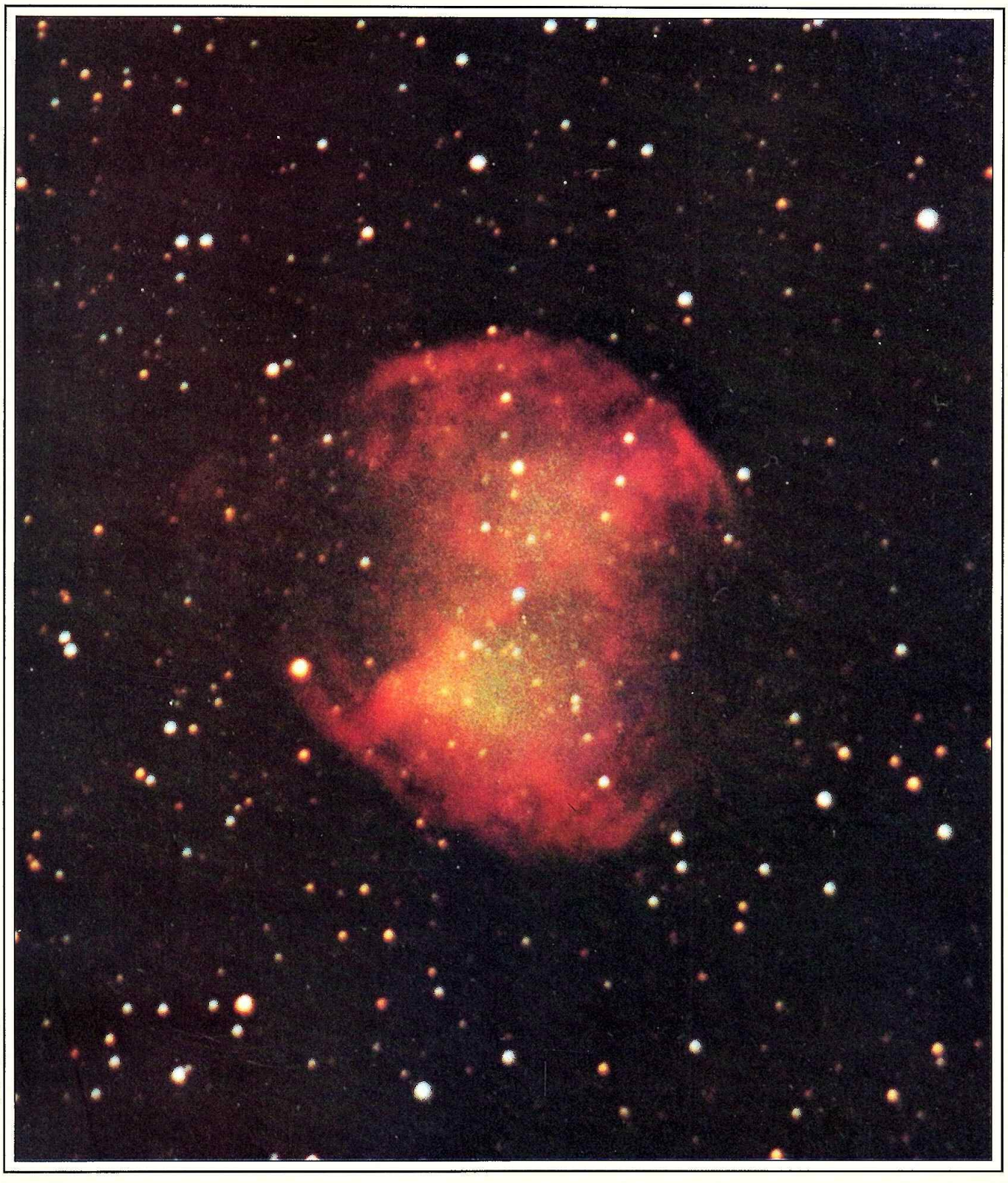
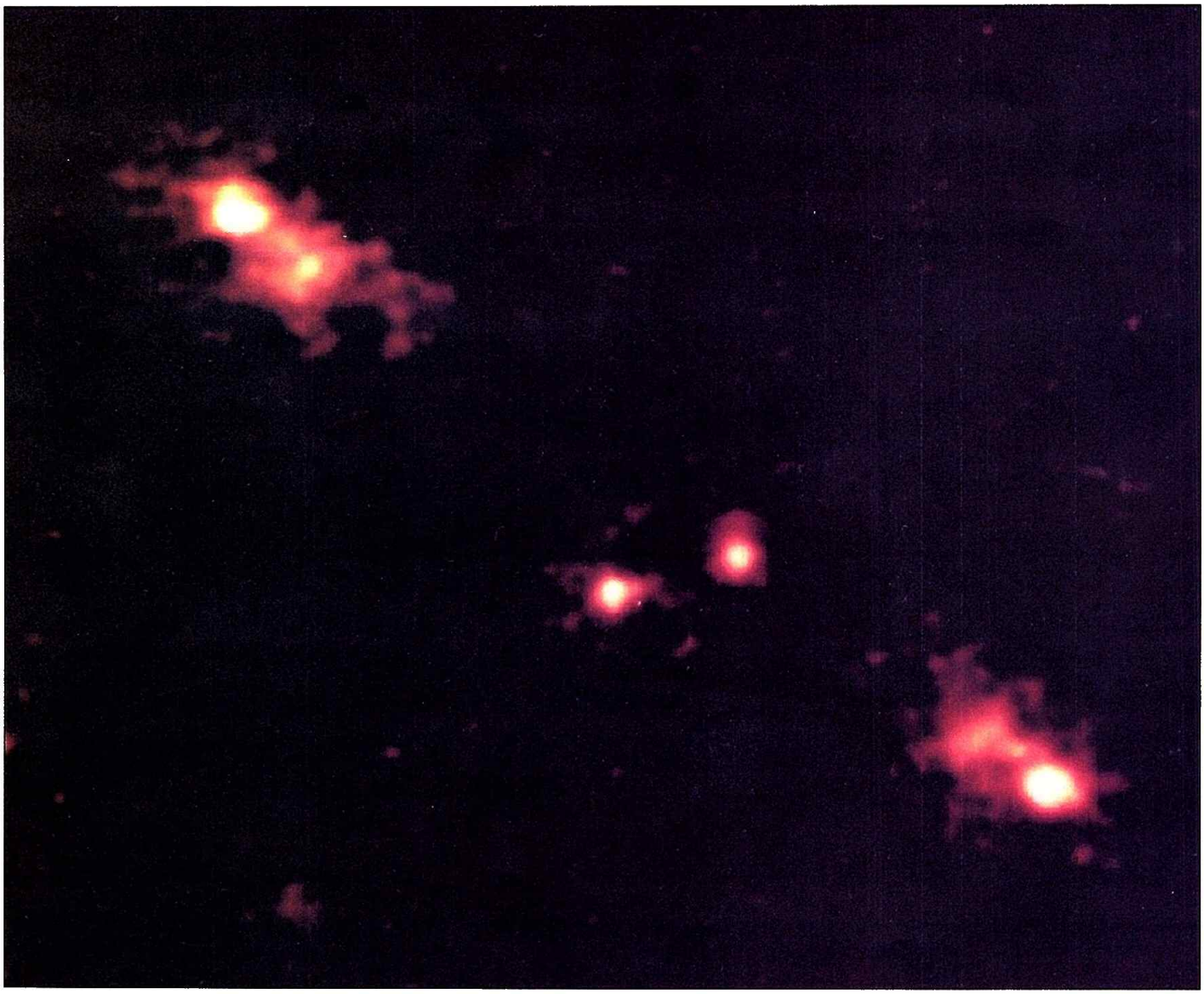
Říše hvězd

GLOBÁLNÍ OTEPLENÍ OČIMA HVĚZDÁŘE
Žeň objevů 1992 (II.)
Knižní žeň 1992

ročník 74
7-8/1993
cena 24 Kč





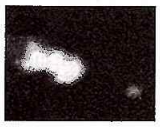
Říše hvězd ročník 74 7–8/93

PŘEDNÍ STRANA OBÁLKY

Činka, Dumbbell – planetární mlhovina M 27 (NGC 6853) v souhvězdí Lištičky. Autorem snímku z 28. VIII. 1992 (01h 48min SEČ, exp. 20 min) je astronom–amatér Jan Nesměrák z Prahy (fotografováno v Koperníkově kopuli Hvězdárny na Kleti zrcadlovým dalekohledem 570/ /02950 s fotoaparátem Praktica na Kodak Gold 400).

DRUHÁ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE – **Nejvzdálenější známá galaxie 4C41.17** – Unikátní snímek dosud nejvzdálenější známé galaxie 4C41.17 byl pořízen širokoúhlou kamerou Hubblova kosmického dalekohledu v průběhu loňského roku. Poprvé se podařilo opticky rozlišit strukturu galaxie, kterou jsme dosud znali jen z radiastronomických pozorování. Pokud je záření této galaxie produkováno převážně hvězdami, pak by každý „zámotek" na obrázku mohl obsahovat až 10 miliard hvězd v oblasti o průměru necelých 500 parseků. Světlo od této galaxie k nám putovalo více než 10 miliard let, a tak tuto galaxii vlastně pozorujeme ve stavu, v jakém se nacházela, když stáří vesmíru bylo pouhá jedna desetina současné hodnoty.



(foto – NASA/ STScI)

DOLE – **Gravitační čočka v galaktické kupě AC114** – blíže viz článek na s. 180 *Objevena další gravitační čočka. (foto – NASA/STScI)*

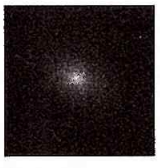
TŘETÍ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE – **Měsíc 37h 33min po novu** – snímek brněnského astronoma–amatéra Jana Šafáře ze dne 26. IV. 1990 v 19h 01min SEČ (f = 500 mm, c = 8, *exp.* = 4s (pointováno), negativ ORWO MA8).

DOLE – **Jižní cíp Měsíce** – snímek byl pořízen na Lidové hvězdárně v Hradci Králové (refr. 200/ 3500 + Barlow 3x (14 mm) + Pentacon SixTL, negativ Fomapan Speciál 30 Din) dne 26. VIII. 1992 v 3h 54min SEČ (exp. = 10 s). Fotografoval Josef Kujal.

POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

Kompaktní jádro galaxie M 32 – Hubblův dalekohled jasně ukazuje centrální jádro eliptické galaxie M 32. Tento snímek byl pořízen pomocí širokoúhlé a planetární kamery v módu vysokého rozlišení 17. dubna 1991. Na snímku je zřejmá zvyšující se jasnost galaxie M 32 směrem k jádru. Dokazuje, že hvězdy se silně koncentrují do jádra vlivem gravitačního pole masivní černé díry. Teoretické modely předpokládají, že struktura odpovídá černé díře o hmotnosti přibližně tří milionů Sluncí v jádru galaxie. Hustota hvězd uprostřed snímku je více než stomilionkrát větší než v oblasti našeho Slunce. Strana snímku odpovídá zhruba 50 parsekům. Zrnitá struktura na okrajích obrazu je důsledkem hranice rozlišení kosmického dalekohledu při zobrazení jednotlivých hvězd v M 32. Viz též článek *Kosmický dalekohled zkoumá jádro galaxie M 32* na s. 180.



