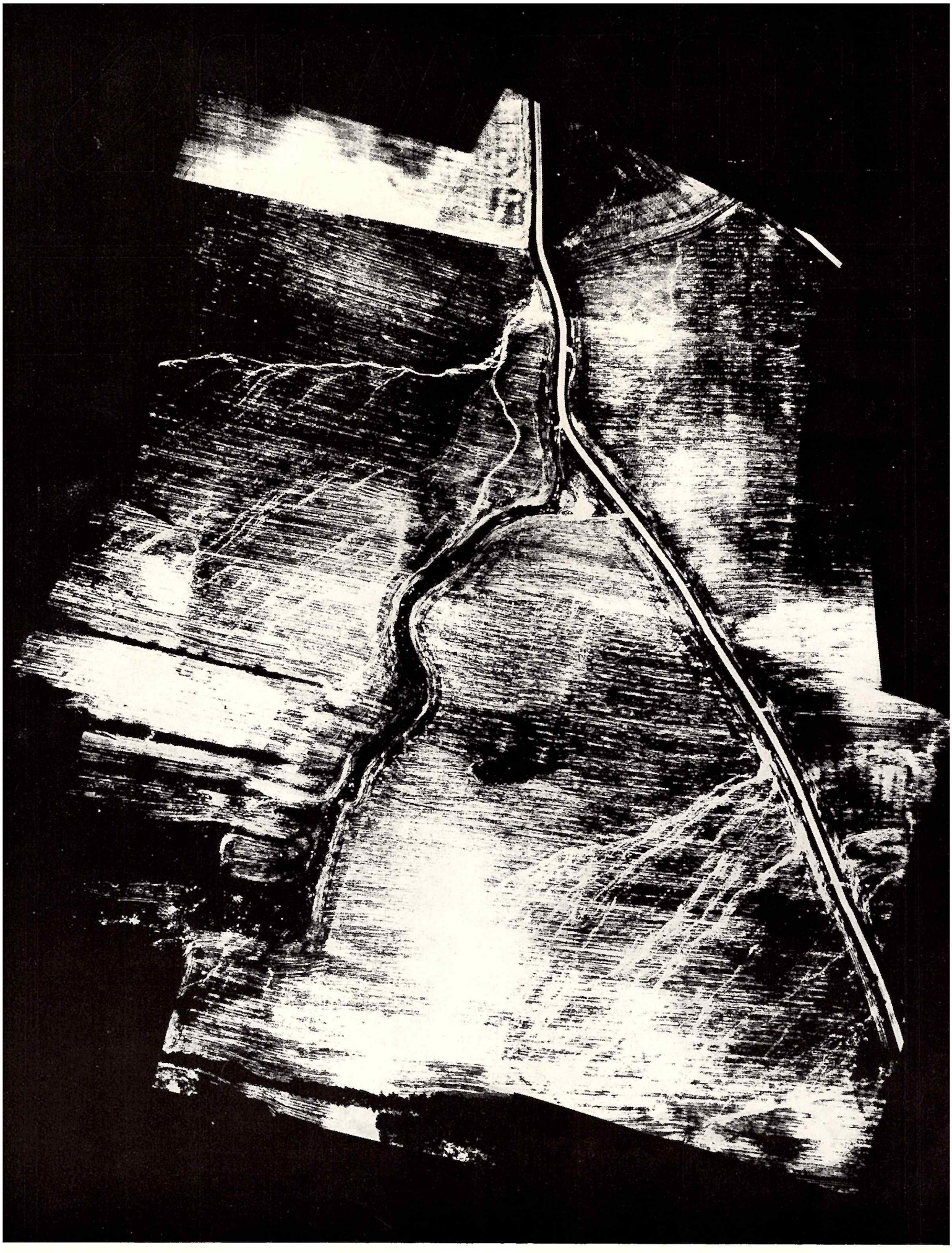
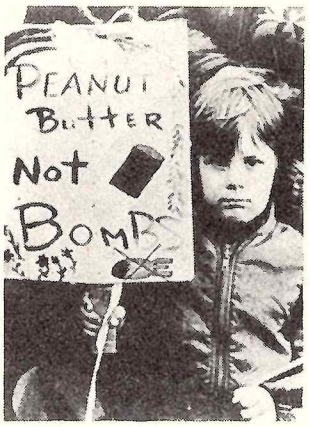
# KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1982
ROČNÍK XIII.
Kčs 4
2



Fotomozaika zostavená z čiernobielych panchromatických snímok, urobených z modelu lietadla (rádiom ovládaného) z výšky 200 m. Vlnový rozsah je 400—700 nm. Svetlé tenké priečne pásy sú formy líniovej erózie pôdy na parcele obsiatej ľanom. Snímka je z oblasti Českomoravskej vrchoviny. Foto: dr. O. Stehlík, CSc., Geografický ústav ČSAV, Brno.




Európa ešte nezažila také masové protivojnové demonštrácie ako minulý rok. Desaťtisíce ľudí pobúrených rozhodnutím vlády USA začať s výrobou neutrónovej bomby, vyjadrilo svoj nesúhlas. Snímky sú z manifestácie v Bruseli, mierového pochodu Kodaň—Paríž, z mítingu v Bratislave a z manifestácie v Moskve.

Foto: ČSTK

# Budúcnosť modrej planéty

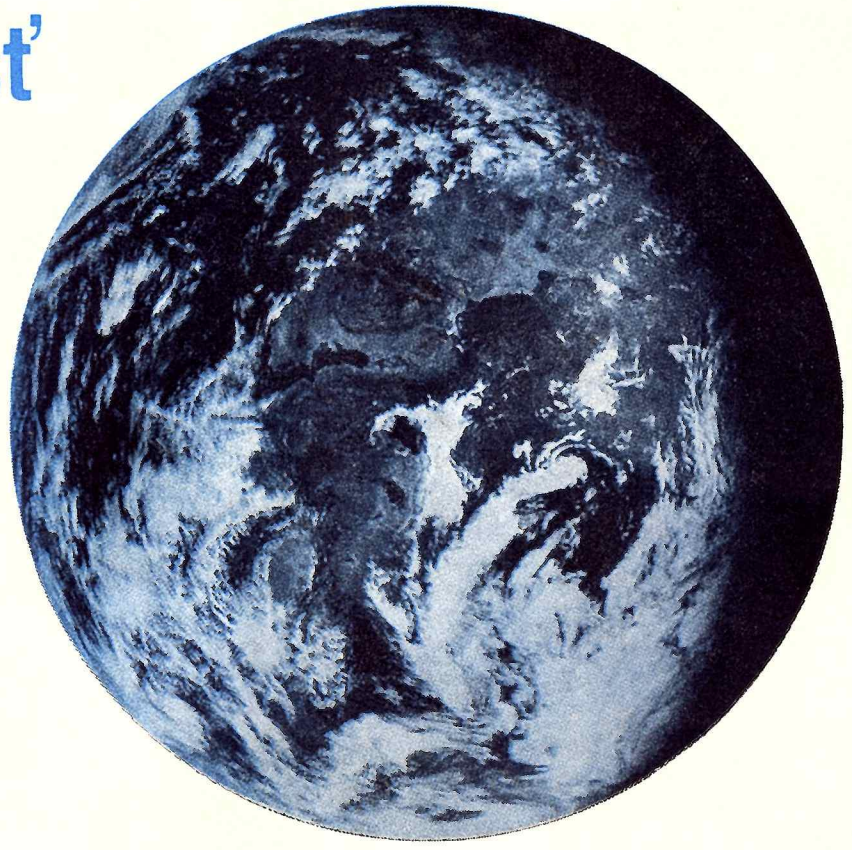
## PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Záber okolia Moritzburgu, NDR. Toto územie slúži aj ako testovacia plocha na odskúšavanie rôznych metód diaľkového prieskumu Zeme. Snímka vznikla digitálnym spracovaním záberov, zhotovených multispektrálnou kamerou MKF-6. Pri tejto metóde sa snímka spracováva pomocou skanovacieho denzitometra, ktorý bod po bode meria intenzitu sčernania obrazu a vyjadrí ju číselne (obyčajne v intervale 0—225). Body s príbuznou hodnotou môžeme potom znázorniť jednou farbou a tak výrazne odlíšiť rôzny stupeň sčernania obrazu — teda intenzitu žiarenia, odrazeného od objektu v rôznych spektrálnych pásmach. Spracovanie z číselnej formy opäť na obrazovú s presnejším rozlíšením odtieňov robí sa na multispektrálnom projektore MSP-4.

## ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Typické snímky krajiny, aké kreslí počítač na základe údajov z družíc Landsat. Je to obraz v nepravých farbách: biela, ktorá na dolnom obrázku vyzerá ako snehový poprašok, je v skutočnosti piesčitá pôda bez rastlín, na hornej snímke je podobnou farbou nakreslené mesto. Červenou kreslí počítač vlnové dĺžky odrazeného žiarenia, ktoré sú typické pre zelené rastliny, zatiaľ čo zelená zobrazuje územia so stromami bez listov. Farby sú zvolené tak, aby odlíšenie vlnových dĺžok odrazeného žiarenia bolo čím výraznejšie.

# Budúcnosť modrej planéty



Pre všetkých ľudí, ktorí vítali uvoľnené ovzdušie po Helsinskej konferencii a dúfali, že konečne nastal čas postupného rozvoja konštruktívnej spolupráce medzi národmi, bola veľkým sklamaním zmena kurzu zahraničnej politiky USA. Po nástupe štyridsiateho prezidenta Spojených štátov do funkcie, zahraničná politika používa nátlakové metódy v oblasti hospodárskej a zastrašovanie opreté o vojenskú silu. Vláda USA povolila výrobu neutrónovej bomby a rozhorčenie, ktoré vyvolal tento krok, prerástlo do masových demonštrácií na celom svete. Európa, pobúrená plánom USA umiestniť na území piatich západoeurópskych štátov 600 rakiet stredného doletu, rozhorčene protestuje. Desaťtisíce ľudí demonštrovalo v uliciach všetkých európskych veľkomiest. Obyvatelia Európy nechcú byť „rukojemníkmi" Spojených štátov, nechcú na svojom území americké rakety, určené na zastrašovanie a vojenský nátlak na ZSSR a európske socialistické štáty.

Od skončenia II. svetovej vojny sa ešte žiaden štátnik neodvážil pripustiť, že by uvažoval o možnosti použiť nukleárne zbrane. Reagan sa však nezdráhal verejne vyhlásiť, že takúto možnosť nevylučuje. Podľa neho by nukleárna vojna nemusela prerásť v celosvetovú tragédiu — mohla by sa viesť na obmedzenom území. Kalkulovanie s tým, že jadrový konflikt by sa mohol odohrať mimo územia Spojených štátov a obmedziť sa hoci na Európu, poburuje a rozhorčuje najmä obyvateľov starého kontinentu — v tomto storočí zažila Európa dve ničivé vojny; rozpútanie ďalšej, jadrovej katastrofy nesmieme pripustiť. Navyše, nejde len o osud Európy. Použitie jadrových zbraní by ohrozilo budúcnosť celej planéty.

**Koľko stojí americkú ekonomiku táto nebezpečná hra? Ak náklady USA na zbrojenie porovnáme s rozpočtom na kozmonautiku, prekvapí nás, že kozmický výskum stojí úplný bagateľ oproti horentným sumám, vynakladaným na zbrojenie. Ročný rozpočet NASA je už po viacero rokov okolo 6 miliárd dolárov. Z toho dve miliardy ročne predstavujú výdavky na raketoplán. Celý projekt vývoja a zalietavania raketoplánu neprekročil 10 miliárd dolárov — a pritom sa hodnotí ako mimoriadne nákladný projekt. Zato vlaňajší rozpočet USA na zbrojenie — 177 miliárd dolárov zdal sa byť príliš skromný, a preto ho bolo nutné zvýšiť v tomto roku na 220 miliárd.**

**Americký týždenník Science takmer v každom čísle referuje, ktoré vedné odbory a inštitúcie dostali viac ušlo organizáciám Ministerstva skrátený prídel prostriedkov, aby sa národnej obrany. Odhaduje, že za štvorročné obdobie, kým bude na prezidentskom kresle R. Reagan, výdavky na zbrojenie „vysajú" z federálneho rozpočtu až 800 miliárd dolárov! Čo sú oproti takejto sume náklady na celú cestu na Mesiac, najdrahší projekt americkej kozmonautiky, ktorý trval takmer desaťročie a stál 24 miliárd dolárov?**

**Všimnime si ešte rozpočet na vedu a výskum. Položka na vojenský výskum sa zvýšila z 13,9 miliárd v roku 1980 na 21,5 mld v roku 1982. Podiel vojenského výskumu na federálnom rozpočte dosiahol po tomto zvýšení už 55 %. Základný výskum dostane z federálneho rozpočtu 5,5 miliárd dolárov, čo je zvýšenie len o 300 miliónov oproti predvlaňajšiemu rozpočtu.**

**Organizácie, ktorých rozpočet sa vyčísľuje v miliardách, sú na tom nepomerne lepšie než inštitúcie, ktoré majú k dispozícii len miliónové sumy: z nízkeho rozpočtu sa škrtá podstatne viac. Napríklad oddelenie sociológie a ekonomiky Národnej vedeckej nadácie dostávalo z federálneho rozpočtu v rokoch 1980—1982 stále menší prídel: z pôvodných 31 miliónov zostalo vlani len 24 miliónov a tento rok už iba 10 miliónov dolárov. Načo sociológia, načo ekonomika — poznamenáva k tomu časopis Science — Reagan zrejme nepotrebuje odborné analýzy, ktoré by zhodnotili, aký vplyv na hospodárstvo bude mať „reaganomika".**

V časopise EOS sa objavila správa, že v NASA majú problémy zabezpečiť zo súčasného rozpočtu chod všetkých programov, a preto sa vyskytli úvahy, že sa zastaví príjem údajov zo sond Voyager. Ťažko si predstaviť, že by sa mohlo šetriť práve na najúspešnejšom americkom programe planetárneho výskumu — a na položke, ktorá zďaleka nepatrí k tým najväčším. Je pravdepodobnejšie, že NASA prijme pomoc, ktorú veľkoryso ponúka Ministerstvo národnej obrany: Pentagon sa začiatkom februára poponáhľal vyhlásiť, že je ochotný prevziať a financovať prevádzku raketoplánu.

Podľa pôvodných plánov mali sa lety raketoplánu využívať z jednej tretiny na vojenské účely. Zdá sa však, že prednostné užívacie právo na najmodernejší vesmírny dopravný prostriedok, ktorého vývoj v NASA uprednostnili pred inými programami, získa napokon predsa len Pentagon — a civilná kozmonautika bude musieť prispôsobiť časový harmonogram svojich letov podľa rozvrhu vojenských programov.

**Tatiana Fabini**

# Uvidíme meteorický dážď PERZEÍD?

RNDr. M. KRESÁKOVÁ, CSc.

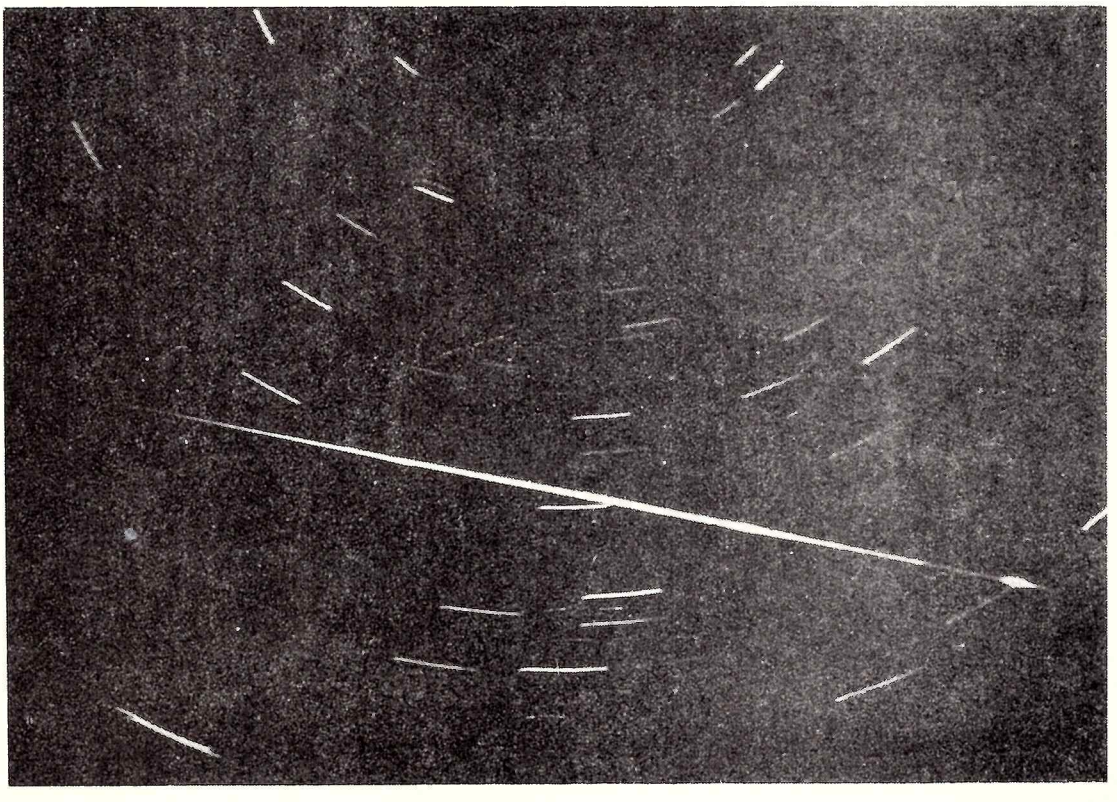
Augustové Perzeidy sú nesporne najznámejším meteorickým rojom. Objavujú sa každoročne s pozoruhodnou pravidelnosťou a trvaním niekoľko týždňov, pričom v čase maxima jeden pozorovateľ zbadá priemerne 1 meteor každú minútu. Je to dôkaz, že ide o starý prúd meteoroidov, ktorý vznikol postupným rozpadom veľmi veľkého materského telesa. Iba tak mohli meteoroidy vyplniť celú obežnú dráhu kométy a rozptýliť sa od nej v dostatočnej hustote až do pozorovanej vzdialenosti. V mieste stretnutia so Zemou, v blízkosti perihélia, je to 0,3 astronomickej jednotky (temer 50 miliónov kilometrov), a v blízkosti afélia mnohonásobne viac.

Materskú kométu roja Perzeíd poznáme: je to periodická kométa Swift-Tuttle, objavená v júli 1862. Kým kométa existuje, musí vyvrhovanie meteoroidov pokračovať a v blízkosti kométy musí byť prúd obohatený o množstvo čiastočiek nedávneho pôvodu. Pretože podľa výpočtov má kométa obežnú dráhu okolo 120 rokov, práve v najbližších rokoch by Zem mala prejsť najmladšou a najhustejšou časťou prúdu.

K čomu v takom prípade môže dôjsť, ukázal nám v šesťdesiatych rokoch meteorický roj Leoníd. Aj tento roj, s obežnou dobou 33 rokov, sa opakuje každoročne; nie je však taký výrazný ako Perzeidy, keď počet Leoníd iba málokedy prekročí 10 za hodinu. V roku 1965 Zem prešla prúdom Leoníd v blízkosti jeho materskej kométy Tempel-Tuttle. Vtedy sa frekvencia meteorov na niekoľko rokov podstatne zvýšila a 17. novembra 1966 pozorovali na americkom kontinente krátky meteorický dážď, najbohatší, aký je zaznamenaný v doterajšej histórii astronómie. Podľa pozorovaní z Kitt Peaku dosiahla frekvencia meteorov 2 500 za minútu pre jediného pozorovateľa. Žiaľ, z iných svetadielov tento dážď nebol viditeľný, pretože boli buď na strane Zeme odvrátenej od smeru prúdu, alebo mali nad obzorom Slnko.

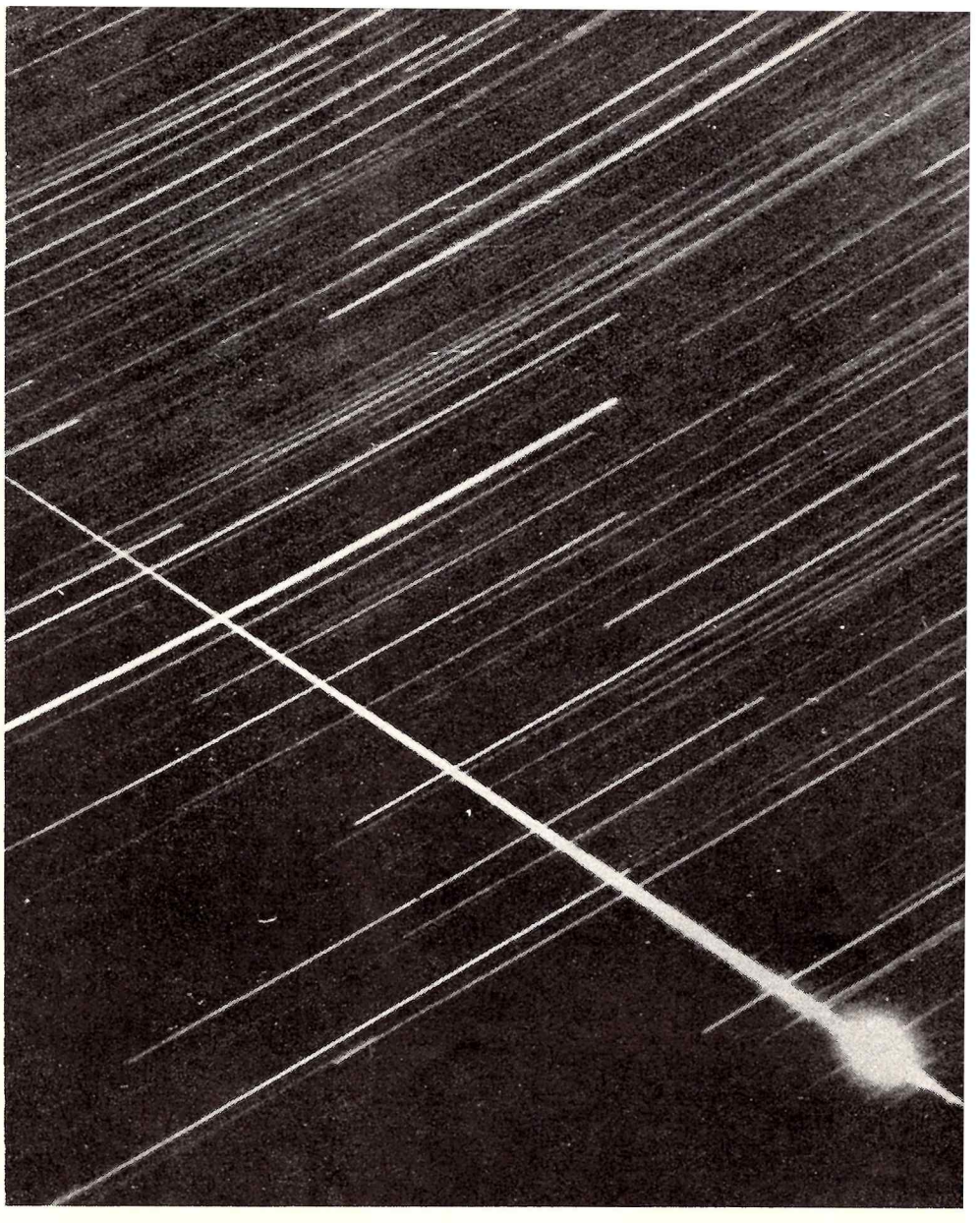
Je nádej, že aj Perzeidy by mohli vyvolať pozoruhodné úkazy v čase, keď bude ich materská kométa v našej blízkosti. Japonskí astronómi S. Imoto a I. Hasegawa našli v starých japonských kronikách záznam o veľkom meteorickom daždi, pozorovanom 10. augusta 1862. Spoľahlivá predpoveď úkazu však nie je možná, pretože kométa Swift-Tuttle sa dosiaľ znova nenašla, a jej vypočítaná obežná doba môže byť chybná až o niekoľko rokov. Pravda, nie je to chyba výpočtov, ale nedostatok podkladov pre ne.

Pre väčšinu krátkoperiodických komét vieme už dnes predpovedať čas budúceho prechodu perihéliom s presnosťou na zlomok hodiny — ale iba vďaka tomu, že sa pozorovali už pri viacerých návratoch k Slnku. U kométy Swift-Tuttle



**Pre Perzeidy sú typické výbuchy (a niekedy aj série výbuchov) na konci svetelnej dráhy. Táto Perzeida vytvorila krásnu stopu v okolí severného pólu.**

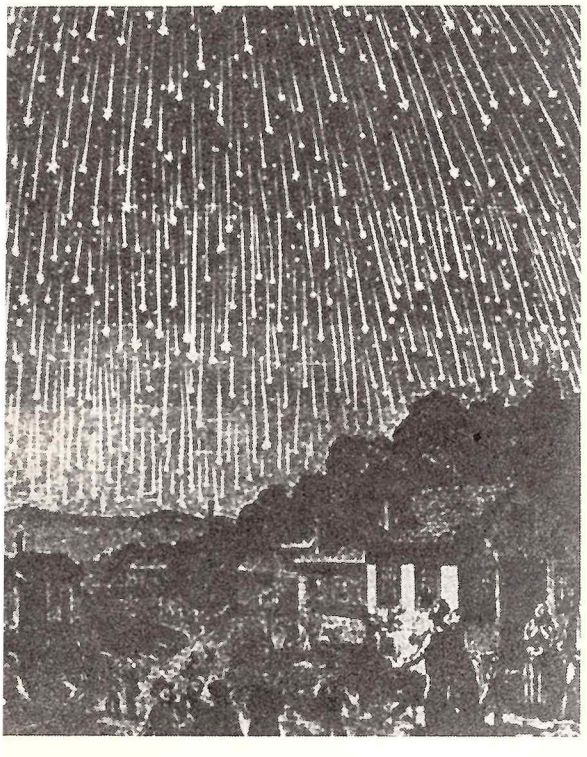
**Počas hodinovej expozície podarilo sa na snímke zachytiť tento krásny bolid, ktorý patril k roju Perzeíd. Preletel súhvezdím Orla a pri výbuchu mal jasnosť —12. Snímka z 13. augusta 1966. Foto: James. W. Young.**



existujú pozorovania iba z troch mesiacov, od ktorých už uplynulo 120 rokov. Chyba v určení rýchlosti jej pohybu z týchto pozorovaní o 0,01 % znamená už temer dvojročnú chybu v čase predpovedaného návratu. Kométu preto nemožno hľadať na vypočítanom mieste oblohy, ako sa to robí u iných komét: poznáme iba čiaru, na ktorej by sa v určitom čase mohla nachádzať. Aj s týmito obmedzenými podkladmi sa kométa už dlhší čas hľadá na niekoľkých hvezdárňach, medzi inými aj na Astronomickom ústave ČSAV v Ondřejove, kde na to používajú jednu z celooblohových komôr.

