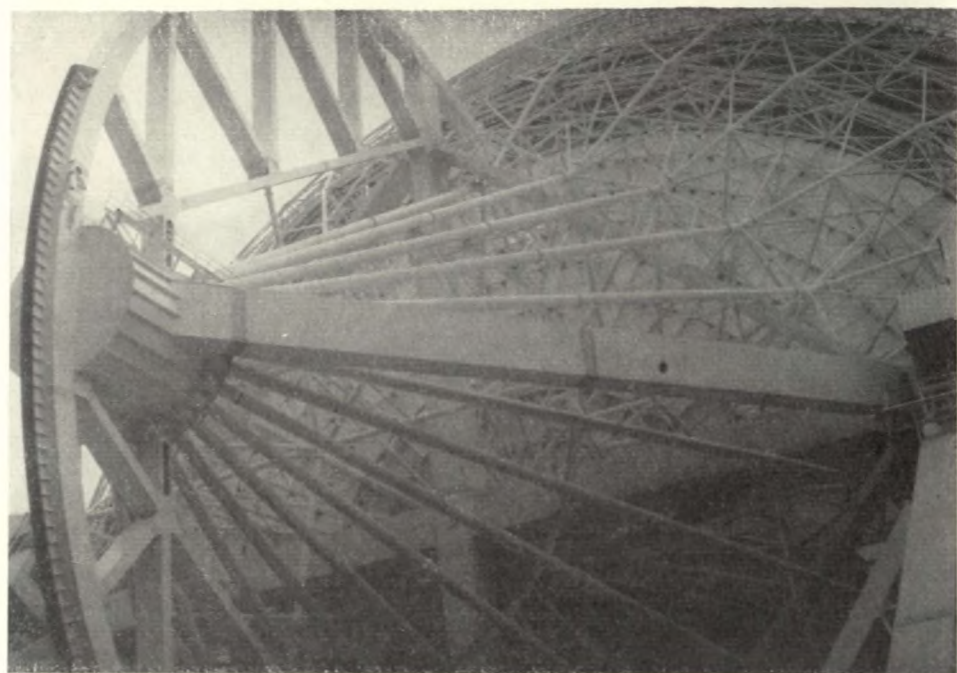
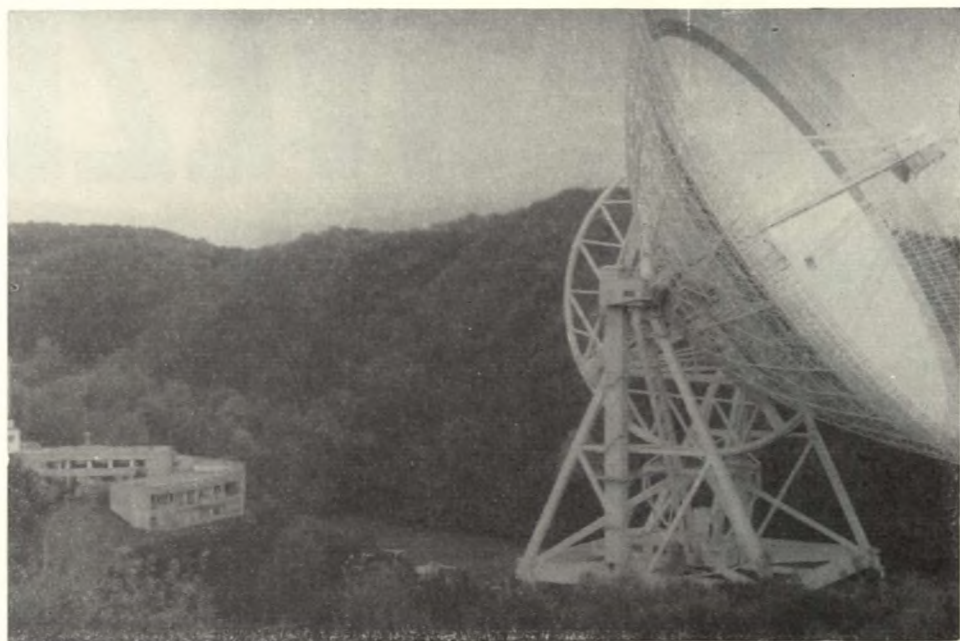


3 \* 1982

2,50 Kčs

# ŘÍŠE HVĚZD





*Největší radioteleskop s plně pohyblivou anténou (o průměru 100 m) je v Effelsbergu. Nahoře je celkový pohled, dole detail antény; část antény je na 1. str. obálky. O tomto radioteleskopu byly otištěny podrobné informace v ŘH 52, 149; 8/1971. (K článku na str. 45.)*



*Jiří Grygar  
a Marian Karlický*

## Půlstoletí radioastronomie

Koncem roku 1931 mladý inženýr Bellových telefonních laboratoří Karl Jansky (1906—1950) uvedl v Holmdelu ve státě New Jersey do chodu otočnou anténu, určenou k výzkumu původu rádiového rušení na vlnové délce 14,6 metru. V následujícím roce uveřejnil v časopise *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* (sv. 20, str. 1920) první výsledky svých měření. Podle Janského se na této vlnové délce vyskytují tři druhy poruch: občasné poruchy způsobené bouřkami v blízkosti antény, dále téměř trvalé poruchy způsobené vzdálenými bouřkami, jejichž rádiové záření je odráženo ionosférou, a konečně spojitý šum zcela neznámého původu. V r. 1933 Jansky zjistil, že tento spojitý šum přichází z omezené oblasti oblohy a sleduje denní zdánlivý pohyb hvězd, neboť vůči pozorovateli rotuje s periodou  $23^{\text{h}}56^{\text{m}}$ . Poloha hlavního zdroje šumu odpovídala středu Mléčné dráhy v souhvězdí Štřelce. Konečně v r. 1935 Jansky objevil, že slabší rádiové záření přichází z celého pásu (roviny) Mléčné dráhy. Vyslovil hypotézu, že toto záření nevysílají hvězdy (nepodařilo se mu totiž objevit záření nejbližší hvězdy — Slunce), ale mezihvězdná hmota rozptýlená v Galaxii.

Naneštěstí Janského výsledky neměly mezi astronomy té doby dostatečnou odezvu a také vedení Bellových laboratoří jim nepřikládalo zvláštní důležitost, takže Janského projekt 30m parabolické antény se neuskutečnil. Autor objevu, jenž vzápětí znamenal obrovský skok v poznávání vesmíru, pracoval až do své předčasné smrti jako řadový pracovník v Bellových laboratořích.

Janského objev však zcela nezapadl. Prozíraví astronomové jako R. M. Langer, F. L. Whipple a J. L. Greenstein uvažovali o možných mechanismech vzniku rádiového záření ve vesmíru a současně se o věc začal zajímat jiný americký inženýr a nadšený radioamatér Grote Reber. Ten si na zahradě svého domu postavil 9m parabolickou anténu a s její pomocí objevil v r. 1939 rádiové záření Mléčné dráhy na vlně 1,87 metru. Reberovo sdělení se objevilo v r. 1940 v renomovaném astronomickém časopise *The Astrophysical Journal*. V r. 1943 Reber našel rádiové záření Slunce a příslušné sdělení publikoval v *Astrophys. J.* v r. 1944. Totéž záření však už r. 1942 objevili jednak pracovník Bellových laboratoří G. Southworth a jednak skupina britských vojenských specialistů, vedená J. S. Heyem, která vyvíjela radary. Vzhledem k vojenskému významu objevu však zprávu nemohli během války zveřejnit.

Radiolokace se ostatně v novém oboru astronomie uplatnila ještě jinak. Už v r. 1946 se téměř současně podařilo v Maďarsku a v USA získat radarové ozvěny od povrchu Měsíce. V téže době začali britští specialisté užívat radaru při studiu meteorů, neboť ionizované stopy meteorů v atmosféře odrážejí (resp. rozptylují) rádiové vlny v metrovém pásmu.

Všechny tyto události patří do prehistorie radioastronomie. Samostatný vědní obor se z ní stal brzy po skončení II. světové války. Vojenská radio-technická zařízení dosáhla během války slušných parametrů a početné kádry vojenských specialistů hledaly po válce civilní uplatnění. Tyto okolnosti zna-



menaly rychlý rozvoj experimentální práce v novém spektrálním „oknu“, jež se před astronomií náhle rozevřelo.

Zpočátku se nejrychleji rozvíjela sluneční radioastronomie. E. Appleton a J. Hey zjistili v r. 1946 úzký vztah mezi rádiovými vzplanutími a slunečními erupcemi a v téže době se už konaly i první pokusy o změření úhlových rozměrů rádiových zdrojů na Slunci. Počalo se i s měřením polarizace slunečního rádiového záření.

V r. 1950 započali J. Wild a L. McCready s širokopásmovým měřením slunečního rádiového záření pomocí rádiového spektrografu a o tři roky později W. Christiansen postavil mnohaprvkový rádiový interferometr, což mu umožnilo lokalizovat a měřit velikosti slunečních rádiových zdrojů.

Rozvoj hvězdné radioastronomie byl přirozeně pomalejší, neboť mnohem menší intenzita přijímaného záření neumožňovala při poměrně malé ploše prvních radioteleskopů a naprosto nedostatečné rozlišovací schopnosti žádná detailnější měření. A tak se zde o první velký pokrok zasloužili teoretikové. Holandský astronom H. van de Hulst již v r. 1945 (a sovětský astronom I. Šklovskij nezávisle na něm v r. 1949) předpověděli, že neutrální vodík by měl vysílat, resp. absorbovat rádiové záření na vlnové délce 21 cm (frekvence 1420 MHz). Radioastronomové tak měli dobré vodítko při konstrukci nové generace zesilovačů a objev vodíkové čáry ohlásili v r. 1951 prakticky současně radioastronomové v USA, Holandsku a Austrálii.

Tento objev přispěl rozhodující měrou zejména k poznání spirální struktury naší Galaxie, neboť mezihvězdný prostor je pro rádiové vlny podstatně „průhlednější“ než pro záření optické, a tak se spojeným úsilím zejména holandských a australských observatoří podařilo poměrně rychle zmapovat spirální stavbu Mléčné dráhy a proniknout k centru naší Galaxie.

Přestože intenzita rádiového záření z Galaxie je relativně malá, zářivé výkony zdrojů odtud odvozené byly neuvěřitelně vysoké; nesmíme zapomínat, že vzdálenosti galaktických zdrojů jsou o 8–10 řádů větší než je vzdálenost Slunce. Astronomům bylo už od počátku zřejmé, že ve většině případů nemůže jít o dlouhovlnný (Rayleighův-Jeansův) „chvost“ Planckovy křivky záření černého tělesa, nbo o tepelné záření. Netepelný původ rádiového záření z vesmíru byl zprvu fyzikální hádankou, kterou v r. 1953 rozřešil neúnavný I. Šklovskij. Ukázal, že jde o záření, které doprovází pohyb nadteplných elektronů v magnetickém poli. Dnes mluvíme o záření synchrotronovém, případně o magnetickém brzděném záření. Šklovskij vzápětí předpověděl existenci další rádiové čáry (vlastně čtveřice čar) na vlně 18 cm (frekvence kolem 1700 MHz), příslušející hydroxyly OH. Tyto čáry byly objeveny až koncem r. 1963.

Vzápětí radioastronomové pochopili, že právě tento objev představuje doslova zlatý důl moderní astrofyziky. Intenzity jednotlivých složek čtveřice čar se totiž pronikavě lišily od teoreticky předvídaných a navíc byly objeveny hydroxylové emise s intenzitami podstatně převyšujícími neoptimističtější odhady. Ukázalo se, že čáry hydroxyly vznikají díky vzbuze (stimulované) emisí záření; jinými slovy šlo o první ukázkou existence kosmických maserů. Odtud vedla cesta jednak ke konstrukci téměř bezšumových maserových zesilovačů pro novou generaci radioteleskopů a jednak k objevu maserové emise dalších molekul, především vodní páry, kyslíčnku uhelnatého a formaldehydu.

Konečně koncem šedesátých let si radioastronomové osvojili techniku detekce signálu na centimetrových a na milimetrových vlnách a to vedlo vzápětí k objevu několika desítek molekul v mezihvězdném prostoru, z nichž většina je tzv. organických.

Mezi tím se zdokonalovala též rozlišovací schopnost radioteleskopů, buď lineárním zvětšováním rozměrů antén (první parabolické radioteleskopy měly průměry od 7,5 m do 25 m, ale již koncem padesátých let vybudoval Sir B. Lovell známou 76m parabolou v Jodrell Bank nedaleko Manchesteru), anebo jejich sdružováním v rádiové interferometri.



To umožnilo rozlišit první izolované (diskretní) rádiové zdroje mimo sluneční soustavu. Počet diskretních zdrojů byl zpočátku tak malý, že dostávaly jednoduché označení podle souhvězdí, v němž se nalézaly. Byly to známé zdroje *Cas A* [pozůstatek supernovy kolem r. 1680], *Tau A* [Krabí mlhovina, čili pozůstatek supernovy z r. 1054], *Sgr A a B* [jádro Galaxie], *Ori A* [velká mlhovina v Orionu *M 42*], *Vir A* [radiogalaxie *M 87*], *Cen A* [radiogalaxie *NGC 5128*] a *Cyg A* [dvojice vzdálených galaxií].

Už z tohoto výčtu je zřejmé, že mezi prvními identifikovanými rádiovými zdroji nebyly žádné „pravé“ hvězdy. Rádiové záření individuálních hvězd v Galaxii bylo poprvé zjištěno až v r. 1963, a to zprvu jen během výbuchů tzv. eruptivních trpasličích hvězd (typu *UV Ceti*). Erupce těchto trpasličích hvězd jsou ovšem ve skutečnosti opticky asi o tři řády a rádiově dokonce o šest řádů mohutnější než erupce sluneční.

Mezitím se také rozvíjel rádiový výzkum Slunce, jenž se stal přímo nenahraditelným zdrojem informací o aktivních projevech sluneční plazmy. Tato jedinečnost rádiového pozorování Slunce je dána tím, že obor centimetrových až metrových vln odpovídá elektronovým plazmovým frekvencím v oblasti chromosféry a nízké koróny. A tato oblast, jak je známo, je místem většiny aktivních procesů, jež shrnujeme pod termínem sluneční činnost. Rádiová pozorování nám tak přínášejí jinak nedostupné informace o nestabilitách a vlnách ve sluneční plazmě. Radioastronomie tak může s velkým časovým, frekvenčním, ale i prostorovým rozlišením popsat například jeden z nejpozoruhodnějších slunečních aktivních procesů, kterým je sluneční erupce.

V milimetrovém a metrovém pásmu lze nejprve sledovat projevy urychlených elektronových svazků (vzplanutí na mm vlnách a vzplanutí typu III). V dalším průběhu erupce lze na decimetrových a metrových vlnách pozorovat proces vyvržení plazmového oblaku (vzplanutí typu II a IV). Odtud pak lze odhadnout celkovou uvolněnou energii, velikost magnetického pole i elektronovou koncentraci a studovat možné mechanismy, jež vedou k eruptivní činnosti a k rádiovým vzplanutím. Sluneční radioastronomie je velice úzce spjata s fyzikou plazmatu. Jevy studované radioastronomicky na Slunci jsou totiž přírodním projevem vysokoteplotních plazmatických procesů, jež se v poslední době intenzivně studují ve fyzikálních laboratořích (tokamaky, experimenty s elektronovými svazky a rázovými vlnami v plazmatu).

Význam radioastronomie zkrátka rychle stoupal a to se projevilo též velkými investicemi do stavby mohutných anténních systémů pro mimosluneční radioastronomii. Zejména poslední desetiletí znamenalo podstatné zvětšení rozměrů pohyblivých nebo částečně pohyblivých antén (100m parabola v Effelsbergu v NSR, zpřesnění povrchu 300m radioteleskopu v Arecibu, 576m systém *RATAN* v Zelenčuské), pracující v pásmu decimetrových a centimetrových vln. V dosahu těchto mamutích strojů je řádově  $10^6$  diskretních zdrojů rádiového záření.