(foto – NASA/STScI)

DOLE – **Znamení Lva (Leo) a Panny (Virgo)** – obrázky ze zvěrokruhu Josefa Mánesa (1866) a z hvězdného atlasu *Uranometria* Jana Bayera (1572 – 1625).

obsah:

172 *GLOBÁLNÍ OTEPLENÍ očima hvězdáře – Jan Hollan*
148 *ŽEŇ OBJEVŮ 1992 (II) – Jiří Grygar*
2. Meziplanetární hmota (148)
3. Slunce (152)
4. Vznik a raný vývoj hvězd (153)
5. Proměnné hvězdy (153)
6. Neutronové hvězdy a pulsary (156)
7. Naše Galaxie (157)
8. Cizí galaxie a kvasary (158)

147, 180 Novinky z astronomie
Z astronomických cirkulářů (147)
Stelárna astronómia Bezovec 1993 (179)
Objevena další gravitační čočka (180)
Znečištění atmosféry bílých trpaslíků (180)
Sluneční erupce a protuberance středem zájmu (181)
Kosmický dalekohled zkoumá jádro galaxie M32 (182)
Pozorování konvektivních pohybů na Slunci (182)
Nový typ impaktních kráterů na Zemi (183)
Projekt FIRST – nová přehlídka oblohy (183)
160 Noční obloha – říjen 1993
Úkazy na obloze (160)
Objekty vzdáleného vesmíru (164)
166 Noční obloha – listopad 1993
Úkazy na obloze (166)
Objekty vzdáleného vesmíru (170)
184 Hvězdárny – planetária – astronomické kluby
Pryč s hvězdáři aneb hvězdárna trnem v oku (184)
Hvězdárna také v Havířově (184)
Celkové snímky sluneční fotosféry (185)
188 Začínajícím hvězdářům (7)
Záření – zdroj informací o vesmíru (4. lekce)
139 Společenská kronika
In memoriam – profesor Zdeněk Kopal
146 Redakci došlo
180 Kdy, kde, co
186 Knihy – časopisy – software
KNIŽNÍ ŽEŇ 1992 – *Marcel Grün*
183, 185 Astronomická kronika – červenec, srpen 1993
191 Otázky & odpovědi
192, 146 Přečetli jsme pro vás
187 Časové signály
187 Inzerce

THE REALM OF STARS – *Contents:*

172 *GLOBAL WARMING from the Astronomer's Point of View – Jan Hollan*
148 *HIGHLIGHTS IN ASTRONOMY 1992 (II) – Jiří Grygar*
2. Interplanetary Matter (148)
3. The Sun (152)
4. Formation and Early Evolution of Stars (153)
5. Variable Stars (153)
6. Neutron Stars and Pulsars (156)
7. Our Galaxy (157)
8. External Galaxies and Quasars (158)

147, 180 Astronomy News
From Astronomical Circulars (147)
Stellar Astronomy – Bezovec 1993 (179)
Discovery of the Another Gravitational Lens (180)
Pollution in the Atmosphere of White Dwarfs (180)
Solar Flare and Prominence in the Centre of Interest (181)
Space Telescope Studies the Centre of Galaxy M 32 (182)
Observations of Convective Motions on the Sun (182)
New Type of Impact Craters on the Earth (183)
Project FIRST – New Radio Survey of the Sky (183)
160 The Night Sky – October 1993
Phenomena in the Sky (160)
Deep-Sky Objects (164)
166 The Night Sky – November 1993
Phenomena in the Sky (166)
Deep-Sky Objects (170)
184 Public Observatories – Planetaria – Astronomical Clubs
Down with the Astronomers or Public Observatory is a Thorn in One's Eye? (184)
Public Observatory also in Havířov (184)
Global Pictures of the Solar Photosphere (185)
188 Astronomy for the Beginners (7)
Radiation – the Source of Information about the Universe (Excercise 4)
139 Social Chronicle
In Memorian Professor Zdeněk Kopal
146 Submitted to the Editors
180 When, Where, What
186 Books – Journals – Software
HIGLIGHTS OF BOOKS IN 1992 – *Marcel Grün*
183, 185 Astronomical Chronicle – July, August 1993
191 Questions & Answers
192, 146 Excerpted for You
187 Time Signals
187 Advertising

REICH DER STERNE – *aus dem Inhalt:* Globale Erwärmung der Erde vom astronomische Standpunkt – *J. Hollan* (172); Ernte von Entdeckungen im Jahre 1992 (II) – *J. Grygar* (148); Auswahl von Büchern im Jahre 1992 – *M. Grün*

ROYAUME DES ÉTOILES – *en ce numéro:* Échauffement global du point de vue astronomique – *J. Hollan* (172); Découvertes importantes en 1992 (II) – *J. Grygar* (148); Livres astronomiques en 1992 – *M. Grün*

REINO DE LAS ESTRELLAS – *en el contenido:* Calentaniento global desde el punto de vista astronómico – *J. Hollan* (172); Cosecha de descubrimientos en el año 1992 (II) – *J. Grygar* (148); Selección de los libros del año 1992 – *M. Grün*

CITÁT MĚSÍCE

Nemyslím, že bychom měli vyhlásit válku astrologii. Místo toho bychom měli lidem ukázat, že existuje jiný předmět, jenž je stejně zajímavý, ba dokonce mnohem zajímavější. Zcela otevřeně, lidé tak docela nevěří astrologii. Jsou k ní přitahováni, neboť hovoří o nich samotných. To potřebujeme všichni. Je důležité, abychom lidem ukázali, že také věda hovoří o nich samotných.

Hubert Reeves, kanadský astrofyzik

REDAKCI DOŠLO

Astronomie a Pravidla českého pravopisu

Nové vydání *Pravidel českého pravopisu* z r. 1993 mi připadá jako dílo schizofrenika. Rozkolísání délek a psaní –s– a –z– v slovech cizího původu znamenají, že teď už asi nikdo nedokáže trefit, jak to ti jazykozpytci myslili. Jediné, co oceňuji, je povolení tvaru 2. p. jednotného čísla u názvu planet podle životného vzoru – pán – tj. Jupitera, Urana, Saturna, Neptuna. Naneštěstí je tato úleva vykompenzována zavedením hrůzného tvaru – kvazar –, což je zjevně nedorozumění etymologické. Nemám nic proti tomu, když se latinské quasi – přepisuje jako kvazi–, ale slovo „kvasar" vzniklo z anglického výrazu *quasistellar* tak, že z předpony kvazi– se použilo jen části kva–, a ze slova *stellar* se vytvořilo stažením – sar! Angličané a Američané tedy píší „quasar", a v češtině se píše (a také vyslovuje!) kvasar!

Navrhuji dvě řešení:

a) dohodnout se, že slovo kvazar, uvedené v *Pravidlech*, nemá nic společného s kvazi–stelárními zdroji v astronomii, a psát tedy v astronomickém kontextu „kvasar" s poukazem na to, že prostě toto slovo (tento pojem) školní *Pravidla* neuvádějí.

b) následovat příklad Angličanů, kteří žádná závazná pravopisná pravidla nikdy neměli a nemají, a píší na základě zvykového práva, jak je napadne. Pro terminologickou komisi ČAS se tak otevírá pole neorané (zatím spíše zvorané).

❑

Jiří Grygar
Fyzikální ústav AV ČR

Vážení čtenáři!

Dovolujeme si vás informovat, že rozhodnutím z vyšší moci došlo dne 28. V. 1993 ke změně vydavatele časopisu Říše hvězd. Novým vydavatelem Říše hvězd je tedy přímo řízená organizace ministerstva kultury České republiky:
Informační a poradenské středisko pro místní kulturu (IPOS), Blanická 4, 120 21 Praha 2-Vinohrady.

Jak nám bylo sděleno naším, dnes již bývalým vydavatelem (ministerstvo kultury České republiky – odbor osvěty), je hlavním důvodem této změny skutečnost, že je nadále nepřijatelné, aby ministerstvo kultury figurovalo jako vydavatel, přestože časopis plně dotuje ze svých, ministerstvem financí přidělených, prostředků. Redakce je toho názoru, že tato změna není přínosem pro osvětové časopisy (ministerstvo kultury bylo vydavatelem dalších pěti tzv. osvětových časopisů, které stihl podobný osud).

Další změnu, se kterou bychom vás chtěli seznámit, je skutečnost, že během několika následujících dvou–tří měsíců dojde k privatizaci tiskárny ve Slezské ulici, tedy tiskárny, která sází a tiskne náš časopis. Tato změna by se měla projevit dalším zkvalitněním služeb poskytovaných touto tiskárnou (se kterou jsme mimochodem v současné době velmi spokojeni).

Poslední očekávanou změnou by pak měla být změna nakladatele časopisu, která nastane od jeho následujícího ročníku (tedy od čísla 1/ 1994). Viděno očima posledních několika let, bude tato změna vítaným počinem. Škoda jen, že přichází v období pro časopisy (změna se opět týká všech ‚ministerských' osvětových časopisů) velmi ‚choulostivém' – na konci jednoho a začátku přípravy následujícího ročníku. Jméno nakladatele dnes není známo, neboť nakladatel se právě ‚hledá'.

Inu – říká se že změna je život. A my dodáváme, že život není živoření! A tak věříme, že po překonání jistých nestabilit, které při realizaci výše uvedených změn jistě vzniknou, nastane další zkvalitnění časopisu (obsah, polygrafické provedení, ...) a – a že snad konečně bude časopis přicházet ke čtenářům ne včas, ale s předstihem! A ještě něco – na tomto místě je vhodné připomenout, že redakce by velmi uvítala, kdyby se jí podstatně zlepšily podmínky pro redakční práci (redakce totiž žije v současné době v jistém ‚redakčním pravěku' – mechanický psací stroj, počítač XT v nedohlednu, ...). Chtěli bychom také posílit personální obsazení redakce (věřte–nevěřte – časopis, který držíte právě v rukou pro vás připravuje ‚masivní' redakce – tandem šéfredaktor a jeho sekretářka).

Vážené čtenářky, vážení čtenáři! Na shledanou nad stránkami dalších čísel Říše hvězd!

redakce

PŘEČETLI JSME PRO VÁS

Povinná astronomie

«Tuhle jsem si zašel na Petřín do hvězdárny. Mají tam pěkný dalekohled, skoro největší v Evropě. Ale pořád je, mně se zdá, moc malý, než abyste s ním objevil skromného, pokorného člověka, který myslí víc na druhé než na sebe. Ostatně, trochu astronomie by mělo myslím být pro každého povinné. Ono je moc dobré vědět, jaký prášek člověk vlastně je. Já si myslím, že trpělivost je jedna z mých mála dobrých vlastností. Ale věřte mně, že je to někdy moc těžké. Nejslušnější, nejdůstojnější jsou ti malí. Ti jediní si nemyslí, že Galileo byl blázen a že se svět točí kolem nich.»

Viktor Fischl: Hovory s Janem Masarykem, Mladá fronta, Praha 1991, str. 54

Říše hvězd

Ročník 74 **7–8/93**

POPULÁRNĚ VĚDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

První číslo Říše hvězd vyšlo v březnu 1920

(Kosmické rozhledy – ročník 31)

Vydává: Informační a poradenské středisko pro místní kulturu (IPOS, Blanická 4, 120 21 Praha 2) v Nakladatelství a vydavatelství Panorama (Hálkova 1, 120 72 Praha 2).