Pri poslednom priblížení k Slnku v r. 1862 bola kométa veľmi jasná, po 8 týždňov viditeľná prostým okom a chvost mala dlhý až 30°. Je preto dosť záhadné, prečo sa nepodarilo nájsť historické záznamy o jej pozorovaní v predošlých obehoch, okolo r. 1740, 1620 atď., podobne ako u známej kométy Halley. Tu však treba uvážiť, že poloha kométy Swift-Tuttle voči Zemi bola v r. 1862 veľmi priaznivá pre pozorovanie. Pri predošlých návratoch mohla prechádzať perihéliom na opačnej

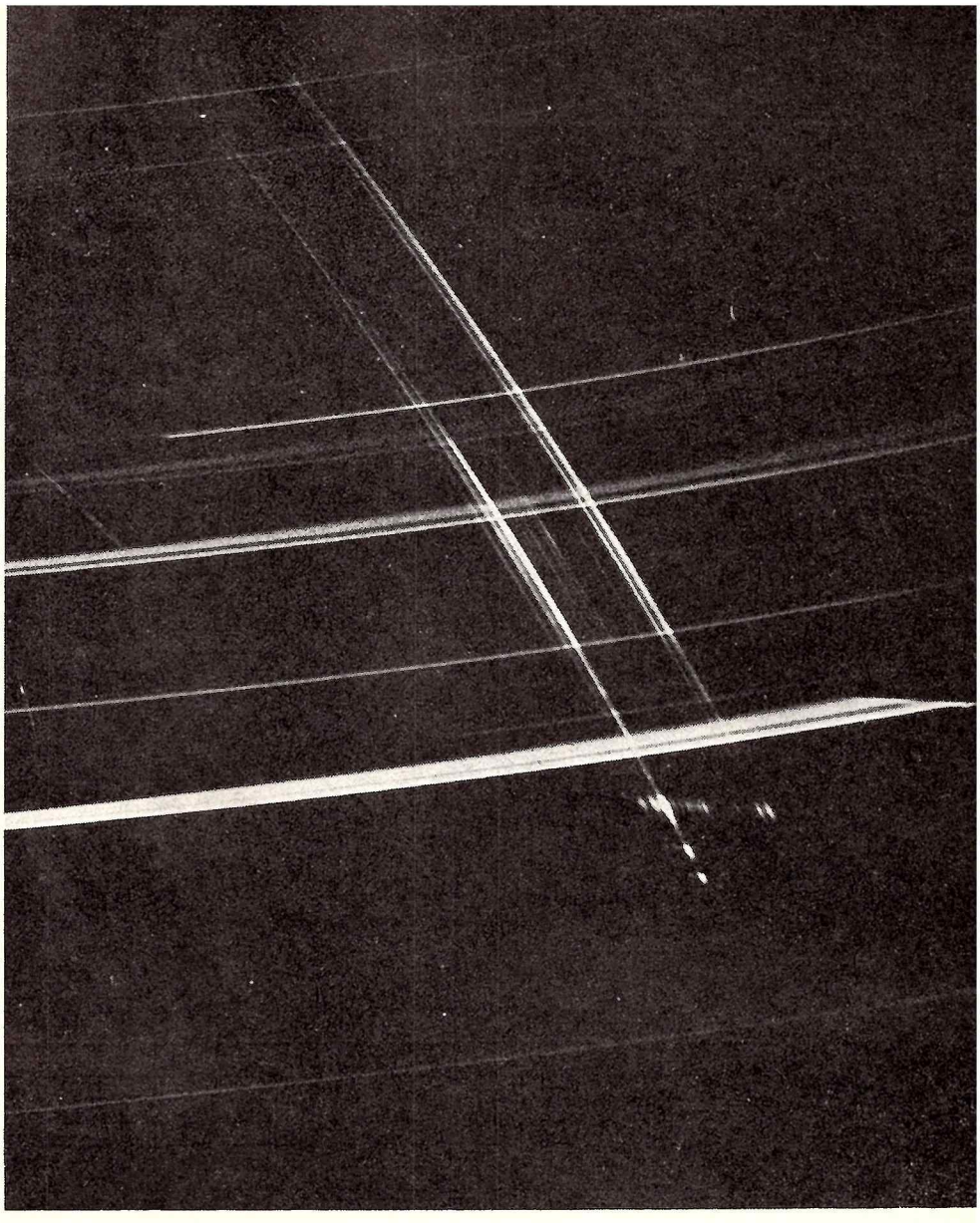
## HISTÓRIA, KTORÁ SA OPAKUJE



*V noci z 12. na 13. novembra 1833 zažili obyvatelia Severnej Ameriky udalosť, ktorú zobrazuje aj dobová maľba: dlhý a výdatný meteorický dážď. Maliar ani trochu nepreháňa. Podľa písomných svedectiev „hustý dážď svetiel trval bez prestania od druhej hodiny v noci až do svitania a celé nebo bolo ako v ohni". Záblesky svetla boli také jasné, že ľudia sa zobúdzali zo spánku. Mnohí sa triasli hrôzou, že nastal koniec sveta — ale všetka česť, boli aj takí, čo pozorne sledovali to veľkolepé divadlo a všimli si, že ohňostroj svetiel vychádza zdanlivo z jedného miesta oblohy, kde leží súhvezdie Leva. Každý rok, približne v tie isté novembrové dni môžeme pozorovať, ako z tohto miesta vyletujú meteory, ale len raz za 33—34 rokov môže meteorický roj Leonid vytvoriť veľkolepý ohňostroj meteorického dažďa — keď sa najhustejšia časť prúdu častíc stretne pri svojom obehu so Zemou.*

*Takýto dážď svetiel vytvárajú aj iné meteorické roje. V našom storočí vyvolal senzáciu meteorický dážď Draconid, ktorý 9. októbra 1933 vzrušil Európu. Začínal pozvoľna, súčasne so súmrakom a o deviatej večer prešiel v pravý meteorický dážď. Oblohu osvetľovalo množstvo slabých bielych meteorov i jasných, žltých a namodralých, padali jednotlivo, v dvojiciach i celých spŕškach a tento ohňostroj trval takmer do polnoci. V našom storočí to bol prvý veľký meteorický dážď. Na prostých ľudí mohutne zapôsobil: ľudia stáli vonku a udivene sledovali neznáme divadlo, v Portugalsku davy ľudí utekali do kostolov, v strachu, že nebo sa rúti na Zem a je tu koniec sveta. Astronómovia síce predpokladali zvýšenú činnosť roja Draconid, ale takýto veľkolepý dážď nikto nečakal. Mnohí pozorovatelia sa priznávajú, že pri tak pôsobivom hýrení svetiel sa museli priam prinútiť, aby odtrhli oči od oblohy a úkaz aj systematicky pozorovali a fotografovali. V súhvezdí Draka objavilo sa aj veľa stacionárnych meteorov, jeden z nich vyzeral ako ohnivá guľa a bol jasný ako Jupiter. Vo Francúzsku bol pozorovaný bolid, ktorý tiež vyzeral ako ohnivá guľa a bol veľký ako štvrtina Mesiaca v splne;*

**Spektrum jasnej Perzeidy z 12. na 13. 8. 1966. Pre rýchle meteory ako sú Perzeidy je typické silné žiarenie v modrej oblasti spektra (na fotografii vľavo), ktoré je vyvolané emisnými čiarami H a K ionizovaného vápnika. Najvýraznejšia hviezdna stopa na snímke je Altair. Foto: Archív observatória AÚ SAV na Skalnatom Plese.**



strane Slnka, a preto nemusela byť vôbec viditeľná na nočnej oblohe. Za tohto predpokladu prerátal B. G. Marsden rôzne varianty dráhy a určil, v ktorých obdobiach roka by mohla byť kométa viditeľná v súčasnosti za podmienky, že návraty pred r. 1862 boli polohou kométy pri Slnku nepriaznivé. Na vyznačené obdobia sa sústreďuje hľadanie kométy.

Jediným historickým objektom, ktorý mohol byť totožný s kométou Swift-Tuttle, je jasná kométa 1737 II, ktorú pozoroval v júli 1737 cestovateľ a misionár Kegler v Pekingu. Marsden túto možnosť celkom nevylučuje, aj keď by vyžadovala neočakávane veľké chyby v pozorovaniach z r. 1862 a opravu v predpovedanom návrate z r. 1980—1983 na rok 1990. Ak bude prebiehajúce hľadanie kométy neúspešné, obnoví sa ešte o 8 rokov s užším vymedzením očakávanej polohy na oblohe.

Ako ukázal príklad Leoníd, zvýšenie aktivity meteorického roja v blízkosti materskej kométy môže pri obežnej dobe 120 rokov trvať aj niekoľko rokov. Observatóriá, zaoberajúce sa výskumom meteorov, venujú preto už teraz roju Perzeíd zvýšenú pozornosť. Dokonca aj program niektorých zasadaní budúceho Valného zhromaždenia Medzinárodnej astronomickej únie, ktoré sa bude konať v druhej polovici augusta 1982 v Grécku, sa upravil tak, aby pozorovatelia meteorov mohli v období Perzeíd zostať doma pri svojich prístrojoch.

Bolo by veľmi osožné, keby pozorovaniu Perzeíd v najbližších rokoch venovali zvýšenú pozornosť aj naši amatéri. S ohľadom na mesačnú fázu budú podmienky pozorovania priaznivé v r. 1982 (Mesiac v poslednej štvrti) i v r. 1983 (Mesiac pred prvou štvrťou). Dôležité sú najmä pozorovania okolo maxima roja 11.—14. augusta. Aj keď nádej na bohatý meteorický dážď nie je veľká, nemožno ju zanedbať. Aj pozorovania nezvýšeného počtu meteorov umožnia zmapovať hustotu čiastočiek v okolí kométy a pomôžu objasniť priebeh vývoja meteorických rojov.

*svetielkujúca stopa, ktorá po ňom zostala, bola viditeľná 20 minút. Francúzsky astronóm Touchet píše: „Videl som najkrajšie divadlo za celý čas svojej pozorovateľskej činnosti — nádherný meteorický dážď. Bezprostredný dojem bol, že sa všetky hviezdy uvoľnili a padajú k Zemi. Upokojil ma až pohľad na súhvezdia, žiariace na pozadí dažďa. Na všetkých stranách padali meteory: oko sa snažilo sledovať niektoré z nich, zatiaľ čo iné sa objavovali po desiatkach". Na našom území bolo práve vtedy beznádejne zamračené, takže tento meteorický dážď neupútal všeobecnú pozornosť: na oblohe iba na miestach, kde sa mraky pretrhli, bolo možné vidieť prelety množstva meteorov. Úkaz však pozorovali na mnohých hvezdárňach.*

*Medzitým astronómia pokročila zas o kus ďalej a zistila sa presnejšia súvislosť meteorických prúdov s kométami: najhustejšia časť prúdu je práve v okolí kométy, z ktorej prúd vznikol. A pretože Draconidy obiehajú po dráhe zhodnej s kométou Giacobini-Zinner, ktorá má obežnú dobu približne 6,5 roka, dalo sa očakávať, že po dvoch obehoch sa opäť hustý prúd stretne so Zemou a môže vytvoriť meteorický dážď. Draconidy nesklamali a po 13 rokoch — 10. októbra 1946 opäť nastal nádherný úkaz. Pretože u nás to bolo tesne pred úsvitom, veľkolepé predstavenie nemalo veľa divákov. Ale astronómovia čakali pripravení a krásny, zriedkavý úkaz videli na vlastné oči. Pozorovalo sa aj na Skalnatom Plese a dr. Kresák, člen kor. SAV dnes na tento zážitok spomína ako na najpôsobivejší astronomický úkaz vôbec.*

*Tento rok čakáme na návrat kométy Tuttle — Simons — Swift, ktorá má po 120 rokoch opäť prejsť okolo Slnka. Je to materská kométa roja Perzeíd — jedného z najkrajších meteorických rojov, ktorý býva v činnosti od konca júla až takmer do konca augusta. Aká je pravdepodobnosť, že Perzeidy prinesú tento rok alebo na budúci aj meteorický dážď — o tom hovorí článok dr. Kresákovej. Ale v každom prípade už predstava, že možno budeme svedkami takéhoto veľkolepého úkazu, je veľmi lákavá.*

# FYZIKA BIELYCH TRPASLÍKOV

Biely trpaslík Sírius B je sprievodca desaťtisíckrát jasnejšej hviezdy Sírius. Obraz Síria B vidíme vpravo dolu pod obrazom Síria. Znásobenie obrazu Síria B (vľavo a vpravo v strednej časti snímky) ako aj hexagonálny tvar Síria spôsobuje difrakcia.

**Bieli trpaslíci (meno dostali podľa farby prvých objavených hviezd tohto typu) predstavujú spolu s neutrónovými hviezdami a čiernymi dierami záverečné štádiá života hviezd. Ako bieli trpaslíci končia svoj život stredne veľké hviezdy: tento osud očakáva aj naše Slnko — zhruba za 5 miliárd rokov, keď sa vyčerpajú jeho zásoby vodíka a hélia.**

**Oveľa zaujímavejšia než tento záver (dnes už všeobecne známy a široko popularizovaný) je cesta, ktorou sa k týmto poznatkom dospelo. Charakterizuje ju tesná spolupráca astronómie s takmer všetkými ostatnými disciplínami fyziky — od jadrovej fyziky a fyziky častíc až po štatistickú mechaniku, hydrodynamiku, termodynamiku, fyziku pevnej fázy a ďalšie. Príspevky k pochopeniu podstaty bielych trpaslíkov prichádzajú dodnes zo všetkých oblastí fyziky a práve tomu vďačíme za ďalšie významné objavy, ktoré v poslednom desaťročí obohatili naše predstavy o týchto objektoch.**

**Náš článok o histórii poznávania podstaty bielych trpaslíkov — od ich objavu začiatkom tohto storočia až po súčasný stav výskumu — je spracovaný podľa časopisu Physics Today (január 1979), kde problematiku podáva Hugh M. Van Horn, ktorý aktívne pracuje v tejto oblasti — zaoberá sa numerickým modelovaním atmosféry bielych trpaslíkov.**

Bielych trpaslíkov — objekty, ktoré majú hmotnosť ako hviezdy ale rozmery skôr ako planéty — poznáme ako osobitú triedu hviezd od začiatku tohto storočia. Okolo r. 1920 podarilo sa zmerať u bieleho trpaslíka Sírius B gravitačný posun spektrálnych čiar, predpokladaných Einsteinovou všeobecnou teóriou relativity, čo potvrdilo, že tento objekt má skutočne malé rozmery a veľkú hustotu (pozri tabuľku). Existencia takýchto kompaktných hviezd bola jednou z najväčších záhad astrofyziky až dovtedy, čo v polovici 20-tych rokov Enrico Fermi a P. A. M. Dirac vypracovali kvantovo-štatistickú teóriu elektrónového plynu. Táto teória v súhlase s Pauliho vylučovacím princípom ukázala, že ani najchladnejšie elektróny nemôžu byť všetky akumulované do kvantového stavu s najnižšou energiou a teda celková energia a tlak elektrónového plynu sú nenulové dokonca aj pri nulovej teplote. Z toho R. H. Fowler a ďalší hneď vyvodili, že práve v tom spočíva vysvetlenie záhady bielych trpaslíkov; Fowler dokázal, že tlak degenerovaného elektrónového plynu, v ktorom sú najnižšie kvantové hladiny postupne úplne obsadené, je dostatočne veľký na to, aby udržal hviezdny objekt proti silám jeho gravitácie presne na polomere typickom pre bielych trpaslíkov.

Počiatkom 30-tych rokov S. Chandrasekhar, ktorý bol vtedy mladým študentom univerzity v Cambridge, rozšíril teóriu degenerovaného elektrónového plynu tým, že v nej zohľadnil aj dôsledky špeciálnej teórie relativity. Výsledkom bolo zistenie, že existuje kritická hmotnosť hviezdy (približne 1,44 hmotnosti Slnka — teraz jej hovoríme aj Chandrasekharova hranica); hviezdy s hmotnosťou menšou ako 1,44 $M_\odot$ skončia svoj vývoj ako bieli trpaslíci — zatiaľ čo hviezdy, ktorých hmotnosť prevyšuje túto hranicu, majú už vlastnú gravitáciu príliš veľkú na to, aby ju mohol vyvážiť tlak degenerovaného elektrónového plynu a sú preto odsúdené na úplný kolaps. Vonkajším prejavom takýchto katastrof sú supernovy. V niektorých prípadoch dokonca ani prudký výbuch supernovy nestačí hviezdu úplne rozmetať a z pôvodného objektu zostane hviezdny zvyšok s hustotou ešte väčšou než biely trpaslík — neutrónová hviezda alebo i čierna diera. Výskum vývojových ciest, ktorými sa z hviezd stávajú bieli trpaslíci je teda dôležitý nielen pre pochopenie podstaty týchto objektov, ale aj preto, že pomáha určiť hranice možných ciest,

ktoré vedú k supernovám a ich zvláštnym stelárnym zvyškom.

Pri poznávaní tepelnej štruktúry bielych trpaslíkov urobil prvý krok Robert Marshak začiatkom 40-tych rokov — ešte ako Betheho študent na Cornellovej univerzite. Kvantovú teóriu elektrónovej vodivosti v kovoch, ktorú vypracoval A. Sommerfeld a H. Bethe, aplikoval na podmienky zodpovedajúce elektrónovému plynu v bielom trpaslíkovi a zistil, že degenerovaný elektrónový plyn v jadre bieleho trpaslíka má takú veľkú tepelnú vodivosť, že jadro musí byť prakticky izotermálne. Pritom však prenos tepla cez tenké, nedegenerované povrchové vrstvy je veľmi pomalý a neúčinný. Z numerických výpočtov vyplynulo, že typickej svietivosti bielych trpaslíkov (zhruba stotina svietivosti Slnka) zodpovedá teplota izotermálneho jadra okolo 10 miliónov K. Elektrónový plyn zostáva degenerovaný aj pri týchto vysokých teplotách (tak vysokých ako sú v centre Slnka), lebo hmota v jadre bieleho trpaslíka má veľmi veľkú hustotu. Bieleho trpaslíka možno teda popísať ako masívnu, veľmi hmotnú, horúcu vodivú guľu, pokrytú tenkou, ale veľmi účinnou vrstvou izolácie.

V tom čase už bolo známe, že najrozšírenejším prvkom vo vesmíre je vodík, ktorý tvorí 70 percent hmoty všetkých hviezd. R. 1938 Bethe vypočítal rýchlosti, akými prebiehajú vodíkové termonukleárne reakcie pri podmienkach, ktoré zodpovedajú vnútram hviezd a ukázal, že tieto reakcie sú zdrojom energie, z ktorej možno vyvodiť svietivosť väčšiny známych hviezd. (Za túto prácu dostal Bethe neskôr, r. 1967, Nobelovu cenu za fyziku). Avšak keď sa Betheho výsledky aplikovali na bielych trpaslíkov, viedlo to k zarážajúcemu protirečeniu: svietivosť bielych trpaslíkov vyšla o mnoho rádov vyššia než sa v skutočnosti pozorovalo! Z toho jednoznačne vyplynulo, že

— termonukleárne reakcie nie sú zdrojom svietivosti bielych trpaslíkov

— vo vnútri bielych trpaslíkov nemôže byť prítomný vodík.

Bieli trpaslíci sú teda hviezdy, ktoré vyčerpali zdroje termonukleárnej energie a sú v konečných štádiách hviezdnej evolúcie — sú dohárajúcou pahrebou umierajúcich hviezd. Čo je však zdrojom energie, ktorú vyžarujú? Táto otázka zostala dlho nezodpovedaná. Až r. 1952 L. Mestel dospel k záveru, že tepelná energia vo vnútri horúceho bieleho trpaslíka, ktorá pomaly presakuje cez izolačné povrchové vrstvy, je dosť veľká na to, aby vysvetľovala pozorované svietivosti. Mestel predpovedal aj štatistické rozdelenie svietivostí bielych trpaslíkov — ktoré uspokojivo súhlasí s neskoršími pozorovaniami — a jeho teória vývoja bielych trpaslíkov zostala, až na niektoré detaily, uznávanou celé štvrťstoročie až dodnes.

Bieli trpaslíci sú veľmi slabé zdroje svetla, a preto ich pozorovanie vyžaduje veľké ďalekohľady, schopné zachytiť čo najviac žiarenia. Prvú príležitosť pre detailné štúdium týchto hviezd získala astronómia postavením ďalekohľadu na Mt. Palomare (r. 1948), kde v nasledujúcom desaťročí prebiehali spektrografické a fotometrické štúdiá pod vedením J. Greensteina. V nasledujúcich dvoch desaťročiach boli v rôznych častiach sveta postavené ďalšie výkonné ďalekohľady a pozorovaniu bielych trpaslíkov sa venuje už viacero skupín. Výsledkom tohto úsilia sú detailné spektroskopické informácie o viac ako 400 objektoch tohto typu. A celkom nedávno začali pozorovania aj pomocou družíc, ktoré otvorili možnosť pozorovať ďalekú ultrafialovú a röntgenovú oblasť spektra bielych trpaslíkov.

Bieli trpaslíci majú spektrá veľmi odlišné od spektier bežných hviezd. Jedným z rozdielov je, že spektrálne čiary sú veľmi široké (pološírka čiary je 2—5 nm). Je to priamy dôsledok obrovskej gravitácie na povrchu bieleho trpaslíka ($10^6$ m . $s^{-2}$, čo je asi $10^4$-krát viac ako na Slnku). Veľká gravitácia spôsobuje vysoký tlak v atmosférach týchto hviezd, čo sa v konečnom dôsledku prejaví rozšírením spektrálnych čiar (Starkov efekt).

Druhý rozdiel oproti spektrám obyčajných hviezd je ešte výraznejší. Týka sa zastúpenia prvkov v spektrách a zasluhuje si bližší popis.

Ak sa spektrá bežných hviezd navzájom od seba líšia, je to v prvom rade dôsledok rozdielnej teploty ich povrchu. V spektrách hviezd, ktoré majú efektívnu povrchovú teplotu $T_{ef} = 10\,000$ K, dominujú silné absorpčné čiary Balmerovej série vodíka. Pri vyšších teplotách povrchu Balmerove čiary slabnú (lebo väčšina vodíka je už v ionizovanom stave) a v spektrách hviezd s $T_{ef} = 15\,000$ K sú charakteristické silné absorpčné čiary druhého najrozšírenejšieho prvku — hélia, ktoré neionizuje tak ľahko ako vodík. Hviezdy, ktorých povrch je oveľa chladnejší ako 10 tisíc K (napríklad Slnko s $T_{ef} = 5800$ K) majú zas v spektre čiary rôznych kovov a v niektorých zvláštnych prípadoch aj spektrálne pásy molekúl, ktoré disociujú alebo ionizujú so vzrastajúcou $T_{ef}$ oveľa ľahšie než vodík, a preto ich čiary v teplejších hviezdach nie sú.

Biele trpaslíky výrazne kontrastujú s týmto dobre preskúmaným chovaním bežného hviezdneho spektra. Väčšina bielych trpaslíkov (zhruba dve tretiny) má v spektre iba Balmerove čiary vodíka, a to napriek tomu, že ide o objekty s veľmi rozdielnou povrchovou teplotou — od 5000 K až po viac než 70 000 K. K tejto najrozšírenejšej skupine bielych trpaslíkov (označujeme ich ako spektrálna trieda DA) patrí aj Sírius B. Zvyšná tretina bielych trpaslíkov má iné než toto čisté vodíkové spektrum: časť z nich má héliové čiarové spektrum (typ DB), ďalšia časť má len kontínuum bez akýchkoľvek výraznejších čiar (spektrálny typ DC) a ostatné dve skupiny (z ktorých každá má zhruba len desiatku predstaviteľov) má v spektre slabé čiary kovov alebo molekulárne pásy uhlíkatých molekúl.

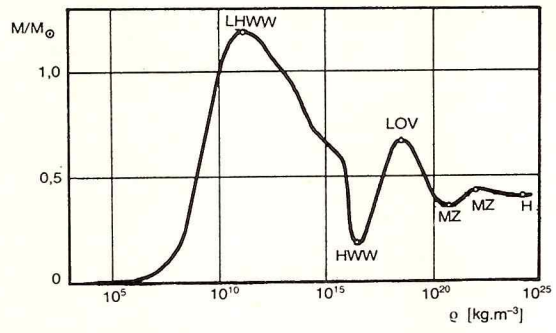
Vysvetlenie, prečo má väčšina bielych trpaslíkov iba vodíkové spektrum, navrhol pred časom

**SÍRIUS B**

Sírius B, nenápadný sprievodca jasného Síria je jedným z prvých známych predstaviteľov bielych trpaslíkov. Je zaujímavé, že Zem má polomer $6{,}371.10^6$m (= 0,00915 polomeru Slnka) — čo je len o niečo viac ako má Sírius B! Niektoré údaje o tejto hviezde v porovnaní so Slnkom dáva tabuľka.

| Veličina | Sírius B | Slnko |
|---|---|---|
| Hmotnosť | 1,05 M⊙ | M⊙ = $1{,}989.10^{30}$ kg |
| Polomer | 0,008 R⊙ | R⊙ = $6{,}96.10^{10}$ m |
| Svietivosť | 0,03 L⊙ | L⊙ = $3{,}90.10^{26}$ W |
| Efektívna teplota (čierneho telesa) | 27 000 K | 5800 K |
| Gravitačný červený posun | 89 ± 16 km/s | 0,6 km/s |
| Priemerná hustota* | $2{,}8.10^9$ kg/m$^3$ | $1{,}41.10^3$ kg/m$^3$ |
| Hustota v strede* | $3{,}3.10^{10}$ kg/m$^3$ | $1{,}6.10^5$ kg/m$^3$ |
| Teplota v strede | $2{,}2.10^7$ K | $1{,}6.10^7$ K |

* v závislosti od zvoleného modelu




**Fyzikálne parametre vo vnútri hviezdy nemôžu byť ľubovoľné, pretože takáto konfigurácia by nemusela byť stabilná. Gravitácia sa totiž snaží hmotu hviezdy stlačiť (teda zväčšiť jej hustotu), zatiaľ čo tlak plynu a žiarenia pôsobí opačne — snaží sa hmotu rozptýliť, (a zmenšiť jej hustotu). Iba v prípade, že sú tieto dve sily v rovnováhe v celom vnútri hviezdy, môže byť konfigurácia stabilná.**

**Ak uvažujeme zjednodušený model vnútra hviezdy, v ktorom je chemické zloženie látky rovnaké v celej hviezde, potom možno nájsť stabilné (to znamená v čase nemenné) modely vnútra hviezdy, ktoré závisia pri danom chemickom zložení len od dvoch parametrov — hustoty a teploty v strede hviezdy. (V skutočnosti nie je konfigurácia hviezdy na čase úplne nezávislá, ale sa mení v časovej škále miliónov až miliárd rokov, pretože prebieha proces horenia jadrového paliva.)**

**Ak sa zaujímame len o konečné štádium života hviezdy, vyberáme si modely s nulovou centrálnou teplotou. Chemické zloženie takejto vyhasnutej hviezdy je neobvyklé — skladá sa z čistého železa — konečného produktu horenia jadrového paliva. Konfigurácia hviezdy bude závisieť len od hustoty v jej strede. Na dvoch grafoch je znázornená závislosť hmotnosti a polomeru hviezdy na jej strednej hustote. Dôležitý je najmä prvý graf — vidíme, že pre každú hodnotu stredovej hustoty existuje možná konfigurácia hviezdy, zatiaľ čo to neplatí pre každú hodnotu jej hmotnosti. Navyše, pre niektoré hodnoty hmotnosti môže existovať viac konfigurácií s rozličnými hodnotami stredovej hustoty. Stúpajúce časti krivky (tam pri rastúcej stredovej hustote vzrastá i hmotnosť hviezdy) predstavujú stabilné konfigurácie, zatiaľ čo klesajúce časti (kde s rastúcou stredovou hustotou hmotnosť hviezdy klesá) predstavujú nestabilné konfigurácie: v princípe by mohli existovať aj takéto hviezdy, ale pri sebamenšom vonkajšom vplyve by prešli (zrejme katastrofickým procesom) do inej, stabilnej konfigurácie.**

**Prvá stúpajúca časť krivky (až po bod LHWW) predstavuje s dobrým priblížením konfigurácie bielych trpaslíkov. Vieme síce, že teploty v ich vnútri zďaleka nie sú nulové (sú rádu $10^7$ K), ale vzhľadom na to, že pri obrovskej hustote plynu v ich vnútri (degenerovaný plyn) jeho tlak prakticky nezávisí od teploty (ale len od hustoty), je priblíženie nulovej teploty oprávnené.**

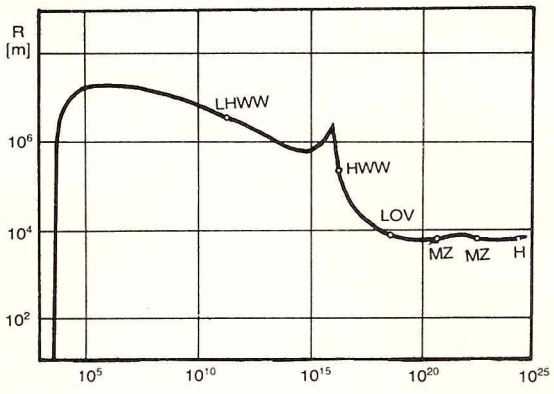
**Druhá stúpajúca časť krivky (od bodu HWW po bod LOV) zodpovedá neutrónovým hviezdam. Pre vyššie stredové hustoty už nie sú stabilné ani konfigurácie na stúpajúcich úsekoch krivky.**

**Kritické body krivky (maxima a minimá) sú označené menami fyzikov, ktorí ich objavili:**

| | |
|---|---|
| **LHWW** | **Landau, Harrison, Wakano, Wheeler** |
| **HWW** | **Harrison, Wakano, Wheeler** |
| **LOV** | **Landau, Oppenheimer, Volkoff** |
| **MZ** | **Misner, Zapolsky** |
| **H** | **Harrison** |

**Krivka stabilných konfigurácií vychladnutých hviezd, ktoré vypočítal r. 1935 Chandrasekhar, sa dobre zhoduje s krivkou na prvom grafe až po hustoty rádove $10^{10}$ kg.m$^{-3}$, pri vyšších hustotách sa jeho krivka blíži asymptoticky ku hodnote M~1,26 M⊙.**

**Na druhom grafe, ktorý ukazuje závislosť polomeru vychladnutej hviezdy na stredovej hustote, vidíme, že kritické body krivky z prvého grafu tu nie sú nijakými význačnými bodmi. Ďalej si môžeme všimnúť, že polomery bielych trpaslíkov sú rádove $10^7$ m a neutrónových hviezd rádove $10^4$—$10^5$ m.**




francúzsky astrofyzik Schatzman: v silných gravitačných poliach bielych trpaslíkov nastáva gravitačná sedimentácia, pri ktorej ťažšie prvky klesajú pod atmosferické vrstvy a čistý vodík sa vyplavuje na povrch hviezdy. Pretože takýto proces môže prebehnúť pomerne rýchlo, dá sa pomocou neho uspokojivo vysvetliť charakter spektra najväčšej skupiny bielych trpaslíkov, ktoré majú vodíkové spektrum.

Prečo zvyšná tretina bielych trpaslíkov nemá v spektre žiadne vodíkové čiary, to zatiaľ nie je spoľahlivo vysvetlené. Je možné, že tieto hviezdy stratili povrchové vrstvy, obsahujúce vodík, ešte skôr než sa z nich stali biele trpaslíky. Veď medzi kandidátmi na bielych trpaslíkov skutočne existujú aj také objekty, u ktorých pozorujeme odvrhnutie hmoty v množstvách niekoľko desatín hmotnosti Slnka. Sú to hviezdne jadrá planetárnych hmlovín. Bolo by však treba vyjasniť, či sú jadrá planetárnych hmlovín naozaj úplne zbavené vodíka a zároveň, či skutočne existuje evolučná súvislosť medzi jadrami planetárnych hmlovín a tými triedami bielych trpaslíkov, ktoré v spektrách nemajú vodík. Situácia sa komplikuje aj tým, že existujú aj iné typy hviezd s deficitom vodíka, ktoré by tiež mohli patriť medzi predchodcov bielych trpaslíkov.

V poslednom desaťročí sa pri štúdiu bielych trpaslíkov stále viac využíva numerické modelovanie. Z modelov okrem iného vyplynulo, že v atmosfére bielych trpaslíkov je konvektívna zóna, ktorá môže podstatne znížiť izolačné schopnosti vrchnej obálky a tým urýchliť chladnutie hviezdy. Modely konvektívnej obálky vychádzali z teoretických výpočtov termodynamických vlastností plazmy za veľmi zložitých fyzikálnych podmienok (pri ktorých nielenže ionizácia je neúplná, ale aj elektróny sú čiastočne degenerované a coulombovská interakcia je už dostatočne silná, takže pohyb iónov v plazme prestáva byť náhodný a ukazuje vzájomnú koreláciu). Iste je zaujímavé, že veľmi podobné fyzikálne podmienky sú aj v plazme, vytvorenej v laboratóriách pomocou laserov, ktorá sa študuje v súvislosti so snahou o zvládnutie riadenej termonukleárnej reakcie. Modely obálok bielych trpaslíkov, zostavené rôznymi autormi, zhodujú sa len pre určitý rozsah teplôt; pri nízkych teplotách sa objavujú podstatné rozdiely, vyplývajúce z neistoty vo výpočtoch termodynamických vlastností hlbších vrstiev hviezdnej obálky. Zdá sa, že riešenie záhad bielych trpaslíkov — a práve tak aj laserovej fúzie — je styčným bodom pre rozpracovanie nových fyzikálnych teórií.