Na základě principu aperturní syntézy, rozpracované již v šedesátých letech Sirem M. Rylem byly vybudovány velké cambridgeské radiointerferometry, k nimž v posledních letech přibyla americká soustava *VLA* v Novém Mexiku, sestávající z 27 antén pojíždějících na kolejích položených ve tvaru písmene *Y*, o celkových rozměrech  $21 \times 19 \times 19$  km. Rozlišovací schopnost antén pracujících na principu aperturní syntézy, překonala minimálně o řád rozlišovací schopnost největších současných optických teleskopů. Extrémně vysokého rozlišení se docíluje při použití metody *VLBI* (interferometrie na velmi dlouhé základně), kdy synchronně pracují radioteleskopy navzájem vzdálené několik tisíc kilometrů. Tyto přístroje umožnily jednak studovat detailně strukturu rádiových zdrojů a jednak přispěly k prozkoumání takových úkazů, jako jsou zdánlivě nadsvětelné rychlosti expenze v některých kvasarech, kvasaru *0957+561 A, B*, zobrazených gravitační čočkou a pekuliárního objektu *SS 433 (V 1343 Aq1)*.

Mezitím se podstatnou měrou zvětšil dosah i rozlišení pozemských radio-  
lokátorů. Postupně byly získány radarové odrazy od Venuše, Merkura, Slunce,



Marsu, Jupitera a Saturna, a to vedlo mimo jiné ke značnému zpřesnění rozměrů planetárních drah i délky astronomické jednotky. Systematická radiolokace Venuše umožnila I. Shapirovi aj. ověřit další důsledek teorie relativity, totiž zpoždění signálů v gravitačním poli Slunce. Radarovou technikou, s užitím radioteleskopu v Arecibu, byly učiněny i pokusy ověřit existenci určitých modů vln v aktivních oblastech Slunce.

Na základě podrobných radarových měření se též podařilo sestavit první topografickou mapu Venuše — planety, jež je pro hustou oblačnou příkrývkou nepřístupná snímkování ze Země nebo z kosmických sond. Systematický radarový výzkum meteorů umožnil podstatně zpřesnit a rozhojnit údaje o dráhách a rychlostech rojových i sporadických meteorů, takže úhrnem lze říci, že aktivní radioastronomie se stala jednou z klíčových metod pro studium astronomických jevů ve vzdálenostech od  $10^2$  do  $10^9$  kilometrů.

V závěru se už jen stručně vraťme k objevům, které z radioastronomie učinily nejpobulárnější část moderní astronomie vůbec. První rádiové přehledky oblohy, vykonané zejména britskými radioastronomy v Cambridgi, vedly počátkem šedesátých let k objevu kvazistelárních rádiových zdrojů (kvasarů). Když v r. 1963 M. Schmidt interpretoval optické spektrum kvasaru 3C-273 a ukázal, že všechny spektrální čáry jeví enormní rudý posuv, začala tím kosmologická epocha radioastronomie, neboť dnes už nikdo nepochybuje o tom, že rudý posuv kvasarů je (aspoň z převážné části) kosmologické povahy a souvisí s celkovou expansí vesmíru.

Snad ještě významnější pro kosmologii byl Penziasův a Wilsonův objev z r. 1965 kosmického rádiového záření pozadí o teplotě 2,7 K, jež přichází k pozorovateli prakticky izotropně z celého vesmíru. Záření se dnes všeobecně považuje za pozůstatek (relikt) jedné z raných etap vývoje vesmíru (éry záření); pozorujeme tak záření, jež se naposledy odrazilo od vesmírné látky pouhých sto tisíc let po velkém třesku. Pro naši historickou vzpomínku je objev pozoruhodný též tím, že k němu došlo v Holmdelu a opět v Bellových laboratořích — dokonce i motivace experimentu byla obdobná: autoři objevu měli původně za úkol odhalit zdroje rádiového rušení při spojení s pasivní telekomunikační družicí typu Echo.

Konečně v průběhu r. 1967 britští radioastronomové zjistili, že některé rádiové zdroje jsou zdrojem krátkých a přísně periodicky se opakujících impulsů. Počátkem r. 1968 A. Hewish a J. Bellová publikovali v britském časopise *Nature* překvapivé sdělení o objevu pulsarů, o nichž se vzápětí podařilo dokázat, že jde o hypotetické neutronové hvězdy (teoreticky předpovídané již v třicátých letech Zwicky, Laudaem, Oppenheimerem aj.).

Studium pulsarů, čili rychle rotujících a silně magnetických neutronových hvězd, patří dnes k disciplínám, kde se úzce prolínají zájmy astrofyziků a laboratorních fyziků se zájmy teoretiků. Vždyť v neutronových hvězdách máme téměř nenapodobitelné přírodní laboratoře pro studium supratekutosti, supravodivosti, vysokých tlaků, teplot, hustot a magnetických polí a dokonce i téměř ideální laboratoře relativistů (binární pulsar *PSR 1913+16* v Orlu).

Je vlastně zcela nemožné postihnout v krátkém článku veškeré zásadní změny v nazírání na astronomické problémy, k nimž nás dovedla radioastronomie za pouhé půlstoletí své existence. Její význam pro pokrok astronomie se zdá být přinejmenším stejně zásadní jako byl objev dalekohledu pro astronomii první poloviny 17. století. To jistě nepřeháníme. Vždyť v třicátých letech našeho století byl poměr nejkratší a nejdelší vlnové délky v astronomii detekovatelného záření pouze 1:3. Sama radioastronomie dnes pracuje s poměrem  $1:10^4$  a rozšířila celkový vlnový rozsah pozorování v poměru  $1:10^8$ .

Radioastronomie též snad nejvíc ze všech oborů dnešní astronomie vděčí za svůj vznik i rozvoj potřebám aplikovaného výzkumu. Přitom, jak jsme ukázali, její výsledky patří nejen k největším vědeckým objevům základní povahy (objevy pulsarů, aperturní syntézy a reliktového záření byly odměněny Nobelovými cenami), ale promítají se zpětně i do dalšího rozvoje aplikované fyziky.



# Výpočet dráhy ze tří pozorování\*

*Program B.* Výpočet elementů dráhy ze známých již heliocentrických souřadnic je ve srovnání s dosud provedenými výpočty prostou záležitostí. Vycházíme z hodnot odvozených programem A, přesněji řečeno, ponecháme obsah registrů beze změn (postačí registry 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 26, 27, 28).

Délka programu B vyžaduje změnu rozsahu paměti. Příkazem 3 2nd OP 17 nastavíme hodnotu 719.29 a vložíme program do kalkulátoru. Dalším krokem přípravy je zadání sklonu ekliptiky k rovníku. V celkovém řetězci výchozí pozorování — efemerida hraje sice tento úhel podružnou roli, je však zvykem mezičlánek tohoto řetězce, elementy dráhy, vztahovat k rovině ekliptiky. Přířičnou hodnotu  $\varepsilon$  umístíme ve tvaru D.dd do registru R<sub>29</sub> a přípravu ukončíme příkazem A. Uvedený postup zachováme, ať už navazujeme na výpočty programu A, či nikoliv.

Všechny časové údaje jsou v programu B absolutní, vyjádřené v kalkulátoru pomocí modifikovaného juliánského data  $MJD = JD - 2\,400\,000,5$ . Při běžných výpočtech je zpravidla výhodnější použití občanského data, a proto vstupy časových údajů mají v programu B tento tvar (příklad je pro 8. III. 1981, 12<sup>h</sup>36<sup>m</sup>):

```
MMDD.RRRR 308.1981
xXt         xXt
0.dd        0.525
```

Přechod k odpovídajícímu  $MJD$  je součástí programu. Podprogram zprostředkující převod však lze využít i samostatně. Vydání příkazu D vede v uvedeném příkladu k odpovědi  $MJD = 44\,671,525$ .

Ukončili jsme přípravu a chceme najít elementy dráhy Vesty ( $\varepsilon_{1950,0} = 23,445788^\circ$ ). Po vstupu  $t_1$  (okamžik prvního pozorování: 1979 VIII.17,0 ET) následuje příkaz R/S. Výpočet trvá 45<sup>s</sup> a výsledné elementy jsou obsaženy v registrech:

10	$t_0$		44 101,9877 $MJD$ (ET)	
11	$M_0$	střední anomálie v čase $t_0$	2,070132 rad	
12	$\omega$	úhlová vzdálenost perihelia od výstupného uzlu	150,3855°	} 1950.0
13	$\Omega$	délka výstupného uzlu	103,4786°	
14	$i$	sklon dráhy k ekliptice	7,1436°	
15	$q$	vzdálenost perihelia	2,148963 AU	
16	$e$	excentricita dráhy	0,089761	

Uvedená hodnota střední anomálie se vztahuje k okamžiku  $t_1^*$ . Nové označení ( $t_0$ ) však lépe vystihuje tu skutečnost, že dvojicí hodnot  $t_0, M_0$  můžeme stejně dobře nahradit jinou dvojicí  $t, M$ , pokud jen

$$M = M_0 + n(t - t_0)$$

Střední pohyb  $n$  v jednotkách rad/den je obsažen v registru R<sub>17</sub> (0,004742109). Vhodnou volbou  $t$  můžeme dosáhnout např. toho, aby  $M = 0$ . Příslušný okamžik  $t = T$  pak udává dobu průchodu periheliem. Pro Vestu  $T = 43\,665,445$ . Převodní tabulky, případně několik pokusů s podprogramem D nám řeknou, že tato planetka procházela periheliem 6. VI. 1978 v 10<sup>h</sup>41<sup>m</sup> ET. Pro eliptické dráhy ( $e < 1$ ) pak veličina  $P = 2\pi/n$  představuje počet dnů, které uplynou mezi dvěma po sobě jdoucími průchody periheliem.  $P$  je tedy oběžná doba (1324,977 d).

\* Pokračování z čísel 1 a 2.



*Poznámka:* Hodnoty, které jsme odvodili pro  $T$  a  $P$ , jsou v jistém smyslu méně přesné než elementy dráhy. Jak totiž vyplývá ze samotného jejich názvu, souvisejí veličiny  $T$  i  $P$  s událostmi časově dosti vzdálenými od doby původních pozorování. Poruchy od planet mohou v podobných případech posunout skutečný průchod periheliem i o den.

Vzdálenost perihelia  $q$  a střední pohyb  $n$  souvisejí s běžně uváděnou velkou poloosou dráhy a vztahy

$$q = a(1 - e)$$

$$n = k|a|^{-1.5},$$

kde  $k = 0,01720209895$  je Gaussova gravitační konstanta. Vzdálenost perihelia je na rozdíl od velké poloosy dobře definovanou veličinou i pro parabolické dráhy ( $e = 1$ ). Samotná volba  $q$  však neodstraní všechny obtíže spojené s parabolickými drahami. Pro dráhy jim blízké se stává střední pohyb velmi malým, až v limitě parabolické dráhy je  $n = M = 0$ . Je zřejmé, že vnitřní výpočetní schéma nezůstane pro všechny excentricity stejné.

Pro uživatele programu se uvedené komplikace redukují na dodržení této zásady: Leží-li excentricita dráhy v rozmezí  $0,999 \leq e \leq 1,001$ , potom registry  $R_{10}$ ,  $R_{11}$  mohou obsahovat pouze dvojici  $T$ ,  $0$ . Při výpočtu elementů je tento požadavek splněn automaticky. Registr  $R_{17}$  obsahuje veličinu  $2, \sqrt{2k} q^{-1.5}$ .

Ukončili jsme výpočet elementů dráhy a přecházíme k výpočtu efemeridy. Pod tímto termínem se zde rozumí výpočet topocentrické polohy objektu pro jeden námi zvolený okamžik  $t$ . Polohu pozorovatele opět určujeme topocentrickými souřadnicemi Slunce  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Chceme-li najít efemeridu objektu, jehož dráhu jsme sami neurčovali, umístíme příslušné elementy v požadovaných jednotkách a v odpovídajícím pořadí do registrů  $R_{10}$  až  $R_{16}$  a vydáme příkaz  $B$ . Tento podprogram má pouze pomocný charakter a určí m. j. též obsah registru  $R_{17}$ . Výpočet efemeridy probíhá vždy podle následujícího schématu:

příkaz E

vstup t, R/S

vstupy X, R/S, Y, R/S, Z, R/S . . . . . geometrická poloha

příkaz R/S . . . . . astrometrická poloha

Jednotlivé kroky blíže osvětlí kontrolní výpočet polohy Vesty v okamžiku středního pozorování (6. IX. 1979, 0<sup>h</sup> ET): E 906 .1979 xXt 0 R/S .9609227 +/- R/S .2794916 R/S .1211955 R/S . Po zastavení výpočtu (60s) je na displeji geometrická rektascenze Vesty. Geometrickou polohu a další údaje nalezneme v těchto registrech:

21	$\alpha$	rektascenze	3,1125056 H. MS	} 1950.0
22	$\delta$	deklinace	8,185893 D. MS	
23	$\Delta$	topocentrická vzdálenost	1,9007183 AU	
24	$r$	heliocentrická vzdálenost	2,4916193 AU	
25	$v$	pravá anomálie	132,03922°	
26	$x$	} ekvatoreální heliocentrické souřadnice	2,2229252 AU	} 1950.0
27	$y$		1,1149616 AU	
28	$z$		0,1537223 AU	

S pozorováním můžeme ovšem porovnávat až astrometrickou polohu. Příkaz R/S vede k opakování výpočtu (nyní se započtením opravy na světelnou dobu) a výsledná astrometrická poloha Vesty již odpovídá těm původním hodnotám, ze kterých jsme při výpočtu elementů dráhy vyšli.

*Poznámka:* Jediným příkazem R/S byla oprava na světelnou dobu započtena jen přibližně. Jak se však můžeme přesvědčit dalším opakováním tohoto příkazu, liší se přesná astrometrická poloha od prvního přiblížení k ní zcela nepatrně.

Kontrolní výpočet nezabere příliš mnoho času a ubezpečí nás v tom, že nalezené elementy dráhy skutečně reprodukují výchozí pozorování. Reálnou představu o kvalitě vypočtené dráhy však může dát až porovnání efemeridy s dalšími pozorováními. V příkladu na výpočet pravoúhlých souřadnic Slunce



jsme našli jejich geocentrické hodnoty pro 8. VIII. 1980, 0<sup>h</sup> ET. Vypočtíme pro tento okamžik geocentrickou polohu Vesty a porovnejme ji s údaji ročenky. Výše popsaný postup (začínající opět příkazem E) vede po dvou minutách výpočtu k výsledku:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 7^{\text{h}}38^{\text{m}}17,3^{\text{s}} \\ \delta &= 21^{\circ}34'19'' \\ \Delta &= 3,4466 \end{aligned} \right\} 1950,0$$

Shoda s naší Hvězdářskou ročenkou, uvádějící namísto geocentrické vzdálenosti  $\Delta$  horizontální paralaxu  $p = 8,794''/\Delta$ , je vyhovující. Chyba 0,1<sup>m</sup> v rektascenzi není velká a navíc, jak by ukázalo porovnání s přesnější efemeridou, jde v podstatě o chybu vzniklou zaokrouhlením. Od přesné polohy se naše předpověď liší o 43". Lepší souhlas, s ohledem na téměř roční odstup od doby výchozích pozorování, nelze ani očekávat. Velký časový interval umožnil planetám znatelně ovlivnit dráhu Vesty a pozměnit tak její elementy. Podstatná část z uvedených 43" má původ právě v poruchovém působení planet.

V praxi bývá situace poněkud jiná. Při výpočtu elementů dráhy nevycházíme z přesných efemeridových poloh, ale ze skutečných měření. Jejich přesnost se pak stává zpravidla hlavním faktorem ovlivňujícím kvalitu vypočtené dráhy. Ke vzniku alespoň částečné představy o vlivu nepřesnosti měření může napomoci následující příklad. Zaokrouhleme výchozí polohy Vesty na nejbližší půlsekundu v rektascenzi a desetinu minuty v deklinaci. Kdybychom nyní zopakovali celý výpočet, našli nové elementy dráhy a vypočetili z nich polohu Vesty opět pro 8. VIII. 1980, 0<sup>h</sup> ET, našli bychom:

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 7^{\text{h}}38^{\text{m}}45,2^{\text{s}} \\ \delta &= 21^{\circ}34'23'' \\ \Delta &= 3,4419 \end{aligned} \right\} 1950,0$$

Tato poloha je chybná již o 7'. Je však pravděpodobné, že efemerida podobné přesnosti by postačila k vyhledání nejen Vesty, ale i méně jasného objektu.