Šéfredaktor: Tomáš Stařecký

Sekretářka redakce: Daniela Ryšánková

Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10 – Strašnice; ✆ (02) 781–0163, *FAX* (02) 777–143

Redakční rada: Václav Appl, Jiří Bouška, Marcel Grün, Jiří Grygar, Oldřich Hlad, Helena Holovská(& jazyková úprava), Miloslav Kopecký, Zdeněk Mikulášek, Vladimír Novotný, Jaroslav Pavlousek, Zdeněk Pokorný, Pavel Příhoda, Vojtech Rušin, Lenka Šarounová, Martin Šolc, Vladimír Vanýsek, Marek Wolf, Juraj Zverko ★ Redakce dále spolupracuje s Astronomickým ústavem Karlovy univerzity a s Českou astronomickou společností (ČAS, Královská obora 233, 170 00 Praha 7).

∗ Tisk a sazba: Tiskařské závody, s.p., provoz 31, Slezská 13, 120 00 Praha 2 – Vinohrady (*reprografie:* Repro-Fetterle, spol. s r.o., Jugoslávských patryzánů 1580, 160 00 Praha 6; *barevná litografie:* Michael CLS, spol. s r.o., V jámě 1, 111 91 Praha 1). ∗ Vychází 12–krát do roka. ∗ Cena jednotlivého čísla: 12 Kč; předplatné pro rok 1993: 144 Kč. ∗ Velkoodběratelé a prodejci si mohou časopis objednat za výhodných podmínek na adrese: Panorama, odbyt časopisů, V tůních 11, 120 72 Praha 2; ✆ (02) 2422–9536. ∗ Rozšiřuje První novinová společnost, a. s. (PNS). ∗ Informace o předplatném podá a objednávky (pro tuzemsko i pro zahraničí) přijímá: PNS, a. s., Administrace centralizovaného tisku, Hvožďanská 5–7, 149 00 Praha 4 - Roztyly; ✆ (02) 793–4570 až 85; písemné objednávky zprostředkuje též redakce ∗ Redakce nemůže ověřovat všechna fakta uvedená v příspěvcích; za pravdivost, věcnou správnost a původnost příspěvku odpovídá jeho autor. Z delších příspěvků vybírá redakce nejpodstatnější myšlenky a vyhrazuje si právo jejich rozsah úměrně krátit a stylisticky upravovat. Autorem nevyžádané rukopisy, fotografie, diapozitivy a kresby se nevracejí. ∗ Inzerci přijímá redakce. ∗

∗ Zařazeno do indexu: *Astronomy & Astrophysics Abstracts; Ulrich's International Periodicals Directory.* ∗

Uzávěrka čísla: 31. srpna 1993

Index: ISSN 0035–5550

© IPOS, Praha 1993

(redakce děkuje ministerstvu kultury České republiky za významnou podporu, bez níž by realizace časopisu v současné době byla nemožná)

Z astronomických cirkulářů

Kometa P/Ashbrook-Jackson (1992j)

●Pokračování efemerid z *Říše hvězd 5/1993, s. 99:*

Kometa P/Ashbrook–Jackson (1992j)					
den	α_{2000} [h m s]	δ_{2000} [° ′ ″]	Δ [AU]	r [AU]	m_1 [mag]
1. XII. 1993	0 44 34,4	+14 56 02	1,797	2,513	12,8
11. XII. 1993	0 47 45,0	+15 23 04	1,930	2,540	13,0
21. XII. 1993	0 53 17,9	+15 59 23	2,074	2,568	13,2
31. XII. 1993	1 00 54,2	+16 44 26	2,225	2,597	13,4
10. I. 1994	1 10 14,7	+17 37 05	2,381	2,628	13,6
20. I. 1994	1 21 04,1	+18 36 05	2,540	2,659	13,8
30. I. 1994	1 33 07,8	+19 39 58	2,699	2,691	14,0
					(IAUC 5546)

Kometa Mueller (1993a)

●Pokračování efemerid z *Říše hvězd 5/1993, s. 99:*

Kometa Mueller (1993a)					
den	α_{2000} [h m s]	δ_{2000} [° ′ ″]	Δ [AU]	r [AU]	m_1 [mag]
1. XII. 1993	20 35 25,2	+44 40 12	1,797	2,004	8,8
6. XII. 1993	20 44 44,5	+40 11 59	1,851	1,989	8,8
11. XII. 1993	20 53 13,5	+36 04 57	1,914	1,975	8,9
16. XII. 1993	21 01 04,3	+32 19 53	1,985	1,963	8,9
21. XII. 1993	21 08 24,8	+28 56 26	2,061	1,953	9,0
26. XII. 1993	21 15 20,6	+25 53 24	2,141	1,945	9,0
31. XII. 1993	21 21 56,0	+23 09 11	2,223	1,939	9,1
5. I. 1994	21 28 14,3	+20 42 02	2,305	1,935	9,2
10. I. 1994	21 34 18,1	+18 30 10	2,387	1,933	9,3
15. I. 1994	21 40 09,1	+16 31 52	2,467	1,933	9,3
20. I. 1994	21 45 48,7	+14 45 29	2,543	1,935	9,4
25. I. 1994	21 51 17,7	+13 09 30	2,616	1,938	9,5
30. I. 1994	21 56 37,0	+11 42 31	2,684	1,944	9,5
					(MPC 2230)

Znovuobjevená kometa P/Whipple (1993n)

Periodickou kometu P/Whipple objevil dne 15. října 1933 F. L. Whipple 0,41–m dalekohledem (*f*/5,4) na Oak Ridge Station (Harvard College Observatory, Cambridge, Massachusetts). Při jejím současném návratu ke Slunci byla znovuobjevena 25. VI. J. V. Scottim (University of Arizona) pomocí dalekohledu Spacewatch na observatoři na Kitt Peaku. Na fotografické desce se jevila jako objekt o jasnosti ~ 21 mag a nacházela se v souhvězdí Orla.

(IAUC 5827)

Znovuobjevená kometa P/West-Kohoutek-Ikemura (1993o)

Periodickou kometu P/West–Kohoutek–Ikemura objevil R. M. West v lednu 1975 na fotografické desce exponované 15. října 1974 pomocí Schmidtovy komory (1000/1620, f/3) Evropské jižní observatoře v La Silla v Chile (desku exponoval G. Pizzaro a D. Ballereau v rámci programu Southern Hemisphere Quick Blue Survey). Kometa byla popsána jako difuzní objekt s jasností ~ 12 mag a s centrální kondenzací a malým ohonem. Protože kometa byla nalezena až tři měsíce po exponování fotografické desky a nebyl znám její vlastní pohyb, nepředpokládalo se, že se ji podaří znovu najít a pozorovat. 27. února 1975 se náš astronom Luboš Kohoutek pokoušel o nalezení své nové komety, kterou objevil 9. února. Na desce, která byla posunuta v pozici jihozápadním směrem od předchozí desky, nalezl druhou kometu. O podobné se pokoušel 1. března Toshihiko Ikemura, ale v předpokládané poloze nemohl kometu najít. Zato severně od této předpokládané pozice nalezl jinou kometu. Stejná kometa byla později nalezena i na snímcích N. Kojimy a T. Sekiho z 28. února. Ikemurovy pozorované pozice komety ukázaly, že tato kometa je identická s kometou, kterou pozoroval 27. února L. Kohoutek, a že kometa objevená Kohoutkem 9. února je zcela jiná kometa. Krátce po těchto objevech vypočítal B. G. Marsden eliptickou dráhu nové komety a dokázal, že tato kometa je totožná s kometou, kterou pozoroval R. M. West. Následující rok pak Marsden vypočítal novou dráhu komety s periodou 6,12 let. Z parametrů této dráhy pak vyplynulo, že v březnu 1972 proletěla kometa kolem Jupitera ve vzdálenosti pouhých 0,012 AU. Před setkáním s Jupiterem měla kometa periodu oběhu kolem Slunce asi 36 let a perihelovou vzdálenost kolem 5 AU. Při dalším návratu ke Slunci ji nalezl v r. 1981 M. E. Schuster, přičemž se zjistilo, že kometa se na své dráze zrychlila o $\Delta T = -1{,}37$ dne.

Při jejím nadcházejícím návratu ke Slunci ji znovuobjevil J. V. Scotti dne 20. července pomocí dalekohledu Spacewatch na observatoři na Kitt Peaku. Na snímcích se jevila jako velmi slabý objekt ~ 20. magnitudy s malou komou o průměru 8″. Z přesných pozičních měření vyplývá, že kometa se na své dráze zpozdila o $\Delta T = +0{,}04$ dne.

Začátkem listopadu se bude kometa pohybovat jihovýchodně od hvězdy Rigel v souhvězdí Orionu. Její pohyb bude směřovat přes toto souhvězdí na severozápad.

●**Efemerida na listopad 1993 až leden 1994:**

Kometa P/West – Kohoutek – Ikemara (1993o)					
den	α_{2000} [h m S]	δ_{2000} [° ′ ″]	Δ [AU]	r [AU]	m_1 [mag]
1. XI. 1993	5 17 17,6	−09 53 42	0,841	1,669	12,8
10. XI. 1993	5 14 51,6	−07 27 36	0,754	1,639	12,5
21. XI. 1993	5 06 43,1	−2 55 14	0,683	1,615	12,3
1. XII. 1993	4 54 59,2	+2 54 17	0,633	1,596	12,0
11. XII. 1993	4 40 45,3	+10 06 09	0,612	1,584	11,9
21. XII. 1993	4 26 38,1	+17 53 29	0,621	1,577	11,9
31. XII. 1993	4 15 32,0	+25 17 55	0,660	1,578	12,1
10. I. 1994	4 09 32,3	+31 41 26	0,716	1,584	12,3
20. I. 1994	4 09 45,6	+36 54 23	0,806	1,597	12,6
30. I. 1994	4 16 20,4	+41 03 49	0,902	1,616	12,9
					(IAUC 5832)

□ *(kz)*

Vysvětlivky k tabulkám: ***dráhové elementy:*** T – *okamžik průchodu perihelem*, e – *excentricita*, ω – *argument perihelu*, Ω – *délka výstupného uzlu*, i – *sklon k ekliptice*, a *velká poloosa*, P – *oběžná doba;* ***efemeridy*** (všechny údaje jsou vztaženy k 0h TT příslušného dne): α, δ – *souřadnice pro ekvin. J2000.0*, Δ – *vzdálenost od Země*, r – *vzdálenost od Slunce*, m_1 – *zdánlivá celková jasnost.* □

2. Meziplanetární hmota

Donedávna se mohlo zdát, že výzkum meziplanetární hmoty patří spíše k okrajovým záležitostem při studiu stavby a povahy sluneční soustavy. Loni se však karta dramaticky obrátila a několikrát za sebou právě výsledky tohoto průzkumu na sebe strhly pozornost profesionálů i laiků. V našem přehledu se proto omezíme především na tyto populární problémy s vědomím, že tím musíme vynechat zmínku o mnoha dalších zásadních pracích – tato oblast astronomie by si zkrátka zasloužila samostatný přehledový článek.

