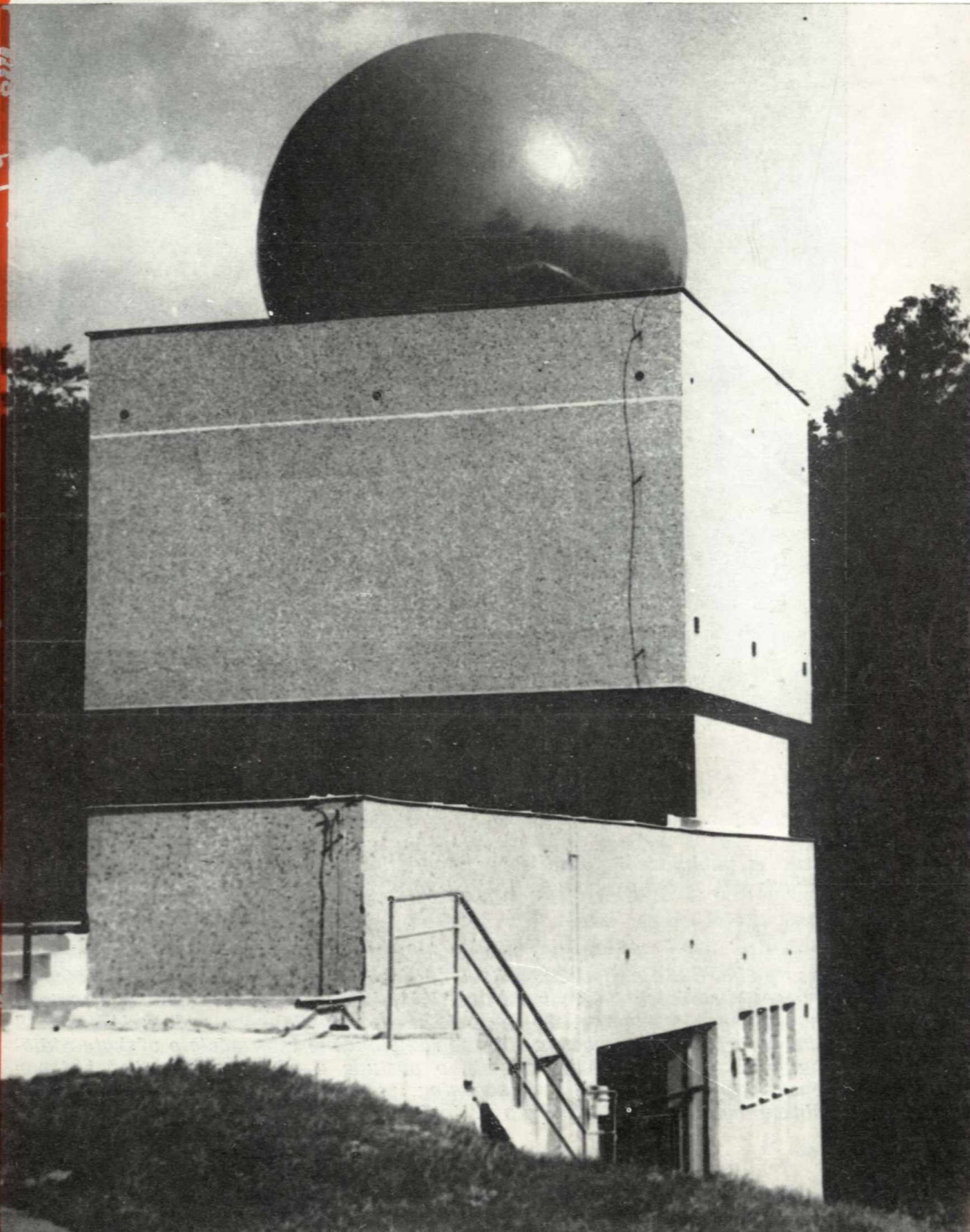
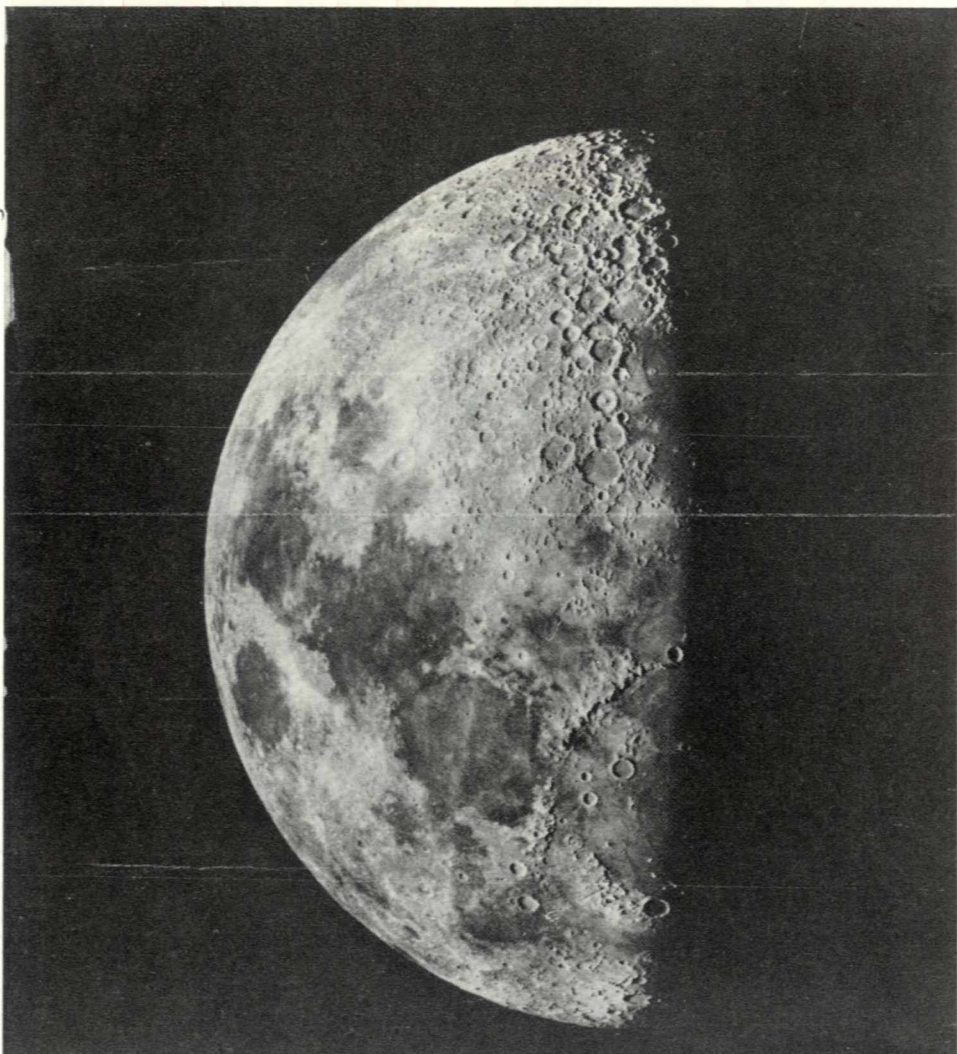


2 \* 1985

2,50 Kčs

# ŘÍŠE HVĚZD





*Ukázka z publikace Fotografischer Mondatlas, kterou recenzujeme na str. 38.  
(Snímek Měsíce byl exponován 9. III. 1976, stáří 8,75 dne.)*

*Na snímke na 1. str. obálky je budova Národného centra pre rádiolokačnú meteorológiu ČSSR a dispečingu Regionálneho centra pre rádiolokačnú meteorológiu socialistických krajín v Európe. Pod sklolaminátovou kupolou je umiestnená anténa s priemerom 4,5 m sovietskeho dvojvlňového radaru MRL-5 (3,0 a 10,0 cm). Pracovisko vysiela zlúčené rádiolokačné informácie o výskyte rádiového obláčnosta a intenzite zrážok, o postupe a vývoji nebezpečných javov počasia, ktoré sú spojené s obláčnosťou, prostredníctvom dlhovlnového faksimilového vysielača OLT-22. (Foto A. Vojček).*



# Co bylo, když nebylo „nic“

Vesmír, ve kterém žijeme, má nejbohatší spektrum vlastností a prodělal velice složitý vývoj. Přitom nás může zaskočit otázka, zda není pro nás — nepochybně vysoce organizované bytosti, obývající nepatrnou, leč do jisté míry unikátní planetu — jen pouhým zdáním? Je vskutku vesmír jenom poznatelnou hmotnou substancí, nezávislou na našem vědomí? Jinak řečeno, mohl by být vesmír úplně jiný, s jinými zákony? Jistě, mohl by, ale ...

Je zřejmé, že ne všude ve vesmíru by mohla existovat tak složitá a vysoce organizovaná forma vývoje hmoty jakou je život. Kdysi, když ještě bylo vědecké poznání v začátcích, tvrdil W. Herschel s opravdovou vážností, že na Slunci žijí rozumní tvorové, kteří se skulinami v oslnivě zářících oblacích fotosféry (pozorované ze Země jako temné skvrny) mohou kochat hvězdným nebem ... Připomínám, že i Newton považoval Slunce za obydlené. V raných stádiích rozpínání pozorovatelného vesmíru v něm přirozeně život být nemohl. Vždyť pro život je především nutný soubor velmi složitých makromolekul, které tehdy s ohledem na ničivě vysokou teplotu a nedostatek těžších prvků nemohly existovat. Těžké prvky vznikaly mnohem později, díky vývoji hvězdných niter a zejména pak následkem výbuchů hvězd — vzplanutí supernov, bez nichž by se ve vesmíru neobjevila ani jádra železa ani hemoglobin a četné další pro život neméně důležité substance.

Už v padesátých letech našeho století upozornil známý sovětský kosmolog A. L. Zelmanov na překvapující „seřizení“ vlastností vesmíru umožňující rozvoj života, a doplnil svou úvahu názorem, že jiné vesmíry (jestliže existují) se vyvíjejí „beze svědků“. Týmž problémem se zabýval i americký fyzik R. H. Dicke a posléze také sovětský odborník I. L. Rozentál.

Názor, podle něhož pozorujeme vesmír právě takový jaký je prostě proto, že v něm existujeme (kdežto v jiných vesmírech existovat nemůžeme), dostal název „antropický princip“. Jeho podstata spočívá v tom, že život (tedy i my) — je neoddelitelnou součástí vesmíru a přirozeným důsledkem jeho vývoje. Zcela odůvodněně pak můžeme prohlásit, že „vesmír — to jsme my“, a nemusíme se divit, že je tak nádherně přizpůsoben životu.

Rád bych objasnil antropický princip na několika příkladech. I. L. Rozentál shrnuje, že veškerá struktura vesmíru a jeho vývoj je definován sedmi číselnými hodnotami: čtyřmi interakčními konstantami, dále poměry  $m_e/m_N$  a  $\Delta m_N/m_N$  [kde  $m_e$  je hmotnost elektronu a  $m_N$  střední hmotnost nukleonů;  $\Delta m_N = (m_n - m_p)c^2$ , kde  $m_n$  a  $m_p$  jsou hmotnosti neutronu a protonu] jakož i číslem  $N$  — dimenzí fyzikálního prostoru. Vůči těmto „sedmi fundamentálním číslům“ je struktura vesmíru nestálá: poměrně nevelké změny jejich hodnot sebou přinášejí radikální změny podstaty vesmíru. Kdyby například nebyla hmotnost elektronu podstatně menší než hmotnost nukleonů, neproběhla by ve vesmíru syntéza deuteria a hvězdy by nikdy nemohly zářit. Energie potřebná k syntéze deuteronu (jádra těžkého nuklidu vodíku)  $E_\alpha = 2,2$  MeV není velká, ale přece jen je větší než  $\Delta m_N = 1,3$  MeV. Kdyby  $\Delta m_N$  bylo dvakrát větší, nemohl by deuteron existovat jako stabilní částice a nukleosyntéza by nebyla



možná! Z průběhu reakcí syntézy  $p+p \rightarrow d+e^+ + \nu$  vyplývá, že hmotnost elektronu musí být menší než  $E_e/2c^2 = 1,1 \text{ MeV}/c^2$ . Tento požadavek je splněn takřka na hranici: kdyby hmotnost elektronu byla pouze dvakrát větší, nukleosyntéza ve vesmíru by neproběhla. Připomeňme, že v porovnání s ostatními elementárními částicemi (baryony, mezony i některými leptony) je hmotnost elektronu neuvěřitelně malá. Navíc z ničeho předem nevyplývá, že nejlehčí (a proto stabilní) lepton (jakým se jeví elektron) musí mít tak nepatrnou hmotu. Rovněž rozdíl  $\Delta m_N$  je anomálně malý.