*Instrukce programu B (719.29).* V zápisu je použito stejné označení jako v programu A.

000: 2nd Lbl A RCL 17 STO 23 2nd CP CLR STO 11 R/S D 2nd D' STO 10 2 1 STO 04 RCL 29 +/- 2nd B' 6 SUM 04 RCL 29 +/- 2nd B' RCL 20 X RCL 28 - RCL 22 X RCL

040: 26 = xXt RCL 21 X RCL 28 - RCL 22 X RCL 27 = INV 2nd P-R 2nd Exc 13 2nd Exc 27 X RCL 20 - RCL 21 X RCL 16 2nd Exc 26 = xXt INV 2nd P-R 2nd Exc 14 X xXt

080: STO 09 x<sup>2</sup> + INV SUM 26 2nd Exc 15 STO 24 2nd Prd 26 - 1 = X xXt RCL 27 + RCL 26 = + RCL 09 = INV 2nd P-R STO 25 +/- STO 12 xXt STO 16 + 1

120: = INV 2nd Prd 15 2 0 STO 04 RCL 13 +/- 2nd B' RCL 20 xXt RCL 21 + RCL 14 2nd cos = INV 2nd P-R SUM 12 B RCL 24 + RCL 15 = SQ xXt RCL 25 + 2 =

160: 2nd P-R + RCL 09 = 2nd Ifflg 1 2 08 2nd Ifflg 0 1 86 2nd Rad INV 2nd P-R X 2 = STO 11 2nd sin 2nd Deg GTO 1 99 - xXt = x<sup>2</sup> + Ln 2nd Exc 11 - 1/x = + 2 X

200: RCL 16 = INV SUM 11 GTO E + xXt X ( x<sup>2</sup> X ( CE 2nd E' ) + 1 ) +/- RCL 17 X 4 = INV SUM 10 2nd Lbl E CLR STO 23 2nd CP INV SBR D - RCL

240: 10 = STO 20 3 STO 07 R/S STO 2nd Ind 07 2nd Dsz 7 2 47 2nd Nop 2nd Lbl C 1 0 STO 07 RCL 08 2nd OP 10 STO 04 RCL 20 2nd D' X RCL 17 + RCL 11 = + 2nd Ifflg 1

280: 3 90 2 2nd Ifflg 0 3 02 - ( CE + 2nd T ) 2nd Fix 0 EE INV EE INV 2nd Fix X 2nd T + 2nd Prd 04 2nd OP 10 STO 05 RCL 04 = x<sup>2</sup> 2nd Rad - ( ( SQ X RCL

320: 05 - RCL 04 ) 2nd Ifflg 0 3 34 2nd sin ) GTO 3 41 INV Ln - 1/x )



$\div 2 \times \text{STO } 06 \times \{ \text{CE} + \text{RCL } 08 \text{ 2nd OP } 10 \} \text{ 2nd } |x| \text{ SQ INV 2nd Dsz } 7 \text{ 4 } 41$

360:  $\text{RCL } 16 = \div \{ \{ \text{2nd } |x| + \text{RCL } 08 \text{ } x^2 \} \text{ SQ} + \text{RCL } 08 \text{ 2nd } |x| \} \times \{ \text{CE} + \text{RCL } 16 \} = \text{2nd } |x| \text{ GTO } 3 \text{ 14 } 8 = \text{STO } 04 \text{ 5 STO } 07 \text{ CLR } x^2 \text{ 2nd E'}$

400:  $= 1/x \text{ STO } 05 \times \text{RCL } 04 + \{ x^2 + \text{RCL } 05 \div 3 \times x^2 \} \text{ SQ} = y^x \text{ 3 } 1/x - 1/x \times \text{RCL } 05 \div 3 = \text{2nd Dsz } 7 \text{ 3 } 98 \text{ 2nd Exc } 06 \text{ SQ } 1/x \text{ 2nd Prd}$

440:  $06 \text{ xXt CLR RCL } 06 \times \text{RCL } 09 = \text{2nd Deg INV 2nd P-R} \times 2 + \text{STO } 25 \text{ RCL } 12 = \text{xXt } x^2 \times \text{RCL } 15 = \text{STO } 24 \text{ xXt 2nd P-R xXt STO } 26 \text{ RCL } 14 \text{ 2nd P-R STO } 28 \text{ xXt STO}$

480:  $27 \text{ 2 } 6 \text{ STO } 04 \text{ RCL } 13 \text{ 2nd B' 2nd OP } 24 \text{ RCL } 29 \text{ 2nd B' RCL } 26 + \text{RCL } 03 = \text{xXt RCL } 27 + \text{RCL } 02 = \text{INV 2nd P-R STO } 23 \text{ RCL } 28 + \text{RCL } 01 = \text{INV 2nd P-R INV 2nd D.Ms}$

520:  $\text{STO } 22 \text{ 0 xXt 2nd Exc } 23 \div 1 \text{ 5} = \text{2nd xGt } 5 \text{ 37} + 2 \text{ 4} = \text{INV 2nd D.MS STO } 21 \text{ R/S GTO C 2nd Lbl B 2nd Stflg } 0 \text{ 2nd Stflg } 1 \text{ 2nd CP } . \text{ 5} + \text{RCL } 16 \div 2 - \text{SQ}$

560:  $\text{STO } 09 \text{ 1} = \text{STO } 08 \text{ 2nd xGt } 5 \text{ 72 INV 2nd Stflg } 0 \text{ 2nd } |x| \text{ xXt } . \text{ 0 } 0 \text{ 0 } . \text{ 5 } \text{ 2nd xGt } 5 \text{ 87 INV 2nd Stflg } 1 \text{ xXt } \times 1 \times \text{SQ INV 2nd Prd } 09 \div 2 \text{ 0' } . \text{ 5 } 5 \text{ 2}$

600:  $9 \text{ 2 } 1 \text{ 5 } 7 \div \text{RCL } 15 \text{ } y^x \text{ 1 } . \text{ 5} = \text{STO } 17 \text{ GTO E 2nd Lbl 2nd E' } \times \text{RCL } 08 \times \{ \text{CE} \times \{ \text{CE} \div \text{xXt } 9 + 7 \text{ } 1/x \} \} + . \text{ 2} - \text{RCL}$

640:  $16 \div \{ 1 - \text{xXt} \} \text{ STO } 06 \} \div 2 \text{ +/-} + \text{RCL } 08 + 3 \text{ } 1/x \text{ INV SBR 2nd Lbl 2nd B' } + \text{RCL 2nd Ind } 04 \text{ xXt 2nd OP } 24 \text{ RCL 2nd Ind } 04 \text{ INV 2nd P-R} = \text{2nd P-R STO 2nd Ind } 04 \text{ 2nd OP } 34 \text{ xXt STO 2nd Ind}$

680:  $04 \text{ INV SBR 2nd Lbl 2nd D' - RCL } 23 \div 2 \text{ 9 } 9 \text{ 7 } 8 \text{ SQ} = \text{INV SBR 2nd Lbl D STO } 04 \text{ xXt 2nd Pgm } 20 \text{ D xXt RCL } 01 - 6 \text{ 7 } 8 \text{ 9 } 4 \text{ 1} + \text{RCL } 04 = \text{INV SBR 2nd Nop}$

*Druhý a třetí zkušební příklad.* Výpočet dráhy Vesty, tak jak byl uveden v prvním zkušebním příkladu, probíhal zcela bez problémů. Konvergence ke konečným výsledkům nejen existovala, ale byla i dostatečně rychlá. Podobný průběh má většina výpočtů. Vždy se však nepodaří zvolit pro výpočet dráhy vhodné výchozí polohy a tak se dříve či později počtář setká i s některými komplikacemi. Druhý a třetí zkušební příklad objasní, jak postupovat při výpočtu s programem A v tom případě, kdy iterace C konvergují pomalu, nebo divergují-li.

Následující příklad je věnován výpočtu dráhy první komety roku 1979 — Kowal 1979a (ŘH 4/1979, str. 82). Elementy získané z prvních měření krátce po objevu bývají dosti nejisté. Proto zde, ve snaze dosáhnout spolehlivých výsledků jediným výpočtem, vyjdeme z pozorování časově již odlehlejších (IAUC 3336, 4346):

ET	$\alpha$ 1950,0	$\delta$ 1950,0
1979 II. 1,49815	3 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 58,45 <sup>s</sup>	+9°16'25,2"
1979 III. 1,17176	4 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 56,45 <sup>s</sup>	+9°28'47,1"
1979 III. 28,08475	5 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 43,12 <sup>s</sup>	+9°45'09,3"

Jak se později ukáže, pro tuto kometu (a program) je v daném období dvouměsíční interval až příliš velký. Uvedené pozice jsou topocentrické a byly získány na různých observatořích (Geisei, Mt Palomar, Agassiz). Výpočet souřadnic Slunce byl objasněn na jiném místě a zde proto uvádíme pouze výsledky:

	$t_1 = 1,49815$	$t_2 = 29,17176$	$t_3 = 56,08475$	
X	+0,6546041	+0,9285382	+0,9918741	} 1950,0
Y	-0,6757792	-0,3172565	+0,1020752	
Z	-0,2930380	-0,1375800	+0,0442334	

Při výpočtu postupujeme stejně jako v případě Vesty. Prvním mezivýsledkem je opět determinant D, jehož hodnota 0,00529866 je díky tvaru a délce oblou-



ku dráhy na obloze relativně vysoká. Lagrangeova soustava, kterou máme řešit, má tvar:

$$\Delta_2 = 1,691617 - 1,487459 r_2^3$$

$$r_2^2 = (\Delta_2 - 0,060025)^2 + 0,978160 .$$

Iterace  $B$  i když pomalu, přece jen konvergují. Při počátečním odhadu  $\Delta_2 = 1,3$  se po osmi iteracích spokojíme s hodnotou  $\Delta_2 = 1,3401$ . Až potud výpočet probíhal bez problémů.

První Gaussova iterace (začínající příkazem R/S) vede k hodnotě  $\Delta_2 = 1,31945$ . Znatelný skok v hodnotě  $\Delta_2$  je první předzvěstí blízkých se obtíží. Rozhodneme se proto zapisovat údaje o všech topocentrických vzdálenostech ( $R_{17}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_{19}$ ). Po třech iteracích (R/S, C, C) máme tuto tabulku:

$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$
1,07597	1,31945	1,60574
-391	-433	-570
1,07206	1,31512	1,60004
-230	-257	-342
1,06976	1,31255	1,59662

Podíváme-li se zpětně na první zkušební příklad, vidíme, že tehdy bylo možné již v této fázi výpočtu přejít k programu  $B$ . Nyní je však situace jiná.

Kdybychom dále pokračovali v iteracích  $C$  (a došli konec konců i tak k hledaným výsledkům), zjistili bychom, že podíl dvou po sobě jdoucích tabulkových diferencí zůstává prakticky konstantní. Pro  $\Delta_1$  například je tento podíl roven  $q_1 = -0,00230 / -0,00391 = 0,588$ . Objevená zákonitost a součet geometrické řady nám umožní najít limitní hodnoty  $\Delta_i$  dříve, než by to dokázal pomocí  $C$  iterací kalkulátor. Označme  $Q_1 = q_1 / (1 - q_1) = 1,43$ . Podobně najdeme i  $Q_2 = 1,46$  a  $Q_3 = 1,50$ . Údaje jednotlivých sloupců tabulky se postupně blíží hodnotám

$$\Delta_1 = 1,06976 - 0,00230. Q_1 = 1,06647$$

$$\Delta_2 = 1,31255 - 0,00257. Q_2 = 1,30880$$

$$\Delta_3 = 1,59662 - 0,00342. Q_3 = 1,59149$$

Vzniká otázka, jak získanou informaci využít. K tomu slouží podprogram — Gaussova iterace  $E$ . Extrapolované hodnoty  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$  umístíme do registrů  $R_{01}$ ,  $R_{02}$ ,  $R_{03}$  a vydáme příkaz  $E$ . Kdybychom si po zastavení výpočtu ( $4^m 08^s$ ) byli jisti, že nové topocentrické vzdálenosti jsou již dostatečně přesné, mohli bychom přejít k programu  $B$ . V tomto příkladu vzdálenosti opíšeme a provedeme jednu  $C$  iteraci. Tabulka vzdáleností se zvětšila o další údaje:

1,066342	1,308716	1,591515
-20	-20	-25
1,066322	1,308696	1,591490

Nejsme-li ani nyní spokojeni s dosaženou přesností, můžeme celý postup (extrapolace  $\Delta_i$ , iterace  $E$  a iterace  $C$ ) opakovat. Používáme přitom již jednou určených kvocientů  $Q_i$ . Do registru  $R_{01}$  tedy vložíme hodnotu  $1,066322 - 0,000020 \cdot 1,43$ , atd. Zde jsou další výsledky  $E$  a  $C$  iterací:

1,0662955	1,3086658	1,5914508
1,0662955	1,3086658	1,5914506

K jejich dosažení bychom jinak potřebovali asi 23  $C$  iterací. Je ovšem nutné podotknout, že v praxi je taková přesnost nadbytečná. Zde nám šlo především o vyjasnění možného postupu.

Elementy dráhy najdeme pomocí programu  $B$ . V něm jedinou komplikací by mohlo být nedodržení předepsaného postupu. Výsledná dráha komety Kowal 1979a je charakterizována těmito elementy:



$$\begin{array}{l}
 t_o = 43905,4920 \text{ MJD (ET)} \\
 M_o = 0,051752 \text{ rad} \\
 \omega = 189,1801^\circ \\
 \Omega = 247,2670^\circ \\
 i = 15,8009^\circ \\
 q = 1,518067 \text{ AU} \\
 e = 0,555960
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} t_o \\ M_o \\ \omega \\ \Omega \\ i \\ q \\ e \end{array}} \right\} 1950,0$$

Vypočteme-li ještě dobu průchodu perihelem, zjistíme, že  $T = 43886,4749 = 1979 \text{ I. } 13,4749 \text{ ET}$ . Vzhledem k tomu, že se náš výpočet opírá pouze o tři pozorování, je shoda s Marsdenovými upřesněnými elementy (RH 7/1979, str. 144) dobrá. Při této příležitosti poznamenejme, že někdy i dosti se lišící elementy mohou po jisté časové období vést k téměř shodné efemeridě. Zběžné porovnání jednotlivých elementů proto není z tohoto hlediska vždy směrodatné. Často tak mohou dobře splnit svoji úlohu předběžné elementy i méně kvalitní.

V příkladu použité zrychlení konvergence se může zdát při prvním pohledu složité a především pracné. Bylo-li však možné se v tomto příkladu ještě rozhodnout mezi iteracemi  $C$  na jedné straně a cykly  $E, C$  na straně druhé, pak v následujícím příkladu již taková možnost není.

V období krátce po objevu komety či planety má počtář k dispozici pouze krátký oblouk její dráhy, a ten se navíc, promítnut na oblohu, jen málo liší od části hlavní kružnice. Hodnota determinantu  $D$  je velmi malá a každý pokus o výpočet obecné dráhy je nejistý. V takových případech je výhodné, zvláště u komet, založit celý výpočet na předpokladu, že dráha je parabolická. V knize M. F. Subbotina „Vvedeniye v teoreticheskuju astronomiju“ (Nauka 1968) je (na str. 260) uveden výpočet parabolické dráhy komety Daniel 1909 I. Program A neumožňuje výpočet apriori parabolické dráhy. Zde proto najdeme obecnou dráhu, přesně odpovídající výchozím pozorováním:

červen 1909, GMT	$\alpha$ 1909,0	$\delta$ 1909,0
16,5306	25°28'38"	+29°58'25"
18,9809	27°12'29"	+33°26'22"
21,9659	29°27'51"	+37°25'17"

Pro ekvinokcium 1909,0 je střední sklon ekliptiky 23,4513°.