Počátkem roku se mohli astronomové seznámit s prvními výsledky průletu sondy Galileo v blízkosti **planetky (951) Gaspra** dne 29. října 1991. Pro nemožnost použít k přenosu dat na Zemi hlavní anténu, která se nerozevřela, trval totiž pomalý přenos údajů pomocnou anténou velmi dlouho a k přenosu byl vybrán snímek ze vzdálenosti 16 200 km (viz I. strana obálky *Říše hvězd 2/1993)*, ač sonda nakonec proletěla ve vzdálenosti pouhých 1600 km od planetky. Na snímku, který pro svou jedinečnost již dávno obletěl svět, je patrné klínovité těleso planetky s hlavními rozměry 19 x 12 x 11 km, pokryté asi 600 impaktními krátery s průměrem od 100 m do 2 km. Na snímku lze rozlišit podrobnosti o délce pouhých 70 m. Další snímek ze vzdálenosti 5300 km od planetky umožňuje rozlišit podrobnosti o rozměru 55 m. Teplota povrchu planetky činila 227 K. Kolem osy se otočí jednou za 7h 2min 33s. V srpnu letošního roku proletí Galileo v blízkosti planetky (243) Ida a pak už bude směřovat ke konečnému cíli své složité pouti – k Jupiteru. Technici Laboratoře tryskových pohonů (JPL) se dosud nevzdali naděje, že se jim do té doby podaří rozevřít hlavní anténu. Jinak by byl totiž výsledek tohoto nákladného projektu citelně omezen.

Jak jsem se již zmínil v loňském přehledu, hned na počátku r. 1992 objevil D. Rabinowitz podivuhodnou **planetku 1992 AD,** která byla dodatečně identifikována i na snímcích z let 1977, 1982, 1989 a 1991, takže mohla dostat ihned katalogové číslo **5145** a jméno **Pholus**. Pohybuje se po protáhlé dráze s výstředností 0,58 a naposledy prošla přísluním koncem září 1991. V té době byla od Slunce vzdálena 8,7 AU, zatímco v odsluní se nalézá až za drahou Neptunu ve vzdálenosti 32,3 AU. To znamená, že délka velké poloosy činí 20,5 AU. Kolem Slunce oběhne za 92,7 roku při sklonu dráhy k ekliptice 25°. Při albedu 0,08 se její průměr odhaduje na 140 km a kolem osy se otočí za 10,0 h. Na rozdíl od dráhově poněkud příbuzné planetky Chiron není Pholus v perihelu aktivní, tj. není obklopen komou. S ohledem na mimořádně červenou barvu (je červenější než Měsíc i Jupiterova družice Io) se soudí, že je pokryt organickým povlakem tholinu, který vzniká dlouhodobým bombardováním povrchu planetky částicemi kosmického záření.

Ještě větším překvapením se stal objev **planetky 1992 QB$_1$,** kterou na základě pět let trvajícího systematického hledání vzdálených těles sluneční soustavy nalezli koncem srpna 1992 D. Jewitt a J. Luuová jako sytě červený objekt 23. magnitudy v souhvězdí Ryb. Určení dráhy i samotné vzdálenosti objektu od Země se ukázalo mimořádně nesnadné, neboť těleso se pohybuje neobyčejně pomalu. Teprve koncem roku uveřejnil B. Marsden prozatímní dráhu, která svými parametry budí pravou senzaci. V současné době jde totiž o vůbec nejvzdálenější známé těleso sluneční soustavy, jež se nachází plných 41 AU od Slunce. Podle Marsdena projde přísluním v srpnu r. 2023 ve vzdálenosti 40 AU. Velká poloosa jeho dráhy činí 44 AU při výstřednosti 0,11. Oběžná doba dosahuje bezmála 300 let. Průměr tělesa se odhaduje na 200 km. Objekt obdržel název **Smiley** podle hrdinky detektivního románu J. le Carrého. IAU však tento název zřejmě nepřijme; týž název totiž již dávno dostala planetka číslo 1613.

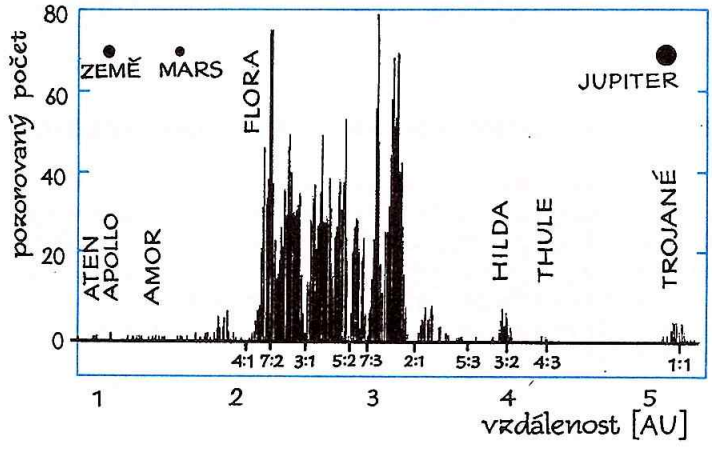
Mnozí odborníci soudí, že Smiley podobně jako Chiron a Pholus (případně i Pluto, Charon a Triton) patří k nové třídě těles sluneční soustavy, představující vnitřní okraj tzv. **Kuiperova pásu,** který se prostírá od dráhy Neptunu až do vzdálenosti 500 AU od Slunce. V tomto pásmu by mohlo být řádově 10 000 těles o průměru nad 240 km a úhrnné hmotnosti srovnatelné s hmotností Pluta. Vskutku, ve zmíněné soustavné přehlídce ekliptikálního pásu prohlédli oba autoři zatím pouhé dva čtvereční stupně oblohy, takže při stávající technice by jim celá prohlídka trvala 25 000 let! Za tu dobu by ovšem bylo možné objevit několik tisíc příslušníků patrně nejméně proměněné populace objektů z období vzniku sluneční soustavy.

Zatímco předchozí objevy planetek vzrušily výhradně odborníky, v říjnu 1992 přinesly snad všechny světové agentury šokující zprávu o brzkém konci světa přesně v r. 2000. Pramenem informací se stal francouzský populárně–vědecký časopis *Science et Avenir*, který ohromeným čtenářům sdělil, že v září 2000 se Země srazí s **planetkou Toutatis** rychlostí 100 km.s^{-1}! Autorkou výpočtů měla být francouzská astronomka A. Levasseurová–Regourdová, která se však od celé aféry distancovala.

Planetka Toutatis (galský název pro bůžka – ochránce kmene) byla objevena J.–L. Heudierem aj. jako objekt 1989 AC a dodatečně byla ztotožněna s objektem 1934 CT. To umožnilo spočítat její dráhu a přidělit jí katalogové číslo 4179. Koncem srpna 1992 ji nalezli M. Nolan a E. Howell jako objekt V = 15,5 mag. Podle výpočtu proletěl Toutatis ve vzdálenosti 0,024 AU (necelý desetinásobek vzdálenosti Země–Měsíc) dne 8. prosince 1992 a byl přitom sledován zejména výkonnými radary, které umožnily hrubé zobrazení tvaru – jde patrně o slepenec dvou těles s úhrnným průměrem kolem 6 km (viz *Říše hvězd 1/1993, s. 9)*! Těsně předtím, 13. listopadu 1992, prošel Toutatis přísluním ve vzdálenosti 0,90 AU. Jeho dráha „zemského křížiče" má minimální sklon 0,5° a velkou výstřednost 0,64. Při oběžné době 4 let se k Zemi nejvíce přiblíží v r. 2004 na vzdálenost 0,01 AU a v žádném případě se nesrazí se Zemí v nejbližším tisíciletí a tím méně pak rychlostí 100 km.s^{-1} – to by nedokázala ani dlouhoperiodická kometa.

Příběh planetky Toutatis jen zvýraznil problém, s nímž se v poslední době potýkají nejen astronomové. Již v r. 1941 rozpoznal známý meteorář F. Watson nebezpečí, vyplývající z existence planetek, které kříží dráhu Země – tzv. **křížiči**, a v r. 1949 upozornil R. Baldwin, že zřetelným dokladem o kosmických srážkách jsou kruhové krátery na Měsíci. Trvalo však dlouho, než odborná veřejnost vzala tyto nesporné údaje opravdu vážně, takže vlastně až počátkem devadesátých let se problémem **srážek s menšími planetkami či většími jádry komet** začaly zabývat celé týmy specialistů. Hlavní potíže spočívají v tom, že naše přehlídky planetek i komet jsou zcela neúplné. Každoročně jsou objevovány desítky nových komet a stovky planetek a odhady celkového množství potenciálních křížičů neustále rostou.

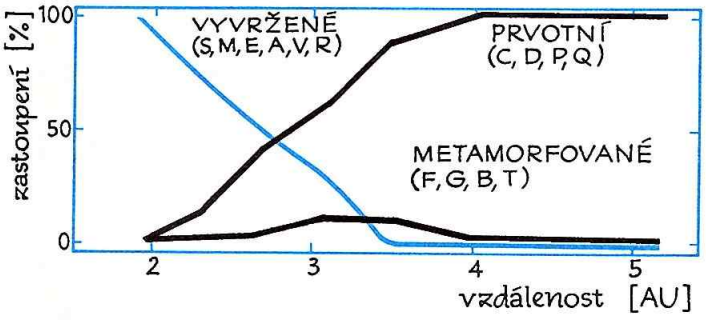
Podle L. McFadenové a C. Chapmana je největším známým křížičem planetka (1036) Ganymed o průměru 40 km a celkový počet křížičů s průměrem nad 1 km dosahuje 2000 kusů, z nichž dosud známe 157 objektů. M. Jošikava a T. Nakamura spočítali dráhy 4500 známých planetek na 100 roků dopředu a zjistili, že v tomto časovém intervalu dojde k jednomu těsnému přiblížení na vzdálenost 0,0001 AU.



▲ ***Obr. 2.1 – Rozložení velkých poloos planetek v závislosti na vzdálenosti od Slunce. Zemskou dráhu křižují planetky skupin Athéna–Apollo–Amor; dále jsou vyznačeny rezonance oběžných period planetek s oběžnou dobou Jupiteru. Většina planetek se nachází ve vzdálenosti od 2,1 do 3,3 AU od Slunce.***

(Podle R. P. Binzela aj.) *(kresba – Pavel Příhoda)*

(pokračování z Říše hvězd 6/1993)



▲*Obr. 2.2 – Relativní zastoupení tří základních typů planetek v závislosti na vzdálenosti od Slunce. Velkými písmeny jsou vyznačeny „spektrální třídy" planetek, založené na měření spektrální odrazivosti jejich povrchů. (Podle R. P. Binzela aj.)* *(kresba – Pavel Příhoda)*

Astronomové proto uvažují o spuštění **programu Spaceguard,** v němž by byl soustavně sledován kosmický prostor do vzdálenosti nejméně 200 milionů km od Země s cílem nalézt tam všechna tělesa s průměrem nad 100 m. Energie uvolněná při střetu s takovými tělesy totiž přesahují 20 Mt TNT, což by jistě znamenalo na Zemi rozsáhlou zkázu. Přitom výpočet dráhy by měl být neobyčejně přesný s ohledem na riziko falešných poplachů. Ideální by bylo sledovat dráhy křížičů radarem, ale to je dosud málo účinné. Dle D. K. Yeomanse aj. se podařilo až dosud zachytit radarem jen 30 planetek a 4 komety.

Odhaduje se, že do projektu Spaceguard by bylo potřebí v příštích 25 letech investovat asi půl miliardy dolarů, aby se podařilo odhalit převážnou část rizikových křížičů. Přitom průměrný interval mezi středně velkými katastrofami typu tunguzského meteoritu činí asi tisíciletí a vskutku velká katastrofa (energie impaktu řádu 1 Tt TNT) přichází v úvahu jednou za půl milionu let (při takové katastrofě by zahynula asi čtvrtina lidské populace).