Uveďme ještě jeden příklad: Kdyby se velikost konstanty silné jaderné interakce zvětšila třeba jen o 10 %, pak by neobyčejně rychle proběhla reakce  $p+p \rightarrow {}^2\text{He} + \gamma$ , a klíčová reakce vesmírné nukleosyntézy  $p+p \rightarrow d+e^+ + \nu$  by byla potlačena! V tom případě by se veškerý vodík v raných stádiích vývoje vesmíru přeměnil na hélium. Život v takovém vesmíru, kde by mimo jiné nebyla voda, je nemyslitelný. Dokonce i nepatrná změna konstanty silné jaderné interakce by zabránila průběhu „trojnásobné“ reakce  $3 {}^4\text{He} \rightarrow {}^{12}\text{C}$ , významné pro nukleosyntézu. V tom případě by všechna atomová jádra s nábojem větším než dva ve vesmíru chyběla!

Žijeme v trojrozměrném prostoru. Je to náhoda, nebo nutnost? Na tuto běžnou „dětskou“ otázku můžeme odpovědět už nyní; zabýval se jí totiž vynikající rakouský fyzik P. Ehrenfest, nějaký čas žijící a pracující v SSSR. Na základě klasické Gaussovy teorie obdržel jednoduché vyjádření pro vzájemné působení bodových zdrojů v  $N$ -rozměrném prostoru:  $F \sim 1/(r^{N-1})$ . Ehrenfestova analýza stability dvou těles, vzájemně na sebe působících na základě tohoto zákona, vedla k závěru, že při  $N > 3$  neexistují stabilní stavy a při  $N \leq 2$  dochází k pohybům pouze v ohraničené oblasti. (Připomeňme ještě, že na základě obecné teorie relativity neexistuje gravitační působení těles při  $N \leq 2$ .) Pouze při  $N = 3$  je možný jak „vázaný“ tak i „disociovaný“ („nekonečný“) pohyb, jak tomu právě je v pozorovaném vesmíru. Z tohoto hlediska je trojrozměrný prostor zcela speciálním prostorem — jenom v něm mohou existovat atomy i planetární soustavy!

Pokud nechceme opustit materialistické stanovisko, nemůžeme uvažovat o tom, že vesmír vznikl speciálně jen proto, aby v některé etapě jeho vývoje a v určitých časoprostorových oblastech vznikl život, ba dokonce rozumný život. Jaký závěr odtud vyplývá? Pouze jediný: musíme se smířit s tím, že námi pozorovaný vesmír neexistuje — abych tak řekl — v jednom vydání, ale že souběžně existuje mnoho, či nejspíš nekonečně mnoho různých vesmírů! Většina těchto vesmírů je pustá; to znamená bez života. Pouze neuvěřitelně vzácně, tj. s nepatrnou pravděpodobností vznikají mezi nimi objekty více či méně podobné našemu podivuhodnému a překrásnému vesmíru.

Tímto předpokladem, který nám diktuje logika i filozofie, v podstatě absolvujeme kvalitativní skok, o nic menší než přechod od čistě „okolosluneční“ astronomie 16.—17. století ke galaktické nebo dokonce metagalaktické astronomii. Zdá se být účelné zavést představu nekonečné mnohotvárnosti, zahrnující v sobě nespočítatelně množství nejrozmanitějších vesmírů, z nichž každý je charakterizován odlišným souborem interakčních konstant a fundamentálních fyzikálních veličin. Tuto obecnou představu lze nazvat „svět“, ale snad by se lépe hodil termín „Metavesmír“.

Musíme však připomenout jednu důležitou okolnost, charakteristickou pro poslední „vrstvu“ námi poznávaného kosmu, která jej značně odlišuje od metagalaxie. Početné a neuvěřitelně mnohotvárné objekty Metavesmíru jsou vlastně v principu nepozorovatelné; jsou za hranicemi „horizontu událostí“. Nemůžeme je například propojit světelnými signály, takže lze říci, že každý z vesmírů



je prakticky ostře izolován. Nabízí se tedy otázka, má-li smysl mluvit o kategoriích v principu nepozorovatelných? Není to planá otázka; vřdyt kvantová teorie jednoduše „stáhla z oběhu“ všechno, co je v principu nepozorovatelné (dejme tomu model orbitálního pohybu elektronů v atomu). Domnívám se však, že v případě Metavesmíru je situace odlišná od kvantové teorie. Jde o to, že překvapující zákonitosti našeho vesmíru, o kterých jsme hovořili, můžeme pochopit pouze cestou zapojení kategorií Metavesmíru. Navíc nemůžeme při současné úrovni vědy s plnou odpovědností tvrdit, že ostatní vesmíry (a vůbec vše to, co je za horizontem událostí) jsou (či je) v principu nepozorovatelné. (V současné době se konají také jednotlivé smělé myšlenkové pokusy překonat časoprostorové bariéry využitím neobyčejných vlastností černých a bílých děr.)

Z těchto důvodů má analýza vlastností jiných vesmírů plné právo na vědeckou existenci. Situace je zcela analogická řešení problémů mimozemských civilizací. Vědci už podnikli několik opravdu seriózních pokusů teoretické analýzy možnosti a podmínek existence jiných vesmírů, z nichž zasluhuje pozornost například studie I. L. Rozentala, která vychází z domněnky, že ve vícerozměrném (nebo dokonce nekonečně rozměrném) Minkowského kontinuu vznikají při některých nerovnováhách „uzavřené“ vesmíry s dimenzemi vyššími než tři. V procesu vývoje se mohou dimenze těchto vesmírů zmenšovat; jednotlivé souřadnice se „svínují“ a splývají s vesmírným pozadím. Toto pozadí lze považovat za jakýsi projev fyzikálního vakua.

Mimoходом, podle současných představ byl vesmír sám fyzikálním vakuem, když jeho stáří bylo podstatně menší než jedna nanosekunda. V té době ještě neexistovaly žádné elementární částice — rodily se „o něco málo později“ právě z tohoto vakua. Všude před slovo vakuum však připojujeme přívlastek „fyzikální“, neboť toto fyzikální vakuum není Newtonova prázdnota. Je naplněno virtuálními částicemi a poli, které se čas od času za určitých podmínek podle pevných zákonů „zhmotňují“. Za tento způsob výkladu vakua vědčíme anglickému fyzikovi, klasikovi soudobé vědy P. A. M. Dirakovi (1902—1984). V poslední době se prosazuje domněnka, že vakuum, ve kterém jsme ponořeni, není „pravé“ vakuum. Předpokládá se, že prázdnota, která nás obklopuje, je vzbuzená (metastabilní) forma fyzikálního vakua. V prvých okamžicích existence vesmíru bylo vakuum v jiné, ještě vzbuzenější formě.\*

A tak přicházíme k myšlence, že náš vesmír (stejně jako ostatní vesmíry) je fluktuací v nekonečném časoprostorovém Minkowského kontinuu, jež je formou fyzikálního vakua. Analogickou myšlenku vyslovil už na přelomu našeho století význačný rakouský fyzik L. Boltzmann. Je pravda, že okolnosti, které podnítily Boltzmannova vyslovit tak překvapivou hypotézu, byly jiné než ty dnešní: chtěl překonat obtíže, spojené s paradoxem „teplné smrti“ vesmíru. Tehdy se tento paradox stal bezmála hlavním problémem filozofie přírodních věd. Přes Boltzmannovu vědeckou reputaci přijali jeho současníci tuto ideu přece jenom skepticky a ještě v polovině čtyřicátých let jsme mohli slyšet následující „kritiku“ Boltzmannovy koncepce: „Jistě, náš vesmír je možné brát jako fluktuaci, bez které by byl život nemožný, avšak proč fluktuaci tak obrovskou? Vřdyt

---

\* Ejhle člověk — je to tvor vskutku nevyzpytatelný! Ještě není řádně zformulována myšlenka o existenci různých forem vakua, a už se objevila myšlenka — vakuové bomby! V zajímavé práci P. Huta a M. Reese (1983) se uvažuje o možnosti fázového přechodu našeho nynějšího (vzbuzeného) vakua na „opravdové“ vakuum. Spouštěcím mechanismem přechodu by mohla být srážka částic neobvykle vysokých energií (více než  $10^{20}$  eV), což lze v principu uskutečnit v urychlovačích budoucnosti. Takto vyvolaným fázovým přechodem by se vesmírem počala rychlostí světla šířit kulová vlna, v níž by se uvolňovala ohromná energie, ničící vše uvnitř. . . Naštěstí, jak ukázali i oba autoři studie, nám tato situace zatím nehrozí.



ke vzniku a rozvoji života plně dostačuje nesrovnatelně menší fluktuační, rozměrem například srovnatelná se sluneční soustavou...“ A v tom to vězí, že nedostačuje, dokonce i z čistě biochemického hlediska! Vždyť ke vzniku života je nutné, aby ve vesmíru proběhla nukleosyntéza, tvorba hvězd a mnoho dalšího, a to všechno v takovém časoprostorovém měřítku, které poskytuje teprve celý vesmír. V tomto smyslu podle mne vyplývá antropický princip logicky z Boltzmannovy flukтуаční hypotézy.

Před několika lety jsem publikoval článek „Končí druhá revoluce v astronomii“ (Voprosy filozofii 9/1979), kde jsem zdůvodňoval tvrzení, že v důsledku bouřlivého rozvoje astronomie v posledním desetiletí máme v prvním přiblížení obraz vesmíru a jeho vývoje jasný, a těžko můžeme očekávat v této oblasti nějaké revoluční změny (analogické například přechodu od geocentrického k heliocentrickému systému vesmírného nazírání) nebo objev nového světa dějů, bez kterých není možné pochopení známých skutečností (jako tomu bylo v případě objevu radioaktivity). Nyní mohu potvrdit hlavní smysl zmíněného článku. Hovořil jsem tam o *našem* vesmíru, ve kterém je nejasná pouze jeho nejranější etapa vývoje (či vzniku?). Pokud však jde o Metavesmír, je jeho výzkum v embryonálním stadiu. Můžeme očekávat, že nový vzrušující stupeň lidského poznávání bude předmětem třetí i následujících revolucí ve vědě o světě kolem nás.

● Výňatky z autorova článku „Co bylo, když nebylo, nic?“, otištěného v časopise Zemlja i vseennaja 4/1984, str. 34, přeložila Libuše Kalašová.

Mojmír Eliáš

## Sopečná činnost na měsíci Io

Galileovský měsíc Io je nejen jedním z nejzajímavějších objektů mezi Jupiterovými družicemi, ale i v celé sluneční soustavě. Upoutal nás svými složitými interakcemi s Jupiterovou magnetosférou, modulací některých vlnových délek Jupiterova rádiového záření a složitými vztahy k jeho radiačním pásům (srovnej Z. Pokorný, ŘH 2/83, str. 30–32). Neméně zajímavý je tento měsíc i svou vulkanickou činností, která patří k nejintenzivnějším projevům tohoto typu ve sluneční soustavě. O základní podobě jeho geologické tváře informoval v Říši hvězd K. Beneš (2/81, str. 28–30). Geologie Io však byla velmi intenzivně studována i dále. Výzkumy však přinesly nové výsledky.

Dominujícím procesem na povrchu Io je vulkanická činnost, která se projevuje plynými výrony (gejzíry, chocholy), a lávovými výlevy a jimi vytvořenými povrchovými formami. Podrobné analýzy znovu potvrdily, že z pozemského hlediska má sopečná činnost na Io zcela specifický ráz. Infračervená spektroskopie a další měření vlastností povrchových vrstev měsíce ukázaly, že jeho povrch je extrémně suchý a že hlavní povrchovou složkou je síra a její sloučeniny (zejména oxid siřičitý buď ve formě plynné nebo ve formě jinovatky).

Podobně jako na jiných tělesech sluneční soustavy, tak i na Io, je chemické složení materiálu, který sopka vyvrhuje, jedním z faktorů, které určují povahu vulkanických projevů. Modelové úvahy McEwena a Soderbloma ukazují, že různé formy vulkanizmu jsou na Io podmíněny obsahem plyných látek (hlavně SO<sub>2</sub>) ve vyvrhovaném materiálu — síře a specifickými vztahy mezi teplotou a viskozitou síry. Asi do 400 K je síra pevná a má žlutou barvu. Při teplotě 400 K se



taví na nízké viskózní žluté fluidum. Při zahřátí na 430 K mění se žluté zbarvení síry na oranžové a při dalším zvyšování teploty na jasně růžové. Zahřejeme-li síru na 500 K, přechází v černou dehtovitou hmotu. V této formě setrvává až do asi 600 K. Při dalším zvýšení teploty její viskozita klesá a při 650 K je opět tekutá. Při ještě vyšších teplotách, v závislosti na tlaku, se vypařuje. Z vulkanologického hlediska jsou významné ty fáze síry, které jsou tekuté a schopné transportovat teplo. Jsou to formy síry vyskytující se při teplotách 400 až 500 K a nad 600 K.