$X$	+0,085427	+0,044017	-0,006496	} 1909,0
$Y$	+0,928905	+0,931489	+0,932506	
$Z$	+0,402916	+0,404045	+0,404487	

Před vstupem rektascenzí je nutné přejít k formátu H.M.Ss (např. takto: 2nd D.MS + 1 5 = INV 2nd D.MS ). Hodnota determinantu je skutečně velmi malá,  $D = -0,00005743$ . Iterace  $B$  v Lagrangeově soustavě

$$\begin{aligned}
 \Delta_2 &= -1,803610 + 1,887476 r_2^3 \\
 r_2^2 &= [ \Delta_2 - 0,610716 ]^2 + 0,659887
 \end{aligned}$$

divergují. Počáteční odhad  $\Delta_2 = 0,9$  a inverzní iterační cyklus vedou postupně k těmto výsledkům: 0,97; 0,95; 0,954; 0,9525; 0,9529; 0,95275; 0,95278; 0,95278. Jedna iterace  $B$  nás nyní vrátí k předposlední hodnotě  $\Delta_2 = 0,95278$ . Po třech Gaussových iteracích (R/S, C, C) získáme následující topocentrické vzdálenosti:

$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$
0,9042	0,9245	0,9518
-1203	-1230	-1266
1,0245	1,0475	1,0784
+4413	+4514	+4646
0,5832	0,5961	0,6138

Pokračovat v iteracích  $C$  zřejmě nemá smysl (mohli bychom se dočkat i záporných vzdáleností). Situace přestane být beznadějná, začneme-li se dívat



na tabulku tak, jako by měla pokračovat směrem nahoru. To bude nyní směr naší extrapolace. Z toho důvodu jsou i znaménka diferencí opačná než bývá zvykem. Pro  $\Delta_1$  například je nyní kvocient  $q_1$  roven podílu  $-0,1203/0,4413 = -0,2725$ , takže  $Q_1 = -0,2142$ , stejně jako  $Q_2$  a  $Q_3$ . Do registru  $R_{01}$  vkládáme hodnotu  $0,9042 - 0,1203 \cdot Q_1$ . I dále postupujeme až na směr extrapolace stejně jako v předchozím příkladu:

0,932118	0,952978	0,981128
+7652	+7827	+8055
0,924466	0,945151	0,973073
0,930417	0,951238	0,979338
-225	-230	-237
0,930642	0,951468	0,979575
0,930465	0,951288	0,979389

Výpočet jsme po třetí extrapolaci zakončili iterací *E*. Iterace *C* sloužila prakticky jen k tvorbě diferencí a jako poslední by zbytečně kazila dosaženou přesnost. Přejdem k programu *B* najdeme elementy, které po transformaci  $t_o, M_o \rightarrow T, 0$  můžeme srovnat s parabolickými.

$T = 1909$ VI. 5,0112 GMT	1909 VI. 5,0923 GMT
$\omega = 4,686^\circ$	4,928°
$\Omega = 305,860^\circ$	306,842°
$i = 52,418^\circ$	52,753°
$q = 0,84323$ AU	0,84837 AU
$e = 0,95507$	1

Jednotka v posledním řádku parabolických elementů je předpoklad a naše nejistá hodnota 0,96 (měření poloh komet nebývají příliš přesná) jej nevyvrací. A tak jen další pozorování mohou rozhodnout, které elementy se více blíží skutečnosti.

V průběhu sepsávání tohoto příspěvku byla pro autora neocenitelnou pomocí řada podnětných připomínek doc. dr. J. Boušky, CSc., jemuž děkuji též za pečlivé přečtení rukopisu.

Jindřich Šilhán

## Dvacet let pozorování zákrytových proměnných na čs. lidových hvězdárnách

V posledních letech se na stránkách našeho časopisu několikrát psalo o pozorováních V. Šafaříka (nejpodrobněji v článku O. Obůrky<sup>1</sup>). Jeho dílem však před 100 lety výzkum proměnných hvězd v ČSSR jen začal. Po Šafaříkovi přišly další a další generace pozorovatelů a teoretiků, a současnost je přinejmenším stejně slavná jako minulost. Stačí připomenout, že stelární oddělení AÚ ČSAV je od 60. let jedním z nejvýznamnějších světových pracovišť v oboru těsných dvojhvězd. Hodnotit tyto úspěchy naší astronomie je ovšem věcí povolanějších. Omezme se v tomto článku na výsledky práce našich amatérů. Příležitost se k tomu naskýtá: od vytyčení pozorovacího programu, který naši amatéři na poli proměnných hvězd dnes sledují, uplynulo nedávno 20 let. I když to z hlediska historie astronomie není dlouhá doba, může být malé ohlédnutí užitečné.

<sup>1</sup> Obůrka O.: Vojtěch Šafařík a výzkum proměnných hvězd. ŘH 60, 1979, č. 11, s. 221–222.



Čs. amatéři pozorovali ovšem proměnné hvězdy velmi intenzívně už mezi světovými válkami a krátce po r. 1945. Pozorování tehdy řídila ČAS. Ukazovalo se však stále zřetelněji, že amatérští pracovníci, byť velmi schopní a agilní, mají potíže s vedením pozorovacího programu. Služební doba i těch nejvytrvalejších je příliš krátká, program se mění při výměnách vedoucích osobností a práce celého kolektivu není dost soustavná. Většina pořízeného materiálu nakonec zůstala nezpracována a v 50. letech velmi poklesla i aktivita pozorovatelů. Když po r. 1953 začali k proměnným hvězdám obracet pozornost amatéři na Brněnsku, začínali téměř od nuly.

Přípravným obdobím do konce 50. let se zabývá hlavní iniciátor nového pozorovacího programu prof. Obůrka.<sup>2</sup> Podrobný popis dění po r. 1960 najde čtenář v autorově článku.<sup>3</sup> Zde uvedme jen nejdůležitější fakta a hodnocení.

Na přípravě pozorovacího programu se podíleli astronomové naši i cizí, zejména polští a sovětsí. Byla zvolena specializace na zákrytové proměnné hvězdy, aby to navazovalo na práci AÚ ČSAV v oboru těsných dvojhvězd. O přístrojovém vybavení většiny pozorovatelů se předpokládalo, že bude vhodné jen pro málo přesné vizuální pozorování. Jakýkoli silnější předpoklad by byl velmi omezil řady pozorovatelů, ale takto zase zbyl jen velmi omezený počet úkolů, které mohly být pozorovatelům předloženy k řešení. V jejich možnostech však zůstala určování okamžiků minim jasnosti mnohých zákrytových dvojhvězd (a tedy zákrytů) s několikaminutovou přesností. Sem bylo položeno těžiště práce. Určování okamžiků minim přispívá k našim vědomostem o periodách těsných dvojhvězd a jejich změnách. A změny periody, to je velmi často záležitost astrofyzikální, protože jejich příčinou je většinou výměna hmoty mezi složkami. Lze se tedy od našich jednoduchých pozorování dostat až překvapivě daleko.

Aby získané údaje byly co nejcennější, uvažovalo se od počátku o pozorování slabých objektů. Při jejich sledování má hlavní konkurent amatérů, fotoelektrická fotometrie, roli velmi ztíženu, protože k udržení své vysoké přesnosti potřebuje hodně světla. Výpočet ukazuje, že k dosažení přesnosti 0,01<sup>m</sup> je na proměření hvězdy 12. velikosti potřeba objektiv o průměru skoro 1 metr. Takových dalekohledů je podstatně méně než takových hvězd. Přesnost vizuálních pozorování je sice asi 15krát menší, ale je až skoro k pozorovací mezi nezávislá na magnitudě. V uvedeném příkladu proto amatérovi stačí dalekohled o průměru 15 cm.

Ze statistických důvodů jsou periody zákrytových dvojhvězd většinou velmi krátké. Celé minimum jasnosti často proběhne během několika hodin. Dá se pak pozorovat za jednu noc a pohodlně se zpracovává. Hvězdy s periodami delšími než 10 dnů už by většinou vyžadovaly pozorování z více nocí, určení minima by bylo (vzhledem k pomalé změně jasnosti) méně přesné a navíc je těchto hvězd již méně — proto se v programu vyskytují jen výjimečně. S ohledem na méně zkušené pozorovatele nejsou také do programu zařazovány hvězdy s amplitudou menší než 0,8<sup>m</sup>.

První publikovaná pozorování nového programu byla pořízena 21. 8. 1960 na astronomické expedici v Piešťanech. Od té doby se zachovává časová kontinuita, i když počet pozorování během let velmi kolísá. Nejúspěšnější roky byly 1963, 1964 a — což je dnes dvojnásob cenné — 1980, naopak v letech 1967—1968 se zdálo, že program zanikne. Dohromady bylo během 20 let publikováno 2363 okamžiků minim jasnosti, což představuje přes 10 000 hodin práce. Publikovaná pozorování se týkala 164 hvězd, z čehož 93 bylo slabých, tj. sestupujících pod 11<sup>m</sup>. Slabým hvězdám byla věnována asi 1/3 pozorování. Nejslabší ze sledovaných hvězd klesaly pod 15<sup>m</sup> (použity dalekohledy o průměru 30 až 35 cm), pozorování pod 14<sup>m</sup> jsou však zatím vzácná.

V pozorovacím programu je ke dnešku dalších 192 hvězd, které u nás ještě

<sup>2</sup> Obůrka O.: Naše pozorování proměnných hvězd. Kosm. rozhl. 1981, č. 1, s. 28.

<sup>3</sup> Šilhán J.: 20 let amatérského pozorování zákrytových dvojhvězd v CSSR. Kosm. rozhl. 1981, v tisku.



DOSUD NEPOZOROVANÉ HVĚZDY S MAPKAMI

Pro následující hvězdy byly v ČSSR vydány tištěné mapky okolí, nebyla však publikována více než 2 pozorování:

YZ Aql	—	U CrB	2	RW Leo	1	CW Peg	—
KU Aur	1	UW Cyg	—	VZ Leo	1	Z Per	1
YY Boo	—	W Del	2	T LMi	2	RV Per	1
S Cnc	1	S Equ	1	SX Lyn	—	ST Per	1
RY Cnc	2	RW Gem	—	EW Lyr	2	Y Psc	—
RS CVn	—	RY Gem	1	RV Oph	—	SZ Psc	1
AG CMi	1	TX Gem	2	SW Oph	2	RW Tri	2
DP Cep	2	AF Gem	1	SX Oph	1	RS UMi	—
SS Cep	1	RX Hya	—	SZ Oph	—		

nebyly pozorovány. Nejslabší z nich by vyžadovaly dalekohled o průměru objektivu 40—50 cm. Seznam 35 hvězd, které u nás byly málo pozorovány a přitom jsou dostupné (byla u nás vydána mapka okolí) předkládáme pozornosti našich amatérů v tabulce. K sledování většiny z nich stačí dalekohled o průměru 15 cm.

Celkově se práce zúčastnilo 301 pozorovatelů, z toho 51 žen. Tito lidé se (naštěstí) zdaleka všichni nestali astronomy, dosti velké procento mezi nimi však tvoří lidé působící v širším oboru matematicko-fyzikálních věd a technici. V této souvislosti je možno uvažovat o vlivu na profesionální zaměření. Přesnější rozborů nemáme k dispozici, dá se však předpokládat, že řadu z těchto tří stovek lidí — většinou mladých až velmi mladých v té době — jejich koníček ovlivnil při volbě povolání způsobem z celospolečenského hlediska velmi žádoucím. Krom toho si každý pozorovatel jistě rád vzpomene, že vedle nových poznatků a dovedností mu pozorování dalo příležitost navázat zajímavá přátelství. Pokud se ještě občas objevují názory, že při podobných činnostech jde o únikovou záležitost bez praktického významu, nelze s nimi souhlasit.

Není tu zdaleka dost místa, abychom mohli zmínit všechny pozorovatele z dvacetileté historie, kteří by si to jistě zasloužili. Řadu jmen nejaktivnějších najde čtenář v již zmíněném článku.<sup>3</sup>

Dnes jsou pozorování čs. amatérů ve světě mezi odborníky známá a jsou citována, používána (spolu s údaji jiných pozorovatelů) ke zpřesňování period a ke studiu jejich změn. Teprve tím se práci pozorovatele dostává plného využití. Viděli jsme i případy, že je citováno pozorování některého z našich pozorovatelů, který už třeba léta není činný. Jeho pozorování je však na stránkách publikace a zůstane tam provždy, aby bylo k dispozici astronomům, kteří budou hvězdu studovat kdykoli později. Není v astronomii vzácným jevem, že pozorování dokonce stářím teprve nabývá na ceně. Toto se zřejmě týká i některých z těch 2363 pozorování našich amatérů. Usuzujeme tak z následujícího: Pokoušeli jsme se v ČSSR sami provést shrnutí světových pozorování některých zákrytových dvojhvězd a zkoumat změny period, podařilo se to však jen asi u 10 hvězd. Přibližně u stejného počtu hvězd prostě nebylo co shrnovat. Někdy jsme našli jen pozorování objevitele, jedno či dvě čs. pozorování — a dost. Tato pozorování, dnes vlastně nevyužitelná, míří bezpochyby do budoucnosti.

Určitým vysvědčením pro čs. amatérský pozorovací program proměnných hvězd je i skutečnost, že inspiroval pozorovatele ve Švýcarsku a dalších západoevropských zemích. Ti už 10 let pozorují stejným způsobem přibližně tytéž hvězdy jako my. Za pomoci našich podkladů i začínali.

Současné úspěchy našich amatérů v oblasti proměnných hvězd by nebyly možné bez systému lidových hvězdáren, a to nejen proto, že většina pozorování byla vykonána jejich přístroji. Program je dlouhodobě veden a postupně modernizován. Pozorovatelům jsou poskytovány hledací mapky a předpovědi minim, na druhé straně jsou jejich pozorování pravidelně zpracovávána a publikována. Pro výcvik pozorovatelů jsou od r. 1962 každoročně pořádána letní praktika. Jistou roli hrála zejména počátku ČAS, ale většinu této práce dělala v rámci svého celonárodního úkolu brněnská hvězdárna. Práce to bylo



hodně (velmi pracně jsou např. mapky) a výsledky se nedostavily hned. První citace čs. amatérských pozorování se v cizích pramenech objevují až kolem r. 1970, tedy 15 let po zahájení prací na přípravě programu. Do té doby odborníci buď o našich pozorováních nevěděli nebo je nepokládali za dostatečně spolehlivá. Tento časový odstup je pravděpodobně zákonitý a každý, kdo by chtěl případně sestavovat nějaký vlastní program, musí s jeho existencí počítat.

A proč tolik slov o pozorování proměnných hvězd? Jejich význam pro astrofyziku snad vystihne srovnání s divadlem. Divák nemůže v hledišti strávit desítky let, po které trval život hlavního hrdiny. Jestliže mu však herci předvedou významné úseky života postavy, může si divák udělat představu i o těch obdobích jejího života, která neviděl, ba může svými úvahami ze hry vydestilovat i nějaké obecnější zákonitosti lidského života vůbec. Na jevišti vesmíru jsou herci právě proměnné hvězdy a podle toho, co nám v omezeném čase existence astronomie předvádějí, můžeme získat představu o jevech trvajících miliardy let.

V divadle vesmíru je místo i pro další naše amatéry. Pohled do zorného pole, v němž během večera zmizí jedna z nejjasnějších hvězd, aby se k půlnoci znovu objevila, má své kouzlo. Občas lze i něco objevit, i když je to většinou jen nedokonalost našich znalostí nebo chyby našich předchůdců. Potřebnými náležitostmi i radami vybaví vážné zájemce brněnská hvězdárna. Přístroje, i značně velké, jsou na lidových hvězdárnách i v držení některých soukromníků. Jednoduché vizuální odhady mají stále svou hodnotu. Pokud jsou někde možnosti provádět přesnější měření, měly by se tím spíše využít. Po organizační stránce by nepochybně bylo velmi užitečné, aby se spojily síly českých a slovenských pozorovatelů. Vždyť jinde překračuje spolupráce pozorovatelů proměnných hvězd běžně státní hranice a všechny velké skupiny pozorovatelů jsou mezinárodní. A také jinak by bylo dobré, kdyby pozorovatelů bylo co nejvíce. Většina prací spojených s vedením programu totiž na počtu pozorovatelů závisí málo nebo vůbec ne. Získané výsledky jsou však počtu pozorovatelů přímo úměrné.