**Sprac. -ps-**

**Pokračovanie článku v Kozmose 3/82**

# Nové planétky typu Amor

V auguste minulého roku sa podarilo objaviť dve nové planétky typu Amor, čo nie je každodenná udalosť. Pripomeňme si, že planétky typu Amor majú perihélium svojej dráhy medzi dráhami Zeme a Marsa. Sú to veľmi malé telesá a možno ich pozorovať (i objaviť) väčšinou len vtedy, keď sa nachádzajú v blízkosti svojho perihélia — to znamená, v blízkosti dráhy Zeme.

Prvá z týchto planétiek, ktorá dostala predbežné označenie 1981 QA, je pre nás zaujímavá i tým, že ju objavil Ladislav Brožek, pracovník observatória na Kleti, ktoré vedie Doc. Antonín Mrkos, CSc. V dobe objavu, 21. 8. 1981 mala planétka polohu $\alpha = 20^h13{,}4^m$, $\delta = 3°58'$ a jej jasnosť bola asi $13^m$. Keď je teleso blízko k Zemi, pohybuje sa po oblohe veľmi rýchlo a preto sa môže ľahko stratiť. Tu je dôležitá spolupráca astronómov v rôznych končinách sveta a dobre fungujúce spojenie medzi nimi. Hneď po objave planétky telegrafoval Doc. A. Mrkos, Csc. do svetového centra pre astronomické telegramy v Cambridge v štáte Massachusetts a odtiaľ sa správa rozšírila do všetkých observatórií, ktoré sa zaoberajú pozorovaním planétiek. Objav planétky 1981 QA potvrdil 24. 8. 1981 G. Schwartz z Oak Ridge Observatory a neskôr, 25. 8. 1981 planétku pozoroval P. Jekabsons v Perthe a 26. 8. 1981 E. Bowell z Lowell Observatory. Na základe týchto a ďalších pozorovaní vypočítal B. G. Marsden elementy dráhy novej planétky. Veľká poloos dráhy je 2,162 AU (obežná doba 3,18 roka), najmenšia vzdialenosť od Slnka (v perihéliu) je 1,187 AU, najväčšia vzdialenosť (v aféliu) je 3,137 AU a sklon dráhy k ekliptike je 8,4°. Planétka prešla perihéliom 23. 8. 1981 (teda tesne po objave) a jej minimálna vzdialenosť od Zeme bola 0,213 AU (dňa 26. 8. 1981). Nová planétka je zaujímavá aj tým, že má veľmi dlhú periódu rotácie okolo osi — okolo 6 dní (priemerná doba rotácie planétiek je 8—10 hodín).

Niekoľko dní po objave planétky 1981 QA objavil 28. 8. 1981 Charles Kowal na Palomarskom observatóriu ďalšiu planétku 1981 QB, ktorá, ako sa ukázalo, patrí tiež medzi planétky typu Amor. V dobe objavu mala planétka polohu $\alpha = 21^h38{,}8^m$, $\delta = -7°14'$ a jej jasnosť bola asi $16^m$. Objav planétky bol potvrdený 1. 9. 1981 pozorovaniami A. C. Gilmora a P. M. Kilmartina z Mt. John University Observatory. Elementy dráhy aj tejto planétky vypočítal B. G. Mardsen. Veľká poloos dráhy je 2,216 AU (doba obehu 3,30 roka), perihélium je 1,077 AU, afélium 3,355 AU a sklon dráhy 37,0°. Planétka prešla perihéliom až 15. 11. 1981 a najmenšiu vzdialenosť od Zeme — 0,374 AU — mala 8. 9. 1981. Je zaujímavé, že obe novoobjavené planétky majú veľmi podobné dráhy (až na sklon k ekliptike a polohu perihélia).

**Podľa IAUC 3629—3639 -vp-**

# Neobyčajná kométa

Mnoho komét v histórii ľudstva si zaslúžilo prívlastok neobyčajná — zdá sa však, že všetky budú zatienené kométou Howard-Koomen-Michels (1979 XI). Neobyčajná je nielen samotná kométa, ale aj okolnosti jej objavu — nikto z pozemšťanov ju na vlastné oči nevidel a kométa bola objavená takmer dva roky potom, čo zanikla! Ale poďme pekne po poriadku.

24. 2. 1979 vyniesla raketa Atlas Burner na polárnu dráhu okolo Zeme umelú družicu amerického vojenského námorníctva Solwind P78—1. Družica sa dostala na dráhu s výškou perigea 563 km, výškou apogea 602 km, sklonom k rovníku 97,65° a dobou obehu 96,36 minút. Úlohou družice Solwind bolo, ako to prezrádza už aj názov, pozorovanie Slnka a slnečného vetra s cieľom zistiť súvislosti medzi slnečnou činnosťou a jej prejavmi v blízkosti Zeme. Jedným z prístrojov na družici je zákrytový koronograf, ktorý v pravidelných intervaloch snímkuje slnečnú korónu a tieto snímky sa vysielajú na Zem. Vzhľadom na veľké množstvo snímok nie je možné tieto vyhodnotiť okamžite a tak sa stáva, že medzi exponovaním a vyhodnotením snímok prejde dosť dlhá doba.

Ako oznamuje IAUC 3640, na snímkach z 30. 8. 1979 zistil R. Howard z Naval Research Laboratory objekt, ktorý podľa výzoru nebolo možné nazvať inak ako kométou. Hlava kométy bola jasnejšia ako Venuša a chvost mieril preč od Slnka. Kométa bola zaznamenaná na snímkach v dobe od 30. augusta $18^h56^m$ UT (jej vzdialenosť od stredu Slnka bola vtedy 6 slnečných polomerov) až po 30. augusta $21^h14^m$, kedy jej vzdialenosť od Slnka klesla na 2,5 slnečných polomerov a hlava kométy už bola čiastočne zakrytá diskom koronografu. Kométa bola teda pozorovaná len asi dve a pol hodiny! Chvost kométy bolo ešte vidieť na snímke z 30. augusta $23^h44^m$. Z pohybu kométy by sa dalo usudzovať, že sa musí objaviť na druhej strane Slnka — ďalšie snímky však už hlavu kométy neukazujú. Z predbežných údajov o polohe kométy odvodil B. G. Marsden niekoľko možných variant elementov jej dráhy. Ukázalo sa, že kométa pravdepodobne patrí do známej Kreutzovej skupiny komét. Tieto kométy (sú to kométy 1843 I, 1880 I, 1882 II, 1887 I, 1945 VII, 1963 V, 1965 VIII a 1970 VI) majú navzájom veľmi podobné retrográdne dráhy so sklonom k ekliptike okolo 144° a majú veľmi malé vzdialenosti perihélia - menšie ako stotinu astronomickej jednotky. Rekord doteraz držala kométa 1887 I s perihéliom 0,0048 AU, ktorá sa teda zo všetkých telies slnečnej sústavy najviac priblížila k Slnku (polomer Slnka je 0,00465 AU). Všetky teraz prekonala kométa 1979 XI, ktorej perihélium je vo vnútri Slnka. Inými slovami — táto kométa narazila do Slnka!

Presnejšie elementy dráhy kométy vypočítal Z. Sekanina (IAUC 3647) za predpokladu, že jej perihélium sa nachádza v tom istom smere (voči stredu Slnka) ako perihélium komét 1882 II a 1965 VII. Jeho elementy sú tieto: čas prechodu perihéliom T = 1979 august 30,919 ET, argument perihélia $\omega = 72{,}065°$, dĺžka výstupného uzla $\Omega = 350{,}103°$, sklon k ekliptike $i = 142{,}676°$, vzdialenosť perihélia $q = 0{,}00164$ AU. To znamená, že perihélium kométy 1979 XI leží v jednej tretine polomeru Slnka od jeho stredu! Je jasné, že veličina T (čas prechodu perihéliom) má len teoretickú hodnotu — kométa zanikla v atmosfére Slnka skôr než sa mohla dostať do perihélia. Sekanina ďalej uvádza zaujímavé údaje o chvoste kométy a o pohybe častíc v ňom. Chvost sa podarilo zachytiť ešte aj na snímkach družice Solwind z 31. augusta $0^h$ až $12^h$, teda už dávno po zániku hlavy kométy. Častice v prachovom chvoste kométy boli silne urýchlené tlakom slnečného žiarenia: ich zrýchlenie bolo 2-až 2,5-krát väčšie ako tiažové zrýchlenie od Slnka. Jednotlivé časti chvosta obehli okolo Slnka po dráhach s rozličným perihéliom, pričom oblet Slnka prežili častice s perihéliom až 1,4 polomerov Slnka. Vzhľadom na vysokú teplotu v blízkosti Slnka je zrejmé, že materiál kométy musel obsahovať aj ťažko taviteľné zložky (s bodom topenia vyšším ako bod topenia železa). Kométa 1979 XI teda bola nielen neobyčajná, ale nám aj poskytla neoceniteľné údaje o zložení kometárneho materiálu.

**-vp-**

**Dr. Otakar Stehlík z Geografického ústavu ČSAV v Brne je u nás známy ako priekopník diaľkového prieskumu Zeme. Má multispektrálnu kameru, zloženú zo šiestich fotoaparátov typu Flexaret (oficiálny názov „Kamera Flexaret M-6), k tomu mini-rogallo – rádiom riadený model s rozpätím asi poldruha metra, ktorý kameru vynesie do 30 až 300 metrovej výšky – a počas letu (ktorý trvá aj 25 minút) robí sa diaľkový prieskum Zeme. Rogallo pilotuje technik ústavu Jiří Trnka, známy letecký modelár – zaslúžilý majster športu (takže kamera je ešte celá) a tento svojrázny diaľkový prieskum získava sympatie stále širšieho okruhu ľudí rôznych odborov, ktorým snímky z výšky podstatne pomohli pri práci. Rogallo s kamerou na palube ukázalo sa výhodným spôsobom diaľkového snímkovania aj v rámci úloh organizácie INTERKOZMOS.**

# Ako sme fotoaparát naučili lietať

## O svojej práci rozpráva

RNDr. OTAKAR STEHLÍK, CSC.

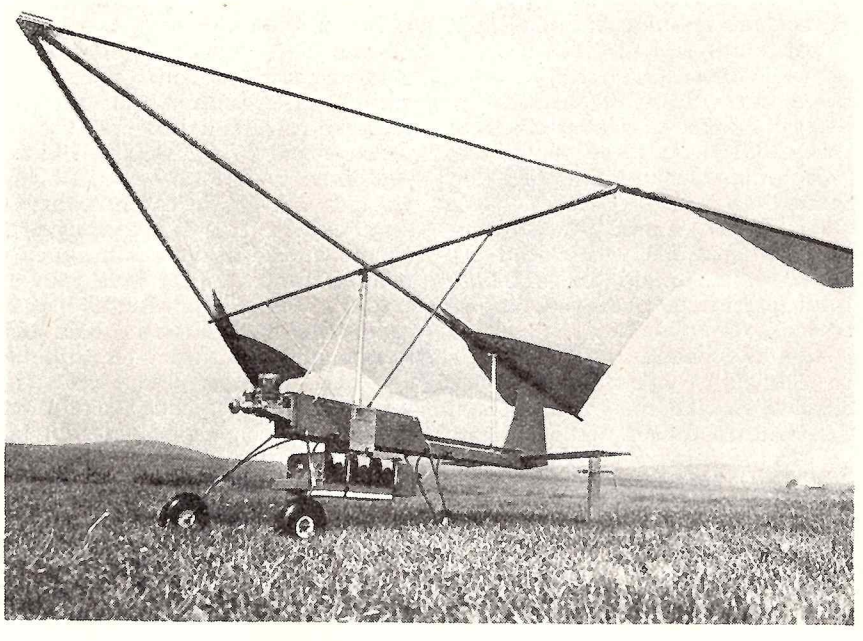
Snímkovali by ste pomocou mini-rogalla aj keby ste mali k dispozícii družicu?

— *Zrejme si myslíte, že to naše lietadielko je len východiskom z núdze. Aj my sme to tak brali — kým k nám na ústav nezačali chodiť odborníci z ďalekej cudziny, ktorí boli očarení možnosťami, aké má práve pre experimentálne účely naše malé rogallo. Je to lacné, pohotové, termín štartu si človek zvolí podľa svojich časových možností a keď treba, možno snímkovať aj z veľmi malých výšok. Práve preto sa už dnes fotografovanie z malých lietadiel a z modelov veľmi rozmohlo. Na poslednej medzinárodnej konferencii kartografickej a geodetickej únie v Hamburgu bola už celá sekcia pre snímkovanie z malých výšok a „strojový park" členov tejto skupiny bol naozaj pestrý: balóny, všelijaké šarkany, samozrejme, aj malé športové lietadlá a najrôznejšie letecké modely a v tejto zmiešanej spoločnosti sme mohli byť na naše rogallo veľmi pyšní.*

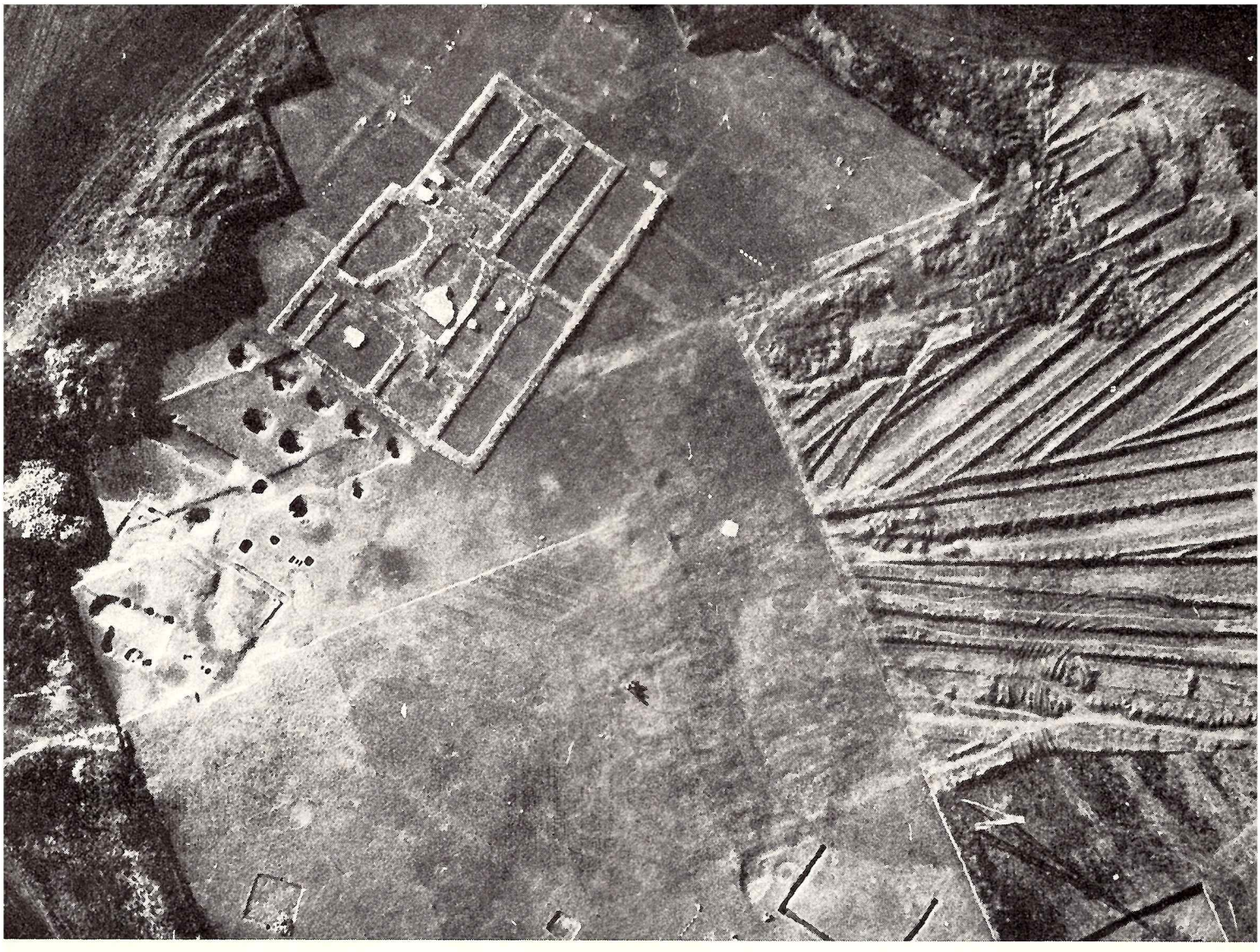
Povolaním ste geograf. Čo vás priviedlo k rozhodnutiu dať sa na snímkovanie Zeme?

— *Ja som sa nerozhodol, prišlo to samo od seba. Pôvodne som totiž pracoval v geomorfológii a zameral som sa na štúdium tých reliéfotvorných procesov, ktoré v súčasnosti najviac menia povrch Zeme. Z nich ma najviac zaujímali procesy erózie pôdy, lebo odplavovanie množstva úrodnej pôdy pri veľkých lejakoch alebo topení snehu — to bol v tých časoch veľmi akútny problém. Ak sa malo zabrániť erózii pôdy, bolo treba podrobne preštudovať celý proces a jeho účinky. Samozrejme, poľnohospodári sa snažia po každom ničivom lejaku stopy erózie čo najrýchlejšie zahladiť, polia preorú, znova obsejú, takže kto chce študovať stopy erózie, musí sa poponáhľať. Vtedy sme si vytvorili výbornú informačnú sieť cez štátnu poisťovňu (všetka poľnohospodárska pôda je u nás poistená proti prírodným katastrofám, a preto poisťovne prvé dostávajú správu o záplavách, lejakoch či zosunoch pôdy). Na všetky inšpektoráty poisťovne v našom okrese sme dali korešpondenčné lístky s našou adresou, a tak nám vždy zavčasu prišla správa, kam máme ísť študovať stopy erózie.*

*Zároveň sme hľadali možnosť, ako tento jav dokumentovať a tak som prišiel na nápad, že fotoaparát umiestnim na balón a budem mať výborné, prehľadné zábery z výšky. Balón bol naplnený vodíkom a spúšť fotoaparátu sa zdola ovládala elektrickým spínačom. Toľko som to skúšal, až mi raz balón vybuchol — a tak skončil môj prvý pokus naučiť fotoaparát lietať. Potom som sa dal dokopy s leteckými modelármi zo Zväzarmu*



**Rogallo, na ktorom fotoaparát môže lietať a robiť pekné zábery z výšky. O tento praktický, rádiom riadený model je záujem na mnohých pracoviskách, aj v zahraničí. Pre výskumné pracoviská diaľkového prieskumu sme dodali do ZSSR päť takýchto modelov a niekoľko aj do NDR. Okrem tohto lietadielka majú na Geografickom ústave ČSAV v Brne aj ďalšie modely, všetko rádiom riadené rogallá, jedno z nich je maličké (asi polovičné ako model na obrázku) a Jiří Trnka s ním dokáže efektne pristáť rovno do otvoreného auta. Foto: Archív GÚ ČSAV Brno.**



**Kto chce vidieť, čo je pod zemou, musí sa pozrieť z výšky. A nad touto snímkou archeológovia žasli: okrem odkrytých základov ukázali sa na snímke obrysy ďalších stavieb, ich pôdorys je jasne vykreslený bielymi čiarami. Ak obyčajná čiernobiela snímka, ako je táto, dáva také úžasné možnosti, čo potom dokonalejšie metódy diaľkového prieskumu Zeme!**
**Foto: Archív GÚ ČSAV Brno**

*a začali sme stavať maličkú, ale zložitú helikoptéru. Tento model sme nikdy nedostali do vzduchu: keď sa listy vrtule roztočili, nikto si netrúfol pristúpiť bližšie, bol to taký pekelný stroj.*

*Viete, spočiatku sme rozmýšľali nad takým zariadením, ktoré môže pri snímkovaní „zostať visieť" vo vzduchu nad jedným miestom, preto balón a helikoptéra. Až neskôr sme skúsili postaviť rogallo — a už prvé snímky boli vynikajúce.*

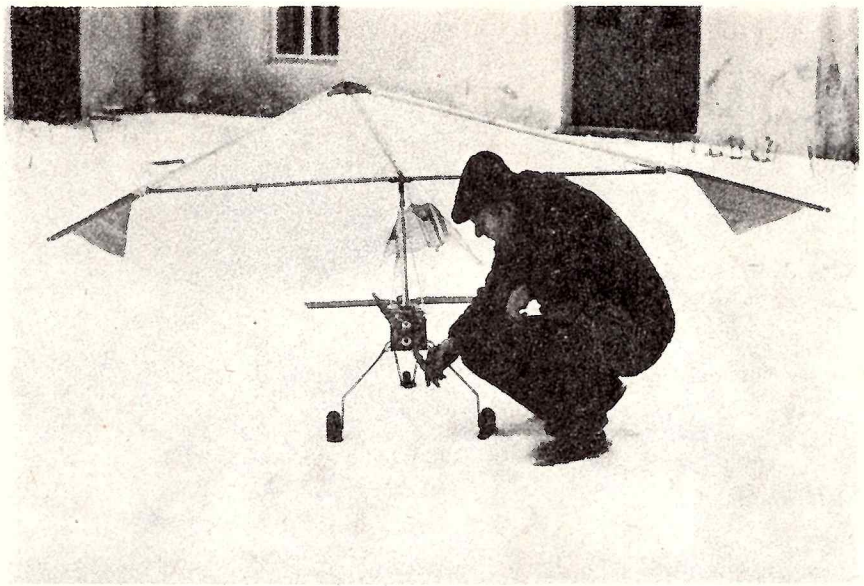
Snímkovali ste už vtedy s multispektrálnou kamerou?

*— Kdeže, dlho sme používali iba veľmi jednoduché aparáty, napríklad Practi-2 (asi za 700 Kčs) alebo Flexaret. A to nás práve nadchlo, čo všetko vidno na tej najobyčajnejšej čiernobielej fotografii, ak sa snímkuje z výšky. Na poliach ešte stále jasne rozoznáte medze, rozorané pred desaťročím, cestičky, dávno zarastené trávou, ktoré pri pohľade zblízka úplne splývajú s okolím. Udupaná zem je však stále trochu iná, na snímke sa to prezradí, má iný odtieň a tak isto hneď na pohľad na obyčajnej fotografii vidíte — aha, na tomto mieste je pole mokré, ale tam vedľa pôda pýta vlahu. A keď sme raz spravili snímku archeologických vykopávok, to sme žasli a archeológovia s nami!*

Počkajte, vy ste predsa mali vo výskumnom programe štúdium erózie pôdy. Čo s tým má do činenia archeológia?

*— Keď sme postavili prvé rogallo (bolo to r. 1965), naozaj sme robili iba dokumentárne snímky účinkov erózie, ako výskumný program káže. Lenže naše lietadlo padlo do oka mnohým ľuďom, ktorí tiež pre svoju prácu potrebovali snímky z výšky a tak sme snímkovali napríklad pre biológov, ktorí skúmali pobrežné porasty okolo rybníkov. Viete, oni mohli merať odkiaľ pokiaľ siahajú určité spoločenstvá rastlín iba v zime, keď rybníky zamrzli a výprava mohla chodiť po ľade a zameriavať pobrežné porasty; bola to veľmi namáhavá práca. S naším lietadielkom sme im za 14 dní priniesli toľko podkladov, koľko by oni nenazbierali ani za dve zimy. To sme pre nich predsa museli urobiť. Mnoho sme snímkovali aj pre poľnohospodárov, ja mám k pôde veľký vzťah a keď môže snímka zlepšiť starostlivosť o polia, to mi už nedá. Ale s tými archeológmi to prekonalo všetky očakávania: na fotografii, ktorú sme urobili kvôli dokumentácii vykopávok, objavili sa okrem odkrytých zvyškov dávneho sídliska aj obrysy ešte nevykopaných základov; ich pôdorys bol jasnými čiarami zreteľne vykreslený na fotografii. Aj keď je jasné, že odlišný charakter pôdy sa na snímke musí ukázať (na miestach, kde sú zvyšky stavebného kameňa, kde je menší obsah vody a menej humusu, musí mať pôda iný odraz svetla než okolie), pripadalo nám to ako zázrak a archeológom tiež. Samozrejme, potom kopali naisto, podľa snímky a neskôr sme im prišli snímkovať zas.*

*Keď sme zistili, akú moc má*



**Rogallo a jeho konštruktér, známy modelár Jiří Trnka, zaslúžilý majster športu.** **Foto: Gabriela Krajčovičová**

*naša najobyčajnejšia čiernobiela fotografia, čo potom snímkovanie vo viacerých spektrálnych pásmach, na viac filmov citlivých na rôzne vlnové dĺžky! Sledovali sme, čo robí v tejto oblasti (snímkovanie z družíc začínalo byť veľmi aktuálne), zaujímali nás rôzne metódy spracovania snímok, pomocou ktorých možno jasne rozlíšiť to, čo je na pôvodnej snímke sotva badateľné, vylepšovali sme fotoaparáty, rozmýšľali, ako by sa dala spraviť multispektrálna kamera (veď to nie je nijaký zázrak spojiť šesť aparátov do jedného systému, aby sme mohli snímkovať ten istý záber na šesť filmov rôznej citlivosti, to predsa musíme dokázať) — a pri tejto práci sa pre nás samotné snímkovanie stalo zaujímavejšie a aktuálnejšie než dôvod, ktorý sme s ním začínali. Tak vzniklo naše pracovisko diaľkového prieskumu Zeme.*

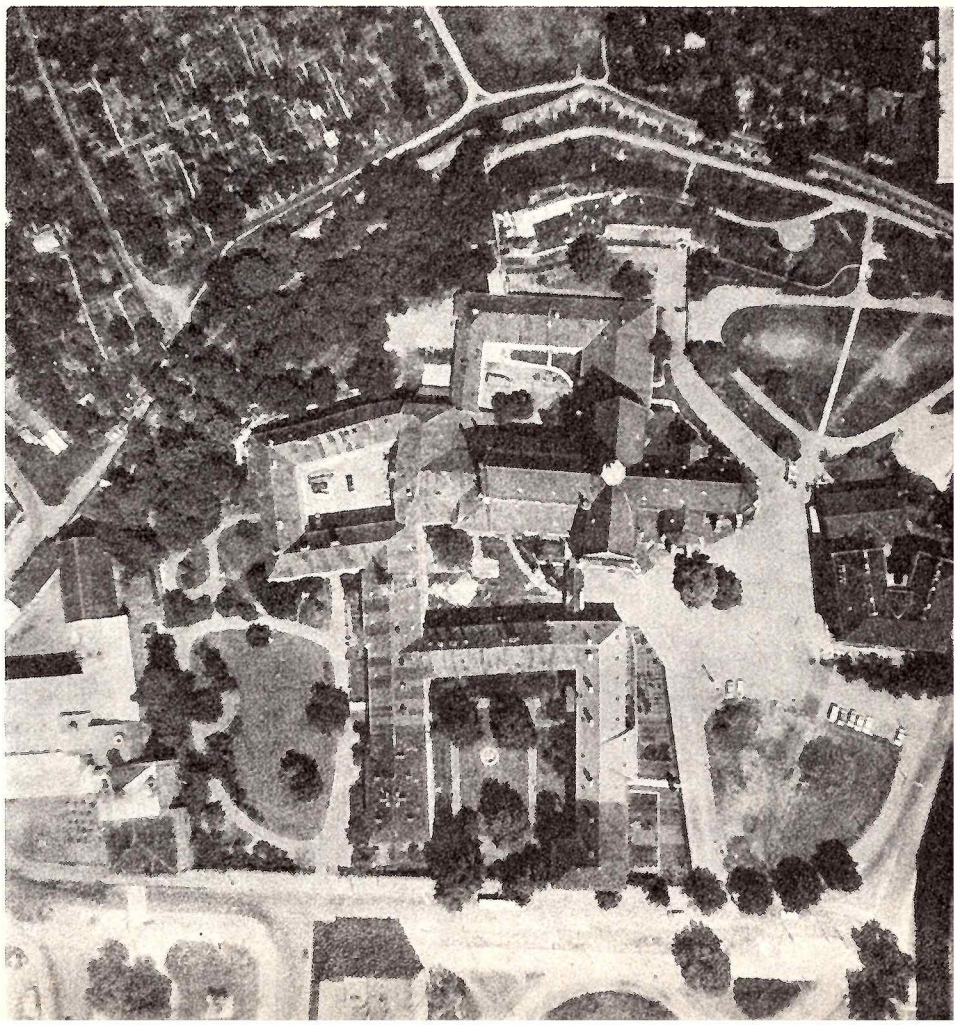
Dnes už sú metódy diaľkového prieskumu známe. Môžete vysvetliť, v čom spočíva váš výskum?