Co bychom měli učinit, jakmile se tím či oním způsobem zjistí, že křížič – planetka nebo jádro větší komety – míří k Zemi? Tím se již delší dobu zabývá nejen komise Mezinárodní astronomické unie a podobná komise NASA, ale též – američtí vojenští experti na tzv. hvězdné války. Po skončení studené války totiž ztratili naději na rychlé rozvíjení systému strategické obranné iniciativy a tak nový kosmický problém přišel jako na zavolanou. Rozbití křížiče klasickou nebo jadernou náloží nepřipadá v úvahu – úlomky tělesa by velmi pravděpodobně stejně zasáhly Zemi a jejich úhrnný ničivý účinek by to téměř neovlivnilo. Je tedy prostě nutné **aktivně změnit dráhu tělesa,** aby Zemi minulo, jak nedávno ukázali T. Ahrens a A. Harris.

K tomu stačí přidat tělesu příčnou rychlost řádu 0,01 $m.s^{-1}$ ve vzdálenosti 1 AU od Země. U planetek s průměrem menším než 100 m postačí boční mechanický náraz projektilu o hmotnosti do 1 t rychlostí asi 12 $km.s^{-1}$. Pro větší tělesa je však zapotřebí jaderné nálože. Nejjednodušší je užít v tom případě tzv. neutronové pumy, která vybuchne „zboku" ve výši asi 40 % poloměru nad křížičem. Tím se z povrchu planetky či kometárního jádra odpaří tolik materiálu, že výsledný raketový efekt vskutku odsune křížič dostatečně stranou. Pro planetku o půměru 10 km bychom ovšem potřebovali supernálož o energii 100 Mt TNT i více! To je doslova rajská hudba pro „hvězdné válečníky", kteří ovšem nehodlají čekat tisíce let na svou pravou příležitost a nejraději by si vše vyzkoušeli na relativně neškodných meteoroidech o průměru řekněme od 5 do 20 metrů. S těmi se Země střetává bezmála každoročně, takže by se mohlo válčit prakticky ihned! Astronomové jsou rozhořčeni – z vědeckého problému se stává politikum a nedotčený kosmický prostor by narušily vpravdě kosmické manévry. Zdá se, že dříve než vypuknou hvězdné války na nebi, začíná „hvězdná bitva" mezi experty na Zemi.

Planetky se ovšem nesrážejí jen se Zemí, ale i s ostatními planetkami sluneční soustavy – a tím se jejich celkový počet s časem zmenšuje. Všeobecně se přijímá názor, že planetky představují nedokončený pokus o sestavení planety v prostoru mezi Marsem a Jupiterem, který je svým rušivým gravitačním působením za tuto nedostavbu přímo zodpovědný. Podle D. Hughese byly největší praplanetky srovnatelné s rozměry a hmotností dnešního Marsu a jejich úhrnná hmotnost nejméně o tři řády vyšší než nyní. Přibližně 600 praplanetek mělo větší rozměry než dnes největší Ceres a rozbily se vzájemnými srážkami, jak na počítači prokázali simulacemi P. Farinella a D. Davis. Tento proces drcení planetek pokračuje dosud.

Hranice mezi planetkami a menšími objekty sluneční soustavy je vlastně pouhou dohodou. Obvykle se za tuto mez pokládá již citovaný průměr 100 m. Menší tělesa se nazývají meteoroidy (v případě přežití průletu zemskou atmosférou a nálezu na zemském povrchu jsou nazývána meteority). Až na vzácné výjimky lze meteoroidy pozorovat jedině při střetu se zemskou atmosférou především jako bolidy. K nejzajímavějším případům tohoto druhu patří teprve druhý **tečný bolid,** pozorovaný 13. října 1990, jehož snímky analyzovali J. Borovička a Z. Ceplecha. Tento objekt vstoupil do zemské atmosféry rychlostí 42 $km.s^{-1}$ a začal svítit ve výši 100 km nad Československem a Polskem. Během 10 s proletěl téměř tečně dráhu dlouhou 409 km a poté se opět vzdálil do kosmického prostoru. Podle výpočtu autorů byla jeho původní hmotnost 44 kg a průletem se odtavilo 0,35 kg jeho hmoty. Těsný průlet výrazně pozměnil jeho dráhu ve sluneční soustavě. Velká poloosa se zkrátila z 2,7 AU na 1,9 AU a oběžná doba ze 4,5 let na 2,6 let. Změnila se i výstřednost a sklon dráhy.

Další bolid si to dne 9. října 1992 namířil přímo do kufru zaparkovaného vozu Chevy Malibu v městečku Peekskil ve státě New York v USA. Majitelka vozu M. Knappová naštěstí nebyla přítomna. Kamenný chondrit o hmotnosti 12,4 kg i osobitě poškozené auto jsou nyní na prodej a je jisté, že majitelka na celé transakci řádně vydělá. Ojetý vůz totiž těsně předtím zakoupila za pakatel 100 dolarů, a nyní jen samotný chondrit jí vynesl 69 000 dolarů – a z ojetiny se stala hledaná trofej.

Celkový přehled o **škodách, které** na majetku i životech **působí padající meteority,** shromáždili C. Spratt a S. Stephensová. Mezi r. 616 př. n. l. a současností bylo při dopadech meteoritů usmrceno něco přes tucet osob, ale žádný z těchto případů není jednoznačně potvrzen. Podle ověřených informací byl však v r. 1860 zabit padajícím meteoritem kůň a v r. 1611 pes. V r. 1954 byla meteoritem zraněna A. Hodgesová v Alabamě, když 4 kg meteorit prorazil střechu domku, proletěl stropem místnosti, kde spala, odrazil se od rozhlasového přijímače a zranil ji na paži a na noze.

Ke zcela kuriózním těsným minutím došlo dvakrát po sobě v městečku Wethersfield ve státě Connecticut v USA. V dubnu 1971 tam dopadl 6 kg meteorit do obývacího pokoje, v němž spalo několik lidí, kteří se vpádem meteoritu ani neprobudili! O 11 let později dopadl další, tentokrát 3 kg meteorit jen o pár bloků dál rovněž do obývacího pokoje. Manželka majitele domku W. Donahueová před příchodem novinářů chtěla v devastovaném pokoji trochu uklidit a vysála vysavačem prach. V pytli vysavače se pak odborníkům podařilo najít šest malých úlomků meteoritu. U nás došlo v r. 1847 v Broumově k pádu meteoritu do ložnice, kde spaly tři děti, které rovněž vyvázly bez zranění. Patrně největší štěstí měli dva hoši ve věku 9 a 13 let, kteří se v srpnu 1991 zastavili na okraji chodníku v Noblesville ve státě Indiana v USA a ve vzdálenosti 3,5 m od nich dopadl chondrit, který vyryl v přilehlém trávníku kráter o hloubce 0,04 a délce 0,09 m.

Autoři přehledu odhadují, že ročně je na Zemi poškozeno průměrně 16 střech budov meteority o hmotnosti nad 0,6 kg a že člověk je zasažen meteoritem v průměru jednou za 9 let. V porovnání s ostatními nástrahami, které lidem připravuje příroda, ale často i okolní bližní, je nakonec vyhlídka na zasažení meteoritem vcelku přijatelným rizikem.

Právě v té chvíli, kdy jsme se mohli cítit ukolébáni příznivou statistikou kosmických pádů, se však počaly objevovat nové znepokojivé údaje. Prvním zvěstovatelem špatných zpráv se staly mezi astronomy–amatéry neobyčejně oblíbené **Perseidy,** vydatný a pravidelný srpnový meteorický roj. V posledním desetiletí začala totiž maximální frekvence roje zřetelně stoupat, což nasvědčovalo tomu, že se k nám blíží mateřská kometa roje. Zvláště v srpnu 1992 se podařilo zaznamenat ostré výrazné maximum roje v čase 11,8 UT (11. srpna) jak při vizuálních pozorováních, tak při radarovém sledování. Podle japonských pozorovatelů mohla maximální frekvence stoupnout po dobu jedné hodiny až na tisíce vizuálních meteorů, zatímco standardně nebývá tato frekvence vyšší než 60 meteorů za ho-

▼ *Tab. 1 (zpracoval Vladimír Vanýsek)*

Doplněk k seznamu periodických komet objevených nebo znovunalezených v letech 1991 – 1992

Tabulka navazuje na seznam periodických komet uveřejněný v knize *Astronomická příručka* (Academia 1992). V tabulce značí ***n*** = počet průchodů přísluním, ***T*** = průchod přísluním, ***P*** = perioda v rocích, ***q*** = vzdálenost přísluní, ω = argument perihelu, Ω = délka výstupného uzlu, ***i*** = sklon dráhy. Ekvinokcium: J 2000.0.

Kometa		*n*	*T*	*p* [roky]	*q* [AU]	*e*	ω [°]	Ω [°]	*i* [°]
Grigg–Skjellerup	1992	17	1992,56	5,10	0,995	0,664	359,3	213,3	21,1
Spacewatch	1990 XXIX	1	1990,97	5,59	1,541	0,511	87,1	153,4	10,0
Howell	1992c	3	1993,22	5,93	1,612	0,508	234,8	57,7	4,4
Kowal 2	$1991f_1$	2	1991,84	6,39	1,500	0,564	189,5	247,8	15,8
Singer-Brewster	1992e	2	1992,82	6,43	2,026	0,414	46,6	192,6	9,2
Tsuchinshan 1	$1991c_1$	5	1991,66	6,65	1,498	0,576	22,8	96,8	10,5
McNaught–Hughes	1991y	1	1991,45	6,70	2,117	0,404	223,2	90,2	7,3
Shoemaker–Levy 7	$1991d_1$	1	1991,82	6,72	1,629	0,542	91,7	313,0	10,3
Tsuchinshan 2	$1991e_1$	5	1992,38	6,82	1,782	0,504	203,1	288,3	6,7
Giclas	1991l	3	1992,67	6,96	1,847	0,493	276,4	111,9	7,3
Daniel	1992o	8	1992,70	7,06	1,649	0,552	11,0	68,4	20,1
Ciffero	1992s	2	1992,82	7,23	1,708	0,543	358,0	53,7	13,1
Schuster	1992n	2	1992,68	7,26	1,846	0,493	355,7	49,9	20,1
Shoemaker–Levy 8	1992f	1	1992,47	7,47	2,711	0,291	22,4	213,4	6,1
Ashbrook–Jackson	1992j	7	1993,53	7,47	2,306	0,396	348,7	2,7	12,5
Shoemaker–Levy 6	$1991b_1$	1	1991,78	7,57	1,132	0,706	333,1	37,9	16,9
Kojima	1992z	4	1994,13	7,85	2,400	0,393	348,4	154,3	0,9
Gehrels 3	1992v	3	1993,55	8,14	3,442	0,149	231,6	243,3	1,1
Schaumasse	1992x	9	1993,17	8,22	1,202	0,704	57,5	81,1	11,8
Wolf	1992m	14	1992,66	8,25	2,428	0,406	162,3	203,4	27,5
Smirnova–Černis	1992	5	1992,60	8,57	3,572	0,145	89,0	77,5	6,6
Brewington	1992p	1	1992,42	8,65	1,560	0,630	45,2	342,9	18,1
Shoemaker–Levy 5	1992z	1	1991,95	8,66	1,984	0,529	6,0	29,7	11,8
Mueller 4	1992g	1	1992,13	9,06	2,656	0,389	43,3	145,6	30,0
Väisälä 1	1992u	6	1993,46	10,9	1,800	0,633	47,4	135,1	11,6
Slaughter–Burnham	1992w	4	1993,50	11,6	2,545	0,504	44,1	346,4	8,2
Tuttle	1992r	11	1994,48	13,5	0,998	0,824	206,7	270,5	54,7
Swift–Tuttle*)	1992t	3	1992,95	135,0	0,958	0,964	153,0	139,4	113,4

*) *P/Swift–Tuttle 1992t = 1862 III = 1737 II.*

dinu. Podle těchto údajů bychom měli v letošním roce pozorovat doslova meteorický déšť nad ránem v noci z 11. na 12. srpna.