Všichni, kdo se podíleli na dosavadních výsledcích, zaslouží uznání. Pokud jde o budoucnost, autor doufá, že za dalších 20 let bude zase co hodnotit.

---

## Zprávy

---

### LUDMILA WEBROVÁ JUBILUJE

Plynutí času, jehož měřením naplnila svou profesionální aktivitu olomoucká rodačka ing. Ludmila Webrová, CSc., vědecká pracovnice časového oddělení Astronomického ústavu ČSAV, nesmlouvavě vymezuje dne 17. března dovršení jejího 60. obletu na dráze kolem Slunce. Jubileum oslavila sice již na pracovním odpočinku, ale ve stále svěžesti a duševní aktivitě i pohodě.

Ing. Webrová vystudovala na někdejší Vysoké škole speciálních nauk ČVUT v Praze zeměměřičské inženýrství a nejcennější praktické zkušenosti v astronomickém určování zeměpisných souřadnic nabyla v prvním zaměstnání u Státního zeměměřičského a kartografického ústavu v Praze. Plně jich mohla využít, když v r. 1953 přešla do tehdejší Laboratoře pro měření času ČSAV, kde se nejprve zabývala kontrolou hodin podle časových signálů a pak určování ro-

tačného času pasážním pozorováním. Protože podle něho byla tenkrát řízena čs. vysílání nepřetržitých časových signálů, měla zásadní význam metoda filtrace časových určení, kterou ing. Webrová vypracovala a jež byla i tématem její kandidátské disertace.

Pozoruhodné je i to, že zeměpisná délka pasážníku na observatoři MFF UK na Smíchově, kterou ing. Webrová určila již v r. 1954, nemusela být po celou éru pasážních pozorování změněna a BIH (Paříž) jí publikuje i v současnosti. S velkou pohotovostí také reagovala na rozvoj moderní výpočetní techniky a tak již v Mezinárodním geofyzikálním roce 1957—58 byla pozorování z pasážníku a cirkumzenitálu častěji také reagovala na rozvoj počítačových strojích IBM. Ani kvalitativní změna, kterou do naší astrometrie přinesl fotografický zenitteleskop, nepřekvapila ing. Webrovou, která ihned připravila potřebné výpočetní programy a vytvořila příslušný katalog hvězd, takže čs. fotografický zenitteleskop byl nečekaně brzy zapojen do mezinárodního systému BIH.



Není tedy pochyb o tom, že jméno jubilantky zůstane trvale spojeno s rozvojem čs. astronomie, k němuž přispěla trpělivou a svědomitou prací, bez které by nebyl možný ani další pokrok oboru, jenž je nyní prospěšný mnoha oblastem naší vědy a techniky. S vděčností tedy přejeme ing. Webrově do dalších let stále zdraví i rodinné štěstí.

V. P.

## Co nového v astronomii

### DALŠÍ SATURNOVY MĚSÍCE

Podle zprávy uveřejněné v *IAUC* 3651 našel S. P. Synnott (JPL) dvě pozorování neidentifikovaného měsíce (nebo dvou měsíců) Saturna na záběrech automatických meziplanetárních stanic Voyager 1 a 2 z let 1980 a 1981. První objekt byl předběžně označen *1980 S 34* a byl objeven na snímku Voyageru 1 ze 7. listopadu 1980, druhý, předběžně označený *1981 S 6* byl zjištěn na záběru Voyageru 2 ze 4. července 1981. Průměry objektů jsou asi 20 až 30 km. Oba satelity se pohybují na dráze (nebo blízko ní) měsíce Tethys (Saturn 3), první z nich je vzdálen ve dráze od Tethys o  $236^\circ$ , druhý o  $99^\circ$ . Sklony drah obou objektů by byly asi  $1^\circ$ , což je ve shodě se sklony drah ostatních satelitů pohybujících se ve dráze Tethys. Není však ani vyloučeno, že obě pozorování přísluší jedinému satelitnímu objektu. V případě, že by pohyb takového tělesa byl  $-0,576^\circ$  za den vzhledem k Tethys, pak by mohlo jít o objekt totožný s měsícem *1980 S 29*, který byl pozorován 16. března 1980.

V *IAUC* 3656 oznámil Synnott nalezení dalších Saturnových měsíců. Na dvou záběrech Voyageru 2 z 5. srpna 1981 jsou dva neidentifikované objekty, které byly předběžně označeny *1981 S 7* a *1981 S 8*. Oba byly poblíže libračního bodu *L<sub>4</sub>* systému Dione (Saturn 4). Pohybují se ve dráze Dione, od níž první objekt je ve dráze vzdálen asi  $62,0^\circ$ , druhý asi  $61,0^\circ$ . Oba objekty byly vzdáleny v době pozorování asi  $12^\circ$  od známého „Trojana“ Dione, měsíce *1980 S 6* („Dione B“). Nelze však ani vyloučit, že měsíce *1981 S 7* a *1981 S 8* jsou identické; pak by takovýto satelit vykonával složitý pohyb vzhledem k Dione.

Další satelitní objekt, *1981 S 9*, našel Synnott na záběrech z Voyageru 2 z 8. srpna 1981. Zdá se, že tento satelit obíhá kolem Saturna ve vzdálenosti  $4,7 \cdot 10^5$  km, tedy mezi drahami Dione a Rhey (Saturn 5). Doba oběhu je 3,8 dne, měsíc má průměr 15–20 km. Není vyloučeno, že *1981 S 9* je identický s objektem označeným *1980 S 22* (viz *ŘH* 61, 183–187; 9/1980). J. B.

### NOVÁ OPTICKÁ POZOROVÁNÍ RENTGENOVÉ GALAXIE NGC 2110

O zajímavé rentgenové galaxii *NGC 2110* (= *2S 0549-074*) jsme již v našem časopise psali (*ŘH* 60, 107–108; 5/1979). Připomeňme si proto ve stručnosti pouze několik faktů. *NGC 2110* je intenzivním zdrojem rentgenového záření s předpokládanou rentgenovou svítivostí až  $10^{36}$  W; u této galaxie byl také objeven výrazný tok rádiového záření (0,24 Jy na frekvenci 1,48 GHz). *NGC 2110* je členkou zatím malé skupiny kompaktních mimogalaktických rentgenových zdrojů předpokládané nehvězdné podstaty (spolu s *NGC 2110* do této skupiny zařazujeme např. galaxie *NGC 5506*, *NGC 7582*, *NGC 2992* a *MGC-5-23-16 = A 0945-39*). *NGC*

### DEFINITIVNÍ OZNAČENÍ KOMET PROŠLÝCH PŘÍSLUNÍM V ROCE 1980

Definitivní označení	Předběžné označení	Jméno komety (P/periodická)	Průchod přísluním
1980 I	1980c	P/Honda—Mrkos—Pajdušáková	duben 11,1
1980 II	1980e	Torres	duben 19,9
1980 III	1980o	P/Russell 2	květen 19,5
1980 IV	1980k	Černis—Petrauskas	červen 22,4
1980 V	1980s	P/Lovas	září 3,4
1980 VI	1980a	P/Forbes	září 24,7
1980 VII	1980d	P/Wild 3	říjen 5,1
1980 VIII	1979j	P/Reinmuth 1	říjen 29,8
1980 IX	1980f	P/Brooks 2	listopad 25,4
1980 X	1980g	P/Stephan—Oterma	prosinec 5,2
1980 XI	—	P/Encke	prosinec 6,6
1980 XII	1980q	Meier	prosinec 9,7
1980 XIII	1980h	P/Tuttle	prosinec 14,7
1980 XIV	1980m	P/Harrington	prosinec 24,6
1980 XV	1980t	Bradfield	prosinec 29,5



2110 lze podle jejího spektra klasifikovat jako Seyfertovu galaxii typu 2 [základní kritéria spektrální klasifikace Seyfertových galaxií viz např. výše citovaný článek]. U všech výše jmenovaných objektů skupiny, do které NGC 2110 zařazujeme, se rovněž předpokládá, že jde v podstatě o blízké Seyfertovy galaxie typu 2.

J. E. McClintock, J. van Paradijs, R. A. Remillard a C. R. Canizares z Centra pro kosmický výzkum Massachusettského technologického institutu v Cambridge spolu s A. Koskim z Astronomického ústavu Michiganské univerzity v Ann Arbor a P. Véronem z Evropské jižní observatoře v Ženevě oznámili, že se jim podařilo získat řadu nových spekter jádra NGC 2110 a rovněž několik fotografických snímků celé této galaxie. Hlavní část pozorování byla provedena na McGraw-Hillově observatoři v únoru a březnu 1978 pomocí 1,3m reflektoru. Čtyři spektra exponovaná v březnu 1978 byla získána prostřednictvím 3,6m reflektoru Evropské jižní observatoře v Chile; v primárním ohnisku tohoto přístroje bylo také pořízeno několik nových fotografických snímků NGC 2110.

Ve spektru NGC 2110 se vyskytují zakázané emisní čáry [O I], [O II], [O III], [N I], [N II], [S II] i emisní čáry Balmerovy série vodíku. Nacházejí se zde výrazné charakteristiky galaktického kontinua: tzv. G-pás, čáry Mg Ib, Na I, TiO, CaH a další slabší absorpční charakteristiky. Kromě toho byly v získaných spektrech NGC 2110 pozorovány i čáry (Ne III)  $\lambda = 386,8$  nm, He II  $\lambda = 468,6$  nm, (Ne III) + H $\epsilon$   $\lambda = 396,9$  nm. Hodnota mezihvězdné absorpce byla odhadnuta na asi 2,1<sup>m</sup>. Ze spektrální analýzy vyplývá, že v oblasti vzniku emisních čar panují teploty kolem 35 000 K; elektronová hustota je v této oblasti asi 3 · 10<sup>8</sup> m<sup>-3</sup>.

Tato elektronová hustota přibližně odpovídá elektronovým hustotám zjištěným u jiných blízkých Seyfertových galaxií, teplota je však vyšší než je u blízkých Seyfertových galaxií obvyklé (průměrná hodnota je asi 20 000 K). Šířky jednotlivých zakázaných emisních čar se pohybují kolem 360 km s<sup>-1</sup>, čára H $\beta$  je ve všech spektrech 1,5 až 2krát širší. V žádném ze získaných spekter se u čar Balmerovy série nevyskytují široká křídla charakteristická pro Seyfertovy galaxie typu 1, což opět potvrzuje příslušnost NGC 2110 k Seyfertovým galaxiím typu 2.

Rozsah jádra (ve světle zakázané čáry [O III]  $\lambda = 500,7$  nm) je podle nových měření úměrný přibližně 10 obloukovým sekundám, z čeho lze odvodit hodnotu průměru jádra asi 2100 pc (předpokládá se, že  $H_0 = 50$  km s<sup>-1</sup> Mpc<sup>-1</sup>).

Zajímavé výsledky přinesla analýza nových fotografických snímků NGC 2110 pořízených 3,6m reflektorem Evropské jižní

observatoře. Ukázalo se totiž, že NGC 2110, která je podle své morfologie obvykle klasifikována jako galaxie eliptická a představuje tak mezi Seyfertovými galaxiemi spíše výjimku, vykazuje určité spirální charakteristiky. Přibližně 5" jižně od jádra NGC 2110 bylo totiž objeveno spirální rameno, další spirální charakteristika leží přibližně 10" jižně od jádra.

Ačkoliv definitivní řešení otázky, zda je NGC 2110 „galaxií eliptickou či spirální patří ještě budoucnosti, přece jen z nových snímků (to co jsme na starých snímcích považovali za eliptickou galaxii je zřejmě pouze jádrem galaxie spirální) galaxie NGC 2110 zaznívá varovné memento: není určitá (a můžeme jen doufat, že ne podstatná) část „záhadných“ charakteristik určitých konkrétních představitelů některých tříd kosmických objektů vyvolaná jednoduše nedokonalostí soudobé observační techniky? Situace v observační technice jistě není tragická, nutnost velmi důkladného prověření takových „záhadných“ charakteristik a potřeba určité opatrnosti v následovné interpretaci je však zcela evidentní.

Zdeněk Urban

## PERIODICKÁ KOMETA VÄISÄLÄ 1 — 1981I

Periodickou kometu Väisälä nalezl J. Gibson na jednom negativu exponovaném 7. prosince 1981 a na dvou snímcích z 18. XII. 1981 exponovaných 1,2m palomarskou Schmidtovou komorou. Kometa byla na rozhraní souhvězdí Malého psa, Blíženců a Jednorozce a jeví se jako objekt 20,5<sup>m</sup> stelárního vzhledu; od Slunce byla vzdálena 2,85 AU, od Země 1,96 AU.

Kometu objevil finský astronom Väisälä v Turku 8. února 1939 — a to nikoliv jako kometu, ale jako planetku, která dostala označení 1939 CB. Teprve později se poznala kometární povaha objektu a jako kometa dostala předběžné označení 1939b a definitivní 1939 IV. Pak byla pozorována při všech průchodech do perihelu, které nastaly v letech 1949, 1960 a 1971.

IAUC 3654 (B)

## ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V PROSINCI 1981

Den	UT1-UTC	UT2-UTC
1. XII.	+0,0825 <sup>s</sup>	+0,0697 <sup>s</sup>
6. XII.	+0,0720	+0,0608
11. XII.	+0,0599	+0,0502
16. XII.	+0,0478	+0,0395
21. XII.	+0,0363	+0,0292
26. XII.	+0,0263	+0,0202
31. XII.	+0,0172	+0,0121

Vysvětlení k tabulce viz RH 63, str. 16, 1/1982. — Podrobné údaje o časových signálech uvádí Hvězdářský ročenka 1982, část C, str. 143. V. Ptáček



## JE NA MARSU VODA?

Z nedávné analýzy radarového odrazu Marsu odborníci usuzují, že v blízkosti povrchu planety může být voda v tekutém skupenství. Výzkum, provedený S. Ziskem z observatoře Haystack a P. Mouginiis-Markem z Brownovy univerzity se opírá o údaje, které získali G. S. Downs a spolupracovníci radioteleskopem v Goldstone (Kalifornie) v letech 1971 až 1973. Během radarového průzkumu byl Mars vždy v opozici a vědci získali údaje o detailech na povrchu oběžnice.

Ze signálů, odražených planetou zpět na Zemi, můžeme získat informace dvojího druhu. Na základě zeslabení signálů lze určit dielektrickou konstantu povrchových vrstev (popisuje polarizační schopnost materiálu a souvisí s indexem lomu pro elektromagnetické vlnění). Z časového zpoždění signálů můžeme zjišťovat povrchové nerovnosti. Nejmenší vyvýšeniny, které je možno registrovat, mají přibližně velikost rovnající se vlnové délce radarového signálu (12,6 cm). Zisk a Mouginiis-Mark nyní zjistili, že jižní oblast na Marsu, nazývaná Solis Lacus, má vysokou dielektrickou konstantu a mimoto se radarový obraz zcela liší od fotografií, získaných sondami Viking. Oba vědci předpokládají, že radarové vlny se odrazily od hladiny vody, která je v tekutém skupenství (dielektrická konstanta 81 proti ledu 2 až 3). Voda by mohla být 10 až 20 cm pod povrchem.

Předpoklad existence vody na Marsu podporují i další zjištění. Reflexní vlastnosti povrchu oběžnice se mění v průběhu marsovského roku. Autoři vysvětlují tuto skutečnost tím, že voda zmrzlá v zimě pod povrchem v létě taje. Avšak i přes tyto poukazy na existenci tekuté vody na Marsu jsou Ziskovy a Mouginiis-Markovy závěry neustále zpochybňovány, poněvadž výsledky výzkumů připouštějí více než jednu interpretaci. Sice i jiní vědci připouštějí, že v oblasti Solis Lacus se děje něco neobvyklého, ale v současné době, i když víme z pozorování Vikingů o velkých změnách tmavých částí povrchu v těchto místech, nejsou ještě přesvědčeni o existenci vody na Marsu. SuW 20, 188, 1981 (H. N.)