*— Keď je známy princíp, to ešte zďaleka nie je všetko. Napríklad dávno vieme, že keď sa jednoducho položia na seba snímky toho istého územia, získané v odlišnom spektrálnom pásme, dajú sa krásne odlíšiť rôzne detaily. Hovorí sa tomu „sendvič" a je to metóda chronicky známa. Zostáva však zistiť, aké snímky, z ktorého spektrálneho pásma treba spojiť, aby sme „zviditeľnili" raz stopy erózie, inokedy plochy zničených rastlín — všeobecne povedané, aby sme pre každého záujemcu našli vhodný spôsob vyhodnocovania snímok. Agronóm či archeológ nemôže začať bádať, čo s tým, treba mu dať spoľahlivý, jednoduchý a osvedčený „recept".*

*Postupne treba teda vytvoriť metódy používania snímok. Vezmime si ako príklad poľnohospodárstvo. V JRD Slušovice (s ktorým výborne spolupracujeme), majú veľké laboratórium, kde analyzujú množstvo dusíka v rastlinách, aby mohli lepšie regulovať prihnojovanie polí. Laboratórium využívajú nielen pre seba: zo širokého okolia posielajú sem na analýzu vzorky rastlín zo svojich polí. Oveľa jednoduchšie a rýchlejšie než chemickou analýzou možno zistiť obsah dusíka v rastlinách pomocou snímkovania: stačí vedieť, ako vyzerajú na snímke polia, kde sú rastliny „podvyživené" — teda stačí zistiť (a my to urobíme) aká vlnová dĺžka odrazeného žiarenia je typická pre určitý obsah dusíka (a tak isto aj iných látok) pre jednotlivé typy rastlinných kultúr. Potom si na družstve budú môcť vziať „čmeliaka", nasnímkovať si celý svoj chotár (na druhý deň môžu mať snímky hotové) a agronómovi postačí na ne mrknúť a už môže povedať „hele, Franto, tady mi to práškuj dvakrát".*

*Utópia? Prečo, aj ten čas príde — a rýchlejšie než sa nazdáme. Som však presvedčený, že by sme nemali čakať, kým budeme mať k dispozícii snímky z družíc a metódy, ako ich vhodne spracovávať a čítať, ale mali by sme už teraz, pomocou jednoduchých prostriedkov využívať — kde sa len dá — výhody metód diaľkového prieskumu.*

**Zhovárala sa: Tatiana Fabini**



**Pohľad z výšky na pracovisko Geografického ústavu ČSAV v Brne. Týmto záberom nechcel Jiří Trnka vyjadriť, že sa môže na svoje pracovisko pozerať z výšky, ale ukázať, že mu nie je problém pristáť s modelom ani v takomto komplikovanom teréne.**

**Foto: Archív GÚ ČSAV**

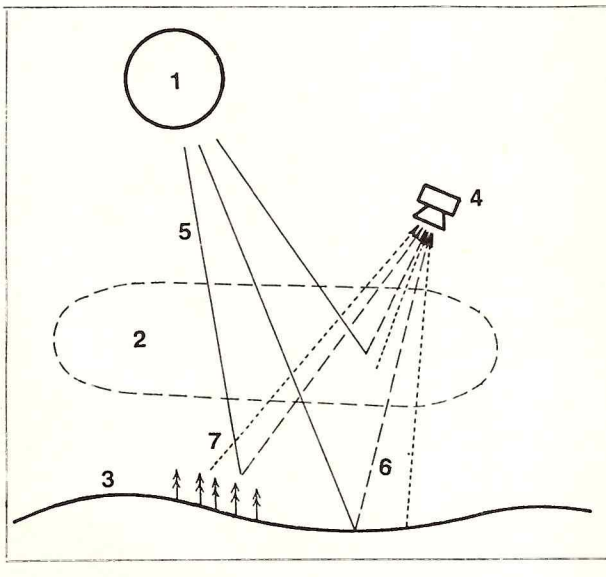
# Diaľkový prieskum Zeme

**Doc. RNDr. JOZEF KVITKOVIČ, DrSc.,**
**RNDr. JÁN FERANEC, Geologický ústav SAV**

Diaľkový prieskum Zeme je takpovediac dieťaťom kozmickej éry. Prevzalo síce všetky metódy leteckého snímkovania — fotogrametrie, ktorá sa už v predvojnových časoch využívala v kartografii, zememeračstve (najmä pri stavbách železníc) a v lesníctve, ale okrem týchto dávno známych postupov fotografovania z výšky vyvinuli sa ďalšie metódy dovtedy netradičného získavania i spracovávania snímok — a diaľkový prieskum Zeme sa stal samotným odvetvím výskumu, ktorého praktické uplatnenie nadobúda stále väčší význam.

To, že úlohu nosiča snímkovacích zariadení prevzali aj družice, ktoré ukážu obraz zemského povrchu z väčšej výšky, nie je to najpodstatnejšie: veď aj snímkovanie z lietadiel dodnes patrí medzi metódy diaľkového prieskumu a v mnohých prípadoch má i svoje výhody. Najhlavnejším prínosom sú nové metódy získavania a spracovávania záberov. Na rozdiel od klasickej fotografie, ktorá zachytáva len viditeľné žiarenie, rozšírilo sa snímkovanie Zeme aj o ďalšie vlnové dĺžky. Okrem toho rozvinuli sa aj nefotografické metódy diaľkového prieskumu: družice nám neposielajú naexponovaný film, ale údaje v číselnej forme, z ktorých počítače v prijímacom stredisku kreslia obraz zemského povrchu — bod po bode, riadok po riadku.

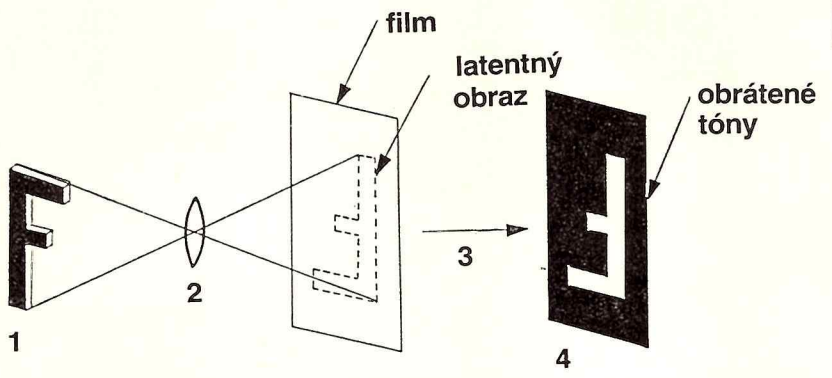
Úlohou nášho článku je podať prehľad používaných metód, ich základný princíp a možnosti použitia. Fotografie, ktoré článok dopĺňajú, sme vybrali tak, aby ukázali všetky hlavné metódy snímkovania a spôsoby spracovania snímok.




**obr. 1 — Princíp diaľkového prieskumu Zeme. 1 — Slnko, 2 — atmosferický obal Zeme, 3 — zemský povrch, 4 — snímacie zariadenia, 5 — elektromagnetické žiarenie prichádzajúce od Slnka, 6 — elektromagnetické žiarenie odrazené od zemského povrchu a atmosféry, 7 — emitované elektromagnetické žiarenie.**

## FOTOGRAFICKÉ METÓDY

Pri diaľkovom prieskume Zeme sú dodnes najrozšírenejšie a naj-




**obr. 2 — Princíp fotografických metód diaľkového prieskumu Zeme. 1 — fotografovaný objekt, 2 — optika fotografického systému, 3 — fotochemické spracovanie, 4 — negatív.**

používanejšie fotografické metódy. Ich základom je bežný princíp fotografie: snímky vznikajú optickou projekciou objektu na citlivú vrstvu filmu (pozri obr. 2). Snímkuje sa z paluby lietadla alebo z družice pomocou rôznych typov fotografických systémov. Film sa exponuje v rozličných výškach nad zemským povrchom a jeho fotochemické spracovanie sa robí na Zemi. Fotografie, nasnímkované z paluby lietadiel, zobrazujú objekty s geometrickou vernosťou, umožňujú ľahko určiť ich presnú polohu a zachytávajú aj detaily (letecké snímky mávajú rozlišovaciu schopnosť v rozmedzí 0,1—1 m). Fotografie, získané z kozmických nosičov, sa vyznačujú tým, že poskytujú globálny záznam rozsiahlych častí zemského povrchu. Možno ich efektívne využiť pri tematickom mapovaní v mierkach 1:250 000 a menších.

Podľa citlivosti filmu na rôzne vlnové dĺžky elektromagnetického žiarenia dostávame obraz: čiernobiely normálny (registruje žiarenie v rozsahu 0,4—0,7 $\mu$m — pozri snímku na 2. strane obálky), čiernobiely infračervený (0,7—0,9 $\mu$m), farebný normálny (0,4—0,7 $\mu$m) alebo farebný infračervený (0,5—0,9 $\mu$m). Práve vďaka tomu, že existujú filmy citlivé na rôzne vlnové dĺžky spektra a zároveň aj filtre, schopné prepúšťať len určité vlnové dĺžky spektra, mohlo vzniknúť tzv. multispektrálne snímkovanie, ktoré je dnes v diaľkovom prieskume Zeme najpoužívanejšou fotografickou metódou. Princíp je v podstate jednoduchý: fotografický systém je zložený z viacerých kamier, aby sa mohlo snímkovať súčasne na 4—6 filmoch, z ktorých každý zachytáva iné vlnové dĺžky. Obraz z každého „kanála" zdôrazňuje iné detaily a snímka, ktorá vznikne ich zložením, je veľmi komplexná, kvalitná. Základnou prednosťou multispektrálneho snímkovania je práve to, že poskytuje snímky, ktoré potom môžeme ďalej spracovávať v laboratóriu, a to najrozličnejším spôsobom: keď snímky z určitých spektrálnych pásem premietneme súčasne na obrazovku projektora cez vhodne zvolené filtre, niektoré charakteristiky na obraze vyniknú. Takto získavame tzv. **aditívne farebné zobrazenia** (pozri tri snímky riečnej delty na str. 56 a snímku povodia rieky Viľuje na str. 53).

## NEFOTOGRAFICKÉ METÓDY

Fotografia, aj keď poskytuje veľa možností, predsa len má určité nevýhody — už len preto, že film treba vyvolávať klasickým spôsobom, na Zemi. Ak má družica snímkovať z obežnej dráhy a údaje priebežne vysielať do pozemských centier, treba použiť nefotografické metódy. Žiarenie, odrazené od objektu, sa nezaznamenáva na citlivú vrstvu filmu, ale namiesto toho sa jeho intenzita meria priamo, rádiometrom umiesteným na družici. Na Zem sa vysielajú údaje v číselnej forme a z nich sa bod po bode, riadok po riadku skladá obraz, ktorý môžeme „zviditeľniť" pomocou televíznej obrazovky alebo si ho nechať vytlačiť — podľa toho, aké prídavné zariadenie pripojíme k počítaču, ktorý údaje z družice môže spracovávať najrozličnejším spôsobom.

Zábery zemského povrchu, získané nefotografickými metódami, poznáme podľa toho, že sa skladajú z drobných štvorčekov (snímka Álp v strede čísla i snímky na zadnej strane obálky). Každý štvorček — bod obrazu, či obrazový element (alebo tiež „pixel" — skomolenina anglického picture element) reprezentuje určitú jednotkovú plochu snímkovaného územia (napr. pri družiciach Landsat jeden „pixel" predstavuje plochu 79×79 m). Rádiometer na družici pracuje skanovacím systémom — meria postupne, „bod" po „bode", riadok po riadku, intenzitu odrazeného a emitovaného žiarenia z každej jednotkovej plochy. Po každej oscilácii zrkadiel (v rámci optického systému) sa nasníma vždy jeden riadok (kolmý na dráhu letu) a ďalší riadok, posunutý o vzdialenosť, ktorú družica preletí, nasnímkuje sa počas nasledujúcej periódy snímkovania.

Žiarenie, ktoré detektor zachytí z každej jednotkovej plochy, mení sa na elektrický signál a jeho intenzita, vyjadrená číselne, tvorí výstupnú hodnotu. Údaje, ktoré sa takto získajú, vysielajú sa z družice alebo priebežne, alebo zostávajú uložené v pamäti a „prediktujú sa" (zrýchlene) až na povel z riadiaceho centra.

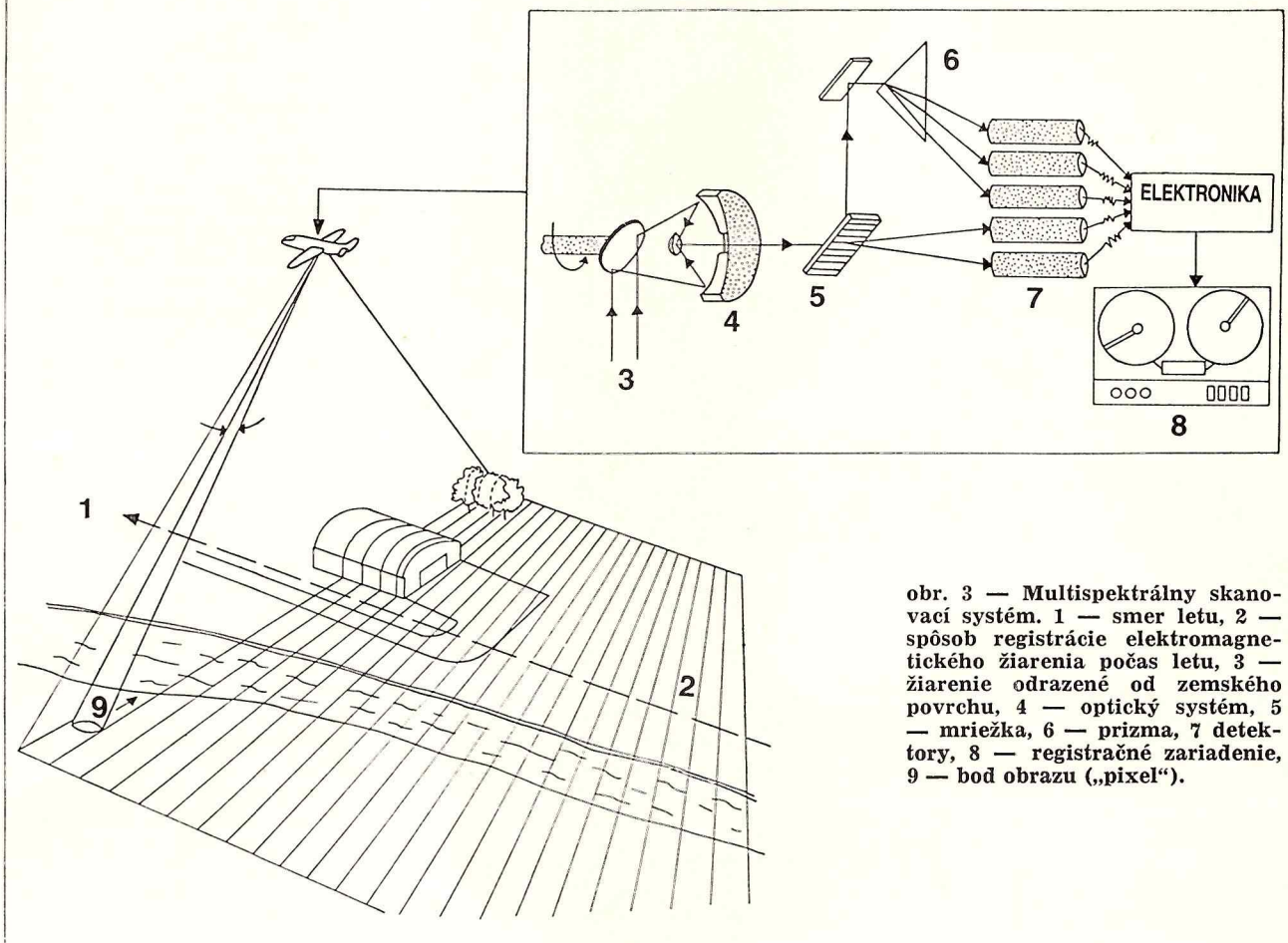
## MULTISPEKTRÁLNY SKANER

Skanovacie zariadenia pre diaľkový prieskum Zeme bývajú konštruované pre rôzne spektrálne oblasti. Najviac sa používajú multispektrálne a termálne skanery.

Multispektrálny skaner sníma vediteľnú a blízku infračervenú oblasť spektra, pričom zachytené žiarenie rozkladá do viacerých zón (obyčajne štyroch až šiestich), takže údaje o intenzite žiarenia, odrazeného z danej plochy, dostávame pre každý rozsah vlnových dĺžok osobitne (pozri schému obr. 3).

Ako vyzerajú snímky, ktoré spracuje počítač z meraní multispektrálneho skanera, vidíme v strede čísla (čiernobiely záber Álp) alebo — vo farebnom prevedení — na zadnej strane obálky. Všetky tieto snímky sú zhotovené z údajov toho istého typu — z údajov multispektrálneho skanera družice Landsat. Typ snímky závisí teda od spôsobu spracovania údajov do grafickej podoby.

V čiernobielom prevedení je intenzita odrazeného žiarenia odstupňovaná rôznym stupňom sýtosti čiernej farby: výsledný obraz sa teda podobá fotografii, hoci nevznikol fotografickou cestou, ale zo súboru čísel, vyslaných z družice. Čísla — ktoré predstavujú nameranú intenzitu žiarenia danej plochy — počítač iba triedi podľa veľkosti do skupín a podľa toho určí odtieň každého štvorčeka, od bielej, cez rôzne stupne šedej až po čiernu. Samozrejme, súbor čísel môže počítač rozdeliť na toľko skupín, koľko odtieňov chceme mať na výslednom obraze. A napokon — plochy s rôznou intenzitou odrazeného žiarenia môžeme odlíšiť nielen stupňom sýtosti čiernej, ale práve tak odlíšiť aj fa-



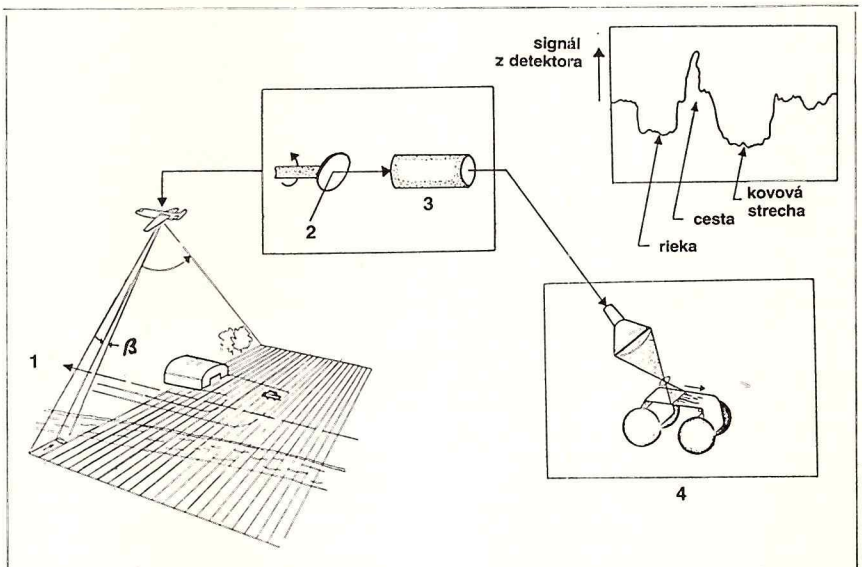

obr. 3 — Multispektrálny skanovací systém. 1 — smer letu, 2 — spôsob registrácie elektromagnetického žiarenia počas letu, 3 — žiarenie odrazené od zemského povrchu, 4 — optický systém, 5 — mriežka, 6 — prizma, 7 detektory, 8 — registračné zariadenie, 9 — bod obrazu („pixel").

rebne. Môžeme napríklad plochy, od ktorých sa odráža najväčšie množstvo žiarenia, vytlačiť povedzme načerveno — a oblasti pokryté snehom budú na snímke ako červené fľaky. Proste, závisí od vkusu a najmä zámeru tých, čo sa „hrajú" so snímkami Zeme na počítači, ako si zvolia tieto tzv. nepravé farby.

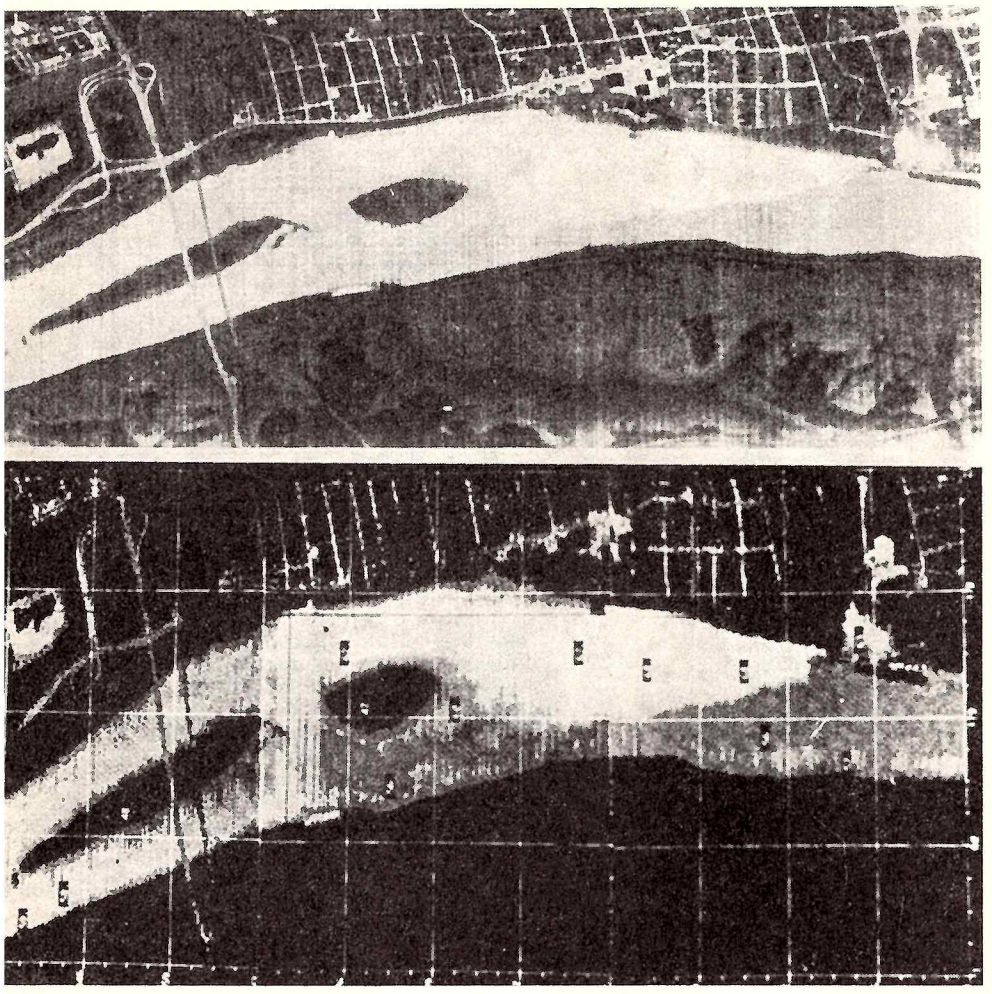
Nepravými farbami môžeme odlíšiť nielen plochy s rozdielnou intenzitou odrazeného žiarenia, ale (čo sa v praxi robí oveľa častejšie) práve tak aj miesta, ktoré odrážajú žiarenie odlišných vlnových dĺžok. Má to veľký praktický význam: stačí nám vedieť, aké vlnové dĺžky prevažujú v žiarení odrazenom od zrelého obilia, aby sme farebným odlíšením práve tejto spektrálnej oblasti mohli priamo na snímke pohodlne prezrieť stav úrody na rozsiahlom území. Nepravými farbami môžeme výrazne odlíšiť aj malé rozdiely vo vlnových dĺžkach odrazeného žiarenia, napríklad medzi sviežou a uvädnutou zeleňou, medzi rastlinami s primeraným a nedostatočným obsahom povedzme dusíka, medzi pôdou pevnou a zvetranou, atď.

## TERMÁLNY SKANER

Snímky, na ktorých môžeme rozlíšiť teplotu objektov zemského povrchu, slúžia ako cenné podklady najmä pre výskum životného prostredia: pri sledovaní znečistenia riek, pri štúdiu distribúcie tepla v atmosfére veľkomiest alebo priemyselných centier, atď. Získavame ich pomocou termálnych skanerov, ktoré merajú in-




obr. 4 — Termálny skaner. 1 — smer letu, 2 — infračervené žiarenie, emitované objektami zemského povrchu, 3 — detektor, 4 — registračné zariadenie.



**Termálna snímka rieky Ohio v dvojakom spracovaní. Svetlejšie miesta sú objekty s vyššou teplotou. Z chladiaceho zariadenia atómovej elektrárne (v pravej časti snímky) vyteká voda, ktorá je asi o 7 °C teplejšia ako voda v rieke. Tvorí najprv úzky pruh, potom sa (asi po 1600 m toku) rozširuje až do troch štvrtín šírky rieky. Na rozdiel od hornej fotografie, ktorá dáva prehľad o teplote celého snímkovaného územia, pri druhom spracovaní išlo o výraznejšie rozlíšenie teplotných rozdielov medzi teplou a chladnejšou vodou v rieke. Pri takto volenej škále zanikajú menšie rozdiely medzi teplotou rôznych častí pobrežia. Foto: HRB — Singer Inc.**

tenzitu elektromagnetického žiarenia obyčajne v pásmach 3—5 $\mu$m a 8—14 $\mu$m, teda v oblasti spektra, ktoré je charakteristické pre tepelné žiarenie, emitované objektami zemského povrchu.

Termálny skaner (pozri obr. 4) pracuje podobným systémom ako multispektrálny, ale s tým rozdielom, že tok zachyteného tepelného žiarenia sa nerozkladá do jednotlivých pásiem, ale sa optickým systémom koncentruje na detektor. Detektor mení zachytené infračervené žiarenie na elektrický signál, ktorý sa registruje na magnetickú pásku, prípadne sa pomocou osciloskopu mení na televízny obraz, alebo sa môže zaznamenávať aj fotograficky (stupeň sčernenia filmu je úmerný intenzite infračerveného žiarenia, emitovaného z jednotkovej plochy, ktorú na snímke reprezentuje obrazový element). Na fotografii sa teda najteplejšie miesta snímkovanej plochy objavia ako najsvetlejšie štvorčeky. Samozrejme, aj termálne snímky možno spracovať farebne — teplotné rozdiely zvýrazniť vo farebnej škále — ale obvykle sú termálne snímky dosť prehľadné aj v čiernobielom prevedení.

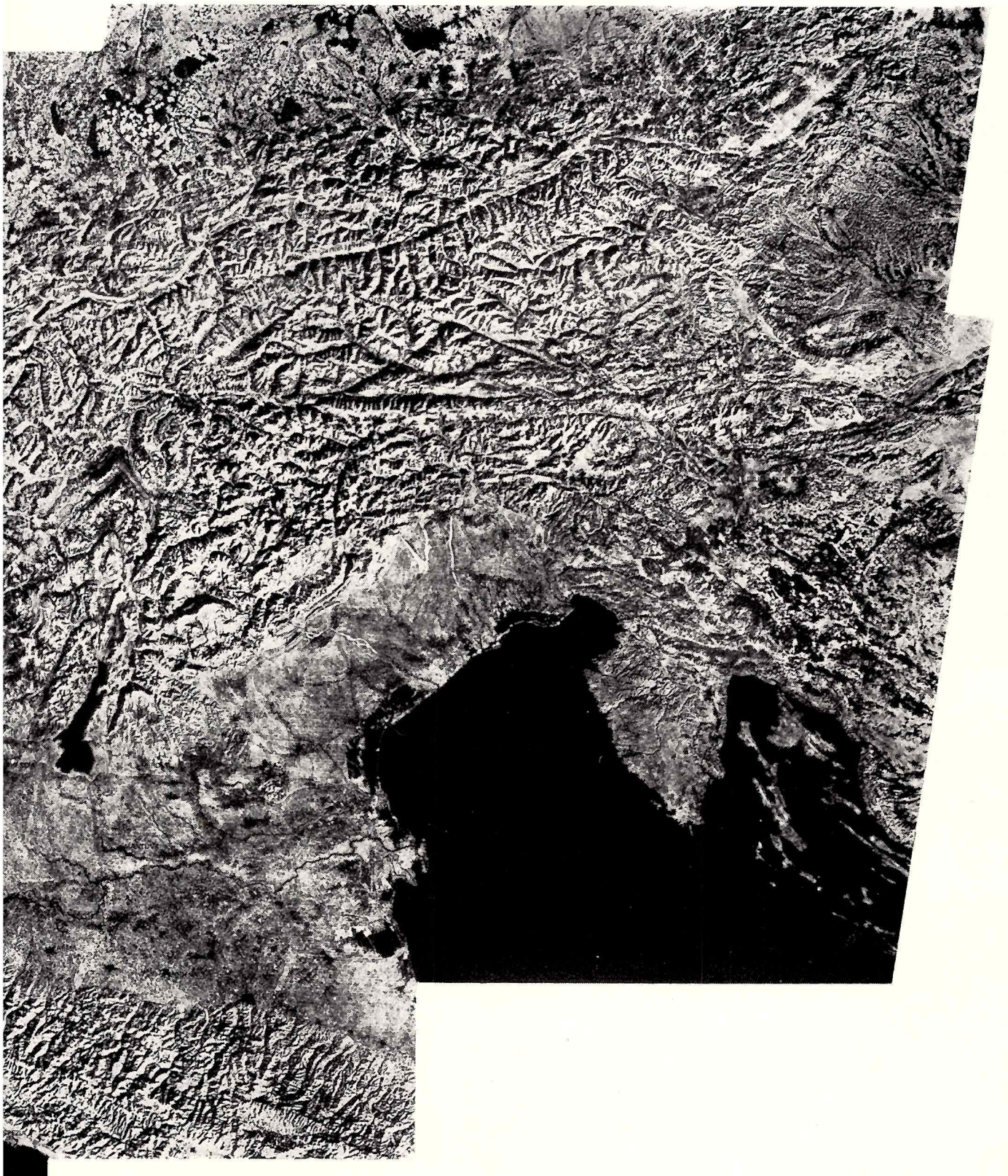
## RADAROVÉ SNÍMKY

Všetky doteraz spomínané metódy snímkovania, fotografické aj nefotografické, sa zakladajú na registrácii žiarenia, ktorého pôvodným zdrojom je Slnko: registrujeme elektromagnetické žiarenie **odrazené** od objektov zemského povrchu, aby sme dostali ich celkový obraz, alebo spektrum rozkladáme, a vyberáme z neho niektoré, pre nás zaujímavé vlnové dĺžky, charakteristické pre nejaký typ povrchu alebo vegetácie — alebo — v prípade termálneho snímkovania meriame intenzitu **emitovaného** žiarenia, ktoré na príslušných vlnových dĺžkach sálajú objekty zemského povrchu zahriate Slnkom (alebo kúrením, čo je zas len slnečná energia „zakonzervovaná" v uhlí či rope). Na rozdiel od toho radarové snímkovacie zariadenia zachytávajú odraz žiarenia, ktoré samy vysielajú v krátkych pulzoch. Preto sa radarové snímkovanie označuje za aktívnu metódu diaľkového prieskumu Zeme — na rozdiel od všetkých ostatných, ktoré sú podľa tohto kritéria pasívnymi metódami.