#### *Plynné výrony — chocholy*

byly první indikací sopečné činnosti na Io. Plynné erupce zobrazily zprvu kamery Voyageru 1 a posléze i Voyageru 2. Podrobná analýza ukázala, že na Io lze rozlišit dva základní typy těchto chocholů. Tyto typy se nazývají podle typických útvarů, které je reprezentují. Jsou to:

(a) Chocholy typu Pele, až 300 km vysoké, deštníkovitého tvaru, dosahující průměru až 1400 km. Pravděpodobně jde o krátkodobé silné erupce, které ke svému vzniku, podle modelových odhadů, vyžadují specifické teplotní podmínky. Předpokládá se, že vznikají za teplot 700 až 1200 K a že na jejich přírodních drahách nesmí teplota síry klesnout pod 650 K. Z deštníkovitých erupcí se usazují prstence tmavočervených usazenin. Chocholy typu Pele vznikají v oblastech, kde kůra měsíce je relativně tlustá. Zdrojem síry mají být zahřáté silikátové horniny, z nichž se tento prvek uvolňuje.

(b) Chocholy typu Prometheus reprezentují relativně slabší, ale dlouhodoběji činné vulkanické úkazy (tj. činné při obou průletech Voyagerů). Z těchto erupcí se ukládají prstence o průměru asi 300 km. Vědci předpokládají, že částí produktů těchto chocholů je jinovatka oxidu siřičitého. Teplota chocholů typu Prometheus je proti chocholům typu Pele relativně nižší a dosahuje jen 400 K. Je zajímavé, že chocholy typu Prometheus se vyskytují především v rovníkové zóně, tj. v oblastech, kde se předpokládá výskyt poloh s kapalným oxidem siřičitým v podpovrchových vrstvách Io. Kapalným oxidem siřičitým má velmi nízkou viskozitu a tím i extrémně dobrou pohyblivost a stahuje se proto, v důsledku předpokládaného gradientu hydrostatických tlaků, do rovníkové oblasti měsíce. Podle modelových úvah Shoemakera, Kiefferové a Cooka vznikají chocholy typu Prometheus tam, kde se stýká tekutá červená síra se zmíněným oxidem, který se vypařuje a uniká sopouchem do prostoru. Dlouhodobá existence chocholů tohoto typu se podle tohoto modelu objasňuje déle trvajícím přítokem kapalného oxidu do erupčních center.

Vulkanické chocholy jsou vázány jak na bodové zdroje, tak i na pukliny nebo zlomy v kůře Io. Příkladem druhého typu erupcí jsou vulkanické projevy vázané na puklinu vyskytující se blíže „jezera“ Laki.

Detailní analýzy snímků vulkanických chocholů ukázaly, že se v nich jednotlivé částice pohybují po balistických drahách. Výtoková rychlost plynů u chocholů typu Pele dosahuje 500 až 100  $\text{ms}^{-1}$ . Tím je také podmíněn symetrický deštníkovitý tvar chocholů. Není však vyloučeno, že se v chocholech vyskytují i vírové pohyby.

#### *Lávové sopky*

Druhý typ vulkanizmu na povrchu Io se více blíží pozemským lávovým sopkám, zejména sopkám štítovým. Příkladem tohoto typu vulkanizmu jsou např. Maasaw patera a Ra patera. Tyto útvary se vyznačují krátery nebo kalderami a na ně vázanými lávovými proudy síry. Kaldery, na rozdíl od pozemských, dosahují značných rozměrů, 50 až 200 km v průměru. Podle měřené délky stínu dosahují tyto kaldery hloubky 2 až 3 km. Stěny kalder jsou rovné nebo



i stupňovitě. Poslední uvedený jev ukazuje, že vývoj některých kalder mohl být vícefázový. Předpokládá se, že kaldery na Io jsou kolapsové, to znamená že vznikly propadnutím středové části plochého sopečného kuželu.

Lávové — sírové proudy dosahují délky až několika set kilometrů. Různé barevné odstíny lávových proudů pravděpodobně dokazují, že se na jejich vzniku podílela síra o různé teplotě. Pieri a Sagan předpokládají, že vulkán Ra patera tvoří lávové proudy chladnější, méně viskózní modifikaci síry.

U sírových lávových proudů se podle morfologické analýzy nabízí srovnání s pozemními bazaltovými proudy, které mají obdobnou viskozitu.

Dalším povrchovým vulkanickým útvarem, příbuzným kalderám, je „lávové“ jezero blíže Laki. Tento útvar, typická horká skvrna (tj. místo, které vyzařuje mnohem více tepla než jeho okolí), má teplotu 300 K, což je o 170 K více než je teplota pozadí a je pokryt světle zbarvenou kůrou utuhlé síry.

#### *Obecnější otázky vulkanizmu na Io*

Io je relativně malé těleso. Má zhruba velikost našeho Měsíce. Množství radioaktivních látek, které by mělo obsahovat (vycházíme-li z jejich průměrného zastoupení v uhlíkatých chondritech), by pravděpodobně nemělo dostačovat pro tak intenzivní vulkanickou činnost, i když určitým podílem může jako jeden ze zdrojů tepla spolupůsobit. Proto se při hledání potřebných tepelných zdrojů stále více obrací pozornost vědy především ke slápnovému ohřevu působením Jupitera nebo dalších Galileových měsíců a případně i k ohřevu, který je podmíněn odporem elektrického proudu, jehož tok má být podmíněn interakcí Io s Jupiterovou magnetosférou. Celkový výkon Io se odhaduje na  $10^{14}$  W. Povrchový tok z Io dosahuje  $1,5 \pm 0,5 \text{ Wm}^{-1}$ . (Pro srovnání, na Zemi je hodnota povrchového tepelného toku  $0,08 \text{ Wm}^{-1}$  a na Měsíci  $0,03 \text{ Wm}^{-1}$ .) Údaje o velikosti tepelného toku na Io vědci odvodili z pozorování horkých skvrn zaznamenaných na povrchu měsíce při zákrytu Jupiterem.

Předpokládá se, že do horkých skvrn je teplo přinášeno konvekcí fluid a odtud vyzařováno do prostoru. Tepelný výkon jednotlivých chocholů proto musí být značný. Usuzuje se, že tyto „bodové“ zdroje mohou dosahovat v některých fázích své činnosti efektivní teploty řádově  $10^5$  K. Infračervená měření povrchu Io havajskou observatoří prokázala, že významným zdrojem termálních emisí je již vzpomenuť útvar Laki. Celý problém se dále studuje. Pozorování jsou zvláště zaměřena na zjištění možné proměnlivosti tepelného toku v čase a to jak pro měsíc jako celek, tak i pro jeho jednotlivé části.

Není rovněž jasné, zda všechen vulkanizmus na Io je jen založen na bázi síry. Sírový model totiž předpokládá, že na Io je značné množství jak ryzí síry, tak i sirných sloučenin. I když to dokazují spektrografická měření (detekce  $\text{SO}_2$ ) a interpretace barevných změn na povrchu měsíce jako projevů různých forem síry, vzniká vážná námitka, že zbarvení síry je značně metastabilní. Určitým východiskem je proto tvrzení, že zbarvení síry vyvolává příměs nečistot. Určitou námitkou proti sírovému vulkanizmu na Io je zjištění značných výškových rozdílů na povrchu měsíce, které dosahují 5 až 10 km. Rozdíl 13 km (spolu s hloubkou kalder) je dosud největším zjištěným výškovým rozdílem na povrchu Galileových měsíců. Je obtížné vysvětlit, že by kůra tvořená tekutou sírou a oxidem siřičitým mohla vytvořit tak členitý reliéf. Proto odborníci usuzují, že výškové rozdíly svědčí spíše pro silikátovou kůru. Odpůrci této představy však upozorňují na skutečnost, že kaldery, které by rovněž měly vznikat v silikátových horninách, se vyskytují i mimo hornaté části povrchu na sirných rovinách. Tento problém není dosud vyřešen. Zastánci obou táborů předpokládají, že i sírový vulkanizmus je v hloubce poháněn žhavými silikátovými horninami.



Intenzivní vulkanismus zjištěný na Io podal vysvětlení, proč se na povrchu měsíce nevyskytují impaktní krátery a proč má povrch měsíce tak mladý vzhled. Podle odhadu produkují sopky na Io ročně tolik materiálu, že pokryje celý jeho povrch vrstvou tlustou 1 mm. Násobme si tuto roční hodnotu geologickými časovými hodnotami. Pak teprve uvidíme, jak je sopečná činnost na Io intenzivní a jak mění jeho povrch!

*Pavel Ambrož  
Jiří Grygar*

## Astronomie na pražské konferenci evropských fyziků

V posledním srpnovém týdnu minulého roku **fyziků** do Prahy bezmála osm set fyziků z Evropy a ze zámoří, aby se zúčastnili 6. eurofyzikální konference s názvem „Směry ve fyzice“. Převážná většina jednání konference probíhala v příjemném prostředí areálu Vysoké školy zemědělské v Praze-Suchdole, vyjímaje slavnostní zahajovací ceremoniál a první plenární přednášky, jež proběhly v úvodu konference v Domě umělců. V plénu konference vyslechli účastníci celkem 15 přehledových přednášek, připravených na pozvání organizačního komitétu význačnými evropskými fyziky. Dále pak mohli účastníci podle vlastní volby navštěvovat 17 souběžně probíhajících specializovaných symposií. Mezi účastníky konference z ČSSR jsme viděli astronomy z ústavů ČSAV i SAV, z vysokých škol i lidových hvězdáren. V průběhu konference jsme se mohli seznámit s aktuálními astronomickými i astrofyzikálními poznatky, neboť problémům astronomie i příbuzných disciplín byla v jednání věnována značná pozornost a řada našich astronomů také na symposiích přednášela (dr. L. Křivský o slunečních erupcích, dr. E. Chvojková o neobvyklých jevech v plazmatu aj.). Nemůžeme zachytit celou šířku problematiky konference ba ani těch částí, jež se bezprostředně dotýkají současné astrofyziky — spíše nám jde o to upozornit širší astronomickou veřejnost na některé pozoruhodné výsledky, k nimž se v našem oboru v poslední době dospívá, a na ohlas, jež měly na pražském zasedání.

Ze specializovaných symposií mohla astronomy zaujmout především témata symposií č. 1 „Nelineární astrofyzika plazmatu“, č. 2 „Neutrinová fyzika a astrofyzika“, č. 15 „Povědomí veřejnosti o fyzice“ a č. 16 „Katastrofický pohled na planetu Zemi“.

Pokud jde o nelineární procesy v astrofyzikálním plazmatu, připomeňme, že při popisu procesů vlnovými rovnicemi s malými či velmi malými amplitudami nalezneme řešení poměrně snadno. Tehdy hovoříme o linearizovaných soustavách, avšak je zřejmé, že taková úloha je silně zjednodušená a ve vztahu k realitě i pozorování nepřesně formulovaná. Pracujeme-li s vlnami o konečné amplitudě, které zprostředkovávají přenos energie, potom nelze zanedbat nelineární členy, a řešení se tím komplikuje. Studium nelineárních procesů v plazmatu je tedy kvalitativně vyšší stupeň při řešení astrofyzikálních úloh. Na symposiu č. 1 se především hovořilo o magnetické konvekci a teorii dynamy. Tyto úvahy jsou důležité při studiu hvězdné i sluneční konvekce za přítomnosti magnetického pole, při studiu generace magnetického pole ve hvězdách i v planetách a při rozboru magnetické cykličnosti Slunce, hvězd i planet, počítaje v to i populární problém změn magnetické polarity. Ukazuje se, že metodické i technické předpoklady pro nelineární řešení se již podařilo vytvořit. Při



nelineárních řešeních se projevuje výrazný rozdíl mezi závěry, získanými na základě jednorozměrného, dvojrozměrného i třírozměrného modelu. Třírozměrná řešení jsou však dosud omezena kapacitními možnostmi soudobé výpočetní techniky.

Další okruh problémů se týkal magnetohydrodynamické turbulence a magnetické rekonexe. Zde se úzce spojují záležitosti astrofyzikální a problematika laboratorního plazmatu. I pro laika je pozoruhodná značná podobnost mezi toroidálními plazmatickými provazci ve slunečních erupcích a protuberancích a podobnými útvary uměle vytvářenými v tokamacích. Problematika rekonexe se uplatňuje v procesech, které řídí topologii magnetických polí. Jedná se vlastně o nelineární disipativní jev, jehož výskyt je například na Slunci běžný, a může být sledován rovněž v zemské magnetosféře. Dalším tématem symposia bylo záření turbulentního plazmatu a urychlování částic s aplikací zejména na sluneční fyziku. Přestože existuje několik mechanismů urychlování, zdá se, že nejvýznamnější jsou procesy spojené se vznikem a šířením rázových vln. Je důležité, abychom znali podmínky, při jejichž splnění se plazma stává turbulentní, neboť pak následuje rozptyl energie záření na částicích a zánik vln.