## DALŠÍ PULSAR VE DVOJHVĚZDĚ

V současné době známe asi 300 pulsarů, ale pouze o jediném z nich, PSR 1913+16, zatím bezpečně víme, že je složkou dvojhvězdy. Důvody, proč se rádiové pulsary tak málo vyskytují v podvojných soustavách, jsou poněkud nejasné. Všeobecně se soudí, že pulsary jsou rychle rotující neutronové hvězdy, které vznikly v poměrně nedávné době výbuchem supernovy. Modelové výpočty ukazují, že by takové vzplanutí jedné složky jako supernovy mělo pře-

žít značné procento dvojhvězdných systémů. Záležitost absence pulsarů ve dvojhvězdných se jeví ještě podivnější, uvědomíme-li si, že známe již několik desítek rentgenových zdrojů, které sestávají z normální hvězdy a neutronové hvězdy. Přitom zjistit příslušnost pulsaru k podvojnému systému je poměrně snadné. Stačí sledovat změny periody rádiových pulsů na čase — v případě, že bude docházet k pravidelnému zkracování a prodlužování periody, bude to jasným důkazem pohybu pulsaru po oběžné dráze ve dvojhvězdě. Vzhledem k tomu, že můžeme zjišťovat periody pulsarů s neobyčejnou přesností, je tato metoda hledání pulsarů ve dvojhvězdných mimořádně citlivá. Proto lze v případě 85 pulsarů, u nichž máme k dispozici dostatečně dlouhou řadu pozorování, s jistotou prohlásit, že nejsou členy dvojhvězdy.

V únoru 1978 byl zahájen rozsáhlý program měření period pulsů vzorku 125 pulsarů 64m anténou v Parkesu. Většina ze studovaných pulsarů byla objevena při druhé přehlídce pulsarů provedené na observatoři v Molonglu a nebyly pro ně dosud známy změny period. Z rozboru měření 125 pulsarů vyplývá, že pouze jediný PSR 0820+02 jeví systematické změny periody, které svědčí o tom, že je složkou dvojhvězdy.

Pozorování pulsaru PSR 0820+02 probíhalo v 11 pozorovacích intervalech v době od února 1978 do srpna 1979. Svoji střední periodou  $P = 0,864$  s leží PSR 0820+02 zhruba uprostřed rozmezí period vzorku 125 studovaných pulsarů. Rádiový impuls má jednoduchý profil, jeho pološířka je 23 ms, tj. 2,7 % periody. Během pozorovacího období byly zaznamenány změny periody o  $10^{-5}$  s. Ze závislosti změny periody na čase lze určit i periodu změn, která souhlasí s oběžnou dobou dvojhvězdy. Zdá se, že PSR 0820+02 je členem dlouhoperiodické soustavy s oběžnou periodou  $P = (1710 \pm 160)$  dní (4,5 roku!), jejíž složky obíhají kolem společného těžiště po takřka kruhových drahách. Předpokládáme-li, že sklon dráhy vůči pozorovateli činí  $30^\circ$  a hmotnost pulsaru je  $1 M_\odot$ , pak vychází hmotnost druhé složky  $0,85 M_\odot$  — jde tedy zřejmě o trpasličí hvězdu hlavní posloupnosti nebo bílého trpaslíka. Pozorováním pulsaru interferometrem na základně Jodrell Bank — Deford byla upřesněna poloha objektu na  $\alpha = 8^h 20^m 36^s \pm 2^s$  a  $\delta = +2^\circ 08' 53'' \pm 60''$ . Z okamžiků příchodu pulsů pozorovaných na různých frekvencích, lze zjistit počet volných elektronů na dráze od pulsaru k pozorovateli a pomocí něj odhadnout vzdálenost pulsaru. Pulsar PSR 0820+02 byl sledován na frekvencích 1415 MHz a 410 MHz a jeho vzdálenost byla odhadnuta na zhruba 900 pc. Galaktická šířka tohoto pulsaru je poměrně vysoká ( $b = +22^\circ$ ), což znamená, že objekt se nachází zhruba 350



pc nad rovinou Galaxie, tedy podstatně výše, než většina ostatních pulsarů.

Srovnáme-li vlastnosti obou dosud známých pulsarů, které jsou členy dvojhvězdy, zjistíme, že se liší přímo diametrálně. Tak např. perioda pulsací PSR 1913+16 činí 0,059 s — je to pulsar s druhou nejkratší periodou — zatímco perioda PSR 0820+02 je větší než střední perioda všech pulsarů — tj. 0,66 s. Oběžná doba prvního pulsaru je 7,7 hodin, proti tomu druhý oběhne za dobu 5000krát delší — 4,5 roku. První pulsar obíhá po dosti výstředné dráze ( $e = 0,62$ ), druhý však po prakticky kruhové. Oběžná rychlost prvního činí 100 až 200 kms<sup>-1</sup>, druhý obíhá rychlostí jen 5 kms<sup>-1</sup>.

Je tedy zřejmé, že jde o stěží srovnatelné případy a je otázka, zda vznikly podobně nebo zcela odlišně. Je možné, že více světla do otázky původu a dalších vlastností systému, v němž se PSR 0820+02 nalézá, vnese výzkum sekundární složky soustavy, podaří-li se jí ovšem identifikovat v optickém oboru.

Zdeněk Mikulášek

#### HD 219 150 — HVĚZDA PŘILÍŠ ULTRAFIALOVÁ

Dva kanadští astronomové z David Dunlop Observatory — J. D. Fernie a C. T. Bolton si povšimli význačné a dosud nevysvětlené peculiárnosti hvězdy 7. magnitudy v souhvězdí Ryb. Tento objekt, známý jako HD 219 150 nebo též SAO 128 046, vypadá na první pohled jako úplně normální hvězda hlavní posloupnosti spektrální třídy F0. Její zvláštnost byla odhalena až po vyhodnocení výsledků fotoelektrické fotometrie provedené v širokopásmovém systému UBVR1 a v středněpásmovém systému *uuby*. Hvězda vykazuje ne zvykle velký přebytek záření v modré a v ultrafialové oblasti, jenž například v barvě U činí více než 0,25 magnitudy! Běžně bývá ultrafialový excés známkou toho, že jde o hvězdu chudou na kovy. Nicméně pozorovaný ultrafialový excés je ještě o poznání větší než u těch nejextrémnějších případů, které pozorujeme u trpasličích hvězd v kulových hvězdokupách, jež jsou na kovy nejchudší.

Spektrum HD 219 150 však odpovídá běžným normám pro hvězdy hlavní posloupnosti spektrální třídy F0, spektrální čáry kovů zde nejsou nijak zeslabeny. I v mnoha dalších směrech se hvězda chová jako úplně normální hvězda. Autoři práce [Publ. Astron. Soc. Pacific, 92, 328; 1980] provedli velmi pečlivou fotometrii hvězdy, která ukazuje, že se jasnost hvězdy během 4 měsíců, kdy byla pod přísným dohledem, nezměnila o více než 0,01 magnitudy.

Jistě vás napadne, že HD 219 150 může mít velmi horkého a malého hvězdného souputníka, jenž by přispíval k záření hvězdy zejména v ultrafialovém oboru spektra. I tuto možnost vzali Fernie a Bolton v úvahu. Mě-

ření radiálních rychlostí HD 219 150 provedená na DDO neprokázala však existenci takového blízkého souputníka, jenž by byl k hvězdě gravitačně vázán. Rovněž je velmi nepravděpodobné, že by HD 219 150 byla ve skutečnosti těsnou vizuální dvojhvězdou sestávající z normální hvězdy hlavní posloupnosti třídy F0 a horké hvězdy, nejspíše malého bílého trpaslíka. Tyto závěry byly nedávno podpořeny i výsledky pozorování hvězdy ve vzdálené ultrafialové oblasti spektra provedeného přístroji umístěnými na umělé družici. Ukazuje se totiž, že přebytek ultrafialového záření je markantní i ve velmi daleké oblasti ultrafialového záření, takže je vyloučeno, aby předpokládaná horká složka zářila jako běžné hvězdy a bílí trpaslíci o vysoké teplotě. Záhada hvězdy HD 219 150, hvězdy příliš ultrafialové, tedy trvá i nadále.

Zdeněk Mikulášek

---

## Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

---

### MILIÓNTÝ NÁVŠTĚVNÍK NA HVĚZDÁRNĚ V BRNĚ

Hvězdárna a planetárium M. Kopernika v Brně již dlouhá léta úspěšně pečuje o osvětovou práci v oblasti astronomie nejen v jiho-moravské metropoli, ale i v blízkém i vzdáleném okolí. Dne 12. ledna t. r. uvítali na brněnské lidové hvězdárně milióntého návštěvníka — počítáno od počátku září 1959, kdy bylo planetárium otevřeno. Byl jím žák 7. třídy ZŠ v Merhautově ulici Václav Vašek, jemuž ředitel HaP MK ing. Josef Kohout předal jako upomínku knihu „Vesmír“. Také spolužáci jubilejního návštěvníka dostali upomínkové dárky, takže hodina doplňkové výuky měla skutečně neobvyklý ráz.

Brněnská lidová hvězdárna s planetáriem se stará o šíření nejnovějších vědeckých poznatků z oboru astronomie a příbuzných technických věd a také o výchovu mladé generace k vědeckému světovému názoru. Pracují zde astronomové zaměřeni jak na odborné výzkumné úkoly, tak na pedagogické kulturně výchovné působení. Činnost hvězdárny ve vztahu k veřejnosti se dělí na práci se školní mládeží, učni a studenty v rámci systému Mládež a kultura a na práci s dospělými. Za rok se tu uskuteční více než 1600 akcí, které navštíví kolem pětasedesát tisíc posluchačů. Pro školy je připravena každoročně řada přednášek a pořadů navazujících na školní osnovy.

Dětem planetárium patří každé všední dopoledne, v neděli se mohou v 10 a v 15 hodin přijít s rodiči podívat na filmové



pohádky či grotesky. Večery pak bývají vyhrazeny veřejnosti. Zájem dospělých se hlavně soustřeďuje na středeční přednášky, které hvězdárna pořádá jednou za dva týdny.

Často přichází dvojnásobné množství zájemců, než kolik se jich vejde do přednáškového sálu. V minulém roce se těšily pozornosti návštěvníků například přednášky Raketoplány startují, Slunce — energetická laboratoř zítřka, Život ve vesmíru a Naše galaktická soustava. Řadu příznivců má také pozorování zajímavých objektů dalekohledem, doprovázené odborným výkladem. Tato pozorování se v hvězdárně konají denně ve večerních hodinách a výklad při nich poskytují mladí členové demonstrátorské sekce. Každé úterý, pátek a neděli v 19 hodin jsou v planetáriu pořady pro mládež a pro dospělé. Nikoli nevýznamnou složku kulturně výchovné činnosti Hvězdárny a planetária M. Kopernika v Brně tvoří také kluby mladých astronomů — jakési studijní kroužky pro mladé od 4. třídy základní školy až po střední a vysoké školy. Po absolvování celého cyklu mohou jejich členové působit v sekci demonstrátorů nebo se mohou stát pozorovateli.

To ovšem nejsou zdaleka všechny úkoly brněnské hvězdárny. Uskutečňují se tu semináře pro učitele fyziky a zeměpisu, odborní pracovníci působí metodicky ve vztahu k hvězdárnám a pozorovatelnám v kraji. Velký význam mají výsledky jejich odborné činnosti. Specializují se tu především na pozorování proměnných hvězd a meteorů. Výsledky těchto pozorování jsou často přebírány v zahraničním odborném tisku. Bohatá je rovněž publikační činnost tohoto zařízení, které patří k nejlépe odborně fundovaným v ČSR.

(Podle Rovnosti z 13. 1. 1982)

## PŘIPRAVUJE SE DALŠÍ LETNÍ ŠKOLA ASTRONOMIE

Letní škola astronomie se stala již tradiční akcí pro mladé spolupracovníky hvězdárny a astronomických kroužků. Týdenní soustředění nejlepších účastníků kursů, klubů mladých astronomů a sekcí při hvězdárnách a v kroužcích umožňuje probrat na dostatečné úrovni některý z aktuálních problémů současné astrofyziky. Program letních škol je vyplněn přednáškami, cvičeními a praktiky, přednášejícími jsou vědečtí a odborní pracovníci našich astronomických ústavů a některých hvězdáren. Dosavadních devět letních škol astronomie ukázalo, že tato forma přípravy mladých spolupracovníků je sice náročná (pro pořadatele i účastníky), ale přesto je i dostatečně přitažlivá.

Letošní jubilejní 10. letní škola astronomie, kterou pořádají Hvězdárna a planetá-

rium M. Kopernika v Brně ve spolupráci s lidovou hvězdárnou SZK Ždánice, se uskuteční ve dnech 5.—11. července 1982 ve Ždánicích. Její název je „Astronomie jednoduchými prostředky“. Náplní letní školy bude rozbor vybraných metod a postupů, které může všípělý astronom amatér uplatnit v praxi. Letní školy se mohou zúčastnit mladí lidé ve věku 17—21 let, kteří již zvládli základy astronomie a mají dobrý prospěch v matematice a fyzice. Náklady spojené s účastí na letní škole hradí Hvězdárna a planetárium M. Kopernika, 616 00 Brno, Kraví hora. Na tuto adresu zaslejte i přihlášky k účasti. zp

## Nové knihy a publikace

● *Investigating the Universe* (Výzkum vesmíru). Vydalo nakl. Reidel, Dordrecht, 1981, pod redakcí F. D. Kahna jako 91. svazek Astrophysics and Space Science Library; 458 str., cena \$ 54,50.

Tento svazek série Astrophysics and Space Science, vydávaný nakladatelstvím Reidel v Holandsku, je souborem statí věnovaným pražskému rodáku a odchovanci Karlovy univerzity Zdeňku Kopalovi, profesoru astronomie na univerzitě v Manchesteru, při příležitosti jeho odchodu do výslužby v září 1981. Kdo zná osobně prof. Kopala je překvapen, že tento významný astronom moderní doby, stále plný mladistvého elánu, je již ve věku penzijním. Nicméně je tomu tak, ale jistě to nic nezmění na neutuchající vědecké činnosti oslavence.

Do sborníku přispělo šest nejbližších spolupracovníků a jedenáct bývalých žáků prof. Kopala. Jak poznamenává redaktor sborníku prof. Kahn, výběr autorů nebyl snadný. Během třicetiletého působení na univerzitě v Manchesteru vchoval Kopal veliký počet žáků, kteří dnes tvoří světovou špičku v oboru a všichni by nesporně rádi přispěli závažnými statemi do této knihy. Téma a počet příspěvků byl proto omezen tak, aby kniha jako celek podala výstižný přehled o některých nejzávažnějších problémech současné astronomie a astrofyziky.

Sborník je rozdělen do pěti částí: (1) Objekty s hmotou o vysokých rychlostech (zde je zahrnuta např. dynamika plynu vyvěrající ze středu Galaxie; úderné vlny v mezihvězdné hmotě; kvasary apod.). (2) Systémy těsných dvojhvězd (nejvlastnější téma Kopalových vědeckých prací). Zde je nejzajímavější článek Battenův, který popisuje historii výzkumu tohoto problému. (3) Nebeská mechanika. (4) Sluneční systém. (5) Modely galaxií.



Sborník velmi dobře ilustruje nejen podíl Kopalův na řešení některých diskutovaných témat, ale i jeho bezprostřední a podmanivý přístup k spolupracovníkům a studentům. M. A. Dopita, jeden z nejmladších příspěvů sborníku vzpomíná, že když jako neznámý student požádal o přijetí na postgraduální studium do Manchesteru, Kopal si s ním sjednal schůzku u náhrobku I. Newtona ve Westminsterské katedrále, kam se dostavili i ostatní uchazeči. Přijímací pohovor, ostatně velmi věcný a přátelský, se odbyval na tomto nezvyklém místě až do večerních hodin, kdy se katedrála uzavírala.