Jak už v r. 1866 prokázal Schiaparelli, mateřskou kometou Perseid je **kometa Swift–Tuttle 1862 III,** která byla při tehdejším průletu snadno pozorovatelná očima. Podle výpočtů z té doby mělo jít o kometu s periodou oběhu 120 let, takže její návrat se – marně – čekal kolem r. 1982. Nicméně již v r. 1973 zveřejnil B. Marsden nový výpočet dráhy se zahrnutím negravitačních efektů, podle nějž kometa měla znovu projít přísluním až 4. prosine 1992. Ukázal totiž, že kometa je totožná s jasnou kometou Kegler 1737, což umožnilo zpřesnit odhad velikosti negravitačních sil. V červenci 1992 Marsden výpočet opravil a předpověděl průchod komety perihelem na 11. prosince 1992.

▼ *Tab. 2 (zpracoval Vladimír Vanýsek)*

Předběžné *(Prel.)* a definitivní *(Def.)* označení komet, které prošly přísluním v letech 1989 – 1990

Kometa	*Prel.*	*Def.*
P/Tempel 1	$1987e_1$	1989 I
P/D'Arrest	1987k	1989 II
Shoemaker	1989e	1989 III
SMM 8	1989m	1989 IV
Shoemaker–Holt–Rodriguez	1988h	1989 V
P/Churymov–Gerasimenko	1988i	1989 VI
SMM 9	1989q	1989 VII
P/Pons–Winnecke	1989g	1989 VIII
Helin–Roman	1989s	1989 IX
P/Brorsen–Metcalf	1989o	1989 X
P/Gunn		1989 XI
SMM 10	1989x	1989 XII
P/Lovas 1	1989p	1989 XIII
P/Du Toit–Neujmin–Delporte	1989l	1989 XIV
P/Schwassmann–Wachmann 1		1989 XV
P/Helin–Roman–Alu 2	1989y	1989 XVI
P/Gehrels 2	1989n	1989 XVII
McKenzie–Russell	$1989f_1$	1989 XVIII
Okazaki–Levy–Rudenko	1989r	1989 XIX
P/Clark	1989h	1989 XX
Helin–Roman–Alu	1989v	1989 XXI
Aarseth–Brewington	$1989a_1$	1989 XXII
P/Kopff	1988k	1990 I
P/Tuttle–Giacobini–Kresák	$1989b_1$	1990 II
Cernis–Kiuchi–Nakamura	1990b	1990 III
P/Sanguin	1989z	1990 IV
Austin	$1989\ c_1$	1990 V
Skorichenko–George	$1989e_1$	1990 VI
P/Russell 3	1989d	1990 VII
P/Schwassmann–Wachmann 3	$1989d_1$	1990 VIII
P/Peters–Hartley	1990d	1990 IX
P/Wild 4	1990a	1990 X
P/Russell 4	$1989g_1$	1990 XI
P/Shoemaker–Levy 4	1991f	1990 XII
P/Mueller 3	1990l	1990 XIII
P/Honda–Mrkos–Pajdušáková	1990f	1990 XIV
P/Shoemaker–Levy 1	1990o	1990 XV
P/Shoemaker–Levy 2	1990p	1990 XVI
Tsuchiya–Kiuchi	1990i	1990 XVII
P/Holt–Olmstead	1990k	1990 XVIII
McNaught–Russell	1991g	1990 XIX
Levy	1990c	1990 XX
P/Encke		1990 XXI
McNaught–Russell	1991w	1990 XXII
P/Johnson	1990h	1990 XXIII
P/Mueller 2	1990j	1990 XXIV
P/Kearns–Kwee	1989u	1990 XXV
Arai	1991b	1990 XXVI
P/Shoemaker–Levy 3	1991e	1990 XXVII
P/Wild 2	1989t	1990 XXVIII
P/Spacewatch	1991x	1990 XXIX
P/Taylor	1990n	1990 XXX

Koncem září 1992 byla dlouho postrádaná kometa objevena zásluhou Japonce T. Kjučiho jako objekt 11,5 mag v souhvězdí Velké medvědice. Dostala prozatímní označení 1992t a první revize elementů ukázala, že Marsden se vlastně strefil: kometa prošla přísluním 12,3 prosince 1992. Nejblíže Zemi byla 8. listopadu ve vzdálenosti 1,2 AU. Po celý listopad byla kometa v našich zeměpisných šířkách pozorovatelná triedrem téměř na hranici viditelnosti očima. Podle Marsdena je naděje, že bude pozorovatelná velkými přístroji až do r. 1998, kdy zeslábne na 26 mag. Co nejdelší pozorovaný oblouk dráhy je mimořádně důležitý kvůli příštímu návratu v r. 2126, kdy by se v případě vhodně vyladěných negravitačních sil mohla stát – nejjasnější Perseidou v historii! K tomu by stačilo, aby se v současné dráze opozdila zhruba o 15 dnů. V tom případě se srazí se Zemí 14. srpna 2126 rychlostí 61 km.s^{-1}.

Tyto úvahy rychle prosákly do sdělovacích prostředků a tak ztrápené lidstvo bezděčně obracelo oči k nebi, co vše nám odtamtud hrozí. Dnes už víme spolehlivě, že nejen při příštím návratu nás kometa Swift–Tuttle mine, ale stále zbývá nepatrné riziko, že se objeví úplně neznámá kometa směřující rovnou k Zemi. Jak však již víme, hvězdní válečníci nezahálejí, takže i na zlověstné komety budeme mít záhy políčeno.

Kromě komety Swift–Tuttle se loni v létě dala triedrem pozorovat ještě **kometa Shoemaker–Levy 1991a$_1$,** která dosáhla koncem července 6,6 mag. Zato se již ani nejvýkonnějšími dalekohledy nezdařilo nalézt vzdalující se **kometu Halley.** Počátkem dubna 1992 se o to naposledy pokusili O. Hainaut aj. v ohnisku 3,5–m dalekohledu NTT na observatoři ESO v Chile, když byla kometa 15,7 AU od Země a 16,2 AU od Slunce. Mezná hvězdná velikost snímku činila $V = 25{,}8$ mag a podle předpovědi mělo mít jádro komety v té chvíli $V = 25{,}95$ mag. Vskutku se též na snímku nic neukázalo, z čehož lze soudit, že známý výbuch z počátku r. 1991 již zcela dozněl. Příčina výbuchu je stále předmětem dohadů.

D. Prialnik a A. Bar–Nun se domnívají, že v porézním jádru komety nastala krystalizace amorfního ledu snad v hloubce několika desítek metrů pod povrchem a uvolněné teplo vyhnalo plyn z dutin mikroskopickými póry na povrch, kde plyn začal strhávat prachové částice a tak vytvořil novou komu. Podle odhadů dochází ke krystalizaci ve vzdálenosti od 5 do 17 AU od Slunce. Z. Sekanina aj. si všimli, že podle snímků ze vzdálenosti asi 14 AU se náhle aktivoval zdroj prachu na Sluncem ozářeném povrchu. Shodně s předešlými autory usuzují, že k prvotní erupci došlo již kolem 20. prosince 1990 a za její příčinu považují otevření trhliny v jádře, kudy proniklo sluneční záření pod povrch. Odpařující se plynný CO pak vymršťoval zrnka prachu rychlostí až 45 m.s^{-1}. Konečně T. Rettig aj. hledají příčinu erupce v teplu, které se náhle uvolnilo zřetězením molekul kyanovodíku. Spouštěcím mechanismem se mohl stát jakýkoliv v podstatě náhodný energetický podnět, např. dopad balíku slunečních protonů nebo částic kosmického záření, který spojí několik málo molekul. Energie takto uvolněná stačí ke spojování dalších molekul atd. – vzniká zkrátka překotná řetězová reakce, jejíž zásluhou se odpaří led a uvolní až 10^9 kg prachu. Během několika hodin se tak může jasnost komety zvýšit o plné 4 řády.

Kometou, která byla pozorována v největší vzdálenosti od Slunce, tak i nadále zůstává **kometa Černis 1983 XII,** jelikož byla v r. 1991 pozorována ještě ve vzdálenosti 17,1 AU od Slunce. A. Smette a O. Hainaut z ESO se naopak domnívali, že 26. ledna 1992 za svítání pozorovali kometu, která těsně minula Zemi, když spatřili difuzní oblak o průměru 2° s kondenzací ~ 1 mag, jenž během 3 minut urazil po obloze plných 20°. Ve skutečnosti však šlo o objekt zcela pozemský – byla to voda vypuštěná o 7 minut dříve z paluby raketoplánu Discovery, jež se v kosmickém prostoru změnila na oblak ledových krystalků. Celkem bylo v uplynulém roce zpozorováno 27 komet.

Podle R. Westa bylo v historii astronomie až do konce r. 1991 pozorováno celkem 1353 přiblížení 841 různých komet. Z toho je 671 komet dlouhoperiodických s periodou oběhu nad 200 let. Nejkratší oběžnou periodu 3,3 roku má **kometa Enckova,** kterou však poprvé pozoroval francouzský astronom P. Méchain již r. 1786, pět let před Enckovým narozením. Vloni uveřejnil monografickou studii o této pozoruhodné kometě Z. Sekanina. Rozborem 264 kometárních drah, z nichž 18 bylo hyperbolických, se Ľ. Kresák pokusil odpovědět na otázku, zda některé komety přicházejí z mezihvězdného prostoru. Ukázal však, že zmíněné hyperbolické dráhy vznikají v důsledku poruch ve sluneční soustavě, takže patrně ani jedna pozorovaná kometa nemá mezihvězdný původ.

D. Hughes a N. McBride zkoumali riziko rozpadu krátkoperiodických komet v okolí průchodu perihelem. Usoudili, že průměrná životnost komety činí jen 500 obletů, takže téměř všechny se nakonec alespoň jednou rozpadnou. I. Williams aj. se zabývali příčinou rozpadu proslulé **Bielovy komety** v r. 1846, která předtím r. 1832 prošla meteorickým rojem Leonid. Ukázali, že průchod neměl na rozpad komety vliv, že k němu došlo spontánně vlivem stáří jádra komety. Titíž autoři zkoumali okolnosti srážek jádra **Halleyovy komety** s vlastním proudem meteoroidů. Zhruba polovina srážek během jednoho obletu se odehraje v přísluní a průměrná rychlost nárazu činí 4 km.s^{-1}. Během jednoho obletu tak dopadne na jádro komety asi 17 gramů materiálu z vlastního proudu meteoroidů, čímž se poškodí zanedbatelná část povrchu jádra. R. Gonczi aj. usoudili, že existuje souvislost mezi periodickou kometou Machholz 1986 VIII a ledno-

vým meteorickým rojem Kvadrantid. Domnívají se, že **Kvadrantidy** byly z komety uvolněny asi před 4000 lety.