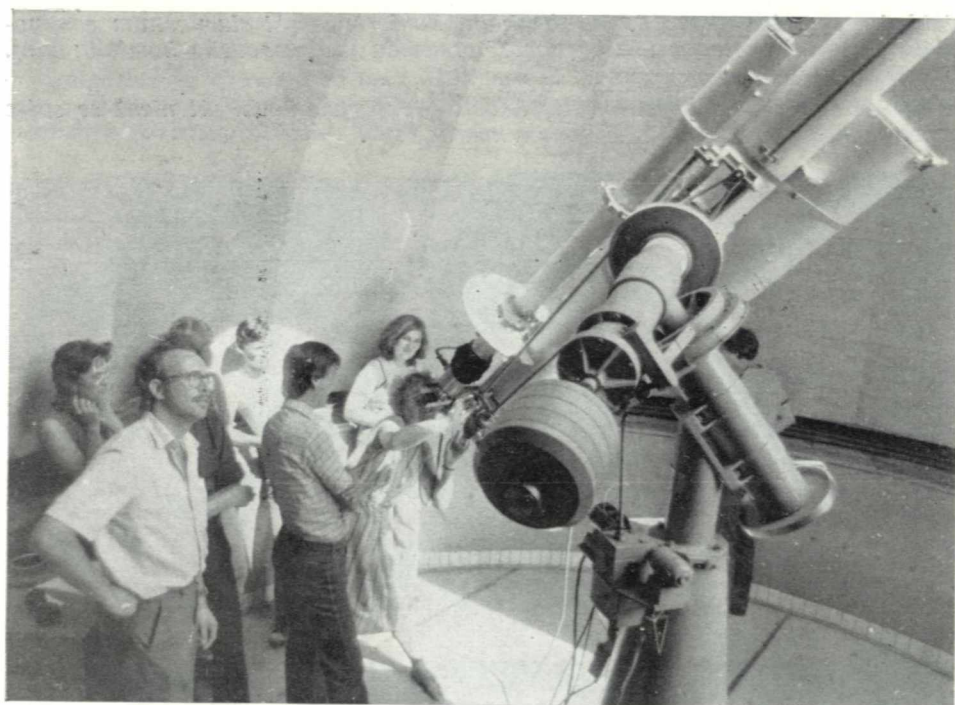
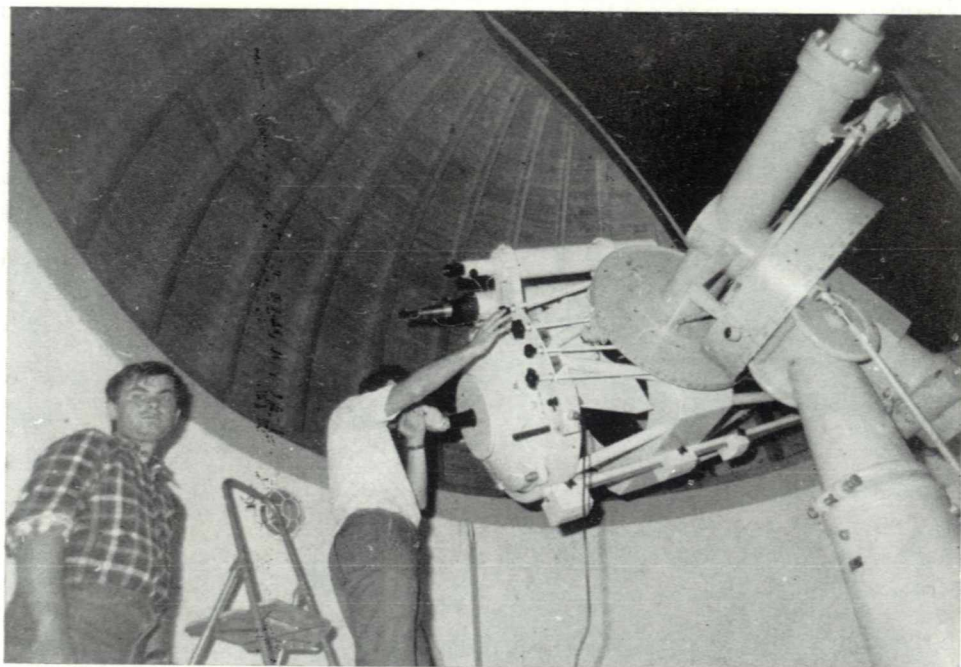
Zvláštní pozornost byla věnována i nelineárním strukturám a jejich popisu pomocí tzv. solitonů. Zhruba řečeno jde o taková řešení vlnových rovnic, která popisují prostorově lokalizovaný vlnový rozruch. V astrofyzikální praxi lze těchto výsledků využít jak ve sluneční fyzice, tak zejména při výkladu záření rádiových pulsarů. Při takových řešeních hraje závažnou roli topologie úlohy a otázky stability řešení, jež je cenné zejména tehdy, když přicházíme do styku s pulsním charakterem záření.

Centrálním tématem 2. symposia byla neutrina s ohledem na jejich význam pro řešení různých astrofyzikálních problémů. Už klasický „problém slunečních neutrin“ souvisí především s malým počtem interakcí, registrovaných v proslulém experimentu R. Davise od roku 1970 do současnosti. Jestliže teoretické modely slunečního nitra založené na známých termonukleárních reakcích vedou k očekávané hodnotě toku neutrin na zemském povrchu ( $6,9 \pm 1,0$ ) SNU, průměrná hodnota z Daviseva experimentu činí pouze ( $2,1 \pm 0,3$ ) SNU. Od tohoto experimentu nelze patrně nic nového očekávat, takže se vážně rozbíhají práce na odchylných metodách detekce.

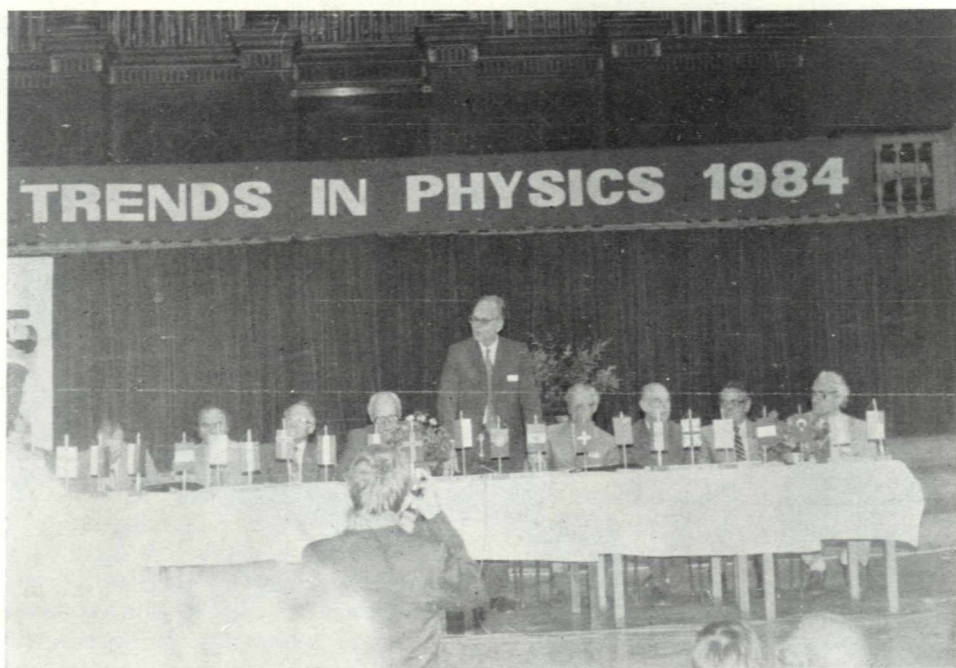
V mezinárodní spolupráci (USA, NSR, Izrael) proběhl pilotní experiment s detekcí slunečních neutrin pomocí galia. Interakce s galiem umožňuje v principu registrovat neutrina o nižší prahové energii 233 keV než při detekci neutrin chlorem v Davisevě pokusu (810 keV), takže výsledky by měly být spolehlivější sondou slunečního nitra. Pilotní experiment ukázal na technickou schůdnost této detekční metody; množství galia (1,3 t) však nepostačuje a na další galium se nepodařilo získat finanční prostředky. V příští pětiletce se však má rozběhnout úplný experiment s galiem v podzemní Baksanské laboratoři na Kavkaze. Ústav jaderného výzkumu AV SSSR má k tomu cíli obdržet celkem 56 t galia. Alternativně se uvažuje i o jiných typech detektorů (Br, Li, Mo, Tl, In).

Řada autorů se zabývala na sympoziu otázkou, zda (elektronová) neutrina mají kladnou klidovou hmotnost, zda existují oscilace neutrin a jaké jsou kosmologické důsledky těchto úvah. Odborníci, kteří dosud hájí hmotnost neutrin kolem  $20 \text{ eV}/c^2$ , se zvolna ocitají v menšině; rovněž tak nebyly zjištěny žádné přímé důkazy neutrinových oscilací až do vzdálenosti 1,1 km od zdroje. To znamená, že oscilace stěží mohou vysvětlit nízkou hodnotu neutrinového toku v Davisevě experimentu, a že neutrina patrně nejsou hlavní složkou „skryté hmoty“ v galaxiích a intergalaktickém prostoru. Problém skryté hmoty nebaryonní povahy se tím znovu otevírá, ač teoretickým fyzikům nechybí fantazie,



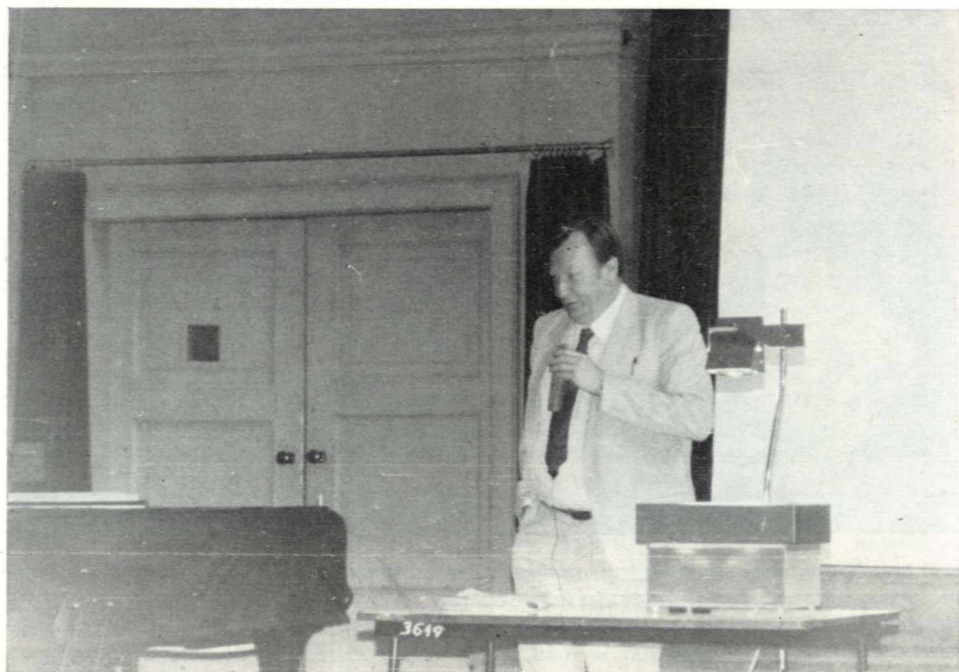


Na hornej snímke odborný pracovník KH v Hlohovci V. Karlovský prostredníctvom binookulára nastavuje ďalekohľad Cassegrain 600/2400/7500 mm na Jupiter. Dole v starej kopule KH v Hlohovci praktikanti fotografujú slnečné protuberancie koronografom  $\varnothing 0,10$  m,  $F = 1,20$  m. (K správe na str. 38.)