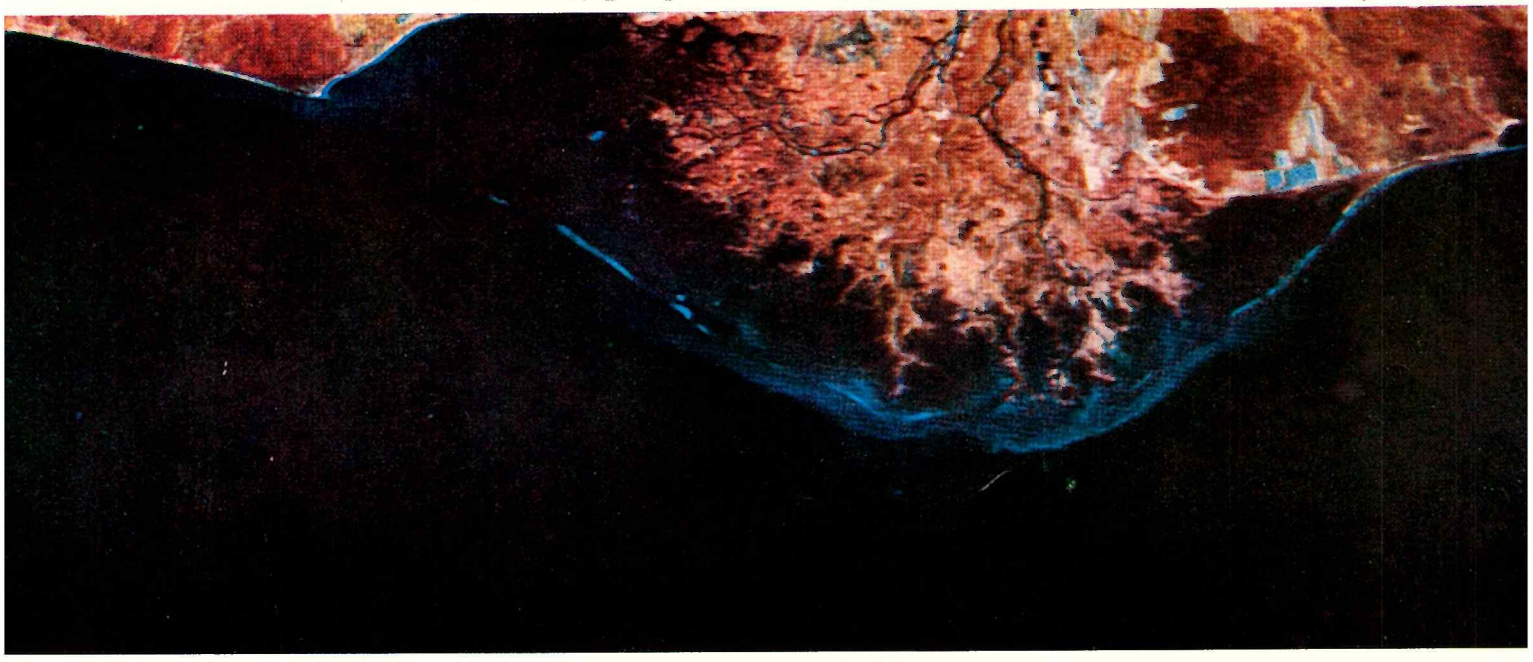
Bežné radarové systémy pracujú vo vlnovom rozsahu 0,86—3,3 cm; je to teda elektromagnetické žiarenie väčších vlnových dĺžok než žiarenie viditeľnej alebo infračervenej oblasti spektra a môže prenikať atmosférou aj za sťažených podmienok — nevadí mu dážď alebo hmla. Radary vysielajú pulzy žiarenia vo veľmi krátkych časových intervaloch (tisícinách sekundy) a pri vyslaní každého pulzu sa nasnímkuje úzky pás územia, kolmý na smer letu družice či lietadla, na ktorom je umiestnené radarové zariadenie. Po vyslaní každého pulzu sa systém prepína na prijímač, takže keď sa vyslaný pulz odrazí od Zeme, radarová anténa ho zachytí späť. Intenzita odrazeného signálu závisí najmä od vzdialenosti, sklonu a odrazových vlastností skúmaných objektov: na obrazovke sa objavuje jeden riadok, zložený z bodov rozdielnej jasnosti (jas radarovej obrazovky je úmerný intenzite odrazového signálu v danom bode). Po skončení príjmu vyšle radar ďalší pulz a sníma sa nasledujúci pás územia, ktorý opäť premietne na obrazovku, takže z jednotlivých riadkov sa postupne vytvorí súvislý obraz. Signál, ktorého obraz sledujeme na radarovej obrazovke, môžeme zaznamenať na film. Pretože radary

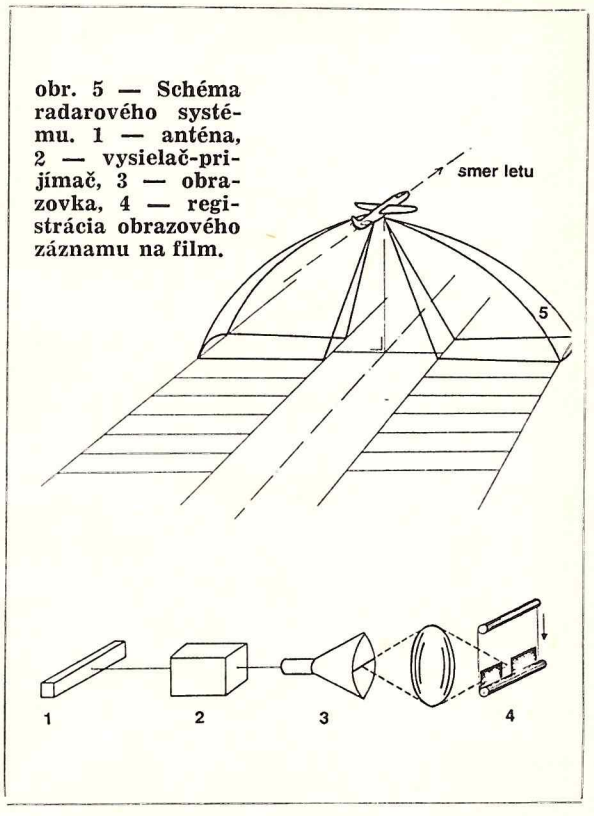
▶

**Stredná časť povodia rieky Viľuj, ľavého prítoku Leny, je územím jakutskej tajgy. Na snímke sú dobre rozlíšené jednotlivé typy lesa: listnaté lesy sú hnedozelené, borovicové sú zelené a jedľové sú modrozelené. V oblasti listnatých lesov vidíme tmavohnedé škvrny — sú to stopy po lesných požiaroch. Pre túto oblasť s trvalo zamrznutou pôdou sú charakteristické alasové jazerá (čiernej farby). Svetlé plochy sú piesočnaté nánosy. Aj keď snímka veľmi pripomína farebnú fotografiu, sú to tzv. nepravé farby — aditívne zobrazenie — syntetizované z troch čiernobielych negatívov, zhotovených kamerou MKF-6 v troch odlišných spektrálnych pásmach (460—500 nm, 640—680 nm, 780—860 nm). Kamerou MKF-6 snímkovala posádka Sojuza 22.**

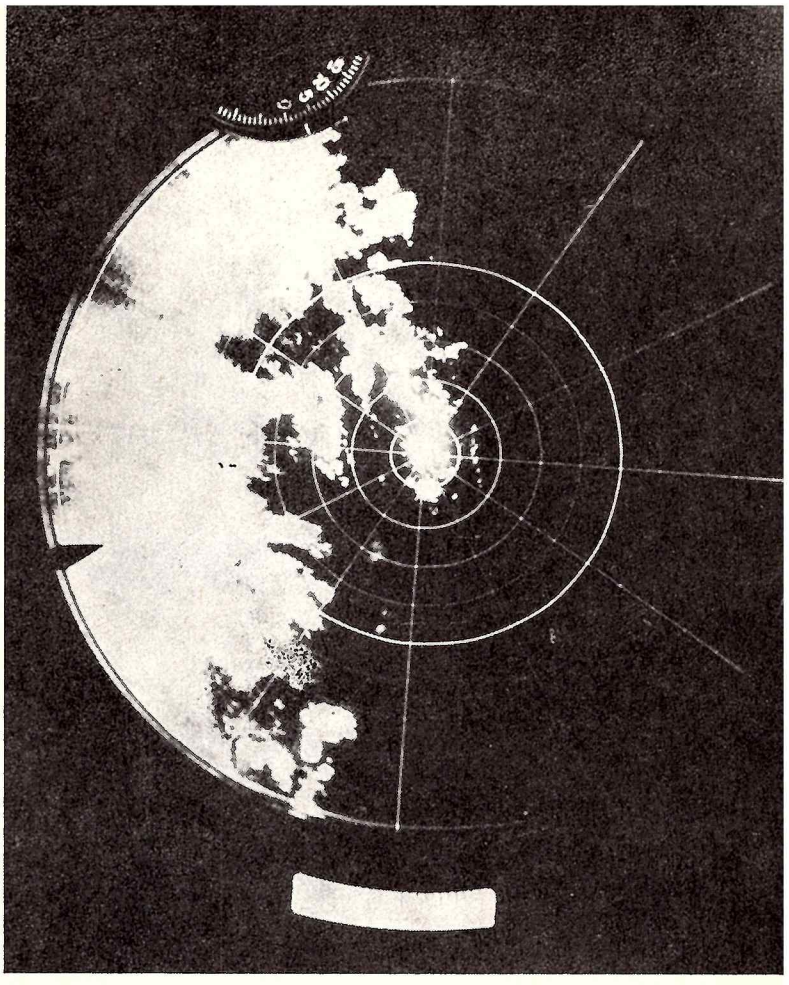


Fotomozaika Álp je zostavená z 23 snímok, ktoré boli urobené multispektrálnym skanovacím systémom z družic ERTS (LANDSAT) 1, 2. Systém pracuje v štyroch spektrálnych pásmach, ktoré pokrývajú vlnový rozsah od 500 do 1100 nm. Fotomozaiku tvoria snímky zo 7. pásma (z blízkej infračervenej oblasti spektra 800—1100 nm). Voda je znázornená čiernou farbou, mestá tmavosivou a vegetácia svetlosivou farbou. Fotomozaiku spracovali z družicových snímok v BRGM Service Geologique National, Orleáns Codex vo Francúzsku.






**obr. 5 — Schéma radarového systému. 1 — anténa, 2 — vysielač-prijímač, 3 — obrazovka, 4 — registrácia obrazového záznamu na film.**



**Radarové systémy možno využiť nielen na snímkovanie Zeme z družíc, ale aj na snímkovanie oblačnosti zo Zeme — ako to robia na pobočke Hydrometeorologického ústavu v Bratislave na Malom Javorníku. Tento spôsob snímkovania sa využíva na sledovanie oblačných systémov v rôznych výškach nad Zemou. Na kruhovej obrazovke vidíme studený front. Rádiolokátor pracuje na vlnovej dĺžke $\lambda = 3{,}0$ cm. Snímka: z archívu HMÚ Bratislava, pobočka na Malom Javorníku.**

vysielajú žiarenie, ktoré preniká napríklad aj cez horné vrstvy pôdy alebo zvetraných hornín, môžeme radarové snímky využívať pre mapovanie geologických štruktúr.

## PERSPEKTÍVY

Diaľkový prieskum Zeme je jednou z oblastí spolupráce krajín RVHP v rámci programu INTERKOZMOS. Cenným prínosom spoločnej práce odborníkov NDR a ZSSR je multispektrálna kamera MKF-6, ktorá dala základ pre rozpracovávanie fotografických metód diaľkového prieskumu Zeme.

◀

**Ústie rieky Selengy do Bajkalského jazera. Kamera MKF-6, ktorou prvýkrát pracovala posádka Sojuza 22, umožňuje snímkovať súčasne na šesť filmov, cez filtre citlivé na odlišné vlnové dĺžky spektra. Rozdielnou kombináciou vždy troch pôvodných čiernobielych záberov a ich premietnutím cez vhodne volený farebný filter vzniknú takéto aditívne zobrazenia. Na každom z nich sú zvýraznené iné detaily. Na hornej a strednej snímke možno dobre vidieť aj nánosy (modrá farba), ktoré rieka naplavuje do jazera. Dolná snímka ukazuje rieku v blízkej infračervenej oblasti spektra. Pretože žiarenie týchto vlnových dĺžok neprenikne cez vodu do väčšej hĺbky, na snímke už nevidíme obraz riečnych nánosov. Spektrálne pásma: horná snímka: 460—500 nm, 560—620 nm a 640—680 nm; stredná snímka: 460—500 nm, 580—620 nm a 700—740 nm; spodná snímka: 520—560 nm, 640—680 nm a 780—860 nm.**

Snímkujú ňou posádky kozmických lodí, počínajúc Sojuzom 22.

V súčasnosti ide dopredu aj rozvoj nefotografických metód diaľkového prieskumu. Multispektrálny skanovací systém, ktorý vyvinuli v ZSSR (známy je pod označením „Fragment") má niektoré zaujímavé konštrukčné riešenia — sníma nie postupne, ale súčasne vo všetkých „kanáloch" a okrem toho má obrazový element menší než skanery na družiciach typu Landsat, takže snímky môžu byť detailnejšie. Zariadenie pracuje zatiaľ pokusne, zdokonaľuje sa systém prenosu informácií a ich záznam.

V snímkach z družíc je ukryté množstvo informácií. Treba však nájsť čo najvhodnejšie metódy ich ďalšieho spracovania, aby boli použiteľné pre rôzne odvetvia praxe i výskumu. Na riešení týchto úloh sa podieľa aj naše pracovisko, Geografický ústav SAV v Bratislave. Rozpracovávame spôsoby, ako možno informácie, získané diaľkovým prieskumom Zeme, využiť pre štúdium charakteru krajiny — jej reliéfu, typu vegetácie, pôdy a povrchovej vody.

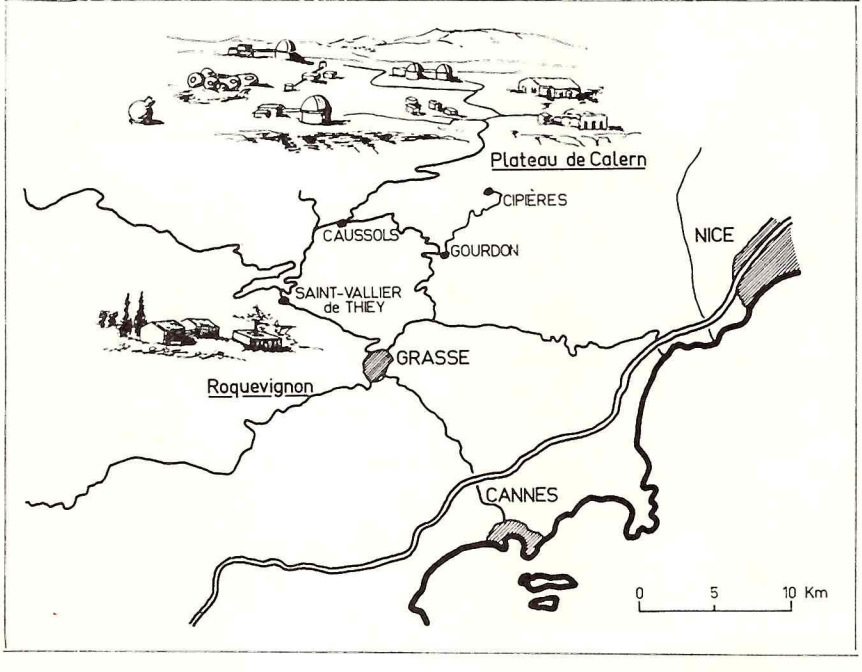
Použitie radarovej techniky pre diaľkový prieskum Zeme je zas predmetom záujmu moderného pracoviska bratislavského Hydrometeorologického ústavu na Malom Javorníku. Kartografia, pre ktorú sú „informácie z výšky" obzvlášť praktické a prínosné, má pre tieto úlohy osobitné pracovisko — Stredisko diaľkového prieskumu Zeme, ktoré je súčasťou n. p. Kartografia Praha. Pre riešenie úloh základného výskumu v tejto problematike je hlavným koordinátorom Geografický ústav ČSAV v Brne.

Diaľkový prieskum Zeme sa zrodil vďaka kozmonautike — a ťažko nájsť odvetvie, kde by kozmonautika výraznejšie prejavila svoju užitočnosť. Dáva možnosť pozrieť sa na Zem z výšky a uvidieť aj to, čo nám pri pohľade zblízka uniká. Ukáže nám geologické štruktúry, typické pre ložiská užitočných nerastov. Ukáže prírodné bohatstvá Zeme — i miesta, kde človek nešetrným zásahom prírodu zničil. Učí nás viac si vážiť vlastnú planétu — a aj preto je jednou z najkrajších aplikácií kozmonautiky.

# CERGA

## – moderní observatoř ve Francii

**Nová observatoř CERGA se nachází ve výšce 1260 m na plošině Calern asi 10 km vzdušnou čarou severně od Grasse (viz mapku). Toto místo bylo vybráno v r. 1970 po pětiletém studiu podmínek v Alpách, Pyrenejích, Centrálním masivu a Vendée. Počet jasných nocí se pohybuje od 210 do 250 ročně. Je zde málo prachu a mlhy a kromě toho dobrá stabilita ovzduší. Charakter zvoleného místa je dobře vidět na titulné fotografii. Vlevo se nachází budova laseru, uprostřed budova optického interferometru a vpravo kopule 1 metrových dalekohledů infračerveného interferometru.**




RNDr. MILOŠ ŠIDLICHOVSKÝ

V srpnu 1980 jsem navštívil francouzské Středisko geodynamických výzkumů — CERGA (Centre d'Études et de Recherches Géodynamiques et Astronomiques). Tato nedávno založená instituce (v provozu je od 1. října 1974) je zajímavá tím, že nemusela vycházet ze základny starších přístrojů, ale právě proto, že teprve vznikla, mohla nejprve volit svůj program a potom podle programu opatřovat přístroje. Tím vznikl jistě netradiční vědecký astronomický program, jehož složení je zajímavé i pro nás. Kromě programu a přístrojového vybavení je zajímavá i poloha observatoře CERGA, architektonické řešení laboratoří, personální složení, rozpočet atd. O tom všem bych chtěl čtenářům Kozmosu podat stručnou informaci.

Organizačně vnikla instituce CERGA jako výsledek dohody mezi observatoří v Paříži a universitami v Besancon, Bordeaux, Nice a Strasbourg. Je řízena správní radou, která si volí ředitele a skládá se z řádných členů, představitelů zúčastnených universit a pracovníků střediska. Správní radě pomáhá v práci vědecká

a technická rada, jejímž úkolem je navrhovat technické a vědecké prostředky potřebné k řešení úkolů střediska. Podle dokumentů CERGA je hlavním posláním observatoře „různými možnými způsoby a za pomoci nejmodernějších přístrojů studovat tvar, polohu a pohyb nebeských těles".

Personální složení je početně poměrně stabilní. Činí 30 vědeckých pracovníků a 50 technických a dalších pracovníků. Všichni jsou zaměstnanci státu, placení z fondu Ministerstva universit. Podobně rozpočet je zajišťován státem prostřednictvím CNRS (Národní ústředí vědeckého bádání) a CNES (Národní ústředí kosmického výzkumu). Z celkového rozpočtu 4 miliónů franků na r. 1980 bylo např. 1,7 miliónů franků věnováno na konstrukci přístrojů, 400 000 franků na zařízení laboratoří, 1,3 miliónů franků na údržbu, elektřinu, telefon atd.

Podívejme se nyní, jaké je nejdůležitější prístrojové vybavení observatoře a k jakým programům přístroje slouží.

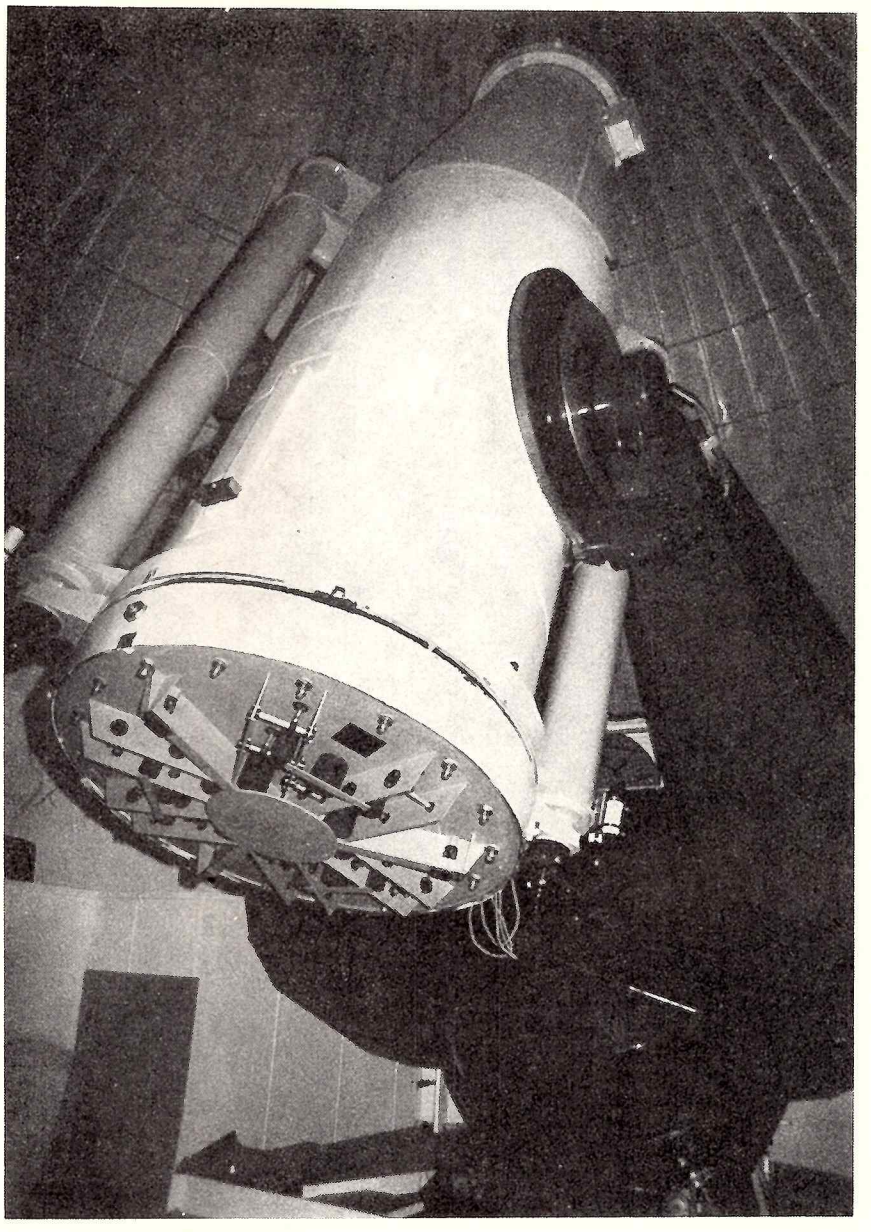
### Schmidtův teleskop

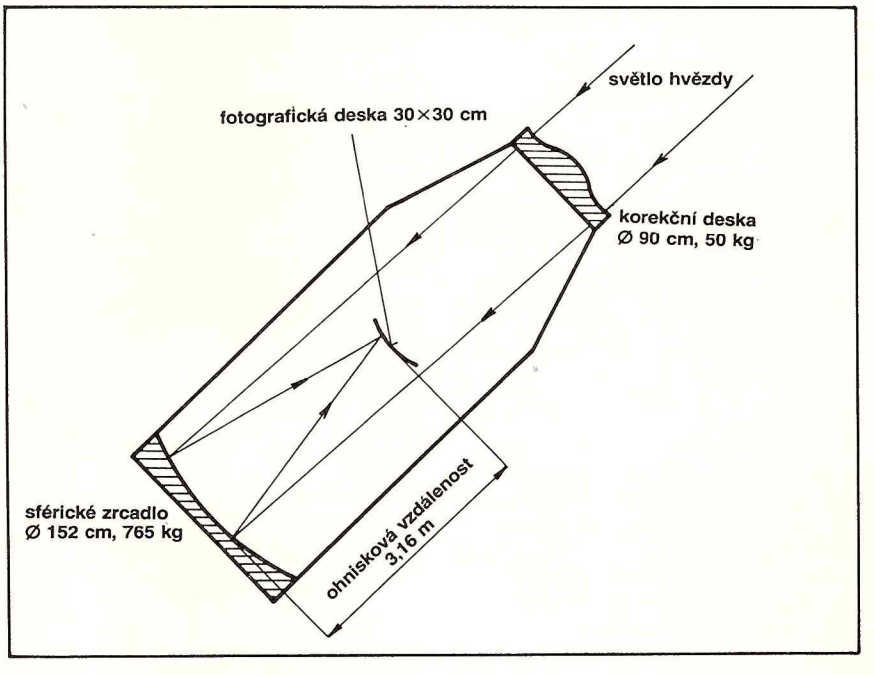
Je jedním z největších přístrojů tohoto druhu na světě. Průměr zrcadla je 152 cm (hmotnost zrcadla 765 kg), ohnisková vzdálenost 3,15 m, průměr korekční desky 90 cm (její hmotnost 50 kg). Přístroj pracuje s fotografickými deskami 30×30 cm, které před použitím procházejí dusíkovou a vodíkovou plynovou lázní (hypersenzibilizace) a po expozici jsou hned vyvolány v přilehlé moderně technicky vybavené laboratoři, která patří k přístroji. Okamžitě po vyvolání a usušení jsou desky zkoumány za účelem detekce pohybujících se objektů (komety, asteroidy). Tento pozorovací program probíhá ve spolupráci Francie s Japonskem, USA a NSR. Přístroj je dále užíván v programu hvězdné statistiky ke studiu struktury Galaxie, vývoje hvězd a ke studiu oblastí formování hvězd. Snímek oblohy, fotografován tímto přístrojem vidíme na předposlední straně obálky.

### Astroláb

Jde o moderní verzi klasického přístroje. Horizontální rovinu tvoří hladina rtuti. Dva obrazy hvězdy, vznikající v přístroji, splývají právě když je výška hvězdy nad obzorem 60°. Při známé zeměpisné šírce místa a známé poloze hvězdy

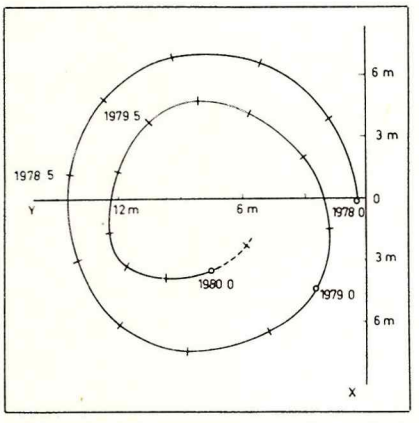
▶






**152 cm Schmidtův dalekohled francouzské observatoře CERGA (nahoře) a jeho schéma.**

je možno okamžik splynutí obou obrazů přesně předpovědět. Obecně se však pozorují odchylky od této předpovědi. Ty jsou způsobeny buď změnou šířky, nebo zpomalováním rotace Země. Tato měření se tak používají k určování osy Země a vnitřních charakteristik elasticity Země.




Na obrázku je znázorněn pohyb pólu na povrchu Země v letech 1978—1980, určený touto metodou.

### Měsíční laser

Princip spočívá v měření času pro cestu velmi krátkého impulsu světla ze Země na Měsíc a zpět. K odrazu na Měsíci se užívá speciálních laserových odražečů (jejichž vlastností je schopnost odrážet světlo v témž směru, z kterého dopadlo), které byly na Měsíc dopraveny americkou misí Apollo 11, 14, 15 a sovětskou Lunou 17 a 21 (ty byly umístěny na Lunochodech).

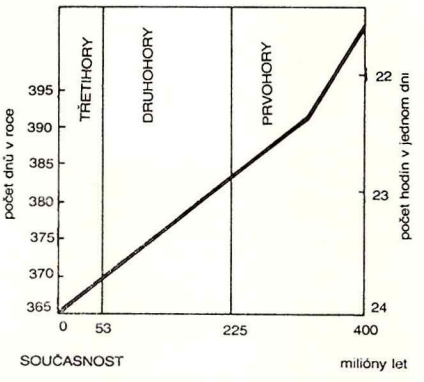
Metoda určuje vzdálenost místa vyslání od místa odrazu signálu. Výhodou je vysoká přesnost (několik cm) při vzdálenosti 400 000 km. Tato měření přinášejí informace o systému Země—Měsíc v mnoha směrech:

a) Geodézie (lokalizace stanic)
b) Orbitální dynamika Měsíce
c) Rotační pohyb Měsíce (+ selenofyzikální důsledky)
d) Rotace Země (určování času a pohybu pólu)
e) Slapy (měření sekulárního vzdalování Měsíce a prodloužování dne)
f) Relativistická fyzika.

Na observatoři CERGA se k tomuto experimentu používá 1,5m dalekohled, rubidiový laser 3,5 J a cesiové atomové hodiny. Přístroj má azimutální montáž a pointace je řízená procesorem.

Kromě toho byla vybudována stanice v Nice (CERGA ve spolupráci s observatoří v Nice) pro studium zákrytů hvězd Měsícem. Pro tento výzkum je třeba znát přesně měsíční kontur v okamžiku zákrytu. Studium těchto konturů, které se vzhledem k libraci Měsíce mění s časem, je další (kromě bodů a—f) náplní teoretické práce v CERGA.