Nesporným vrcholem loňského výzkumu komet se ovšem stalo dlouho očekávané setkání kosmické sondy Giotto s jádrem krátkoperiodické (oběžná perioda 5,1 let) **komety Grigg–Skjellerup,** k němuž došlo 10. července 1992 ve vzdálenosti pouhých 125 km od jádra, avšak ve vzdálenosti 1,43 AU od Země a 1,01 AU od Slunce, 12 dnů před průchodem komety perihelem. Z 11 původních experimentů přitom fungovalo plných 7, takže bylo možné studovat rozměry a vlastnosti prachových zrnek, chemicky analyzovat složení plynů a měřit magnetické pole. Setkání se dělo relativní rychlostí pouze 14 km.s^{-1}, takže celý průlet proběhl hladce a podařilo se získat pozoruhodné údaje o kometě, která je pravým opakem komety Halleyovy, zkoumané sondou Giotto v r. 1986.

Již 12 hodin před průletem ve vzdálenosti 600 000 km od jádra byly zjištěny první kometární ionty a ve vzdálenosti 50 000 km od jádra plynová koma. Prachová koma se prostírá až do 20 000 km od jádra a ve vzdálenosti 17 000 km sonda prolétávala zvlněnou obloukovou rázovou vlnou. Sonda prošla kolem jádra s průměrem pouhý 1 km na straně odvrácené od Slunce. Těsně po největším přiblížení byla zasažena třemi většími zrnky (průměry až 3 mm), která ji však jen rozkolébala, ale přístrojům neublížila. Poslední údaje ze sondy byly předány 23. července, načež byla sonda znovu uložena k zimnímu spánku, z něhož se možná probudí ještě jednou v létě 1999.

Vyhlídky na zamíření ke třetí kometě však prakticky nejsou – na cestě ke kometě se pro navigační manévry spotřebovalo 10 kg paliva, takže zbývající zásoby činí pouhé 4 kg. Stejně je ovšem výkon půltunové sondy udivující. Cena sondy dosáhla 190 milionů dolarů a výlet navíc ke kometě Grigg–Skjellerup přišel na necelých 7 milionů dolarů. Organizace ESA zřejmě dokáže vyrábět mimořádně odolná tělesa, jež v nehostinných podmínkách kosmického prostoru prostě odmítají zahynout (viz též neméně skvělá družice IUE, která bezvadně pracuje již od r. 1978). □

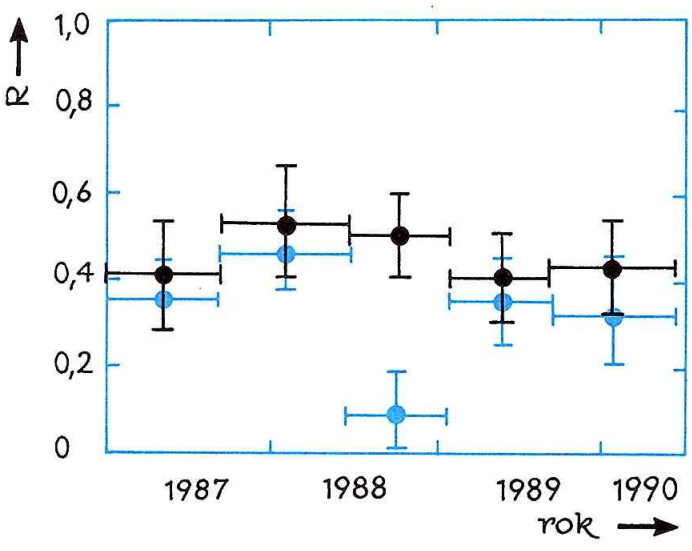
3. Slunce

Aparatury na umělých družicích zaznamenaly během význačných slunečních erupcí zvýšený tok vysoce energetických fotonů gama. V. Akimov aj. zaregistrovali fotony o energii až 2 GeV během erupce z 15. června 1991 a družice Compton na aparatuře Comptel zaznamenala fotony gama při výjimečně mohutné erupci z 11. června 1991, kdy byla příslušná aktivní oblasti na Slunci viditelná očima. Přítok fotonů trval plné 4 hodiny, tedy o řád déle než u všech předešlých úkazů tohoto typu. Stejná aparatura zachytila při erupci z 15. června též volné **neutrony** ze Slunce.

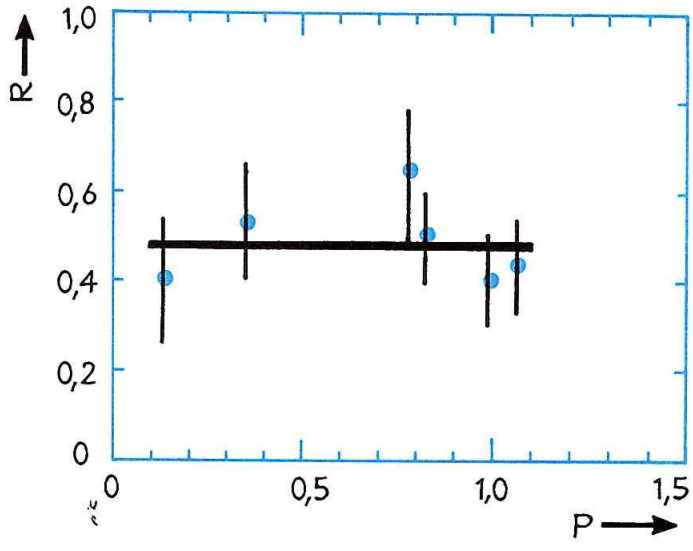
C. Kellerovi se za výtečných pozorovacích podmínek na Kanárských ostrovech podařilo metodou skvrnkové interferometrie rozlišit magnetické silové trubice na povrchu Slunce, jejichž průřez činí asi 200 km. Na svou velkou příležitost čeká sluneční helioseismologie v rámci **projektu GONG,** jenž bude v r. 1994 zahájen na 6 observatořích podél celé zeměkoule a měl by trvat 3 roky. Z dosavadních měření plyne dle D. Morrisona, že v nitru Slunce dosahuje hustota 148–násobku hustoty vody za běžných podmínek a teplota 15,5 MK, a že jádro Slunce sahá až do vzdálenosti 0,3R⊙, kde teplota klesá na 8 MK. Dále od centra se prostírá zářivá zóna, která končí ve vzdálenosti 0,7 R⊙ při teplotě 2 MK. Nad ní se pak nachází známá konvektivní zóna, vynášející na povrch zapletené siločáry lokálních magnetických polí.

S napětím očekávané výsledky prvních měření neutrinového toku ze Slunce pomocí nedávno dokončených aparatur v Baksanu na Kavkaze a v Gran Sassu v Itálii celý **problém slunečních neutrin** dále zkomplikovaly. Značně nepřehlednou situaci shrnuli T. Kirsten aj. tak, že v porovnání s teorií dává nejvyšší pozorovaný tok na úrovni 63 % experiment GALLEX, využívající rozpadu galia na germanium s prahovou energií neutrin 0,23 MeV. Tím je prakticky prokázáno, že ve Slunci probíhá cyklus pp. Experiment SAGE byl zpočátku ovlivněn výskytem germania z dopadů částic kosmického záření. Od r. 1991 však dává výsledky prakticky shodné s italskými měřeními, což je skvělé s ohledem na stejný typ detektoru (galium 71). Japonský experiment KAMIOKANDE s prahovou energií 7,3 MeV dává soustavně kolem 50 % teoretického toku a údajná závislost toku neutrin na sluneční činnosti se nepotvrzuje. Nejstarší experiment s chlórem při prahové citlivosti 0,81 MeV vykazuje v průměru jen 27 % očekávaného toku, což se dá vykládat buď problémy s chápáním vedlejších větví termonukleárních reakcí ve Slunci, anebo jako důkaz ne zcela známých vlastností samotných neutrin.

Hodně se očekává od kanadského experimentu s těžkou vodou v Sudbury, který by měl probíhat od druhé poloviny devadesátých let a chronický problém neutrin konečně jednoznačně vyřešit. O správnost teorie termonukleárních reakcí ve hvězdách však nejspíš nemusíme mít obavu, neboť – jak poznamenal nositel Nobelovy ceny biolog F. Crick – *„teorie, která vyhovuje všem faktům, je odsouzena k tomu, aby byla chybná, jelikož alespoň některá fakta jsou určitě špatně“.* □



▲ ***Obr. 3.1 – Průběh měření počtu slunečních neutrin v závislosti na čase v letech 1987 – 90. Veličina R uvádí poměr změřeného počtu neutrin vůči předpovědi slunečního modelu pro experiment Kamiokande (černé kroužky) a Homestake (modré kroužky). Vodorovné a svislé úsečky vyznačují nejistoty měření.***
(Podle D. R. O. Morrisona) *(kresba – Pavel Příhoda)*



▲ ***Obr. 3.2 – Závislost měřených hodnot neutrinového toku ze Slunce na sluneční činnosti. Neutrinový tok je vyjádřen veličinou R, udávající poměr vůči předpovědi slunečního modelu. Sluneční činnost je vztažena na počet slunečních skvrn P, přičemž P = 1 pro 150 skvrn.***
(Podle D. R. O. Morrisona) *(kresba – Pavel Příhoda)*

4. Vznik a raný vývoj hvězd

V posledních letech sílí přesvědčení, že vznik většiny hvězd je doprovázen vytvářením protoplanetárních prachových disků a že kromě klasických planet se přitom mohou tvořit rovněž tělesa na přechodu mezi hvězdami a planetami, totiž **hnědí trpaslíci** (autorkou termínu je americká astrofyzička J. Tarterová, která jej zavedla v r. 1975). Podle C. Chamblisse jde o objekty s hmotnostmi mezi 0,02 M⊙ a 0,08 M⊙, jejichž poloměr činí stěží 10 % poloměru Slunce a jejichž povrchová teplota nepřesahuje 2000 K, zatímco teplota nitra může dosáhnout až 3 MK. Zářivý výkon trpaslíků nikdy nepřesáhne 0,0001 výkonu Slunce, ač u některých může po krátkou dobu probíhat slučování jader běžného vodíku na deuterium.

Teoreticky je tedy vše vcelku jasné, ale kupodivu nalézt přesvědčivé pozorovací důkazy o existenci hnědých trpaslíků se příliš nedaří. Je sice možné, že řada málo svítivých červených trpaslíků jsou ve skutečnosti trpaslíci hnědí, ale určení hmotnosti objektu je málokdy dostatečně důvěryhodné, aby se odtud dalo určit, že jde opravdu o hledaná tělesa na rozhraní mezi hvězdami a planetami. Zatím se spíše daří nalézt důkazy o existenci protoplanetárních disků na základě původního pozorování družice IRAS z r. 1983.