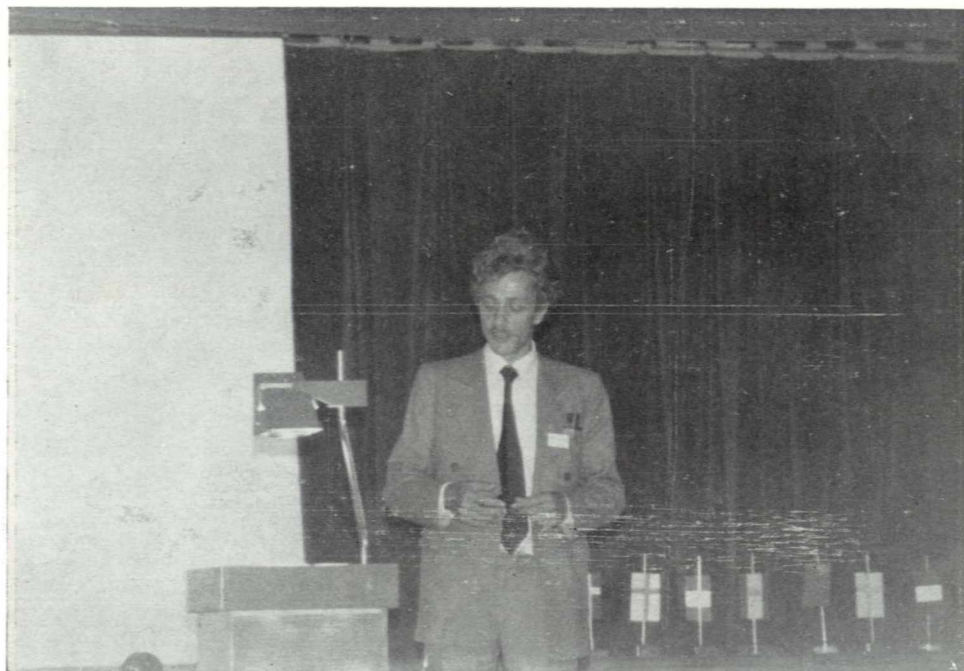


*Pohled na předsednictvo 6. Eurofyzikální konference při slavnostním ceremoniálu v Domě umělců v Praze (hovoří předseda programového komitétu prof. L. van Hove ze Ženevy).*

*Prof. Carlo Rubbia (Ženeva-CERN) hovoří o experimentech, při nichž se svým týmem objevil intermediální bosony a kvark „top“.*



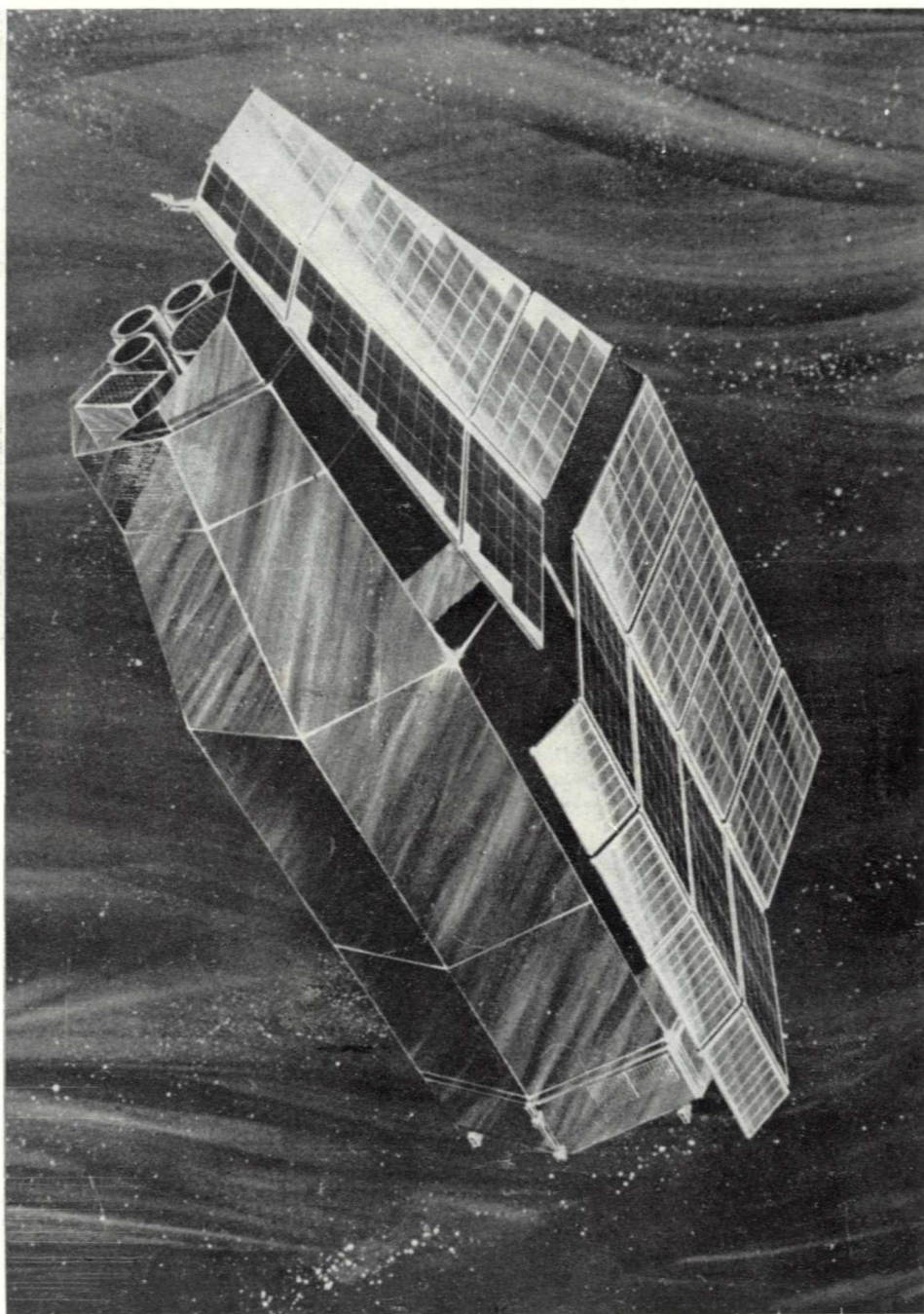




*Prof. J. van Paradijs (Amsterdam) při výkladu o hvězdných kompaktních zdrojích rentgenového záření.*

*V kuloárech konference se sešli akademik J. B. Zeldovič (v brýlích) z Moskvy se známým britským astrofyzikem prof. M. J. Reesem z Cambridge. (Všechny snímky J. Grygar; k článku na str. 31.)*





*Družici HEAO-2 (Einsteinova observatoř) se zdařila první rentgenová pozorování planety. (Ke zprávě na str. 37.)*



pokud jde o výčet částic, jež mohou skrytou hmotu vesmíru reprezentovat (fotina, gravitina, axiony). Rovněž pozorování nepatrných fluktuací reliktového záření na úhlové stupnici 3'—5' svědčí proti existenci masivních shluků kosmologických neutrin, kolem nichž by se koncentrovala hmota kup a nadkup galaxií.

Symposium č. 16 o katastrofách na planetě Zemi bylo pojata spíše z pohledu synergičky, tj. jako velmi složitý nelineární systém, jenž během svého vývoje může dosáhnout některých kritických stavů. Takto se totiž jeví například výrazné poklesy průměrné globální (či hemisférické) atmosférické teploty, charakterizované jako ledové doby, nebo zjištěné dlouhodobé změny v intenzitě a orientaci geomagnetického pole. Důležité je, že se postupně podařilo specifikovat příčiny, které k takovým globálním změnám vedou, ač se zajisté nejedná o jednoduché lineární závislosti. Při dlouhodobých změnách teploty spolupůsobí zejména variace parametrů zemské dráhy (výstřednost, sklon, délka perihelia) spolu s případným vlivem kolísající sluneční činnosti a tím i sluneční zářivosti. Dalším modulujícím faktorem je pravděpodobně mimořádná sopečná aktivita vyvolávající zvýšenou prašnost ve vysoké atmosféře. Výrazným faktorem je i narůstající koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře díky průmyslové činnosti lidstva a s tím spojený skleníkový efekt. Po dlouhou dobu se atmosféra sice chová jako vyvážený autoregulující se systém, avšak pouze do určitých mezí. Stěžejním problémem pak zůstává nalézt podmínky, kdy stabilní řešení přechází ke kritickému. Jednotlivé referáty symposia se však soustředily na výčet pozorovaných jevů spíše než na kvantitativní modely, což prozrazuje, že problematika oboru se teprve formuje.

Společným podtextem všech těchto efektů v dávné minulosti Země byly náhlé změny životních podmínek, což se projevilo hromadným vymíráním živočišných i rostlinných druhů, jak o tom podávají svědectví paleontologické nálezy. Atraktivnost problematiky nepochybně přispěla k tomu, že toto symposium patřilo k najnavštěnějším v průběhu celé konference.

Značným zklamáním bylo symposium č. 15, věnované popularizaci fyziky. Všeobecně se konstatovalo, že k nejatraktivnějším částem fyziky patří obory nejméně praktické, tj. astronomie a fyzika vysokých energií, ale nikdo se nepokusil o hlubší analýzu vztahu veřejnosti k fyzice a přírodním vědám vůbec. Převažovaly nářky nad naprosto neuspokojivou situací v popularizaci fyziky v zemích západní Evropy. Účastníci domácích diskusí (panelové diskuse v Kosmických rozhledech, diskuse k 30. výročí brněnské hvězdárny) měli možnost sledovat nesrovnatelně kvalitnější program. Jediným světlým bodem zůstalo promítání dokumentárního filmu o výzkumech intermediálních bosonů (částice W a Z) v ženevském CERNu — v „hlavní roli“ s prof. Carlem Rubbiou. Ten se stal ostatně i velkou atrakcí úvodního plenárního zasedání konference, když referoval o experimentech vykonaných v uplynulých dvou letech na urychlovači SPS (dosažené energie částice až 540 GeV), jež vedly k objevu zprostředkujících částic slabé jaderné interakce a předběžně i k objevu šestého kvarku („top“). O temperamentním prof. Rubbiu se v kuloárech zcela nahlas šeptalo, že je vážným kandidátem na Nobelovu cenu za fyziku, což se záhy po pražském zasedání potvrdilo (společně se Simonem van der Meerem se stal loni nositelem tohoto vyznamenání).

V další přednášce úvodního zasedání hovořil prof. J. van Paradijs z Amsterdamu o kompaktních galaktických zdrojích rentgenového záření a o tom, jak jejich pozorování přispívá ke zlepšení našich znalostí o neutronových hvězdách. Plenární zasedání uzavřela s napětím očekávaná přednáška známého sovětského kosmologa akademika J. Z. Zeldoviče, jenž shrnul nejnovější vývoj v kosmologii raného vesmíru. Zdůraznil zde úspěchy standardního modelu při výkladu exis-



tence reliktového záření a chemického složení raného vesmíru i dobrý souhlas mezi pozorováními velkorozměrové struktury vesmíru (nadkupy galaxií, lívance a nudle, kosmické prázdnoty) a teoretickými výpočty, založenými na gravitačních nestabilitách. Nakonec se věnoval i tolik diskutovaným otázkám inflačního modelu vesmíru, sjednocení interakcí a kvantovým vznikem vesmíru (viz též *ŘH* 9/1984, str. 177). Nabitá velká posluchárna VŠZ byla neklamným důkazem, že kosmologické otázky přitahují fyziky bez rozdílu specializací. Tento zdánlivě nepraktický obor je totiž přímo učebnicovým příkladem toho, jak úzce spolupracují odborníci na první pohled vzdálených fyzikálních specializací při řešení fundamentálních problémů celé přírodovědy. Ve chvíli, kdy píšeme tyto řádky, patří už pražská konference historii (7. konference bude v roce 1986 v Helsinkách), ale její nezapomenutelná atmosféra dosud doznívá v myslích všech přímých účastníků.

Pro čtenáře časopisu *Říše hvězd* stojí za zmínku, že slavnostní sborník „Fyzika a Praha“, připravený pro účastníky péčí Jednoty čs. matematiků a fyziků, obsahuje příspěvky astrofyziků prof. V. Vanýska a doc. J. Bičáka a historika astronomie dr. Z. Horského. I tímto způsobem se demonstruje „velké sjednocení“ fyziky a astronomie, jehož jsme svědky.

*Ladislav Křivský*

## Kresby sluneční fotosféry

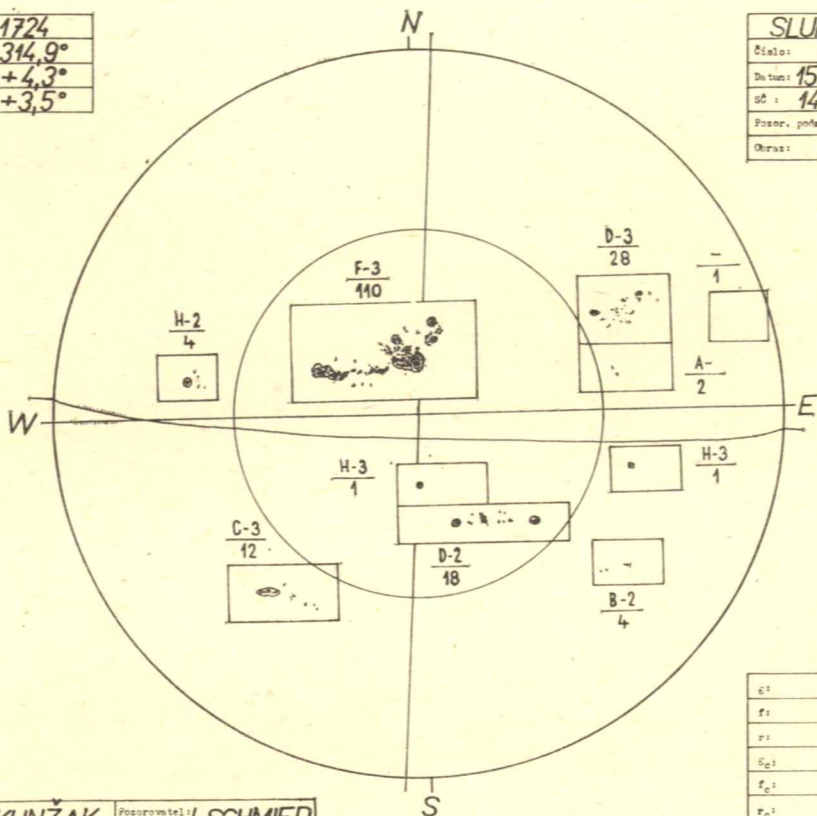
Časy, kdy amatér nebo malé pracoviště s malými náklady mohli objevovat nebo získávat nové základní poznatky ve slunečním výzkumu, jsou nenávratně pryč. S. H. Schwabe s objevem jedenáctiletých cyklů (1843) byl dobrým dokladem této staré doby. Dnes, v posledních 10 až 15 letech jsou základní objevy sluneční fyziky téměř vyhrazeny observatořím na satelitech a meziplanetárních sondách, pozemní observatoře svůj význam sice neztrácejí, ale k základním novým objevům nemohou přispět. Dokladem k tomuto tvrzení jsou následující zásadní objevy posledních patnácti let: koronální transienty (různého druhu), krátkodobě svítící body v X-emisi spojené s malými magnetickými dipóly (v nichž se vyvíjí aktivita v úhrnu daleko více než v normálních aktivních oblastech), koronální proluky (spojené s rychlejším slunečním větrem), propojení aktivních oblastí ve výšce na velké vzdálenosti, impulsové fáze erupcí (spojené v některých případech s emisí gama nebo primárními neutrony, prozrazující jaderné reakce určitých typů) a řada dalších. Tyto objevy nových jevů získala věda měřeními nebo snímkováním na mimozemských sondách.