Kniha je tedy nejen výborným zdrojem informací o současném stavu diskutovaných problémů, ale dává nahlédnout do neznámých a jedinečných okamžiků historie vědeckého života. V. Vanýsek

● *Strategies for the Search for Life in the Universe*. Nakl. D. Reidel, Dordrecht etc. 1980, str. 258, brož. \$ 14,95. — Otázka existence či neexistence života ve vesmíru mimo Zemi je jistě velmi zajímavá, i když nelze říci, že by byla zrovna v popředí zájmu současné astronomie. Problematika možnosti života ve vesmíru zajímá odborníky z mnoha oblastí vědy, avšak zřejmě především autory vědecko-fantastické literatury. Nicméně u příležitosti sjezdu Mezinárodní astronomické unie v r. 1979 v Montrealu bylo uspořádáno společné zasedání komisí 16, 40 a 44 IAU, věnované otázkám spojeným s hledáním života ve vesmíru. Organizační komitét měl 12 členů, zasedání se zúčastnilo 35 odborníků a přednesené referáty přináší recenzovaná publikace, vydaná jako 83. svazek sbírky *Astrophysics and Space Science Library* Reidlova nakladatelství. Publikaci vydal M. D. Papagianis a je rozdělena na tři části: Počet pokročilých civilizací v naší Galaxii a otázka kolonizace Galaxie, Strategie hledání civilizací pomocí rádiových vln, Vyhledávání planet a hledání života v jiných slunečních systémech. O jednotlivých příspěvcích se zde nemůžeme podrobněji zmiňovat, uvedme jen, konference nic zásadně nového nepřinesla — otázka existence života ve vesmíru mimo Zemi měla, má a bude mít vždy své obhájce a odpůrce, kteří přinášejí argumenty pro i proti. To se projevilo i v přednesených referátech. V celku však situace vypadá tak, že možnosti existence života (alespoň takového, který si ze svého geocentrického hlediska dovedeme představit), jsou ve známé části vesmíru nepatrné a tedy snahy o hledání jiných civilizací (a navázání s nimi nějakých kontaktů) jsou minimální. To však na druhé straně neznamená, že by se nemělo ve výzkumu možnosti existence mimozemského života pokračovat, protože ani překvapení nelze zcela vyloučit. J. B.

● F. Latka: *Minilexikon matematiky*. Vyd. Alfa, Bratislava 1981; str. 160, obr. 5; brož. Kčs 5,—. Není nejmenších pochyb o tom, že systematicky uspořádaný přehled pravidel a vzorců matematiky je příručkou velmi užitečnou — svědčí o tom již 9. vydání recenzované publikace, jejíž překlad vyšel také v Bulharsku a v Maďarsku. Dočkali se nějaká příručka během deseti let (první vydání *Minilexikonu* vyšlo v r. 1971) tolika vydání, svědčí to nepochybně o její dobré úrovni. Celkově lze říci, že *Latkův Minilexikon matematiky*, zaměřený především na studenty středních škol, je jistě vhodnou příručkou i pro všechny, kteří v denní praxi matematiku potřebují. Proti dřívějším vydáním bylo 9. vydání rozšířeno o základy maticového počtu; početný okruh zájemců o astronomii by jistě uvítal, kdyby v dalším vydání byly i základní vzorce ze sférické trigonometrie, které dnes nelze najít v žádné naší všeobecně dostupné příručce. *Latkovu Minilexikonu matematiky* přejeme mnohá další vydání a na lepším papíru než na jakém vyšlo poslední vydání. J. B.

● *Fundamental Problems in the Theory of Stellar Evolution* (Základní problémy teorie hvězdného vývoje). IAU Symposium 93. Pod redakcí D. Sugimota, D. Q. Lamba a D. N. Schramma vydal D. Reidel, Dordrecht, Holandsko 1981; 347 stran, cena váz. \$ 47,50, brož. \$ 21,—. — Ve dnech 22. až 25. června 1980 se konalo na univerzitě v Kyotu v Japonsku sympozium (v pořadí devadesáté třetí) Mezinárodní astronomické unie věnované základním problémům současných teorií o vývoji hvězd. Úplné znění přehledných referátů a výtahy z jednotlivých příspěvků, včetně diskusí k nim, uspořádali a zredigovali Sugimoto, Lamb a Schramm do jednoho z dalších sborníků sympozií IAU vydávaných holandským nakladatelstvím Reidel v Dordrechtu. Příspěvky jsou rozděleny do 7 tematických skupin tvořících jednotlivé kapitoly tohoto sborníku: 1 — Vznik hvězd v rotujícím plynném oblaku s magnetickým polem. 2 — Vývoj a vznik dvojhvězd před hlavní posloupností. 3 — Vznik slunečního systému. 4 — Výměna hmoty v těsných dvojhvězdách a hvězdný vývoj. 5 — Akrece hmoty na kompaktní hvězdy, explozivní jevy a nukleosyntéza. 6 — Vliv rotace magnetického pole na vývoj hvězd. 7 — Exploze supernov, vznik neutronových hvězd a černých děr. Většinou jde o témata, která zdaleka nejsou nová, ale vzhledem k tomu, že lze na samočinných počítačích modelovat procesy ve hvězdách s velkou variabilitou vstupních dat, jsou jednotlivá řešení hlavních i dílčích otázek mnohem blíže realitě než tomu bylo před 20 lety. V závěrečné diskusi vzpomíná jeden ze starších účastníků sympozií, že koncem padesátých let potřeboval k řešení vývoje hvězdy s velkou hmotností (po opuštění hlavní posloupnosti) celkem 2 roky. V současné době tento problém řeší běžný samočinný počítač



během několika desítek minut. Jak patrně již z přehledu jednotlivých kapitol, tématika symposia byla tak široká, že nelze očekávat, aby v poměrně nevelkém svazku byly všechny otázky do všech podrobností probírány. Základní informace o současném stavu výzkumu jednotlivých směrů jsou obsaženy v přehledových referátech, jejichž autory byli známí odborníci (Bodenheimer, Mouschovias, Lucy, Tutukov, van den Heuvel, Mestel, Kiepenhahn, J. C. Wheeler aj.). Ostatní příspěvky (z 30 % od japonských autorů) jsou často velmi stručné a někdy nepřesahují rozsah delšího abstraktu; většinou poskytují informace toliko o tom, čím se jednotliví autoři zabývají. U některých referátů podstatné objasnění problémů pochopí čtenář teprve z přípojeného záznamu diskuse. Symposium bylo

uspořádáno u příležitosti šedesátých narozenin C. Hayashiho, významného japonského teoretického astrofyzika, profesora univerzity v Kyotu, který v roce 1962 první popočítal model posuvu hvězdy před dosažením hlavní posloupnosti v diagramu spektrum—zářivost. Hayashi sám přispěl do tohoto symposia přehledovou přednáškou o teorii vzniku planet. Je ostatně příznačné, že v současné době problematika vzniku a vývoje hvězd se již tak přísně neodděluje od otázek vzniku sluneční soustavy jako tomu bylo dříve. Sborník z 93. symposia IAU, přes určitou stručnost některých příspěvků, je nesporně nepostradatelným přehledem o současném stavu stěžejní problematiky moderní astrofyziky.

V. Vanýsek

## Souhvězdí severní oblohy

**KOMPAS**, Pyxis (Pyxidis), Pyx  
**HYDRA** (část), Hydra (-ae), Hya  
**VÝVĚVA**, Antlia (-liae), Ant  
**POHÁR**, Crater (-teri), Crt  
**PLACHTY**, Vela (Velorum), Vel

### HVĚZDY

GC	Název	<i>m</i>	$\alpha$ (1975,0)	$\mu$ ( $\alpha$ )	$\delta$ (1975,0)	$\mu$ ( $\delta$ )	Sp	$\pi$	<i>R</i>	Pozn.
				(10 <sup>-3</sup> )s		(10 <sup>-3</sup> )"		(10 <sup>-3</sup> )"	km/s	
11923	$\beta$ Pyx	3,98	8h39,1m	+1	-35°13'	-18	G5 III	11±10	-15	
12018	$\alpha$ Pyx	3,69	8 42,6	-1	-33 06	+11	B1, 5 III	7	+15	
12216	$\gamma$ Pyx	4,01	8 49,5	-10	-27 37	+83	K3 III	25±10	+25	
12097	12 D Hya	4,32	8 45,2	+1	-13 27	-15	G8 III	8±6	-8v	s
13570	39 $\nu$ Hya	4,11	9 50,3	+1	-14 44	-29	G2 III	16±7	-15	
13982	41 $\lambda$ Hya	3,61	10 09,4	-14	-12 14	-93	K0 III	14±10	+19v	s
14326	42 $\eta$ Hya	3,79	10 24,9	-9	-16 43	-81	K5 III	13±7	+40	
14398	$\nu$ Hya	3,11	10 48,4	+7	-16 04	+199	K2 III	22±9	-1	
15845	$\xi$ Hya	3,54	11 31,8	-16	-31 43	-47	G7 III	19±10	-5	
16258	$\beta$ Hya	4,28	11 52,0	-4	-33 46	-2	B9 IV	10	-1	D
13091	$\epsilon$ Ant	4,51	9 28,2	+2	-35 51	-9	M0 III	8	+22	
14352	$\alpha$ Ant	4,25	10 26,0	-6	-30 56	+8	K4, 5 III	17±10	+13v	
15106	7 $\alpha$ Crt	4,07	10 58,6	-32	-18 10	+132	K0 III	24±8	+47	
15385	11 $\beta$ Crt	4,48	11 10,4	0	-22 41	-104	A2 III-IV	45±10	+6v	
15567	12 $\delta$ Crt	3,56	11 18,1	-45	-14 39	+199	G8 III-IV	19±6	-5	
15669	15 $\gamma$ Crt	4,08	11 23,6	-7	-17 33	-1	A7 IV-V	22±6	+1	D

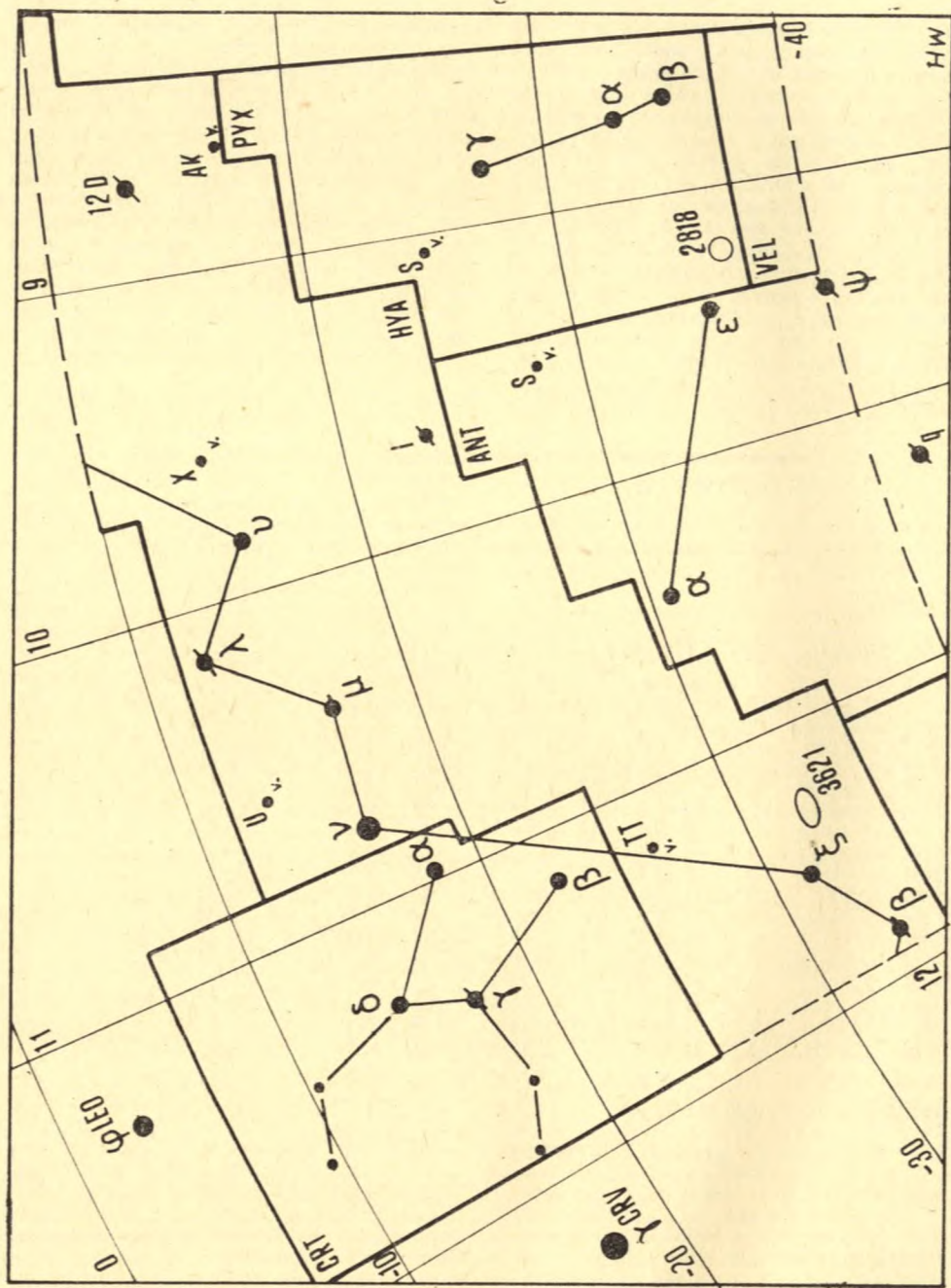
### DVOJHVĚZDA (slabší 4,5<sup>m</sup>)

GC	Název	$\alpha$ (1975,0)	$\delta$ (1975,0)	<i>m</i>	<i>m</i> <sub>1</sub>	<i>m</i> <sub>2</sub>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>E</i>
13373	1 Hya	9h40,1m	-23°29'	4,74	4,8	8,1	292°	54,4	1904

### PROMĚNNÉ HVĚZDY

Název	$\alpha$ (1975,0)	$\delta$ (1975,0)	max.	min.	Perioda (dny)	Typ	Spektrum
S Pyx	9h04,0m	-24°59'	8,0v	14,0v	206,60	M	M3e
AK Hya	8 38,8	-17 13	7,8p	8,2p	112?	SRb	M4 III
X Hya	9 34,3	-14 35	8,0v	13,6v	302,44	M	M7e
U Hya	10 36,3	-13 15	7,9p	9,2p	—	Ib	N2(C7+)
TT Hya	11 12,0	-26 20	7,7p	9,5p	6,9534	EA	A3e+dG6p
S Ant	9 31,2	-28 31	6,8p	7,31p	0,6483	EW	A8





#### DALŠÍ OBJEKTY

NGC	M	$\alpha$ (1975,0)	$\delta$ (1975,0)	Druh
3821	—	11h17,1m	-32°40'	G
2818/A	—	9 15,0	-36 30	M

Vysvětlení k mapce i k tabulkám bylo otištěno v *ŘH* 63, 18+21; 1/1982.

O Hlad, J. Weislová



## Úkazy na obloze v květnu 1982

Slunce vychází 1. května ve 4<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>18<sup>m</sup>. Dne 31. května vychází ve 3<sup>h</sup>57<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>59<sup>m</sup>. Za květen se prodlouží délka dne o 1 hod. 21 min. a polodní výška Slunce nad obzorem se zvětší o 7°, z 55° na 62°.

Měsíc je 8. V. v 1<sup>h</sup>45<sup>m</sup> v úplňku, 16. V. v 6<sup>h</sup>11<sup>m</sup> v poslední čtvrti, 23. V. v 5<sup>h</sup>41<sup>m</sup> v novu a 29. V. ve 21<sup>h</sup>07<sup>m</sup> v první čtvrti. Odzemím prochází Měsíc 11. května, přizemím 24. května. Během května nastanou konjunkce Měsíce s těmito planetami: 4. V. v 6<sup>h</sup> s Marsem, 5. V. ve 14<sup>h</sup> se Saturnem, 6. V. ve 22<sup>h</sup> s Jupiterem, 9. V. v 8<sup>h</sup> s Uranem, 11. V. v 9<sup>h</sup> s Neptunem, 20. V. ve 3<sup>h</sup> s Venuší, 24. V. ve 14<sup>h</sup> s Merkurem a 31. V. ve 14<sup>h</sup> opět s Marsem.