Studium rotace Země ukazuje, že dochází k jejímu zpomalování. Tyto přesné výsledky získané v poslední době je zajímavé dokreslit nedávnými výsledky studia růstu skořápek bezobratlých mořských živočichů (ten souvisí s délkou dne).




Na obrázku je znázorněna délka dne (resp. počet dnů v roce) v závislosti na časové vzdálenosti uvažovaného období od současnosti.

### Infračervený interferometr

V současné době plní CERGA dále program „SOIRDETTE" (Synthése d'Ouverture Infra Rouge par Detection Heterodyne), který je zaměřen na měření úhlových rozměrů infračervených zdrojů. Vzdálenost dalekohledů je 15 m (v obdobném experimentu na Kitt Peaku je tato vzdálenost jen 5,5 m). Současně pracuje v CERGA i skupina optické interferometrie.

### Laserová stanice druhé generace

Tato stanice je určena k přesnému měření vzdálenosti družic a geostacionárních satelitů vybavených laserovými odražeči. Pracuje na vlnové délce $\lambda = 694{,}3$ nm. Tyto experimenty určují další okruh vědecké aktivity pracovníků CERGA.

a) Určování tvaru Země a měření pohybu kontinentů.
b) Určování charakteristik vnějšího gravitačního pole Země.
c) Studium rotace Země.
d) Určování parametrů elasticity a viskozity Země.
e) Určování vlivu různých negravitačních sil na pohyb družice (atmosféra, tlak záření).

Poslední bod byl dále podrobněji studován v experimentu CASTOR-CACTUS, který byl ukončen v r. 1979. Na jeho teoretickém zpracování se stále pracuje. Na družici CASTOR byl umístěn mikroakcelerometr CACTUS (Capteur Accélérometrique Capacitif Triaxial Ultra Sensible).

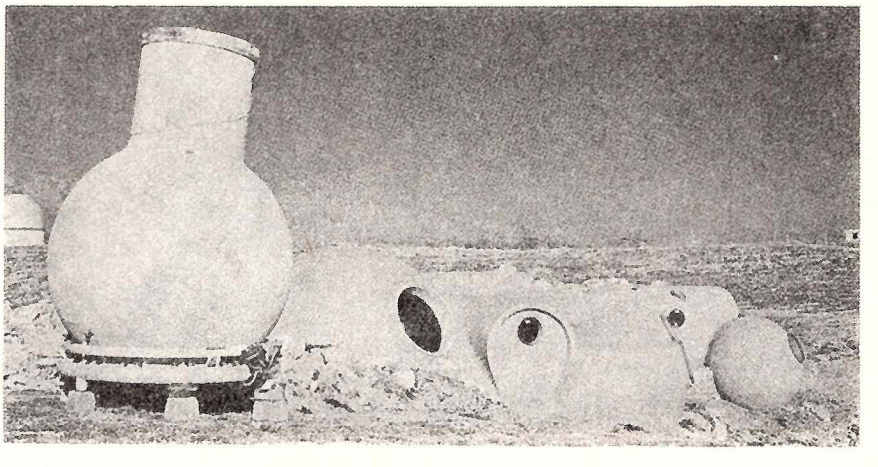
### Dopplerovská aparatura

Na plošině Calern proběhlo od r. 1972 šest pozorovatelských kampaní: TRAPOL 1 a 2 (1972—74), EDOC 1 (1975), EDOC 2 (1977), EROS-DOC (1977), SEATOC (1978) a EDOREF (1978). V prvních dvou se určoval jen pohyb pólů. V letech 1978 a 1979 byla provedena syntéza těchto kampaní a ta umožnila zařadit základní bod plošiny do referenčního systému NWL 9 D s přesností řádově 30cm.

V r. 1979 byla instalována nová anténa pro tato měření v Roquevignonu.

Uvedené přístroje a programy, ve kterých pracují, ukazují velmi dobře zaměření a vědeckou aktivitu této moderní vědecké instituce. Na závěr bych rád uvedl ještě dvě zajímavosti observatoře. Obě jsou vidět na přiložené fotografii. V popředí prototyp 1,5m teleskopu, uloženého v originálně řešené železobetonové montáži. Francouzi tvrdí, že tato nová technika odstraní nezbytnost kopulí a podstatně sníží náklady na přístroj. Je-li tento optimismus namístě, ukáže budoucnost. Druhou zajímavostí je architektonické řešení laboratoří, t. j. v tomto případě hlavně pracoven vědeckých pracovníků (na fotografii hned vedle prototypu dalekohledu). Ať se Vám tato stavba líbí nebo ne, jistě svědčí o tom, že lidé stojící u zrodu této instituce se nových řešení nebojí.

**Fotografie: R. Fataully — CERGA**



ĽUBOR KRESÁK, člen kor. SAV

**Malý kurz astronómie**

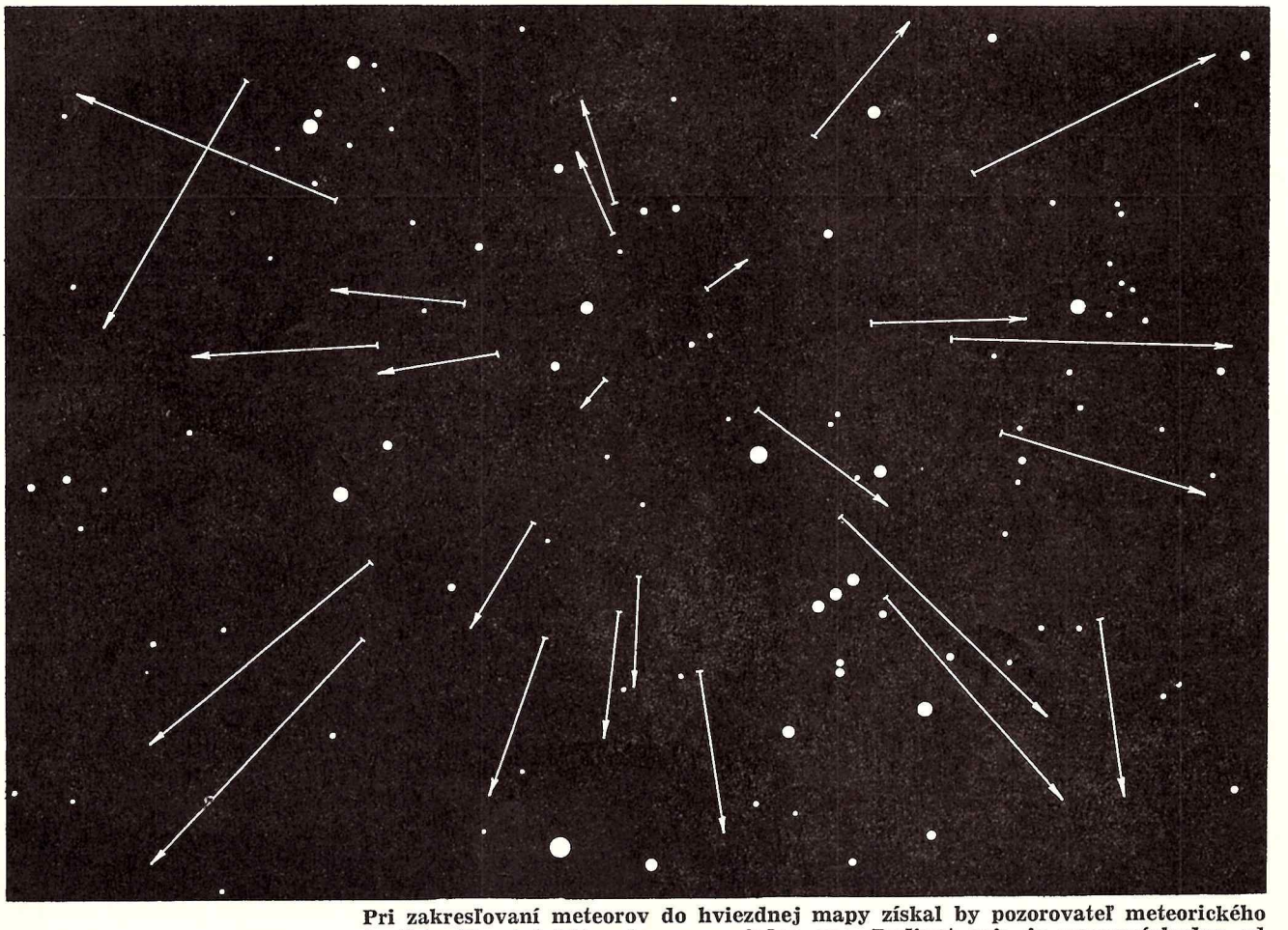
# Meteorické roje

Medziplanetárnym priestorom sa všade pohybujú drobné meteorické čiastočky, ktorých počet prudko rastie s klesajúcou veľkosťou. Ich životnosť je v astronomických meradlách veľmi krátka, pretože sa postupne rozpadajú, zanikajú pri zrážkach, alebo unikajú po hyperbolických dráhach zo slnečnej sústavy. Ich počet sa však stále dopĺňa rozpadom väčších telies, najmä komét.

Pri každom priblížení kométy k Slnku unikajú z jej jadra spolu s plynmi aj pevné čiastočky, **meteoroidy**, ktoré hneď začínajú obiehať okolo Slnka po samostatných dráhach. Malé počiatočné rozdiely v rýchlostiach stačia na to, aby sa meteoroidy za niekoľko desiatok obehov rozložili pozdĺž celej dráhy kométy, a potom sa pôsobením planetárnych porúch začnú rozptyľovať aj do strán. Tak vzniká **meteorický prúd.** Pri vniknutí Zeme do prúdu pozorujeme v atmosfére úkaz, ktorý nazývame **meteorickým rojom;** môže sa opakovať každoročne v tých istých miestach zemskej dráhy, t. j. okolo toho istého dáta, a trvať niekoľko hodín až niekoľko týždňov.

Meteorický roj sa prejavuje jednak zvýšením počtu meteorov, jednak usporiadaním ich zdanlivého pohybu po oblohe tak, ako to ukazuje pripojený obrázok. Spätné predĺženia dráh jednotlivých meteorov sa na oblohe pretínajú približne v jedinom bode, označujúcom smer, z ktorého k nám roj prichádza. Rozbiehanie meteorov od tohto bodu, tzv. **radiantu,** je iba dôsledkom perspektívy. Ich dráhy sa zasa zdanlivo zbiehajú do protiľahlého bodu, tzv. **antiradiantu;** to však nepozorujeme, pretože roj vidno iba vtedy, keď je jeho radiant nad obzorom, a teda antiradiant pod obzorom. Že meteory vidíme iba na krátkom úseku 180° dlhého oblúka, spájajúceho radiant s antiradiantom, je spôsobené tým, že sa rozžiarujú až pri vstupe do atmosféry (vo výškach okolo 100 km) a po prelete niekoľkých desiatok kilometrov sa vyparia a rozprášia. Meteory, pozorované v blízkosti radiantu, sú zdanlivo najkratšie a majú najmenšiu uhlovú rýchlosť; meteory vzdialené 90° od neho sú najdlhšie a najrýchlejšie. V každom čase je meteorickému prúdu vystavená iba polovica zemského povrchu. Miesto, ležiace uprostred tejto pologule, má radiant v zenite a najpriaznivejšie podmienky pre pozorovanie roja. Jednotlivé roje označujeme podľa súhvezdia, v ktorom leží radiant: napr. Lyridy, Leonidy. Ak z určitého súhvezdia prichádza viac rojov, rozlišujeme ich buď podľa najbližšej jasnej hviezdy alebo podľa mesiaca, v ktorom sa objavujú: napr. $\eta$ Akvaridy, májové Akvaridy.

Dlhšie trvanie roja a jeho pravidelné každoročné opakovanie sú príznakmi pokročilého veku meteorického prúdu. Z každoročných rojov tri — augustové **Perzeidy,** decembrové **Geminidy** a januárové **Kvadrantidy** — dávajú v maxime, pri jasnej bezmesačnej noci a vysokej polohe radiantu, viac ako jeden meteor za minútu na jedného pozorovateľa. Najznámej-



**Pri zakresľovaní meteorov do hviezdnej mapy získal by pozorovateľ meteorického roja Orioníd asi takýto záznam za jednu noc. Radiant roja je severovýchodne od súhvezdia Orión. Dva meteory sú sporadické, nepatria k roju (v ľavom hornom a pravom dolnom rohu obrázka).**

šie z nich sú ePrzeidy, pre dlhé trvanie aktivity za teplých letných nocí. Podrobnejšie údaje o rôznych rojoch a o podmienkach ich viditeľnosti v danom roku možno nájsť v **Astronomickom kalendári** alebo v **Hvezdárskej ročenke.**

Niekoľko ráz za storočie sa Zem stretne s hustým mladým oblakom meteoroidov v blízkosti ich materskej kométy. Vtedy vidno z časti zemského povrchu bohatý **meteorický dážď,** čo je asi najpôsobivejší astronomický úkaz vôbec. Najväčší počet meteorov, okolo 2500 za minútu na jedného pozorovateľa, bol zaznamenaný pri daždi **Leoníd** 17. novembra 1966. Tento dážď bol viditeľný iba z amerického kontinentu; meteorov bolo toľko, že radarové záznamy sa celkom zahltili množstvom odrazov od meteorických stôp a na fotografických snímkach z rôznych staníc siete meteorických komôr sa nepodarilo jednotlivé meteory identifikovať.

Počet viditeľných meteorov neurčuje iba skutočná hustota prúdu, ale aj ich pohybová energia, závislá od rýchlosti stretnutia so Zemou. Pohyb Zeme okolo Slnka (rýchlosťou 30 km/s) tu hrá dôležitú úlohu. Najrýchlejšie meteory (až nad 70 km/s) majú radianty v súhvezdiach, ktoré o polnoci ležia blízko východného bodu; najpomalšie (až po 15 km/s) v súhvezdiach, ktoré o polnoci ležia blízko západného bodu. Najhustejším prúdom, ktorým Zem prešla za posledné dve storočia, neboli preto rýchle Leonidy z r. 1966, ale pomalé **Andromedidy,** s ktorými sa Zem stretla 27. novembra 1885.

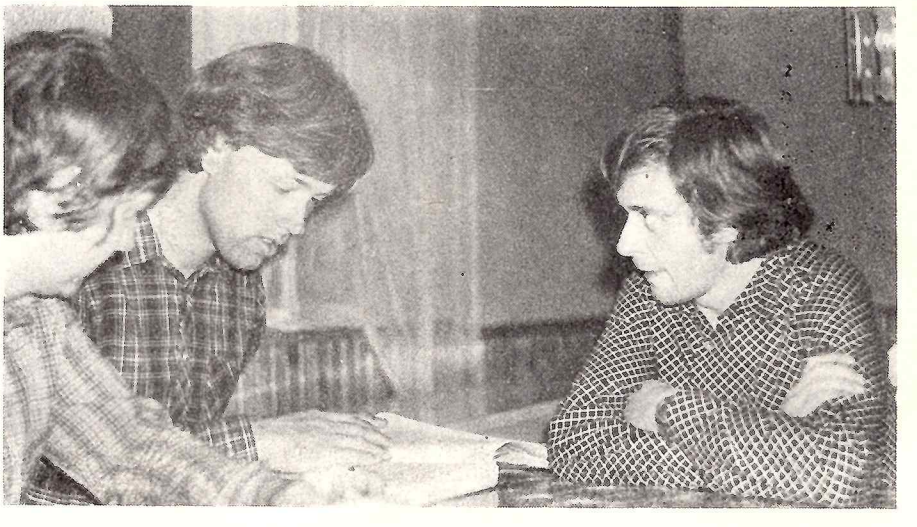
**Prelet jasného meteoru dňa 14. 8. Foto: J. Humeňanský.**

Pre väčšinu hlavných meteorických rojov poznáme aj materské kométy, rozpadom ktorých príslušné prúdy vznikli. Pretože dráha každej kométy pretína rovinu zemskej dráhy vo dvoch bodoch, môžu s každou kométou súvisieť až dva roje. Takéto páry príbuzných rojov — napr. $\eta$ Akvaridy a Orionidy z Halleyovej kométy alebo $\beta$ Tauridy a Tauridy z Enckeho kométy — sa pozorujú v rôznych častiach roka. Pre optické pozorovanie býva však vhodný iba jeden z nich, ten, pri ktorom sa meteoroidy približujú k Slnku a radiant leží na nočnej strane oblohy.

Kým najpresnejšie poznatky o pohybe meteorických prúdov sa získavajú fotografovaním z dvoch staníc cez rotujúce sektory, pri výskume ich stavby sa uplatňuje predovšetkým radarová technika. Iba tá umožňuje sledovať meteory bez ohľadu na striedanie dňa a noci a na oblačnosť. Veľmi dôležitú úlohu tu hrá medzinárodná spolupráca, pretože len spojenie pozorovaní z rôznych zemepisných dĺžok dovoľuje skompletizovať poznatky o prechode Zeme prúdom. Pri sledovaní premenlivej aktivity meteorických rojov výdatne pomáhajú skupiny skúsených amatérskych pozorovateľov; je to jedna z mála oblastí astronómie, kde aj bez nákladných prístrojov možno získať cenné výsledky.

**Vlani v októbri prišiel k nám, na hvezdáreň do Banskej Bystrice, na pozorovanie Orioníd (20.—24. 10) holandský amatér Hans Betlem (na snímke druhý zľava). Tento 28-ročný učiteľ fyziky na strednej škole v Leidene je predsedom Holandskej meteorickej spoločnosti (DMS) a zároveň podpredsedom Európskej federácie astronómov meteorárov (FEMA). Pretože počasie nám nepriálo, namiesto pozorovania meteorov sme veľa debatovali. Nášho hosťa zaujímalo, ako robíme vizuálne pozorovania, ako hodnotíme pozorovacie podmienky, osobné chyby pozorovateľov a ako sa pozorovania spracovávajú. Prekvapil ho veľký počet účastníkov na našich expedíciách: holandská skupina meteorárov je len 6—7 členná, ale na expedíciách pozorujú nielen vizuálne, ale aj teleskopicky a fotograficky. Majú sústavy komôr typu „rybie oko" s rotujúcimi sektormi, a to automatizované (Hans Betlem ovláda svoju celooblohovú komoru doma z izby), fotoaparáty (sovietske Zenit a Ľubiteľ, doplnené vysokosvetelným objektívom) majú vyhrievaný objektív (baterkou), aby sa nezarosili. Všetku techniku si zadovažujú za vlastné prostriedky a svojpomocne vylepšujú. Nášmu hosťovi sa na strednom Slovensku veľmi páčilo, získal mnoho dojmov a samozrejme aj nových priateľov meteorárov z bystrickej meteorárskej skupiny.**

Dr. DANIEL OČENÁŠ

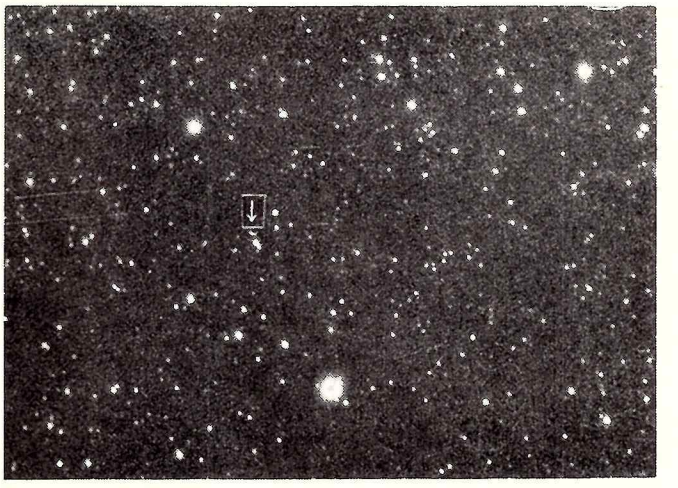


# Priblíženie Erosa k Zemi

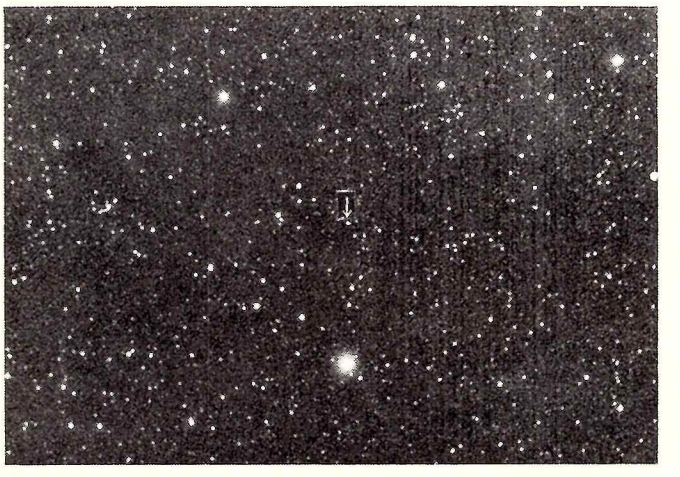
V polovici novembra minulého roku priblížila sa planétka 433 Eros k Zemi na 0,36 astronomickej jednotky (54 miliónov km) a zo všetkých 2500 katalogizovaných planétiek bola k nám najbližšie. Hoci je Eros malé teleso — meria len 20 km, pri takomto priblížení ho už možno pomerne dobre fotografovať. Na snímkach, ktoré urobil prom. fyz. Miroslav Znášik z Krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici, má Eros fotografickú veľkosť $11{,}3^m$. Planétku vidíme v súhvezdí Perzea, najjasnejšia hviezda na snímke je 4 Per (zdanlivú vizuálnu jasnosť má $5{,}0^m$). Obe horné snímky sú zväčšené z pôvodného negatívu 10-krát a časový rozdiel medzi oboma zábermi je jeden deň (všimnite si, aký výrazný je pri takom blízkom telese zdanlivý pohyb po oblohe). Fotografia celkom dole, ktorá jasne zachytáva aj otvorené hviezdokopy $\chi$ a h v súhvezdí Perzea, je záber zo 17. 11. (totožný s 2. fotografiou zhora).

Eros sa postupne približoval ešte viac a koncom minulého roka prešiel okolo Zeme vo vzdialenosti 0,31 astronomickej jednotky. Pri tomto obehu Erosa však nebolo jeho priblíženie k Zemi rekordné: v januári 1975 sa tento asteroid dostal k Zemi až do vzdialenosti 0,15 astronomickej jednotky, čo je najtesnejšie možné priblíženie.

Eros je prvým známym predstaviteľom planétiek typu Apollo — Amor, ktorých dráhy ležia medzi dráhou Zeme a hlavným pásom planétiek. Objavili ho v auguste 1898 nezávisle G. Witt v Berlíne a A. Charlois v Nice. Obežnú dobu má 1,76 roka. Má veľmi nepravidelný tvar — počas rotácie, ktorá trvá $5^h16^m$ sa jeho jasnosť mení v pomere až 4:1 (amplitúda 1,5 hviezdnej veľkosti). Podľa spektrálnych meraní má jeho povrch podobné optické vlastnosti ako niektoré meteority, asi sa skladá z olivínu, pyroxénu, železa a niklu. V poslednom čase sa veľa hovorí o tom, či aj planétky majú svoje satelity. Podozrenie padlo aj na Eros: niektorí autori ho pokladajú za dvojicu telies, obiehajúcich okolo spoločného ťažiska.

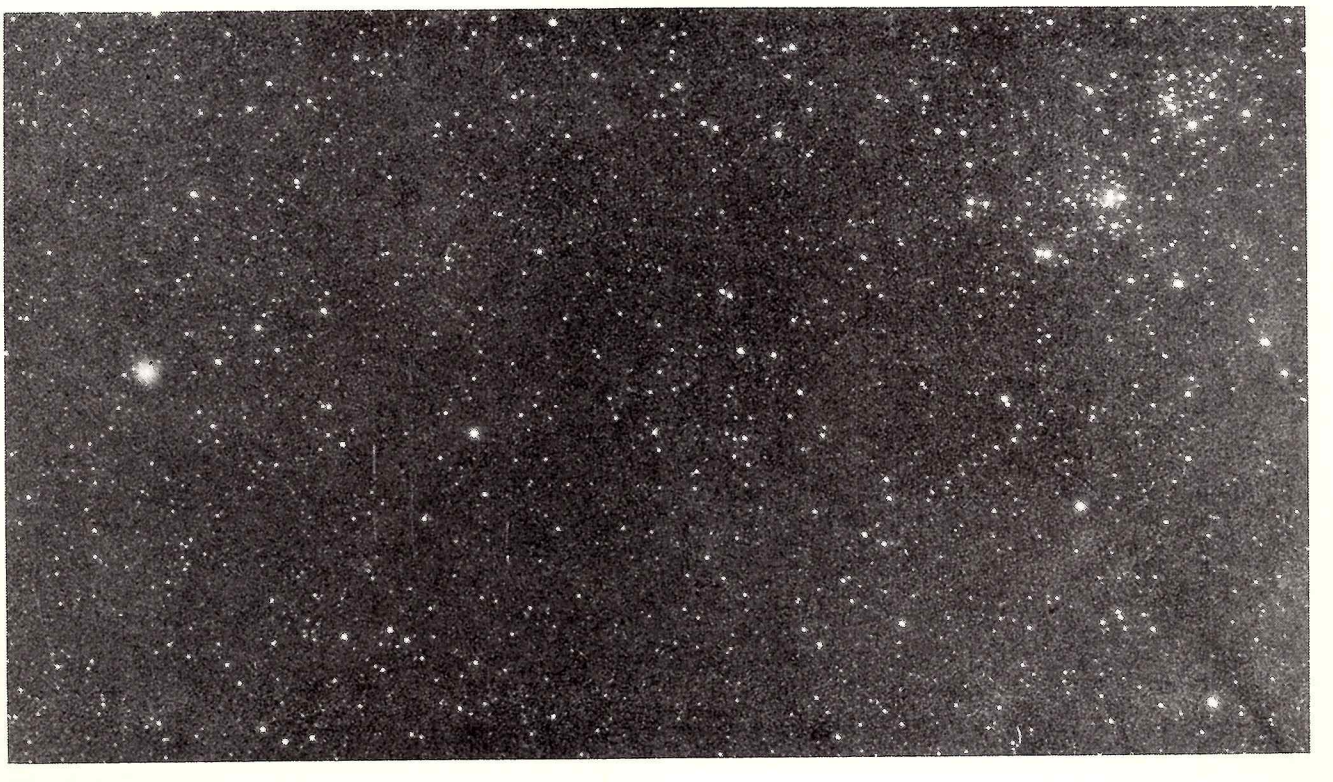


**16. 11. 1981, expozícia 100 minút ($17^h20^m$—$19^h00^m$ UT) objektívom Aero-Xenar 3,5/320 mm na platňu ORWO ZP-3.**



**17. 11. 1981, expozícia 40 minút ($18^h50^m$—$19^h30^m$ UT) tým istým objektívom na planfilm ORWO NP—27.**

Foto: Miroslav Znášik, prom. fyz.



# Hviezdy a Interkozmos

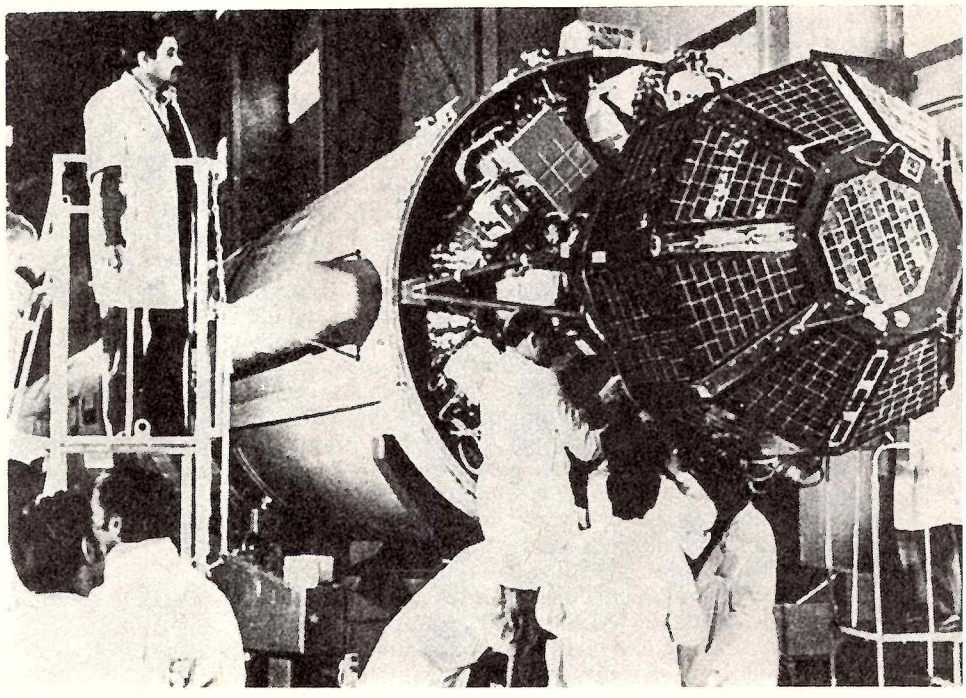
V dňoch 6. až 8. októbra 1981 sa konalo v Senohraboch u Prahy za účasti expertov z NDR, ZSSR a ČSSR zasadnutie 3. sekcie pracovnej skupiny „Kozmická fyzika" programu INTERKOZMOS zaoberajúce sa otázkami kozmického výskumu v oblasti krátkovlnej mimoslnečnej astronómie. Zasadnutie naväzovalo na výsledky podobných pracovných stretnutí uskutočnených v roku 1977 vo Wrocławi v PĽR a v Tatranskej Lomnici, na ktorých sa ako najperspektívnejšie určili experimenty týkajúce sa výskumov nestacionárnych hviezdnych objektov v röntgenovej a ultrafialovej oblasti spektra.