V astronomii zbývá ještě řada oborů (hlavně pozorovatelského charakteru), v kterých se lze proslavit bez velkých miliardových nákladů (objevování komet, planetek), ale i tuto éru začínají uzavírat speciální družice. Ovšem i z pozemních pozorování lze publikovat závažné práce (kupř. z radioastronomického výzkumu) a je možno dávat konvenční „klasické“ podklady pro interpretace měření a snímkování získávané na mimozemských observatořích. A tak se dostáváme oklikou (což mi čtenář promine) k titulku tohoto článku. Máme před sebou publikaci, která pravidelně každých 10 dnů se zpožděním po posledním dnu intervalu pouhých několik desítek hodin (!) je rozesílána do světa, aby informovala ústředí, observatoře a vědecké pracovníky o stavu a vývoji sluneční činnosti za interval, s případnými výrony částic a o dopadech aktivity na zemskou magnetosféru; zde jsou vyhodnocena pozorování z celosvětové sítě stanic včetně některých satelitů (!) a uvedeny prognózy na několik nejbližších týdnů.



Rotace:	1724
$I_p$ :	314,9°
$B_0$ :	+4,3°
F:	+3,5°

SLUNCE	
Číslo:	5818
Datum:	15. 7. 1982
SC:	14 h 20 m
Posnr. pořadísky:	3
Obráz:	2



Místo: KUNŽAK      Pozorovatel: L. SCHMIED

$\Sigma$ :	10
$f_1$ :	181
$r$ :	281
$\Sigma_C$ :	3
$f_C$ :	129
$r_C$ :	159
F:	4

Při výskytu vědecky zajímavých situací aktivit jsou připojovány kresby fotosféry celého disku nebo detaily pozoruhodných skupin skvrn, a to dokonce od významných slunečních fyziků, jako je třeba P. S. McIntosh.

Funkčnost dobrých kreseb pro okamžitou potřebu (pro použití v prognóze) nebo pro archiv (a jeho využívání pro pozdější vědeckou potřebu) trvá tedy i dnes, je obsahem nejmodernějších datových zdrojů. Můžeme opět upozornit, že jsme kladli i u nás v posledních letech důraz na tuto činnost, zajímavou pro astronomy amatéry a důležitou zároveň pro vědecká pracoviště (viz kupř. článek v Kozmosu 2/1984, str. 59). Znovu apelujeme, aby se další jednotlivci i hvězdárny připojily do naší služby *FOTOSFEREX* (viz Říše hvězd 59, 1978, 95), aby tak jejich pozorovatelská činnost došla společenského uplatnění.

Na obr. na 3 str. obálky uvádíme kresbu fotosféry z 15. VII. 1982 publikovanou v Boulderu (USA) ve zmíněném zdroji dat a pro porovnání uvádíme na této straně kresbu z téhož dne (14<sup>h</sup>20<sup>m</sup>) provedenou naším spolupracovníkem L. Schmiedem na jeho pozorovatelně v Kunžaku. V centrální části na severu je patrná velmi členitá velká skupina skvrn. Snímek této skupiny z 15. VII. 1982 (6<sup>h</sup>45<sup>m</sup>) je na obr. na 2. straně obálky. (Hvězdárna Val. Meziříččí, *FOTOSFEREX*.) Rozdílnost mezi kresbou a snímkem v některých partiích skupiny skvrn je způsobena reálným vývojem ve skupině v intervalu mezi časem kresby a časem snímku. Tato skupina byla bohatá na velké erupce s mimořádně intenzívními výrony částic. Před 15. VII. 1982 byla v souvislosti s touto situací zaznamenána jedna z největších geomagnetických bouří v právě probíhající jedenáctiletém cyklu sluneční aktivity.

# Jedenáctileté cykly slunečních skvrn podle greenwichských fotografických pozorování

Už v minulosti [ŘH 63 (1982), č. 9, str. 181] jsme psali o tom, že rokem 1976 skončila víc než stoletá řada katalogů přesných heliografických poloh a ploch skupin slunečních skvrn a informovali čtenáře o zajímavých skupinách skvrn v těchto katalogích.

Greenwichské katalogy skupin skvrn představují prakticky stoletou řadu (1874—1976) vysoce kvalitních pozorování a obsahují tedy i informace o průběhu devíti jedenáctiletých cyklů slunečních skvrn, a to od jedenáctiletého cyklu čís. 12 po jedenáctiletý cyklus čís. 20 podle curyšského číslování. V této poznámce přinášíme stručný přehled některých kvantitativních údajů o těchto jedenáctiletých cyklech, tak jak je lze získat zpracováním greenwichských katalogů.

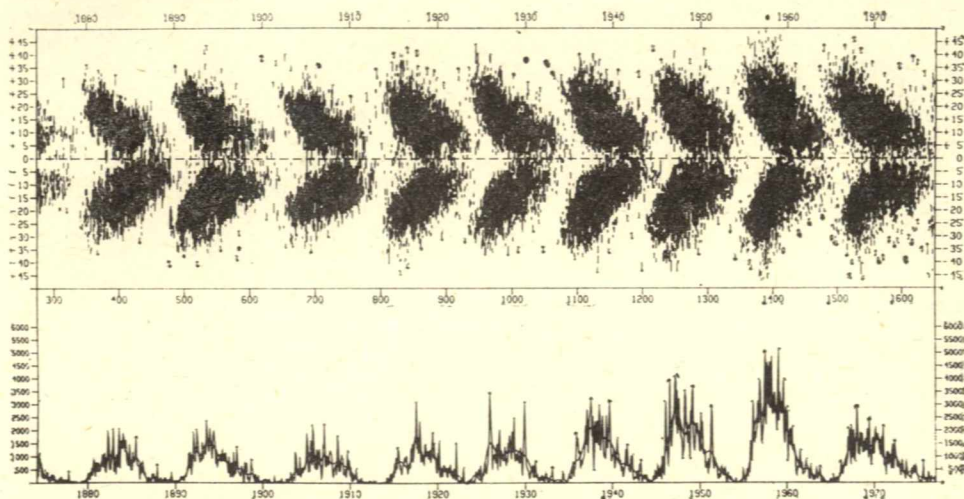
Průběh celkové plochy skvrn a závislosti výskytu skupin skvrn na heliografické šířce a čase (tzv. motýlkové diagramy) zpracovali Yallop a Hohenkerk [Solar Physics 68 (1980), 303] a výsledek jejich práce je na obr. 1. V jeho horní části jsou motýlkové diagramy, ve spodní části průběh průměrných denních ploch skvrn v jednotlivých synodických otočkách Slunce a jejich klouzavých průměrů.

V tabulce jsou shrnuty některé numerické parametry jednotlivých jedenáctiletých cyklů, tak jak je získal autor tohoto článku na základě greenwichských katalogů [Solar Physics 93 (1984), 181]. Tabulka obsahuje tyto údaje:

- $\bar{A}_v$  — maximální hodnota ročního průměru denní celkové plochy skvrn
- $\bar{A}_r$  — maximální hodnota průměru denní celkové plochy skvrn za synodickou otočku Slunce
- $f'$  — počet nově se objevivších skupin skvrn na slunečním disku za celý jedenáctiletý cyklus (tj. skupin skvrn buď na slunečním disku vzniklých nebo sluneční rotací na něj přinesených)
- $f_1$  — počet jednodenních skupin skvrn za celý jedenáctiletý cyklus
- $N_r$  — počet rekurentních skupin skvrn za celý jedenáctiletý cyklus (tj. skupin skvrn, které byly viditelné minimálně ve dvou po sobě jdoucích synodických otočkách Slunce)
- $f' \geq 500$  — počet skupin skvrn s průměrnou plochou  $\geq 500$  milióntin sluneční polokoule v daném jedenáctiletém cyklu
- $f' \geq 1500$  — počet skupin skvrn v daném jedenáctiletém cyklu, které během svého vývoje dosáhly maximální plochy  $\geq 1500$  milióntin povrchu sluneční polokoule
- $n_{40}$  — počet skupin skvrn, které se v daném jedenáctiletém cyklu objevily v heliografických šířkách  $\geq 40^\circ$
- $\Sigma f_0$  — celkový počet skupin skvrn vzniklých v daném jedenáctiletém cyklu na celém Slunci (tj. na viditelné i neviditelné polokouli Slunce)
- $T_0$  — průměrná životní doba těchto  $\Sigma f_0$  skupin skvrn, vyjádřená ve dnech.



Můžeme ještě poznamenat, že vůbec největší celková plocha skvrn byla dosažena 31. března 1958, a to 8046 milióntin [tj. 0,8 % povrchu sluneční koule]. V tomto případě se jedná o tzv. korigovanou plochu o projekci na kouli. V případě nekorigovaných ploch byla celková největší plocha skvrn 11 995 milióntin, tj. 1,2 % plochy slunečního kotouče, a to 23. ledna 1959.



Číslo cyklů	Roky	$\bar{A}_y$	$\bar{A}_r$	$f'$	$f'_1$	$N_r$	$f' \geq 800$	$f' \geq 1500$	$n_{40}$	$\sum f_0$	$\bar{T}_0$
12	1878—1888	1154	2037	1894	373	211	69	10	0	2531	10,64
13	1889—1900	1464	2383	2882	759	282	87	17	3	4396	8,96
14	1901—1913	1191	2237	2310	576	248	69	16	1	3519	8,88
15	1914—1923	1537	3089	3560	1272	253	74	16	9	6117	6,99
16	1924—1933	1390	3438	2924	884	174	97	15	2	4714	8,36
17	1934—1943	2074	3209	3561	933	245	121	31	3	5160	9,58
18	1944—1953	2637	4080	3584	647	289	158	32	9	4469	11,68
19	1954—1964	3057	5133	4659	1121	285	203	55	43	6656	9,83
20	1965—1976	1596	2896	4361	1332	263	107	25	11	7125	7,99

## RENTGENOVÁ ASTRONOMIE PLANET

Rentgenová pozorování se stala nenahraditelným pomocníkem slunečních i stelárních astronomů. Rentgenové záření Slunce bylo objeveno již v roce 1948 a rentgenové záření hvězdného zdroje — šlo o známý *Scor X-1* v souhvězdí Štíra — bylo poprvé detekováno v roce 1962. Nyní však nabízí rentgenová astronomie pomoc i při výzkumu planet naší sluneční soustavy. Přístroje rentgenové orbitální laboratoře HEAO-2 [Einstein] totiž poprvé zaznamenaly měkké rentgenové záření v oblasti 0,2 až 3 keV, pocházející z obou polárních oblastí Jupitera.

Rentgenová emise vzniká především interakcí energetických částic s hmotou a z při-

kladu naší Země víme, že může vznikat v polárních oblastech jako průvodní jev polárních září. Jupiter přitahuje v tomto směru pozornost astronomů od té doby, co byla na základě pozorování netermální rádiové emise objevena jeho magnetosféra. Řada autorů se pokoušela odhadnout intenzitu rentgenového záření Jupitera většinou srovnáním se Zemí. Navíc byla předložena hypotéza, že bombardování měsíců Jupitera částicemi uvnitř Jupiterovy magnetosféry by mohlo vyvolávat charakteristickou rentgenovou čárovou emisi — a toho by se dalo mimo jiné výhodně využít i pro určení složení jejich povrchových vrstev. Přesto však minulé pokusy, zahájené od roku 1964, o změření rentgenové emise Jupitera nebyly úspěšné, a teprve

v roce 1983 vědci oznámili první kladné výsledky.