Merkur je pozorovatelný večer nízko nad severozápadním obzorem krátce po západu Slunce asi do 24. května. Od 1. do 20. května zapadá mezi 21<sup>h</sup>13<sup>m</sup>—21<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, dne 31. května již v 19<sup>h</sup>56<sup>m</sup> (tedy současně se Sluncem). Nejvhodnější pozorovací podmínky jsou kolem 8.—9. května, protože 9. V. v 1<sup>h</sup> je Merkur v největší východní elongaci, 24° od Slunce. V době od 1. do 20. května se zmenšuje jasnost Merkura z -0,3<sup>m</sup> na 1,7<sup>m</sup>, 31. května je jasnost Merkura 3,2<sup>m</sup>. Dne 10. V. v 11<sup>h</sup> nastává konjunkce Merkura s Aldebaranem, při níž bude planeta 8° severně od hvězdy a 21. května je Merkur stacionární (začíná se pohybovat zpětným směrem).

Venuše je na obloze ráno před východem Slunce nízko nad severovýchodním obzorem. Počátkem května vychází ve 3<sup>h</sup>21<sup>m</sup>, koncem měsíce ve 2<sup>h</sup>32<sup>m</sup>. Během května se zmenšuje jasnost Venuše z -3,7<sup>m</sup> na -3,5<sup>m</sup>. Dne 20. května prochází Venuše odsluním.

Mars je v souhvězdí Panny, nejvhodnější pozorovací podmínky jsou ve večerních hodinách, kdy planeta kulminuje. Zapadá počátkem května ve 3<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, koncem měsíce již v 1<sup>h</sup>36<sup>m</sup>. Během května se zmenšuje jasnost Marsu z -0,7<sup>m</sup> na -0,1<sup>m</sup>. Počátkem května se Mars pohybuje zpětným směrem, 13. V. je v zastávce a pak se pohybuje přímo.

Jupiter je v souhvězdí Panny a nejvhodnější pozorovací podmínky jsou večer, kdy planeta kulminuje. Počátkem května Jupiter zapadá ve 4<sup>h</sup>38<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 2<sup>h</sup>34<sup>m</sup>. Během května se zmenšuje jasnost Jupitera z -2,0<sup>m</sup> na -1,9<sup>m</sup>.

Saturn je rovněž v souhvězdí Panny a nejvhodnější pozorovací podmínky jsou taktéž ve večerních hodinách, kdy planeta kulminuje. Počátkem května zapadá ve 4<sup>h</sup>12<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 2<sup>h</sup>11<sup>m</sup>. Jasnost Saturna se během května zmenšuje z 0,6<sup>m</sup> na 0,8<sup>m</sup>.

Uran je v souhvězdí Stíra. Dne 24. května je v opozici se Sluncem a tak je po celý měsíc ve výhodné poloze k pozorování. Dne 1. května vychází ve 21<sup>h</sup>14<sup>m</sup> a zapadá v 5<sup>h</sup>48<sup>m</sup>, dne 31. května vychází v 19<sup>h</sup>05<sup>m</sup> a zapadá ve 3<sup>h</sup>43<sup>m</sup>. Uran má jasnost 5,8<sup>m</sup>.

Neptun je v souhvězdí Střelce. Nejvhodnější pozorovací podmínky jsou v časných ranních hodinách, kdy kulminuje. Počátkem května vychází ve 23<sup>h</sup>01<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 21<sup>h</sup>00<sup>m</sup>. Neptun má jasnost 7,7<sup>m</sup>.

Pluto je po opozici se Sluncem z 15. dubna v květnu v příhodné poloze k fotografickému pozorování. Je v souhvězdí Panny, poblíže rozhraní se souhvězdím Boota. Pluto kulminuje před půlnocí, zapadá počátkem května v 5<sup>h</sup>56<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 3<sup>h</sup>56<sup>m</sup>. Pluto má jasnost 13,7<sup>m</sup>. (Pluta, podobně jako Urana a Neptuna můžeme vyhledat podle efemerid z Hvězdářské ročenky 1982; pro Urana a Neptuna jsou uvedeny i orientační mapky.)

Meteory. Ve večerních hodinách 5. května nastává maximum činnosti  $\eta$ -Aquarid; roj je v činnosti asi od 21. dubna do 12. května a v době maxima lze pozorovat kolem 30 meteorů tohoto roje za hodinu. Pozorovací podmínky však letos nejsou příznivé, protože v době maxima činnosti roje je Měsíc krátce před úplňkem. Ke konci května bude možno pozorovat meteory příslušející roji  $\tau$ -Herculid, jejichž maximum nastává 3. června.

Planetky. Dne 10. května je v opozici se se Sluncem (1) Ceres; asteroid má jasnost asi 6,7<sup>m</sup> a může být snadno fotograficky zachycen podle efemeridy v HR 1982 (str. 115). Dne 22. května je (2) Pallas v zastávce (začíná se pohybovat přímo směrem). Během května dojde k několika konjunkcím jasnějších planetek s jasnějšími hvězdami; budou to vhodné příležitosti k fotografickému zachycení asteroidů. Dne 1. V. v 11<sup>h</sup> se přiblíží (2) Pallas (8,3<sup>m</sup>) ke hvězdě 35 Com (5,1<sup>m</sup>) na 63' východně, dne 12. V. ve 12<sup>h</sup> bude (1) Ceres (6,7<sup>m</sup>) pouze 10' severně od hvězdy  $\beta$  Lib (2,7<sup>m</sup>) a téhož dne v 19<sup>h</sup> se přiblíží (4) Vesta (7,3<sup>m</sup>) na 28' severně k  $\epsilon$  Cap (4,3<sup>m</sup>). Vesta bude o půlnoci 29./30. května v konjunkci s  $\gamma$  Cap (3,8<sup>m</sup>) — vzdálenost planetky od hvězdy bude 42' (severně). Planetka Ce-



res se přiblíží 31. května v 1<sup>h</sup> na 58' jižně ke hvězdě  $\delta$  Lib (4,8<sup>m</sup>).

Východy a západy planet uvedené v tomto přehledu platí pro průsečík 50° rovnoběžky severní šířky a 15° polední východně od Greenwiche. Časové údaje jsou uváděny v čase středoevropském a jak je známo každému amatéru, platí, že letní čas = SEČ + 1<sup>h</sup>. J. B.

● Koupím: Somet Binar nebo Monar 25X100, v dobrém optickém i mechanickém stavu, event. pouze samotný objektiv; časopis Říše hvězd, ročníky 1 až 20 a číslo 9/1947, číslo 6/1957, číslo 8/1963, číslo 9/1973, číslo 9/1981, event. uálně celé ročníky; knihy od V. a J. Erhartových — Amatérské astronomické dalekohledy, Amatérské fotografické komory a Praktická astronomická optika; od J. Klepešty — Astronomická fotografie pro amatéry; od A. Bečváře — Atlas Coeli 1950,0 s katalogem, vše v zachovaném stavu, za jakoukoliv rozumnou cenu, velmi nutně potřebuji. Dále koupím různé optické součásti, objektivy, okuláry, hranoly, zrcadla i nedokončená, skleněné kotouče i desky, brusné prášky, leštící rouge apod. Nabídněte. — Svatopluk Weingärtner, Armádní 408, 185 00 Praha 6.

● Koupím pohlínkované pomocné eliptické zrcátko  $\varnothing$  73 mm, tloušťky skla 18 mm, ohniskové vzdálenosti 350 mm, pro Gregoryho dalekohled. — P. Dzik, 739 96 Nydek 408.

● Koupím zrcadlo na dalekohled Newton  $\varnothing$  150—300 mm,  $f = 1500$ —2500 mm, dále achromatický objektiv  $\varnothing$  80—100 mm,  $f = 500$  až 1200 mm; nabídněte. — Ing. Dušan Frömmer, Pražská 11, 737 01 Český Těšín.

● Koupím disk skla o průměru kolem 30 cm přiměřené tloušťky. Uveďte rozměry a cenu. — Radek Fraňo, U stadionu 8, 350 02 Cheb.

● Koupím knihy: J. Bouška: Astronomie jednoduchých prostředků, J. a V. Erhartové: Amatérské astronomické dalekohledy, Amatérské astronomické fotografické komory, J. Klepešta: Astronomická fotografie pro amatéry, i jinou astronomickou literaturu. (Zašlete seznam.) — Tomáš Novotný, Pátek 34, 290 01 Poděbrady.

● Koupím kvalitní astronomické zrcadlo  $\varnothing$  150—300 mm,  $F$  1500—3000 mm. Uveďte cenu. — Dalibor Hanžl, Úvoz 118, 602 00 Brno.

● Prodám jemně vybroušená, ale neleštěná astro-zrcadla ze simaxu o různých světelnostech o  $\varnothing$  200 mm/sf 20 mm a další o  $\varnothing$  250 mm/30 mm bez děr i s dírami pro Cassegr. Dále nabízím kompl. vybavení pro broušení astro-zrcadel: autom. bruska-leštička do  $\varnothing$  30 cm, podložky s radiusy, sférometry atd. — R. Sedlák, Košice, Výstavby č. 1.

● Prodám kompletní optickou soustavu těchto parametrů: 1. čočka  $\varnothing$  100 mm, ohnisko 470 mm; 2. čočka  $\varnothing$  30 mm, ohnisko 60 mm; 3. čočka  $\varnothing$  25 mm, ohnisko 25 mm. 2+3 čočka dioptrie 50, ohnisko 20 mm. — MUDr. Milan Mourek, Sídliště 1922, 288 00 Nymburk.

J. Grygar a M. Karlický: Půlstoletí radioastronomie — K. Sandler: Výpočet dráhy ze tří pozorování — J. Šilhán: Dvacet let pozorování zákrtyových proměnných na čs. lidových hvězdárnách — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v květnu 1982

## СОДЕРЖАНИЕ

Й. Григар и М. Карлицки: Пол столетия радиоастрономии — К. Сандлер: Определение орбиты из 3 наблюдений — Й. Шилган: 20 лет наблюдений затменных переменных звезд на Чехословацких народных обсерваториях — Краткие сообщения — Рецензии — Явления на небе в мае 1982 г.

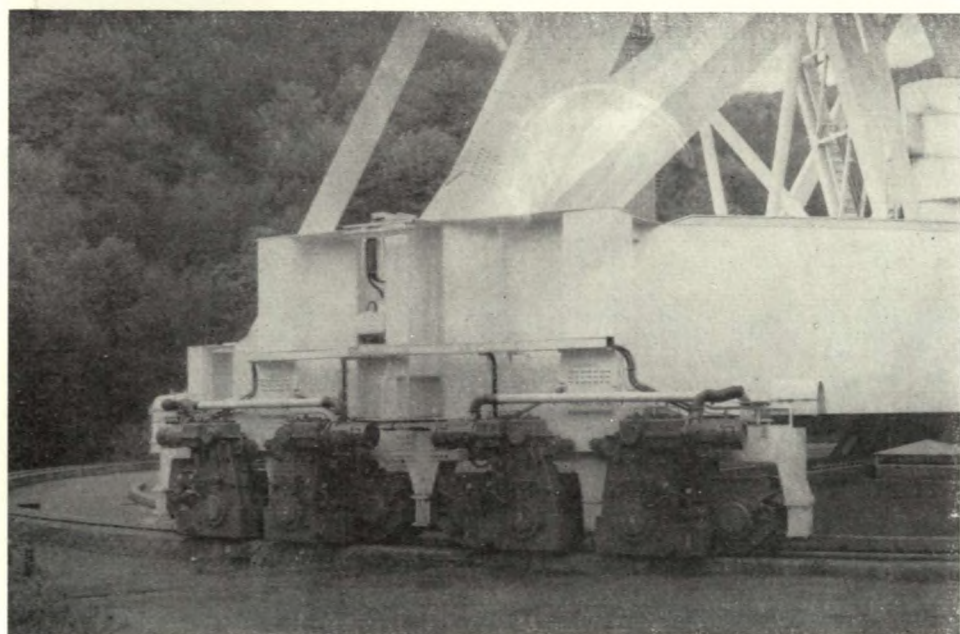
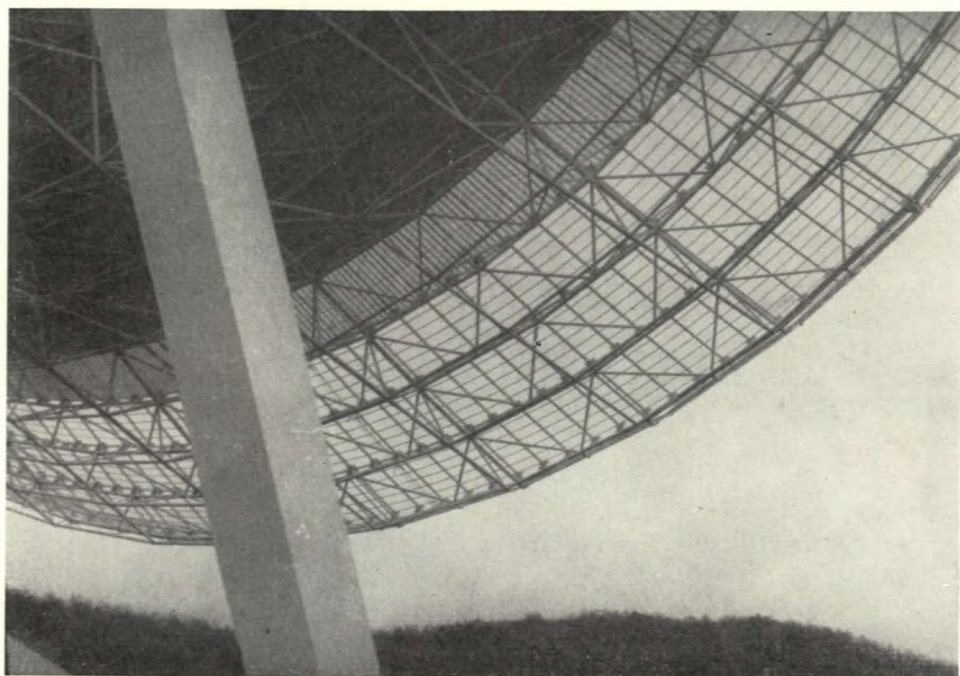
## CONTENTS

J. Grygar and M. Karlický: Five Decades of Radio Astronomy — K. Sandler: Determination of the Orbit From Three Observations — J. Šilhán: The 20th Anniversary of the First Eclipsing Binary Observation in the Czechoslovak Public Observatories — Short Communications — Book Reviews — Phenomena in May 1982

## ISSN 0035-5550

Říší hvězd řídí redakční rada: Doc. Antonín Mrkos, CSc. (předseda redakční rady); doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc. (výkonný redaktor); RNDr. Jiří Grygar, CSc.; prof. Oldřich Hlad; člen korespondent ČSAV RNDr. Miloš Kopecký, DrSc.; ing. Bohumil Maleček, CSc.; prof. RNDr. Oto Obůrka, CSc.; RNDr. Jan Štohl, CSc.; technická redaktorka Věra Suchánková. — Vydává ministerstvo kultury ČR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Hálkova 1, 120 72 Praha 2. — Tisknou Tiskařské závody, n. p., závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2. — Vychází dvanáctkrát ročně, cena jednotlivého čísla Kčs 2,50, roční předplatné Kčs 30,—. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS-ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. — Příspěvky, které musí vyhovovat Pokynům pro autory [viz RH 61, 24; 1/1980], přijímá redakce Říše hvězd, Svědská 8, 150 00 Praha 5. Rukopisy a obrázky se nevracejí. — Toto číslo bylo dáno do tisku 10. února, vyšlo v březnu 1982.





*Radioteleskop v Effelsbergu. Nahoře je část antény, dole jeden z podvozků umožňujících pohyb v azimutu. (Foto J. Bouška.)*





47 281

6350-1178