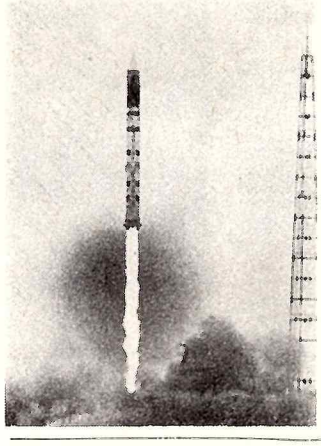
V prvej časti zasadnutia boli účastníci v jednotlivých referátoch oboznámení s prípravou a rozpracovaním konkrétnych experimentov. Je to predovšetkým röntgenový kozmický teleskop RT-4M realizovaný v spolupráci s ČSSR a ZSSR, ktorý by mal byť v blízkej budúcnosti inštalovaný na orbitálnej stanici typu SAĽUT. Ďalej je plánovaný ultrafialový stelárny družicový teleskop, určený hlavne na fotoelektrickú fotometriu v oblasti 110 až 300 nm, ktorý majú v úmysle realizovať ČSSR, NDR a ZSSR. Zaujímavým je tiež röntgenový — ultrafialový teleskop určený pre oblasť spektra 3 až 50 nm, s možnosťou rozšírenia pre oblasť s vlnovou dĺžkou 2 až 100 nm.

V druhej nie menej dôležitej časti sa zasadnutie zaoberalo najmä návrhmi a vypracovaním výskumných vedeckých programov pre navrhované projekty kozmického výskumu. Doporučilo sa zamerať hlavne na výskum premenných objektov, ako tesných dvojhviezd, kataklyzmatických premenných hviezd typu U Gem, pulzujúcich premenných hviezd (beta UMa, cefeidy), hviezd typu Ap a Be, premenných mimogalaktických objektov ako napríklad kvazarov a aktívnych galaxií, ale aj iných objektov ako sú hviezdokopy, medzihviezdna hmota, štúdium medzihviezdnej absorpcie a podobne. Po prekonzultovaní v jednotlivých zúčastnených krajinách bude prevedený výber konkrétnych objektov s metodikou výskumu pre každý pripravovaný experiment. Zasadnutie potvrdilo tiež nutnosť synchrónnych pozemských pozorovaní skúmaných objektov.

Na záver je možné konštatovať, že uskutočnené pracovné zasadnutie znamenalo ďalší kvalitatívny pokrok v kozmickom výskume nestacionárnych stelárnych objektov. Na základe skúseností z výskumu Slnka sa črtajú reálne možnosti rozšíriť v programe INTERKOZMOS poznanie procesov, ktoré prebiehajú na rôznych vesmírnych telesách a u ktorých sa očakáva, že sa najvýraznejšie prejavia v röntgenovej a ultrafialovej oblasti spektra.

Ing. Ľubomír Klocok





# India snímkuje z družice

**Indickú družicu Bháskara 2 úspešne vypustili na obežnú dráhu okolo Zeme 21. 11. 1981 pomocou sovietskej nosnej rakety. Tri mikrovlnné rádiometre budú pravidelne dodávať údaje o snehovej pokrývke Himalájí, o vodnom režime v rôznych častiach krajiny a pomôžu pri predpovediach monzúnových dažďov i pri geologickom prieskume. Na snímke skupina sovietskych a indických odborníkov pri montáži družice k nosnej rakete.**

FOTO: ČTK

# COLUMBIA

Kosmický raketoplán NASA, Columbia, má za sebou první dva zkušební lety na oběžné dráze. Oba dva první starty se podařilo uskutečnit až napodruhé, přičemž Columbia vzlétla opět do kosmu až po sedmi měsících. Předstartovní přípravy byly ve znamení nejen opoždění zkušebních letů, ale rovněž i nejrůznějších problémů. Zatímco první let (start 12. 4. 1981) byl ukončen dle plánu po 54 hodinách a 21 minutách, druhý let (start 12. 11. 1981) musel být ukončen místo po pěti dnech již také po dvou — doba druhého letu byla 54 hodin a 13 minut. Příčinou nedodržení letového programu byl výpadek jednoho ze tří palivových článků, které zásobují palubní systémy elektrickou energií, tedy závada, kterou asi nikdo neočekával, vždyť palivové články slouží pilotovaným letům již od letu Gemini 5 v roce 1965.

Nový vesmírný transportní prostředek je vybaven složitou technikou. Toho jsou si také vědomi i sami kosmičtí „záletávači" — první posádky. Velitel první posádky astronaut J. Young se po letu přiznal, že po prvním letovém dnu na oběžné dráze, který proběhl bez větších problémů, si pomyslel: „Raději bychom s tím už měli přistát, než se něco pokazí..."

Snad největší obavy vyvolávala otázka, jak obstojí tepelný štít raketoplánu, který tvoří na 31 000 destiček. Tento „obal" poskytuje nejen tepelnou ochranu, ale udává také i aerodynamický tvar raketoplánu.

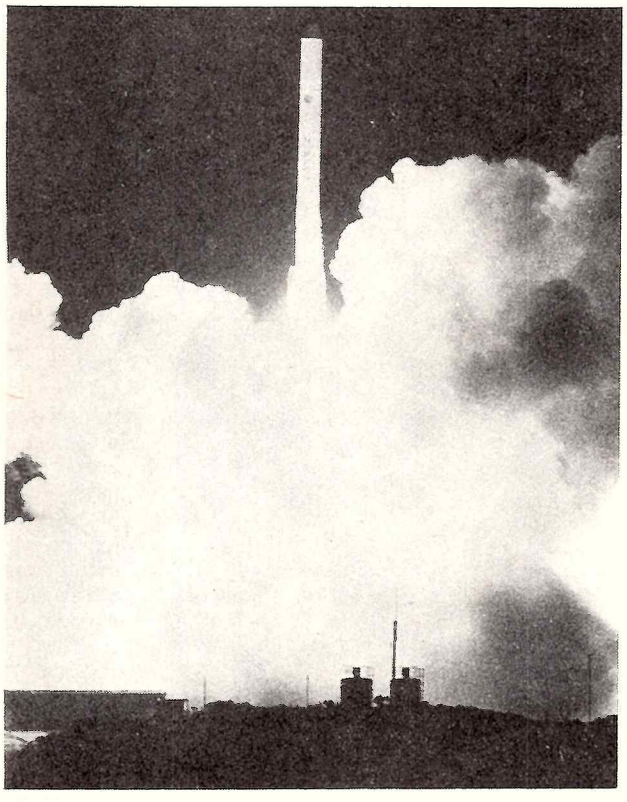
Jednotlivé destičky mají plochu většinou 15×15 cm a jejich výška se pohybuje od 2,5 do 12 cm. Mají ochránit vlastní hliníkový plášť Columbie před teplotami do 1260° C. Maximální zahřátí pláště nemá překročit 176° C. Materiálem destiček jsou křemenná vlákna — výchozím materiálem pro jejich výrobu jsou kvalitní křemenné písky. Destičky, či spíše „krychličky" — jsou duté: 90 % jejich objemu vyplňuje vzduch. Každá destička má svoje indentifikační číslo a říká se, že dvě si nejsou podobné. Jejich povrch je navíc chráněn keramickým nátěrem, který

# Prvý francúzsky kozmonaut

Z dvoch francúzskych letcov, ktorí sú od septembra 1980 na výcviku v Hviezdnom mestečku, vybralo Francúzske stredisko 41-ročného Jean-Loup Chrétiena za kandidáta na spoločný francúzsko-sovietsky let do kozmu. Rozhodnutie, že prvým francúzskym kozmonautom sa stane J. L. Chrétien, padlo po ukončení prvého roku výcviku, v septembri 1981. Termín štartu očakávame ešte tento rok.

**Snímka: Telefoto ČTK**

# Nipon-2 so „Slnečnicou"



**Snímka zachytáva štart japonskej trojstupňovej rakety Nipon-2, ktorá vyniesla na geostacionárnu dráhu japonskú meteorologickú družicu Himavari 2 (Slnečnica). Bolo to prvýkrát, čo Japonsko vypustilo svoju geostacionárnu družicu pomocou rakety vlastnej konštrukcie. Predchádzajúca družica, Himawari 1, štartovala v júli 1977 na americkej rakete Delta. Štart družice Himawari 2 sa uskutočnil 11. augusta 1981 z ostrova Tanegašima, kde má kozmodróm japonská Národná rada pre kozmický výskum.**

**FOTO: ČTK**

# po druhém letu

má zadržet až 95% tepelné energie. Vnitřek destičky má pak absorbovat zbývajících 5 %. Povrchové teplo se rozptyluje tak rychle, že ihned po vyjmutí destičky z pece, kde by bylo takových 1 200° C, dokážete destičku udržet za její hrany holou rukou.

K hliníkovému plášti jsou destičky přilepeny speciálním křemíkovým lepidlem, vulkanizujícím při pokojové teplotě. Toto speciálně vyvinuté lepidlo (samo by ochránilo povrch konstrukce asi do 500° C) má rovněž za úkol absorbovat všechna napětí pláště raketoplánu, která by jinak mohla poškodit tuhé destičky. Problém tepelné ochrany patřil mezi nejsložitější „oříšky" při vývoji raketoplánu. Spolehlivé ablativní tepelné štíty dosavadních kosmických lodí se nedaly pro nový vesmírný transportní prostředek použít — ablativní materiál odvádí teplo odpařovaním a ze štítu ubývá, nelze s ním tedy počítat pro vícenásobné použití. Největší obtíž byla ta, že destičky „nedržely".

Po prvním letu bylo pro poškození během startu a přistávání vyměněno asi na 300 destiček. Během druhého letu neodpadla ani jediná a jen asi 12 jich bylo vážněji poškozeno. Zdá se však, že určitá údržba tohoto tepelného štítu bude po každém letu nevyhnutelná.

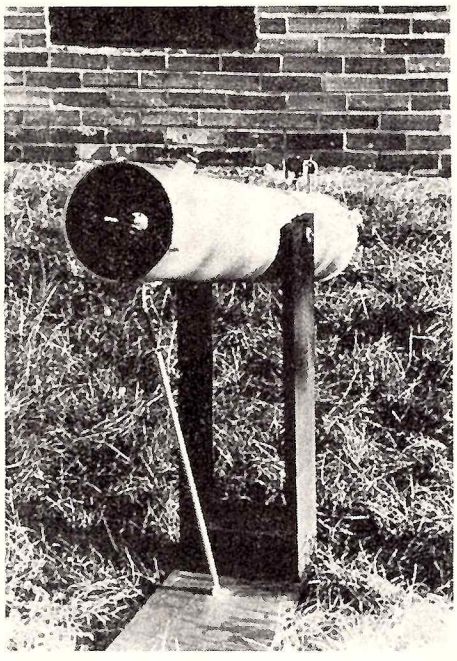
První start byl odložen pro špatnou synchronizaci palubních počítačů a tak se krátce zastavme i u nich. Na palubě jsou celkem čtyři hlavní a jeden záložní počítač, které řídí a kontrolují celý let. Všechny dostávají informace ze stejných zdrojů. Zajímavá je metodika kontroly. Jestliže jeden počítač sa neshodne se zbývajícími třemi hlavními, je vypojen. Pakliže jeden z těch tří má jiný názor, rozhoduje většina. Když poslední dva počítače se neshodnou, je zapojen náhradní pátý a ten rozhoduje. Záložní počítač původně na palubě nebyl. Během jedné z letových simulací však mezi počítači vznikla situace 2 : 2 a tak tedy nezbylo než přidat arbitra — pátý počítač.

Oproti dosavadním pilotovaným lodím je na palubní vybavení a přístroje raketoplánu přenesena větší „odpovědnost". Proto tedy tak složitá a náročná kontrolní a řídící technika v palubní kabině. NASA tvrdí, že z tohoto důvodu by prý mohl být v budoucnosti snížen počet pracovníků v pozemském řídícím středisku na čtyři!

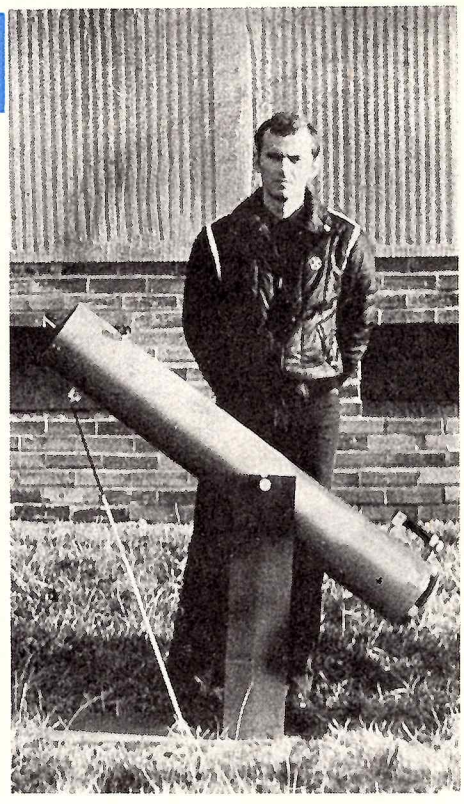
Poněkud odlišná je i startovací fáze letu. V T-7 sekund je zážeh tří hlavních motorů. V T-3 dosahují motory 90 % startovacího tahu. T-0: zážeh obou přídavných raket na tuhé pohonné hmoty a téměř zároveň jsou uvolněny čtyři příchytky každé z obou trysek raket na tuhé pohonné hmoty, které „kotví" celý komplex ke startovací rampě. V tu chvíli již start nelze přerušit a během prvních 30 sekund prakticky neexistuje pro posádku záchrana: raketoplán se dokáže oddělit od zbývajícího komplexu a klouzavě přistát až v určité výšce. Dvoučlenné posádky zatím mají v kabině katapultovací křesla. S jejich odstraněním se počítá, až raketoplán demonstruje, že dokáže bezpečně startovat.

-ih-

# Napíšte o svojom ďalekohľade!



**V tomto čísle Kozmosu vám predstavuje svoj ďalekohľad Milan Mitro, 22-ročný študent 4. ročníka Strojníckej fakulty VŠT v Košiciach. Jeho ďalekohľad, jednoduchý Newton, je konštrukčne nenáročný, dá sa postaviť pomocou najzákladnejšieho nástrojového vybavenia. Okrem popisu a fotografií svojho ďalekohľadu nám Milan Mitro poslal aj náčrtok uloženia optiky, čo určite ocenia najmä tí amatéri, ktorí práve rozmýšľajú nad konštrukciou vlastného prístroja.**



Ďalekohľad, o ktorom píšem, je už druhý, čo som si postavil. Prvý bol Keplerov z okuliarových šošoviek; tento je zrkadlový Newton ∅ 150 mm, f = 1200 mm. Zrkadlo som mal už dlhší čas, ale od stavby ma odradzovali rôzne technické problémy. V prvom rade som nevedel ako zaobstarať resp. vyrobiť tubus (postavil som len provizórium, tzv. „Čikinského dosku", podľa knihy sovietskeho autora Navašina — „Teleskop astronoma ľubiteľa"). Ďalší problém bol ten, že v rôznych návodoch na stavbu ďalekohľadov sa mi uloženia zrkadiel (hlavného i pomocného), okulárové výťahy a upevnenia na statív i samotné statívy videli príliš zložité na moje technické vybavenie — náradie a nástroje. Preto som sa rozhodol pre vlastnú, podľa môjho názoru jednoduchú konštrukciu. Podarilo sa mi zohnať rúru z plastickej látky — pravdepodobne novodur ∅ 200 mm, ktorú som použil ako tubus.

## ULOŽENIE HLAVNÉHO ZRKADLA

Hlavné zrkadlo som upevnil na kotúč ∅ 200 mm z tvrdého dreva (drevotriesková lisovaná doska). Na kotúči je zrkadlo pridržiavané štyrmi korkami vybrúsenými podľa obr. 1a. Tesnosť sa dosahuje tým, že korky sú skrutkami pripevnené o drevený kotúč (pozri obr. 1b) a tiež tým, že z jednej strany tlačí na korok zrkadlo a z druhej tubus.

Zrkadlo je podopreté v troch bodoch — na troch skrutkách M8, ktorými sa aj reguluje náklon zrkadla. Drevo je tvrdé, takže skrutka si v ňom vyreže závit. K tubusu je celá časť pripevnená podľa obr. 1c. Použil som hliníkový plech hrubý 1,5 mm, široký 30 mm, ktorý sa dá ľahko ohýbať a dajú sa doň ľahko vŕtať otvory, ale pritom je pevný.

## ULOŽENIE POMOCNÉHO ZRKADLA

Najprv som z násady k čakanu vyrobil trojboký hranol, v ktorom som vyvŕtal dieru pre axiálny posun malého zrkadla (obr. 2, 2a). Celá časť je k tubusu pripevnená takými istými plechmi ako hlavné zrkadlo. Malé zrkadlo je uložené v rúrke z plastickej látky, proti vypadnutiu je poistené nalepeným plieškom.

Z hliníkového plechu som vyrezal dva kruhové kotúče s priemerom malej osi elipsy zrkadla. V oboch sú vyvŕtané 3 otvory pod uhlom 120° so závitom pre skrutku M2 (skrutka si závit vyreže sama). Jeden kotúč je pevne pripevnený (prilepený) ku korku (pozri obr. 2a), druhý kotúč je priskrutkovaný k hliníkovej tyčke. Korok je do rúrky nasadený tesne. Nastavenie náklonu zrkadla je jasné z obr. 2a. Nastavenú polohu zabezpečujú pružinky z guličkových pier. Nastavenie zrkadla je možné vďaka trojuholníkovému prierezu drevného hranola (viď obr. 2), inač by nebolo možné dostať sa so skrutkovačom ku skrutkám, regulujúcim náklon zrkadla.

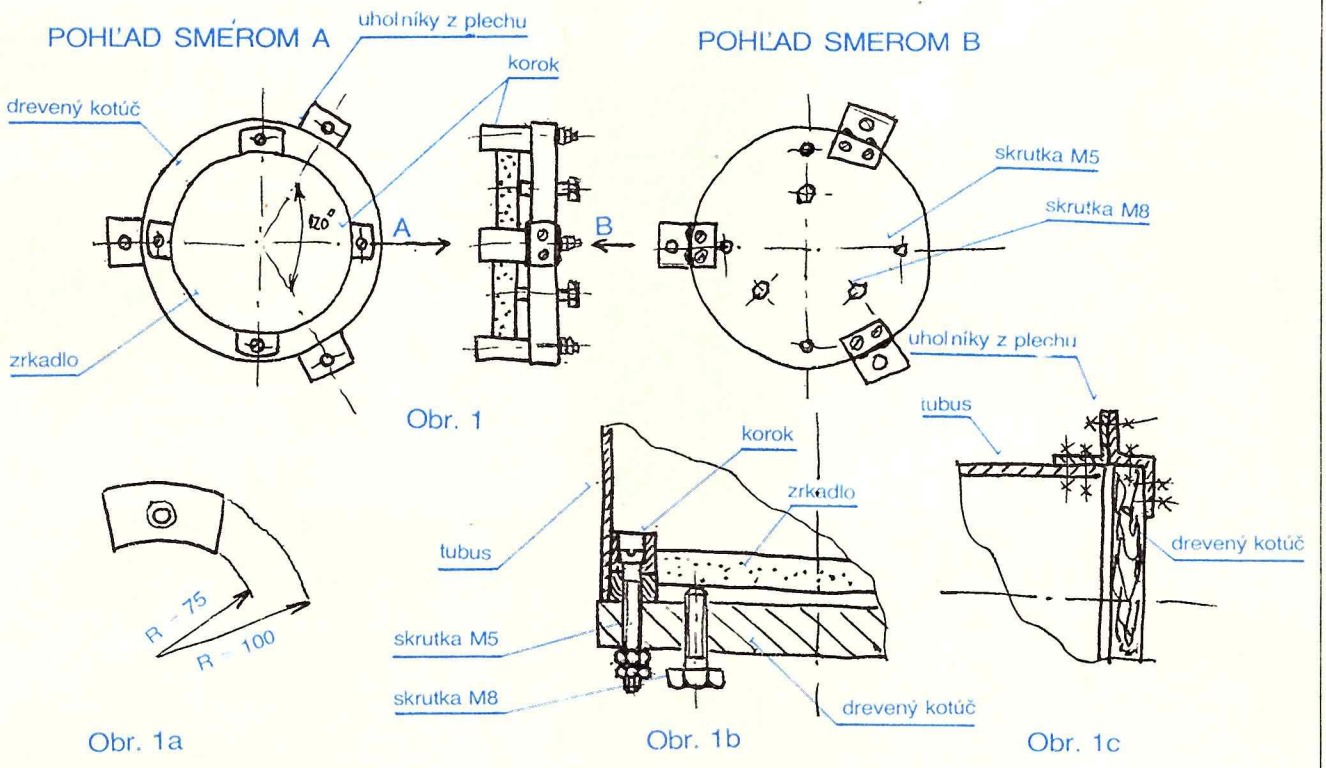
Vycentrovanie zrkadiel som robil podľa knihy Teleskop astronoma ľubiteľa.

Usporiadanie okulárovej časti ukazuje obr. 3. Priemer okulárov som musel upraviť na vnútorný priemer okulárovej rúrky. Donedávna som používal okulár z malého školského mikroskopu, teraz som si z NDR priniesol dva okuláre, Huyghensov f = 16 mm a ortoskopický f = 4 mm, ktorý je pre takýto ďalekohľad príliš silný. (Chcel som kúpiť okulár f = 10 mm príp. f = 6 mm, ale sa mi ich nepodarilo zohnať.) Ako hľadáčik som použil ďalekohľad zo stavebnice Optik, do ktorého som vlepil vláknový kríž pre presné zameranie objektu.

Statív je jednoduchý — z dreva, pre pozorovanie z okna bytu mi celkom stačí. Zatiaľ som pozoroval len Mesiac, Saturn a Jupiterove mesiačiky — v Košiciach nie sú kvôli smogu príliš dobré pozorovacie podmienky. Smog má ale aj tú dobrú vlastnosť, že zoslabuje slnečné svetlo, a tak niekedy pri západe Slnka sa dajú priamo pozorovať slnečné škvrny.

Ďalekohľad mám uložený v kúte izby, nezaberá veľa miesta. Pri pozorovaní ho musím často prenášať, zažil pritom už aj niekoľko nárazov, ale vycentrovanie zrkadiel sa neporušilo.

## ULOŽENIE HLAVNÉHO ZRKADLA



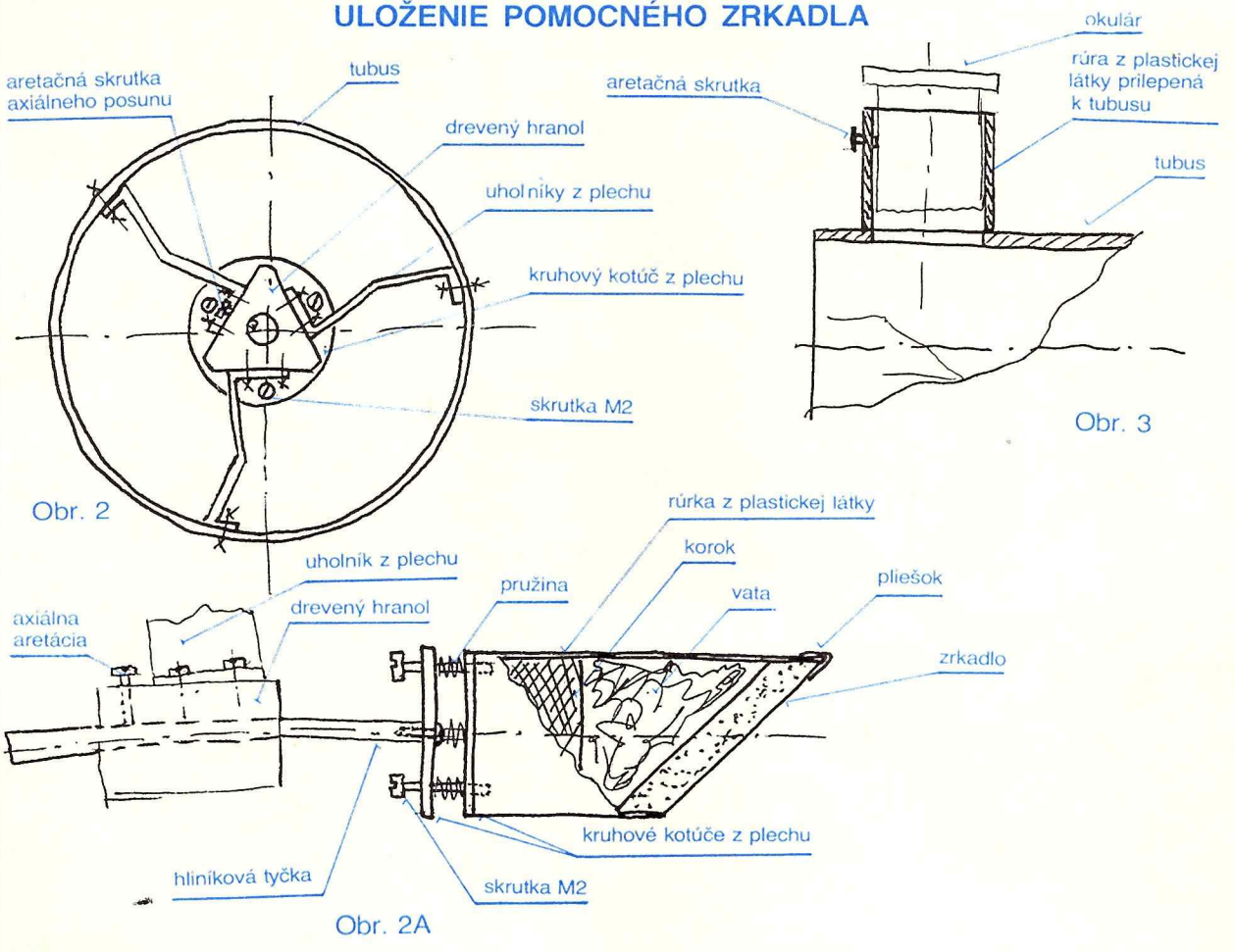

Obr. 1

Obr. 1a

Obr. 1b

Obr. 1c

## ULOŽENIE POMOCNÉHO ZRKADLA




Obr. 2

Obr. 3

Obr. 2A

# Seminár SÚAA v Ľubochni

Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove usporiadalo celoslovenský seminár o súčasnom stave a ďalšom rozvoji hvezdární a ďalších astronom. zariadení na Slovensku, ktorý sa konal v Ľubochni 11. a 12. decembra 1981. Referáty, ktoré predniesli M. Bélik, riaditeľ SÚAA, J. Mackovič, pracovník odboru osvety MK SSR, I. Chromek, riaditeľ Krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici a RNDr. Z. Bochníček, CSc., dali podnet ku diskusiám o metódach práce v amatérskej astronómii. Metodik SÚAA s. L. Druga na seminári obšírne referoval o pripravovanej celoslovenskej súťaži o najlepšie výchovno-vzdelávacie podujatie, do ktorej sa budú môcť zapojiť nielen hvezdárne a astronomické kabinety, ale aj jednotlivci a záujmové skupiny. Poslaním súťaže je vyzdvihnúť také podujatia, ktoré využívajú prostriedky modernej didaktickej techniky, aby účinne a komplexne pôsobili na diváka — aby vzbudili a prehĺbili jeho záujem o astronómiu, pôsobili na estetické cítenie a presvedčivo vplývali na formovanie a upevňovanie svetonázorových postojov. Súťaž bude viacstupňová. Po spresnení a schválení organizačného štatútu dostanú hvezdárne a astronomické kabinety presné informácie o súťaži.

*Foto: Gabriela Krajčovičová*

# Zväz astronómov v Partizánskom

**Nový člen miestnej organizácie SZAA Jozef Miklovič z Bošian preberá členský preukaz.** Foto: Vladimír Mešter

V Partizánskom sme založili miestnu organizáciu Slovenského zväzu astronómov amatérov. Prvú ustanovujúcu schôdzku sme mali 26. novembra 1981 v priestoroch Okresného astronomického kabinetu a privítali sme na nej aj riaditeľa SÚAA v Hurbanove s. Milana Bélika, predsedu SZAA, ktorý vo svojom príhovore oboznámil členov s úlohami organizácie a povinnosťami jej členov. Potom s. Bélik odovzdal členské preukazy SZAA novým členom a po voľbách zaželal novozvolenému výboru veľa úspechov v práci. Výbor bude pracovať v tomto zložení: Ing. Jozef Boďa (predseda), Vladimír Mešter (tajomník) a Ján Mano (pokladník). Plán práce našej miestnej organizácie sa zameriava aj na konkrétnu pomoc pri výstavbe ľudovej hvezdárne v našom „meste mladých". Jej vybudovaním získa amatérska astronómia dôstojný stánok pre svoju činnosť a možnosti väčšieho vplyvu na formovanie vedeckého svetonázoru našej mládeže. O nutnosti organizovať aj učňovskú mládež, o problémoch amatérskej astronómie a výstavbe hvezdárne, diskutovalo sa ešte aj po skončení oficiálnej časti schôdze.

# POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

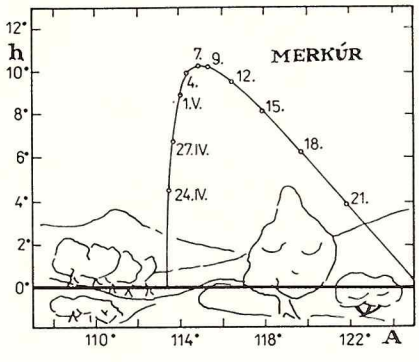
DUŠAN KALMANČOK

V apríli budú veľmi priaznivé podmienky na pozorovanie dvoch najväčších planét slnečnej sústavy. Saturn bude v opozícii so Slnkom 9. apríla a Jupiter 26. apríla. V tom čase planéty kulminujú okolo polnoci. Saturn nájdeme v Panne, Jupiter vo Váhach. O mesiac neskôr, 24. mája, dostane sa do opozície so Slnkom aj Urán. Nájdeme ho v súhvezdí Škorpióna.

Venuša je 1. apríla v najväčšej západnej elongácii — 46° od slnka. Pohybuje sa síce nízko nad východným obzorom, ale je veľmi jasná, takže ako Zornička ju na oblohe ľahko nájdeme.

## POZORUJEME MERKÚR

Merkúr je v polovine apríla v hornej konjunkcii so Slnkom. 9. mája sa však dostane do najväčšej východnej elongácie od Slnka (21°) a podmienky na jeho pozorovanie budú veľmi dobré. Jeho polohu nad západným obzorom máme vyznačenú na pripojenom obrázku.