Díky měření meziplanetárních sond víme, že Jupiterova magnetosféra je odlišná od magnetosféry zemské. Zatímco v případě naší planety je rentgenové záření generováno tímiž částicemi jako viditelné záření — tedy elektrony slunečního větru, které jsou urychlovány magnetosférickou konvekci, jsou do Jupiterovy magnetosféry injektovány částice především z měsíce Io, který obíhá uvnitř magnetosféry. Tyto částice jsou ionizovány a vytvářejí plazmatický prstenec v okolí oběžné dráhy Io. Právě proto jsou rentgenová pozorování Jupitera tak důležitá — mohou nám totiž prozradit údaje o intenzitě Jupiterovy magnetosféry a mechanismech přenosu energie z magnetosféry do atmosféry planety.

Ze čtyř pozorování velkým rentgenovým dalekohledem na observatoři Einstein, každého v trvání 6 až 20 hodin, byla odvozena průměrná rentgenová svítivost Jupitera na  $4 \cdot 10^9$  W v energetickém oboru 0,2 až 3 keV. Nezdá se přitom, že by byla rentgenová emise planety — jednotlivá měření pokrývají interval 8 měsíců — výrazně proměnná. Snímek pořízený snímačem obrazu na bázi mikrokanálové destičky (HRI) prozradil dvě oblasti rentgenové emise, odlišné od polohy

Jupiterových měsíců, i od polohy Jupiterových prstenců, které jsou situovány v rovníkové oblasti planety. Rentgenové zdroje naopak leží ve vysokých šířkách, poblíž pólů Jupitera. Jde přitom o plošné rentgenové zdroje nepravidelného tvaru o rozměru asi 20". Jejich středy leží přibližně 10" od Jupiterových pólů.

Zajímavé je i spektrum Jupiterova rentgenového záření. Je extrémně měkké a lze ho aproximovat mocninou funkcí s exponentem 2,3. Energetické rozlišení použitých přístrojů bylo sice nedostatečné k rozlišení spektrálních čar od kontinua, avšak tvar kontinua naznačuje, že zdrojem pozorované emise není brzdné záření elektronů jako v případě Země, ale nejspíše čarová emise iontů O a S s energiemi mezi 0,03 a 4 MeV/nukleon, pocházejícími z plazmatického prstence buzeného měsícem Io.

Více informací o rentgenovém spektru Jupitera a o jeho časových změnách bezsporu přinesou plánovaná pozorování evropskou rentgenovou družicí EXOSAT. Uvažuje se i o rentgenových pozorováních dalších planet naší sluneční soustavy — Saturna, Urana a Neptuna, která však budou vyžadovat ještě citlivější rentgenové dalekohledy.

René Hudec

---

## Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

---

### ŠKOLA ASTROFOTOGRAFIE

Hvězdárna v Hlohovci pořádala loni v srpnu letní školu astrofotografie, které předcházela seminář v Modre s přednáškami „Fotografování jasných objektů — Slunce, Měsíc“ (V. Karlovský, prom. fyzik), „Zhotovení barevné fotografie z černobílých negativů“ (RNDr. E. Pittich, CSc.), „Fotopřístroje v astronomii“ (J. Peržo) a „Speciální fotografické postupy“ (D. Kalmančok). Absolventi praktika fotografovali Zeissovou kamerou Slunce a koronografeme sluneční protuberance. Novým Cassegrainem (600 milimetrů) se večer seznamovali s letní oblohou. Fotografovalo se v ohnisku reflektoru 600/2400/7500 mm, který byl dán do provozu u příležitosti 30. výročí hlohovecké astronomie. VM

---

### ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V LISTOPADU 1984

Den	UT1—UTC	UT2—UTC
5. XI.	-0,0679 <sup>s</sup>	-0,0898 <sup>s</sup>
10. XI.	-0,0784	-0,0985
15. XI.	-0,0871	-0,1054
20. XI.	-0,0946	-0,1111
25. XI.	-0,1021	-0,1168
30. XI.	-0,1096	-0,1226

Vysvětlení k tabulce viz RH 1/1985, str. 21.  
V. Ptáček

---

## Nové knihy a publikace

---

● W. Schwinge: *Fotografischer Mondatlas*. Naklad. J. A. Barth, Lipsko 1984; 208 stran, 156 obr., 4 tab.; cena váz. M 38,80 (v NDR), resp. 46,— (v zahraničí). — Měsíc je nejděčnějším objektem pro pozorování astronomů amatérů. Na něm lze i malým dalekohledem pozorovat velké množství zajímavých



objektů. K jejich identifikaci je nutná odpovídající mapa, případně atlas. Každého pozorovatele Měsíce jistě uspokojí atlas, jehož autorem je inženýr Wolfgang Schwinge z hvězdárny v Budišíně. V jeho úvodní části se uvádí, že reprodukováné snímky Měsíce byly exponovány refraktorem 110/1600 mm a reflektorem 200/1000/3000 mm (v Cassegrainově ohnisku) na hvězdárně v Budišíně a na autorově hvězdárně. Dále se v úvodu pojednává o problematice astronomické fotografie amatérskými prostředky, především s ohledem na snímky Měsíce, a krátce je vysvětlen pojem selenografických souřadnic. Hlavní část atlasu pochopitelně tvoří fotografie Měsíce během prakticky celé jedné lunace (od stáří 1 den 17 h do stáří 27 dní 9 h); u jednotlivých snímků jsou uvedeny podrobné údaje. Na zvětšených obrázcích jsou pak vyznačeny jednotlivé útvary na měsíčním povrchu, jejichž seznam je připojen. Následují zajímavé fotografie Měsíce při různých hodnotách librací, v perigeu a v apogeu, podrobné fotografické mapy některých vybraných částí měsíčního povrchu, krátké vysvětlení vzniku zatmění Měsíce, přehled měsíčního výzkumu kosmickými sondami, tabulka fyzikálních dat o Měsíci, přehledná mapka měsíčního povrchu, vysvětlení některých nejdůležitějších termínů a seznam literatury (zde najdeme odkazy i na práce A. Růkly a J. Sadila). Není nejmenších pochyb, že Schwingeův atlas Měsíce je neobyčejně důležitou publikací, kterou astronomové amatéři dlouho postrádali. Reprodukce snímků měsíčního povrchu je dokonalá, určité námitky je možno mít proti nevhodně zvolené žluté barvě, kterou jsou vyznačeny obrysy a názvy měsíčních útvarů — ta totiž na bílých místech fotografií do značné míry zaniká a při pozorování z dalekohledu ve světle baterky není vůbec patrná.

J. B.

## Úkazy na obloze v dubnu 1985

**Slunce** vychází 1. dubna v 5<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, zapadá v 18<sup>h</sup>32<sup>m</sup>. Dne 30. dubna vychází ve 4<sup>h</sup>39<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>17<sup>m</sup>. Za duben se prodlouží délka dne o 1 h 43 min a polední výška Slunce nad obzorem se zvětší o 11°, ze 44° na 55°.

**Měsíc** je 5. IV. ve 13<sup>h</sup> v úplňku, 12. IV. v 6<sup>h</sup> v poslední čtvrti, 20. IV. v 6<sup>h</sup> v novu a 28. IV. v 5<sup>h</sup> v první čtvrti. Dne 5. dubna prochází Měsíc přizemím, 19. dubna odzemím. Během dubna nastanou konjunkce Měsíce s těmito planetami: 8. IV. v 8<sup>h</sup> se Saturnem, 9. IV. v 17<sup>h</sup> s Uranem, 10. IV. ve 20<sup>h</sup> s Neptunem, 13. IV. v 18<sup>h</sup> s Jupiterem, 18. IV. v 0<sup>h</sup> s Venuší a téhož dne v 5<sup>h</sup> s Merkurkem a 22. IV. ve 14<sup>h</sup> s Marsem.

**Merkur** je 3. dubna v dolní konjunkci se Sluncem, 16. IV. v zastávce a 1. května v největší západní elongaci (27° od Slunce). Je pozorovatelný v druhé polovině dubna na ranní obloze, krátce před východem Slunce nízko nad východním obzorem. V polovině měsíce vychází ve 4<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, koncem dubna ve 4<sup>h</sup>03<sup>m</sup>. Během této doby se jasnost Merkura zvětšuje z 2,0<sup>m</sup> na 0,6<sup>m</sup>. Dne 24. dubna prochází Merkur odsuním.

**Venuše** se pohybuje v souhvězdí Ryb, do 22. dubna, kdy je v zastávce zpětným směrem, pak přímo. Dne 3. dubna je v dolní konjunkci se Sluncem. Po celý měsíc vychází ráno před východem Slunce, počátkem dubna ve 4<sup>h</sup>54<sup>m</sup>, koncem měsíce ve 3<sup>h</sup>20<sup>m</sup>. Pozorovatelná je v druhé a třetí dubnové dekádě. Jasnost Venuše se během dubna zvětšuje z -4,1<sup>m</sup> na -4,5<sup>m</sup>.

**Mars** se pohybuje souhvězdími Berana a Býka. Je pozorovatelný ve večerních hodinách, zapadá kolem 21<sup>h</sup>22<sup>m</sup> a má jasnost asi 1,6<sup>m</sup>. Při konjunkci Marsu s Měsícem 22. dubna dojde k zákrytu Marsu Měsícem. Úkaz však nastává v denních hodinách, v Praze vstup v 13<sup>h</sup>12<sup>m</sup>, výstup ve 14<sup>h</sup>39<sup>m</sup>.

**Jupiter** se pohybuje souhvězdím Kozorožce. Počátkem dubna vychází ve 3<sup>h</sup>41<sup>m</sup>, koncem měsíce v 1<sup>h</sup>57<sup>m</sup>, takže je pozorovatelný v ranních hodinách. Jasnost Jupitera se během dubna zvětšuje z -2,1<sup>m</sup> na -2,3<sup>m</sup>.

**Saturn** je v souhvězdí Vah. Počátkem dubna vychází ve 22<sup>h</sup>28<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 20<sup>h</sup>25<sup>m</sup>. Jasnost Saturna se během dubna zvětšuje z 0,3<sup>m</sup> na 0,1<sup>m</sup>.

**Uran** je v souhvězdí Hadonoše. Vychází počátkem dubna v 0<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 22<sup>h</sup>28<sup>m</sup>. Uran má jasnost asi 5,6<sup>m</sup>.

**Neptun** se pohybuje v souhvězdí Střelce do 5. dubna přímo, pak zpětně. Je pozorovatelný v druhé polovině noci. Počátkem dubna vychází v 1<sup>h</sup>29<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 23<sup>h</sup>34<sup>m</sup>. Jasnost Neptuna je 7,9<sup>m</sup>.

**Pluto** je v souhvězdí Panny a protože je 23. dubna v opozici se Sluncem, je po celý měsíc na obloze téměř po celou noc. Počátkem dubna vychází v 19<sup>h</sup>31<sup>m</sup>, zapadá v 8<sup>h</sup>11<sup>m</sup>, koncem měsíce vychází v 17<sup>h</sup>30<sup>m</sup> a zapadá v 6<sup>h</sup>12<sup>m</sup>. Pluto má jasnost 13,7<sup>m</sup>.

**Planetky.** Dne 5. dubna je Pallas v konjunkci se Sluncem, 18. dubna Vesta v opozici se Sluncem.

**Meteory.** Dne 9. dubna nastává maximum činnosti  $\alpha$ -Virginid, 22. dubna pak význačného meteorického roje Lyrid.

Časové údaje v tomto přehledu jsou uvedeny v čase středoevropském (letní čas = SEČ + 1 hodina), východy a západy platí pro průsečík 15. poledníku východní délky a 50. rovnoběžky severní šířky. J. B.



V Říši hvězd 12/1984 (str. 259—260) jsme přinesli zprávu o objevu komety Shoemaker 1984q, v č. 1/1985 (str. 19) pak o objevu komety Shoemaker 1984u. Obě jsou krátko-periodické a podle vžitých zvyklostí dostaly také příslušná označení: 1984q — Shoemaker 1 a 1984u — Shoemaker 2. Podle Marsdenova zpřesněného výpočtu drah má první oběžnou dobu 7,25 roku, druhá 8,55 roku; obě tedy patří k Jupiterově rodině.

IAUC 4017, 4019, MPC [9293 (B)

### JAK VYSOKÝ JE OLYMPUS MONS?

Nedávno zveřejnil S. S. C. Wu a jeho spolupracovníci z Ústavu geologické kartografie (United States Geological Survey) v Arizoně topografickou mapu sopky Olympus Mons na Marsu. Pracovní skupina použila ke své práci 91 stereosnímků, které získala sonda Viking z oběžné dráhy kolem Marsu. S průměrem základny 600 km zaujímá Olympus Mons, největší štítová sopka sluneční soustavy, plochu  $3,2 \cdot 10^5$  km<sup>2</sup>. Stereosnímky umožnily určit výšku vulkánu podstatně přesněji než se udávalo. Podle zveřejněných výsledků se Olympus Mons vypíná do výšky 26 400 m. Dřívější uváděný údaj 30 km si tedy musíme poopravit na nižší hodnotu.

SuW 23, 496, 1984 (H. N.)

### NOVA V SOUVHĚZDÍ ORLA?

Japonský astronom Minoru Honda objevil 2. prosince 1984 patrně novu v souhvězdí Orla. Její poloha byla (1950,0)

$$\alpha = 19^{\text{h}}14,1^{\text{m}} \quad \delta = +3^{\circ}39'.$$

Ve vizuálním oboru měla v době objevu jasnost 10<sup>m</sup>, 7. prosince již jen 12<sup>m</sup>. Na snímku exponovaném 29. listopadu 1984 nebyla nalezena. IAUC 4020 (B)

● Prodám Marx-Pfau: Sternatlas (1975,0), nový. — St. Novotný, Husova 1389, 504 01 Nový Bydžov.

● Prodám plánek na stavbu astr. dalekohledu zv. 50—100X i s návodem. — Ing. Jiří Báborský, Stínadla 1095, 584 01 Ledce nad Sázavou.

● Prodám astr. dalekohled Newton, Ø zrcadla 150 mm, F 1110 mm, 2 širokoúhlé okuláry, vše vysoké opt. kvality, paralaktická vidlicová montáž, jemné pohyby, dělené kruhy, hodinový stroj regulovatelný, spolehlivě chodící, dva hledáčky, náhr. zrcadlo před dokončením. Bezvadné provedení, neamortizované, vyhoví i náročnějšímu pozorovateli. Nerad prodávám, ztratil jsem pozorovací podmínky. — Antonín Dostal, Vestec 113, 252 42 Jesenice u Prahy.

● Prodám kompletní dalekohled Newton — parabol. Ø 150, f 1100, zrcadlo-světelnost 1:4 a Monar. Koupím nutně monarovský okulár (pseudomonar), neb jeho optiku. — Josef Vích, Cvrčkova 343, 547 01 Náchod 5.

J. S. Šklovskij: Co bylo, když nebylo „nic“ — M. Eliáš: Sopečná činnost na měsíci Io — P. Ambrož a J. Grygar: Astronomie na pražské konferenci evropských fyziků — L. Křivský: Kresby sluneční fotosféry — M. Kopecský: Jedenáctileté cykly slunečních skvrn podle greenwichských fotografických pozorování — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v dubnu 1985

### СОДЕРЖАНИЕ

И. С. Шкловский: Что было, когда ничего не было — М. Элиаш: Вулканическая действительность на Ио — П. Амброж и И. Грыгар: Астрономия на пражском совещании европейских физиков — Л. Кривский: Рисунки солнечной фотосферы — М. Коpecký: Одиннадцатилетние циклы солнечных пятен по гренвичским фотографическим наблюдениям — Сообщения, Явления на небе в апреле 1985 г.

### CONTENTS

J. S. Shklovskij: The very Beginning of the Universe — M. Eliáš: Volcanic Activity on the Satellite Io — P. Ambrož and J. Grygar: Astronomy on the 6th Europhysical Conference in Prague — L. Křivský: Drawings of the Solar Photosphere — M. Kopecský: 11-year Cycles of Sunspots According to Greenwich Photographical Observations — Short Contributions — Book Reviews — Phenomena in April 1985

## ŘÍŠE HVĚZD Populárně vědecký astronomický časopis

Vydává ministerstvo kultury ČSR  
v nakladatelství a vydavatelství Panorama,  
Praha

Vedoucí redaktor Eduard Škoda  
Redakční rada: Doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc;  
RNDr. Jiří Grygar, CSc; RNDr. Oldřich Hlad;  
člen koresp. ČSAV, RNDr. Miloslav Kopecský, DrSc; ing. Bohumil Maleček, CSc; doc. Antonín Mrkos, CSc.

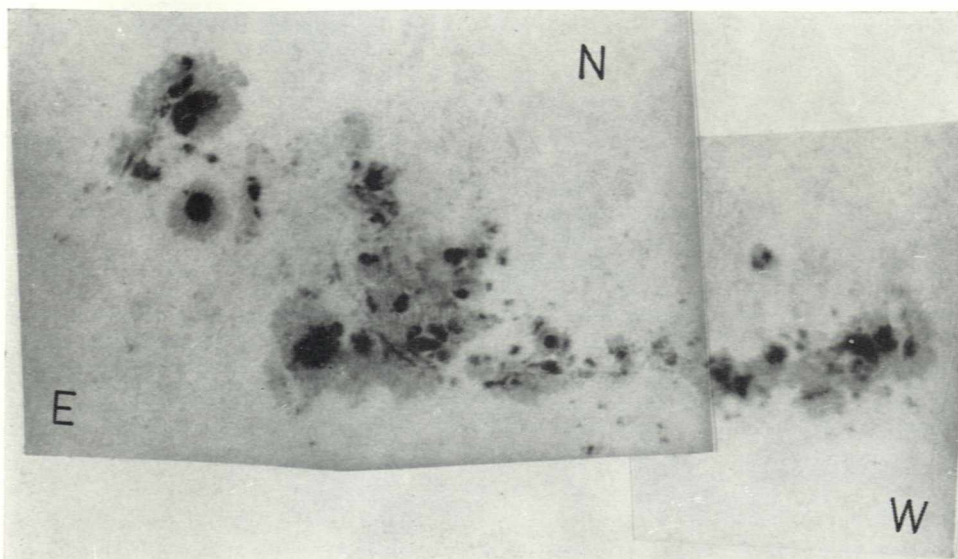
Technická redaktorka Otilie Strnadová.  
Tisknou Tiskářské závody, n. p., závod 3,  
Slezská 13, 120 00 Praha 2.

● Vychází dvanáctkrát ročně ● Cena jednotlivého čísla Kčs 2,50 ● Roční předplatné Kčs 30,— ● Rozšiřuje Poštovní novinová služba ● Informace o předplatném podá objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚED Praha ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku, Kačkova 19, 160 00 Praha 6.

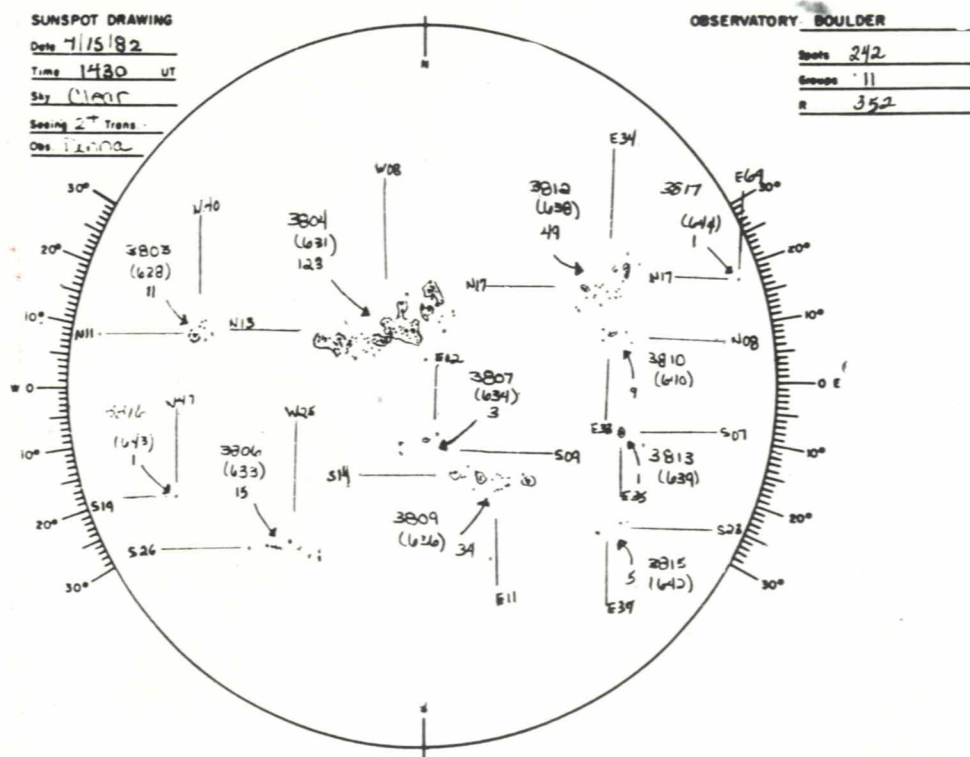
Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23,  
100 00 Praha 10, telefon 78 14 823. Toto číslo bylo dáno do tisku 15. ledna, vyšlo 27. února 1985.

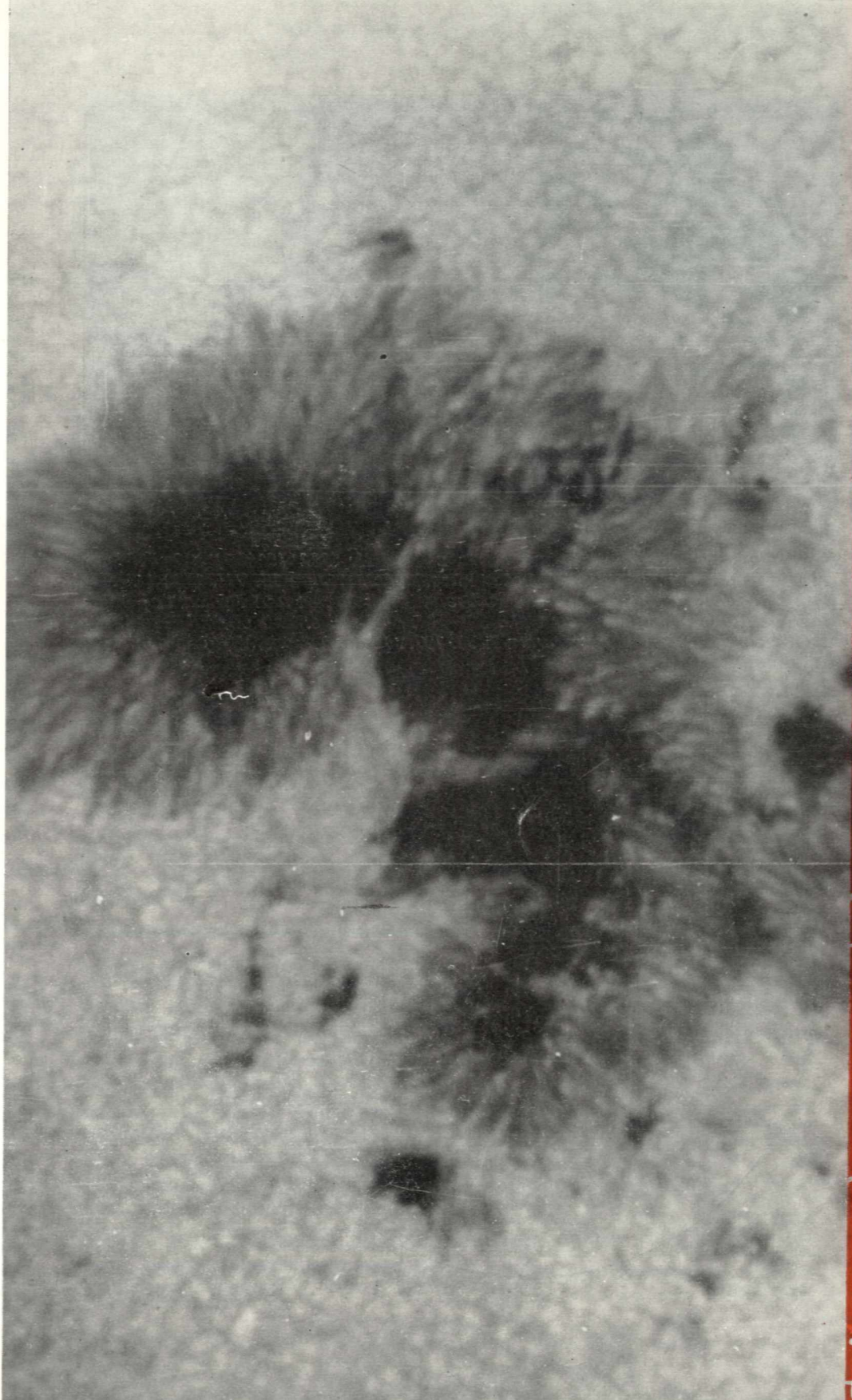
ISSN 0035 — 5550





Nahoře je snímek velké skupiny skvrn z 15. VII. 1982 ( $6^{\text{h}}45^{\text{m}}$ ) z hvězdárny Val, Meziříčí pro FOTOSFEREX. Dole je kresba fotosféry z 15. VII. 1982 ( $14^{\text{h}}30^{\text{m}}$  SČ) z Boulderu — USA, publikovaná v Preliminary Report and Forecast of Solar Geophysical Data. [K článku na str. 36–37]. — Na 4. straně obálky je snímek rozsáhlé skupiny slunečních skvrn z 2. VI. 1979. [Foto Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov; k článku na str. 38–39].





47 281

650-1178