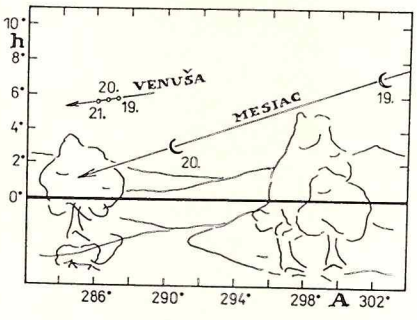



Výška nad obzorom **h** a azimut **A** určujú polohu planéty ¾ hodiny po západe Slnka.

Počas apríla a mája nastáva niekoľko zaujímavých konjunkcií planét s Mesiacom. 9. apríla to bude konjunkcia s Jupiterom, kedy o 21. hod. 42 min. bude planéta 4° južne od Mesiaca. Mesiac je deň pred splnom. Konjunkcia Mesiaca s Jupiterom nastane aj 6. mája: o 22. hod. bude planéta 4° južne od Mesiaca. 12. apríla o 02. hod. je konjunkcia Mesiaca s Uránom — planéta je 3° južne od Mesiaca. 14. apríla o 02. hod. 30. min. nastane konjunkcia s Neptúnom. Táto bude zo všetkých najtesnejšia — planéta bude len 0,5° južne od Mesiaca.

## FOTOGRAFUJEME KONJUNKCIU VENUŠE S MESIACOM 20. APRÍLA

Tri dni pred novom Mesiaca môžeme pozorovať zaujímavú konjunkciu Venuše s veľmi starým Mesiacom, z ktorého bude vidno len úzky kosáčik. Obe telesá sú veľmi nízko nad východným obzorom. Dúfajme, že pomocou pripojeného obrázka sa nám obe telesá podarí nájsť.




Táto konjunkcia sa dá aj fotografovať. Treba nám však statív a objektív so zorným poľom maximálne 25°, aby sme obe telesá na filme našli. Najlepšie je použiť farebný diapozitív, expozíciu môžeme zmerať citlivým expozimetrom, nakoľko je v tom čase už pomerne jasno. Snímku trocha podexponujeme, aby sme dostali tmavšie pozadie (asi o ½ clonového čísla). Musíme si však vyhľadať také miesto, odkiaľ budeme mať nezakrytý a čistý obzor.

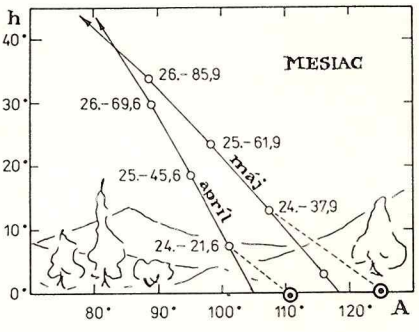
Podobná konjunkcia Mesiaca s Venušou ako v apríli bude aj v máji. Nakoľko však obe telesá budú veľmi nízko nad obzorom, budú dosť ťažko pozorovateľné.

## MESIAC KRÁTKO PO NOVE

V apríli však nastane dosť priaznivá situácia na pozorovanie Mesiaca krátko po nove. Pozorovať a fotografovať takýto Mesiac je dosť ťažké, napriek tomu sa o to môžeme pokúsiť.

Kosáčik Mesiaca nájdeme najľahšie hneď po západe Slnka pomocou triedra, potom sa ho môžeme pokúsiť vyhľadať aj voľným okom.

Polohy Mesiaca pre oba mesiace nájdeme na pripojenom obrázku.




Čísla pri jednotlivých polohách nám udávajú dátum a vek Mesiaca v hodinách. 24. apríla nájdeme Mesiac asi ťažko, ale o deň neskôr, ak bude priaznivé počasie by sa nám to malo podariť, podobne ako v máji, kedy je Mesiac dokonca o 8 hodín mladší.

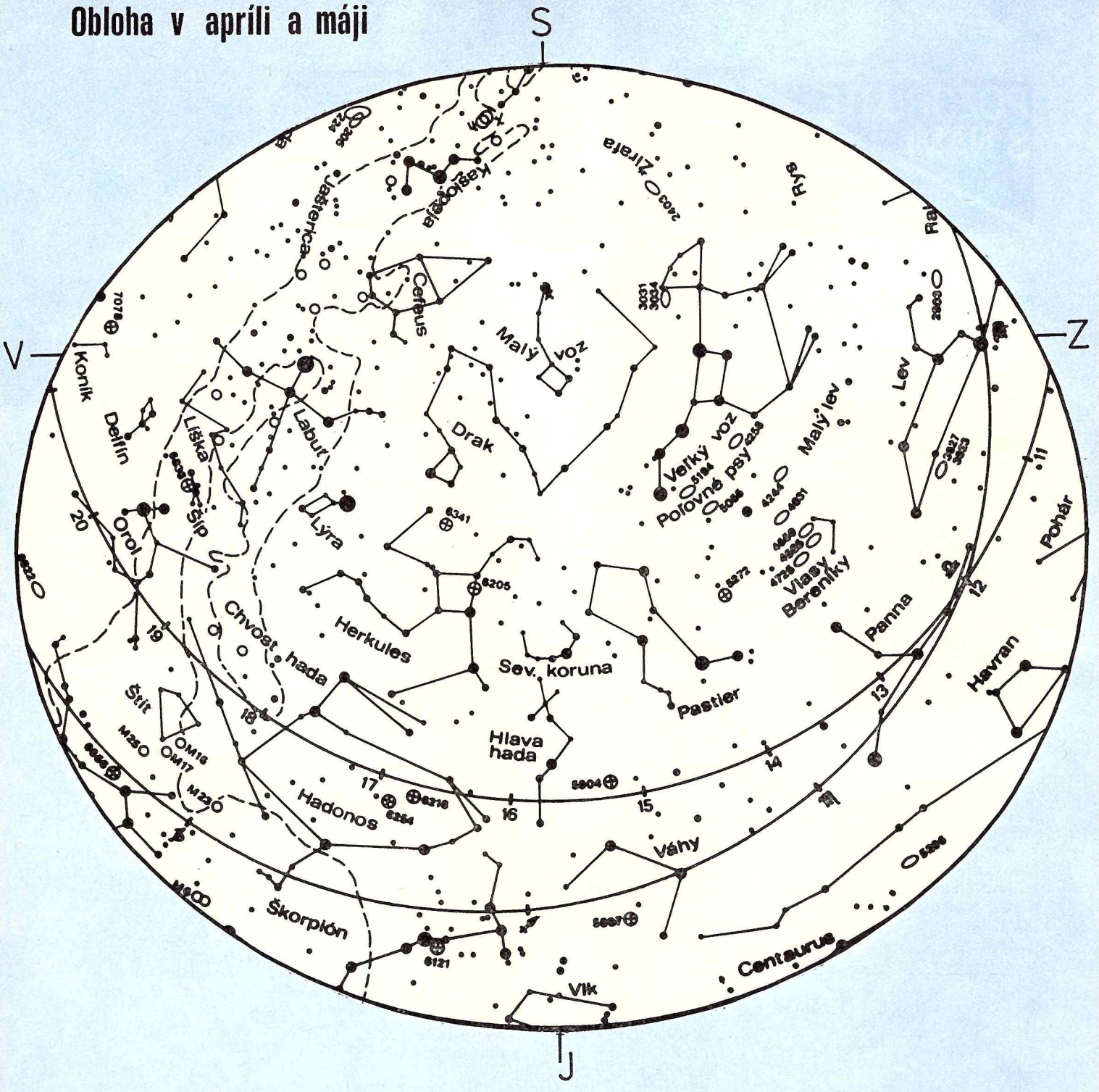
Fotografovať stačí zo statívu, treba však použiť objektív s čo najdlhším ohniskom, aby kosáčik Mesiaca na filme bol čo najväčší. Najlepší je farebný diapozitív alebo čiernobiely film strednej citlivosti (20 DIN). Expozíciu možno zmerať priamo expozimetrom, lebo je ešte jasno. Diapozitív treba trocha podexponovať (o ½ clonového čísla.

Vaše snímky radi uverejníme. Pošlite ich na adresu: Redakcia časopisu KOZMOS, Hanulova 11, 841 01 Bratislava.

**Konjunkcia Mesiaca a Venuše je úkaz ako stvorený pre váš fotoaparát. Pekne vynikne najmä na farebnom diapozitíve, čo sa ľahko podarí aj menej skúsenému fotoamatérovi.**
Foto: Pavel Rapavý

**Poznámka:** Na rozdiel od zemepisnej súradnicovej sústavy, kde azimut začíname počítať od severu, v astronomickej horizontálnej súradnicovej sústave začíname azimut počítať od juhu (A = 0°) smerom na západ (A = 90°) ďalej na sever (A = 180°) cez východ (A = 270°) späť k juhu.

# Obloha v apríli a máji




**VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA**

| deň | východ h | m | západ h | m |
|---|---|---|---|---|
| 2. 4 | 5 | 20 | 18 | 15 |
| 6. 4 | 5 | 11 | 18 | 21 |
| 10. 4 | 5 | 03 | 18 | 27 |
| 14. 4 | 4 | 55 | 18 | 32 |
| 18. 4 | 4 | 47 | 18 | 38 |
| 22. 4 | 4 | 40 | 18 | 44 |
| 26. 4 | 4 | 32 | 18 | 50 |
| 30. 4 | 4 | 25 | 18 | 56 |
| 4. 5 | 4 | 19 | 19 | 02 |
| 8. 5 | 4 | 12 | 19 | 07 |
| 12. 5 | 4 | 06 | 19 | 13 |
| 16. 5 | 4 | 01 | 19 | 18 |
| 20. 5 | 3 | 56 | 19 | 24 |
| 24. 5 | 3 | 52 | 19 | 28 |
| 28. 5 | 3 | 48 | 19 | 33 |

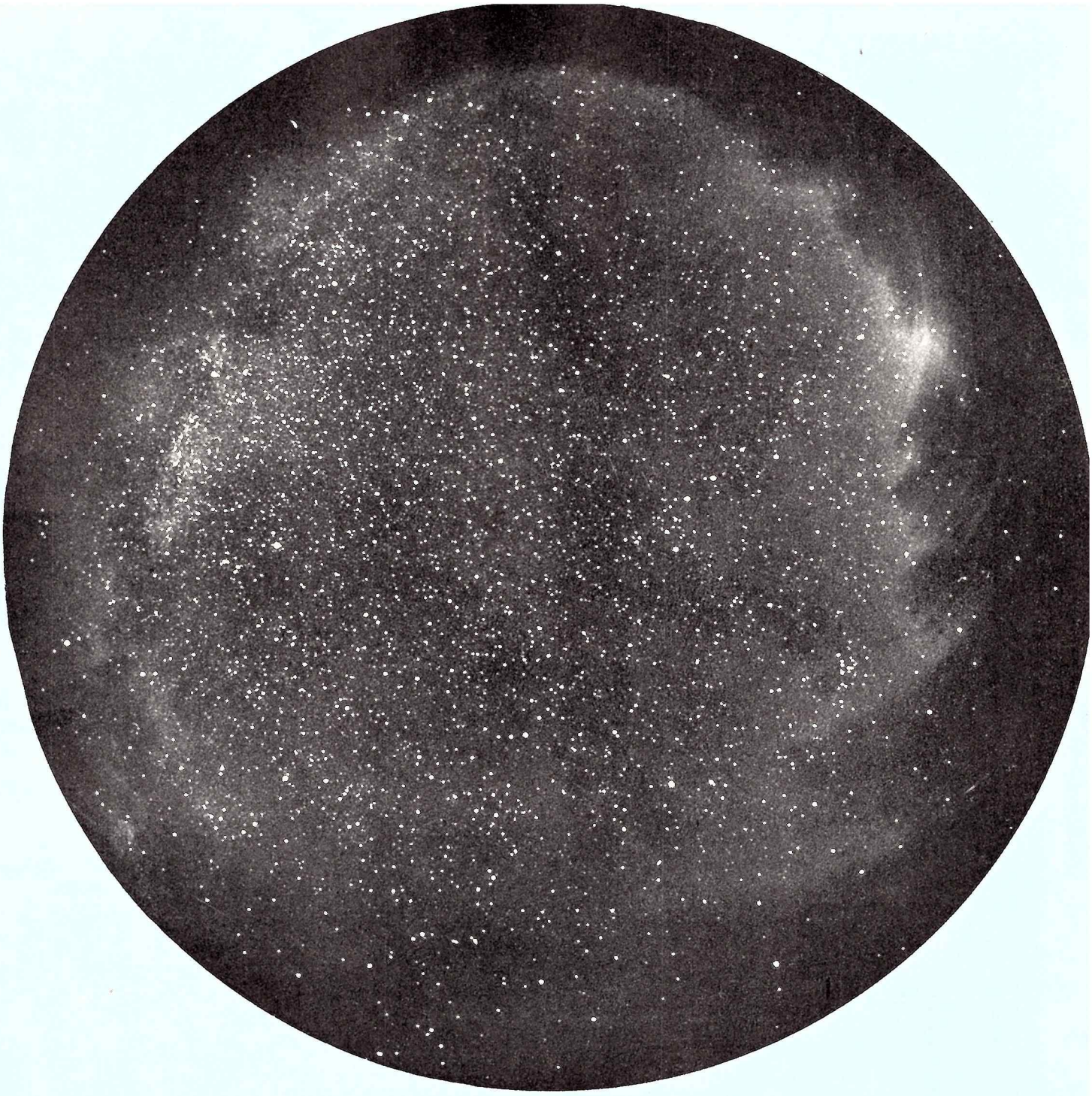
Údaje sú v SEČ a platia pre stredné Slovensko (—$1^h17^m$,48°40′)

**MESAČNÉ FÁZY**

| deň | h | m | fáza |
|---|---|---|---|
| 1 4 | 6 | 09 | I |
| 8. 4 | 11 | 19 | spln |
| 16. 4 | 13 | 43 | III |
| 23. 4 | 21 | 30 | nov |
| 30. 4 | 13 | 08 | I |
| 8. 5 | 1 | 46 | spln |
| 16. 5 | 6 | 12 | III |
| 23. 5 | 5 | 41 | nov |
| 29. 5 | 21 | 07 | I |

**VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA**

| Deň | východ h | m | západ h | m |
|---|---|---|---|---|
| 2. 4 | 11 | 17 | 2 | 30 |
| 6. 4 | 16 | 04 | 4 | 51 |
| 10. 4 | 20 | 37 | 6 | 21 |
| 14. 4 | — | — | 8 | 24 |
| 18. 4 | 2 | 43 | 12 | 06 |
| 22. 4 | 4 | 30 | 16 | 55 |
| 26. 4 | 6 | 28 | 22 | 14 |
| 30. 4 | 10 | 18 | 1 | 17 |
| 4. 5 | 15 | 03 | 3 | 20 |
| 8. 5 | 19 | 31 | 4 | 48 |
| 12. 5 | 23 | 23 | 7 | 02 |
| 16. 5 | 1 | 15 | 10 | 56 |
| 20. 5 | 2 | 54 | 15 | 46 |
| 24. 5 | 5 | 02 | 21 | 05 |
| 28. 5 | 9 | 17 | — | — |



| | |
|---|---|
| 1. 4. o 18 h 48 min: | Venuša v najväčšej západnej elongácii od Slnka (46°). |
| 9. 4. o 21 h 42 min: | Jupiter 4° južne od Mesiaca |
| 11. 4. o 18 h 54 min: | Merkúr v hornej konjunkcii so Slnkom |
| 12. 4. o 02 h 12 min: | Urán 3° južne od Mesiaca |
| 20. 4. o 06 h 48 min: | Venuša 4° severne od Mesiaca |
| 26. 4. o 01 h 30 min: | Jupiter v opozícii so Slnkom |
| 6. 5. o 22 h 00 min: | Jupiter 4° južne od Mesiaca |
| 9. 5. o 01 h 06 min: | Merkúr v najväčšej východnej elongácii od Slnka (21°) |
| 13. 5. o 05 h 42 min: | Mars v zastávke |
| 20. 5. o 03 h 18 min: | Venuša 4° severne od Mesiaca |
| 24. 5. o 14 h 00 min: | Merkúr 2° severne od Mesiaca |
| 31. 5. o 14 h 30 min: | Mars 5° južne od Mesiaca |

Pohľad na jarnú oblohu širokouhlým objektívom typu „rybie oko". V tejto polohe uvidíme oblohu 15. mája o polnoci (alebo 1. mája o 01.00 hodine a 1. apríla o 03.00 hodine). Pomocou pripojenej mapky môžeme nájsť na snímke známe súhvezdia: nad stredom vpravo vidíme Veľký voz, vľavo je Mliečna cesta so súhvezdiami (zhora) Kasiopejou, Cefeom, Labuťou a Orlom. V strede vľavo pekne vidno Lýru s Vegou. Na spodnom okraji fotografie je horná časť súhvezdia Škorpión, nad ním Hlava hada a Severná koruna. Jasná hviezda vpravo dolu je Spika zo súhvezdia Panny a nad ňou, vľavo hore, je Arktúr zo súhvezdia Pastiera.

Snímku nám z archívu Observatória AÚ ČSAV v Ondřejove poskytol člen korešpondent ČSAV Zdeněk Ceplecha, DrSc.

Objednávam(e) ..... exemplárov časopisu

**KOZMOS**

meno (názov podniku) .....

ulica .....

miesto a PSČ .....

dátum ..... .....

podpis (pečiatka)

Objednávku vložte do obálky s adresou: Vydavateľstvo Obzor, obchodné oddelenie časopisov, ul. Čs. armády 35, 815 85 Bratislava.

**V našom novom Dome ČSSP v Lučenci sme usporiadali kvíz „20 rokov kozmického výskumu ZSSR", v ktorom súťažili trojčlenné družstvá žiakov stredných škôl, kto ukáže viac znalostí z astronómie a kozmického výskumu. Súťažilo sa v troch kolách: 1. všeobecné vedomosti z astronómie 2. kozmonautika 50-tych a 60-tych rokov 3. udalosti kozmického výskumu v poslednom desaťročí. Najvyšší počet bodov získalo družstvo Gymnázia Boženy Slančíkovej-Timravy, na druhom mieste sa umiestnilo družstvo zo Strednej zdravotníckej školy a tretie miesto patrilo žiakom Strednej ekonomickej školy, ktorá bola spoluporiadateľom kvízu. Predseda hodnotiacej poroty RNDr. Pavel Paľuš, CSc. sa pochvalne vyjadril o úrovni vedomostí žiakov, ako aj a zaujímavo pripravenej súťaži. Podujatie prebiehalo v zdravej súťažnej atmosfére, k čomu prispela aj divácka obec, ktorú tvorili študenti stredných škôl. K úrovni podujatia obzvlášť prispeli pracovníci Krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici M. Gallová, P. Zimnikoval a M. Znášik, ktorí pripravili kvíz po metodickej a odbornej stránke.**

**Jarmila Kováčová**
**Dom ČSSP v Lučenci**

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník

Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve OBZOR, n. p. Dočasne poverený vedením redakcie Milan Bélik, riaditeľ SÚAA. Výkonná redaktorka: Tatiana Fabini. Grafická úprava: Milan Lackovič. Redakčná rada: RNDr. Anton Hajduk, CSc. (predseda), Ivan Molnár, prom. fyz. (podpredseda), RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., Dušan Kalmančok, Ing. Štefan Knoška, CSc., PhDr. Štefan Kopčan, JUDr. Štefan Kupča, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, Eduard Odehnal, RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc. Príspevky posielajte na adresu: Redakcia časopisu Kozmos, Bratislava, Hanulova 11, PSČ 841 01, tel. 321 800. Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., Martin. Vychádza 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje, objednávky a predplatné prijíma PNS—ÚED, Bratislava. Objednávky do zahraničia vybavuje PNS—Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. č. 6, 817 59 Bratislava. Reg. SÚTI 9/8

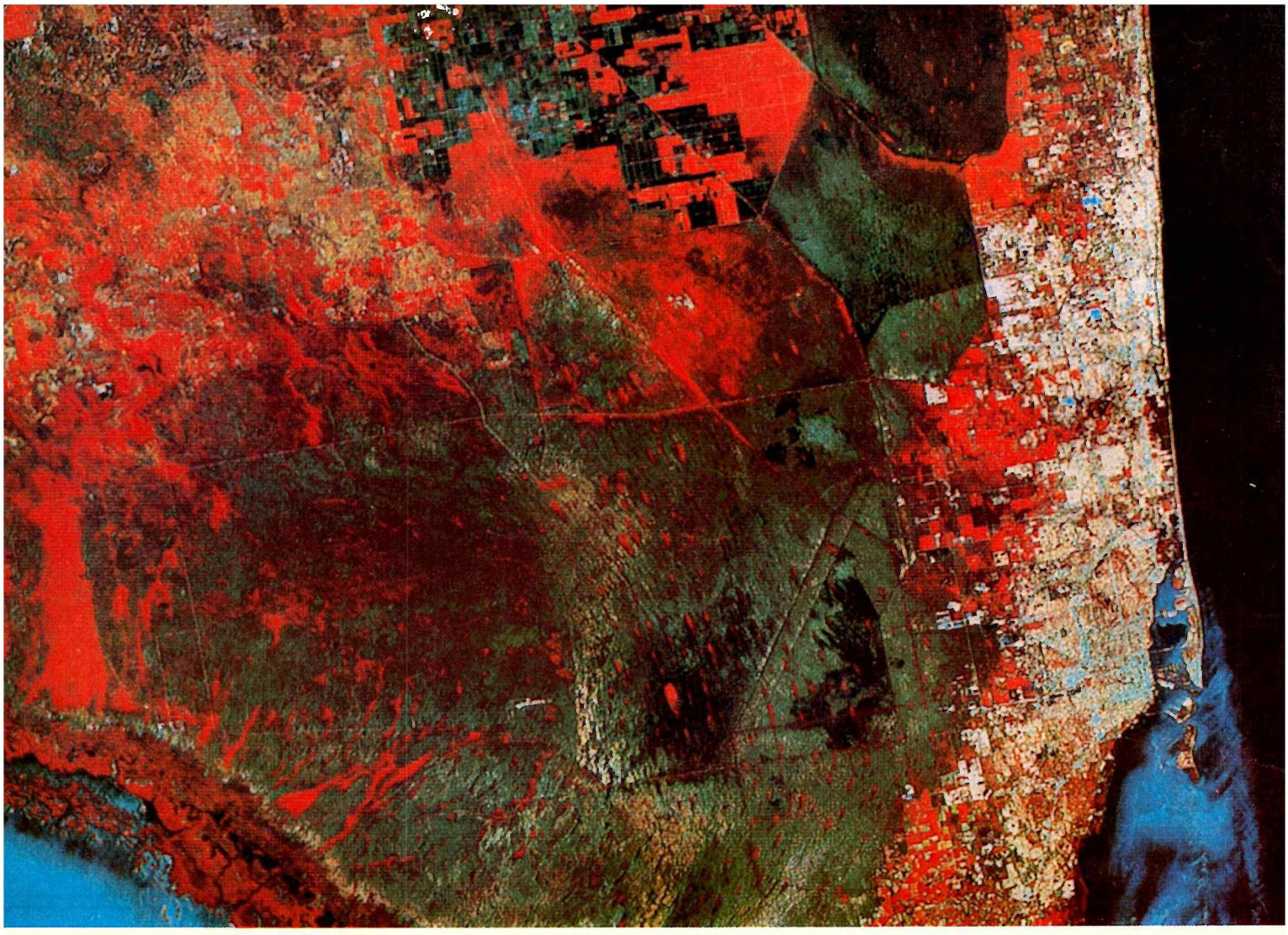
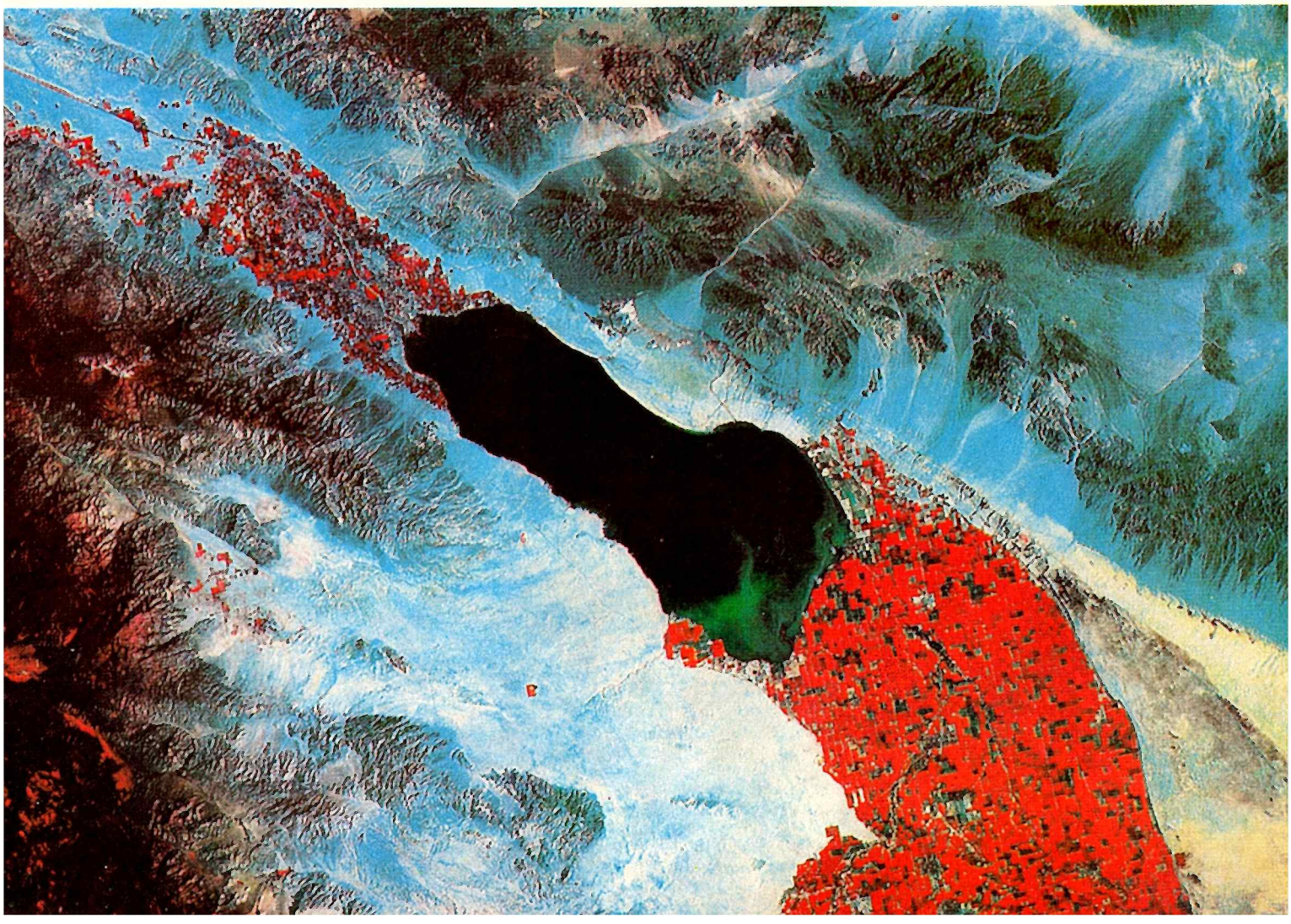
## OBSAH

Budúcnosť modrej planéty — T. Fabini . . . . . 37
Uvidíme meteorický dážď Perzeíd? — M. Kresáková . . . . 39
Fyzika bielych trpaslíkov . . 42
Nové planétky typu Amor . . 45
Neobyčajná kométa . . . . 45
Ako sme fotoaparát naučili lietať . . . . . 46
Diaľkový prieskum Zeme — J. Kvitkovič, J. Feranec . . . 49
CERGA—moderní observatoř ve Francii — M. Šidlichovský . . 58
Malý kurz astronómie: Meteorické roje . . . . . 61
Priblíženie Erosa k Zemi . . 63
Napíšte o svojom ďalekohľade . 66
Pozorujte s nami — D. Kalmančok . . . . . 69
Obloha v apríli a máji . . . 70

## CONTENTS

The Future of the Blue Planet — T. Fabini 37
Shall we see a Perseid Meteor Storm? — M. Kresáková 39
Physics of White Dwarfs 42
New Amor-Type Asteroids 45
An Unusual Comet 45
How Our Camera Learned Flying 46
Remote Sensing of the Earth — J. Kvitkovič, J. Feranec 49
CERGA: A Modern French Observatory — M. Šidlichovský 58
The Beginner's Course of Astronomy: Meteor Showers 61
The Approach of Eros to the Earth 63
Tell Us about Your Telescope 66
Let Us Observe Together — D. Kalmančok 69
The Sky in April and May 70

## СОДЕРЖАНИЕ

Будущее голубой планеты — Т. Фабини . . . . . 37
Увидим ли мы метеорный дождь Персеид — М. Кресакова . . . . . 39
Физика белых карликов . . 42
Новые астероиды типа Амура 45
Необычная комета . . . 45
Как мы научили летать фотоаппарат . . . . . 46
Исследование Земли на расстояние — Й. Квиткович, Я. Феранец . . . . . 49
CERGA — современная обсерватория во Франции — М. Шидлиховски . . . 58
Небольшой урок астрономии: Метеорные потоки . . . 61
Приближение Эроса к Земле 63
Напишите о своем телескопе 66
Наблюдайте с нами — Д. Калманчок . . . . . 69
Небосвод в апреле и в мае . 70

**Oblasť oblohy v súhvezdí Strelca, vyfotografovaná 152 cm Schmidtovým ďalekohľadom nového francúzskeho observatória CERGA (pozri článok dr. M. Šidlichovského v tomto čísle Kozmosu). Rozľahlý svetlý objekt je difúzna hmlovina Lagúna (M 8) NGC 6523, menší objekt hore je difúzna hmlovina Trifid (M 20) NGC 6514 a vľavo dolu je guľová hviezdokopa NGC 6544.**