K. Marsh a M. Mahoney našli na záznamech z IRASu 8 **protoplanetárních disků** v oblasti komplexu Tau–Aur, kde je řada mladých hvězd typu T Tauri (hvězd ještě ve stadiu kontrakce před hlavní posloupností). Mezery pozorované uvnitř disků lze považovat za nepřímý důkaz existence planet. Existenci protoplanetárních disků potvrdili C. O'Dell aj. pomocí snímků okolí blízkých mladých hvězd Hubblovým kosmickým dalekohledem. Záření horké mladé hvězdy odpařuje materiál z povrchu protoplanetárního disku rychlostí alespoň 0,5 hmotnosti Země za rok. V discích se mohou skrývat protoplanety s hmotností nejméně o řád vyšší než je hmotnost Jupiteru – tedy blízko rozhraní mezi planetou a hnědým trpaslíkem.

Za kandidáta hvězdy s planetárním průvodcem se donedávna považoval žlutý obr **gama Cephei** s velmi malou amplitudou křivky radiálních rychlostí a oběžnou dobou 2,7 let. Nyní však ukázali G. Walker aj., že skutečná oběžná doba dvojhvězdy přesahuje 30 let a že žlutý obr extrémně pomalu rotuje kolem své osy v periodě 2,52 let! M. Livio aj. usuzují, že planety by mohly vznikat následkem splynutí dvou bílých trpaslíků z odpadových produktů srážky. K jejich případné detekci by však byla nutná mimořádně přesná spektroskopie a fotometrie, s parametry zatím nedosažitelnými.

Zkoušce času však zatím úspěšně odolává překvapivé zjištění A. Wolsczana a D. Fraila, že **milisekundový pulsar PSR 1257+12** v souhvězdí Panny má dva planetární průvodce s hmotnostmi 3,4 a 2,8 hmotností Země. Následkem toho pulsní perioda 6,2 ms (162 kHz) měřitelně kolísá a odtud autoři dokonce určili i oběžné doby planet na 66,6 a 98,2 dnů. Teoretikům nečiní potíže vysvětlit, kde se po výbuchu supernovy v blízkosti rychle rotující neutronové hvězdy planety vzaly. Již v r. 1985 ukázal E. van den Heuvel, že při splynutí neutronové hvězdy s bílým trpaslíkem vzniká kolem pulsaru rotující disk, z něhož se planety snadno utvoří. Nyní M. Tavani a L. Brookshaw ukázali počítačovou simulací, že ve dvojhvězdě, v níž je jednou složkou neutronová hvězda, se jejím působením druhá složka vypaří a z ní vznikne příslušný protoplanetární disk a v něm nejpozději za 1 milion let planety.

M. Bailes aj. z Jodrell Banku sledují opakované pulsní periody 160 pulsarů každého čtvrt roku a dalších 160 pulsarů každého půl roku s cílem objevit periodické či kvaziperiodické kolísání délky pulsní periody. Většinou se žádná kolísání nenajdou, což znamená, že asi 80 % pulsarů nemůže mít planety s hmotností nad 10 hmot Země a s oběžnými periodami kratšími než několik málo let. Planety s hmotností porovnatelnou se Zemí, obíhající ve větší vzdálenosti od pulsarů, se však tímto postupem nedají odhalit.

Pozorování nás čím déle zřetelněji přesvědčují, že hvězdy vznikají spíše ve dvojicích než osaměle, což je nyní možné ověřit simulacemi procesu na výkonných superpočítačích. Podle A. Bosse v souboru hvězd do vzdálenosti 25 pc od Slunce se nachází asi 65 % hvězd ve dvojhvězdách, v nichž má sekundární složka alespoň 10 % hmotnosti složky primární, a dalších 18 % má průvodce s nižší hmotností. **Dvojhvězdy či vícenásobné systémy** tvoří většinou hiearchické systémy, tj. kromě klasických dvojhvězd se vyskytují trojhvězdy se dvěma blízkými a jednou vzdálenější složkou, anebo dvě dvojice. Poměrně vzácné jsou soustavy typu Trapez, které jsou zřejmě nestabilní a snadno se rozpadají.

Klasikové nebeské mechaniky si uvědomovali problémy spojené s různými mechanismy vzniku dvojhvězd. Lord Kelvin uvažoval o rotačním štěpení zárodku dvojhvězdy a J. Jeans o slapovém zachycení dvou samostatných hvězd. Oba tyto procesy jsou v praxi téměř neuskutečnitelné, takže nejpravděpodobněji se už od počátku vytvářejí dvě samostatná jádra složek budoucí dvojhvězdy. Boss ukázal, že když je zárodečné plynné mračno doutníkového tvaru a dostatečně chladné, rotuje přiměřenou rychlostí a neobsahuje příliš silné magnetické pole, začne se jeho kontrakcí vytvářet dvojhvězda.

Pro rozvoj **teorie hvězdných atmosfér** sehrál klíčovou roli experiment OPAL v Laboratořích L. Livermora v Kalifornii. Při tomto jedinečném pokusu bylo železo ohřáto rentgenovým laserem (xaserem) na teplotu 250 000 K. Druhý xaser měřil velikost absorpce během nejbližší 1 nanosekundy. Tak se podařilo podstatně zlepšit opacitní tabulky a odstranit přetrvávající problémy v teorii hvězdných atmosfér, pulsací cefeid a oscilací Slunce. S. Pottasch aj. nyní nalezli obdobné oscilace u blízké hvězdy α Centauri A. □

5. Proměnné hvězdy

Proměnné hvězdy jsou, jak známo, katalogizovány v Generálním katalogu proměnných hvězd, ale mezi nimi je i řada hvězd zařazených omylem. E. Schmidt aj. proměřovali změny jasnosti 16 takových hvězd po dobu půl roku a zjistili, že mnohé ověřené proměnné na dlouhou dobu – i celá desetiletí – ztrácejí proměnnost a střídavě tedy do katalogu patří a nepatří.

Velmi zvláštně se chová známá jasná proměnná η **Carinae**, která podle A. van Genderena aj. vykázala v letech 1974 – 1992 řadu podivných minim jasnosti, která jsou nejvýraznější v ultrafialovém oboru spektra a která trvají vždy jen několik dní. Z 11 minim odvodili periodu 52,3 dne a usuzují, že může jít o jistá zatmění „něčím".

Zákrytová dvojhvězda **V 711 Tauri**, patřící k „skvrnitému typu" RS CVn, má chladnou složku spektrální třídy K, jež v prosinci 1989 překvapila gigantickou hvězdnou erupcí, která pokryla 8 % povrchu hvězdy a zvýšila jasnost systému na desetinásobek standardní svítivosti Slunce. Erupce trvala 7 hodin a návrat k normálu plné tři měsíce.

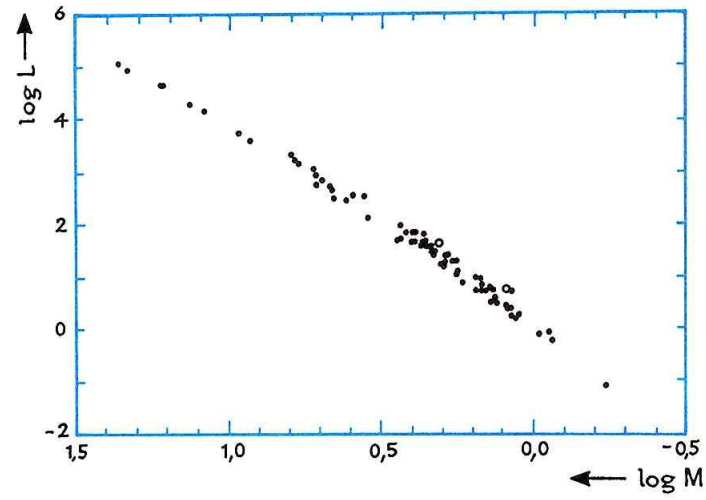
Zákrytové dvojhvězdy s dobrými spektrálními daty slouží též jako normály pro stanovení hmotností a poloměrů hvězd. J. Andersen uvedl, že nyní jsou k mání údaje o 45 dvojhvězdách spektrálních tříd O8 až M1, kde vstupní data dosahují přesnosti až 2 %. Snad nejlepší údaje máme k dispozici pro zákrytovou dvojhvězdu GG Lupi.

Jednu z nejzvláštnějších **spektroskopických dvojhvězd HD 137 763** pozorovali A. Duqeunnoy aj. v rozsáhlé mezinárodní kampani během průchodu trpasličí složky spektrální třídy K periastrem. Oběžná perioda systému činí 890 dnů a po 99,8 % této doby křivka radiálních rychlostí plynule klesala, aby ve zbylých 0,2 % času rychlost rostla o plných 10 km.s^{-1}! To lze vysvětlit jedině extrémně vysokou excentricitou soustavy, a ta opravdu činí 0,975! Přitom i v periastru jsou obě složky od sebe vzdáleny celých 7 milionů km, čili jde o dobře oddělenou soustavu. Systém se nachází ve vzdálenosti 16 pc od Země.

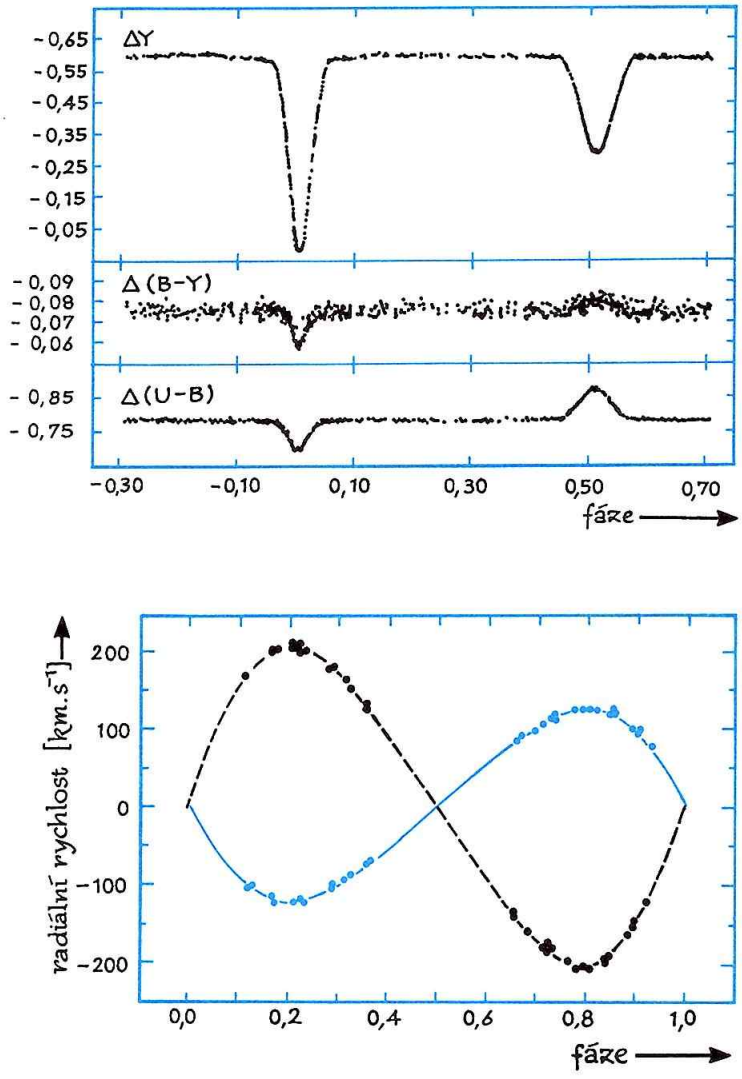
Studiem parametrů klasické zákrytové dvojhvězdy **Algol** se zabýval M. Richards. Ukázal, že Algol je trojhvězda se spektrálními typy B8 V, K2 IV a F1 V, kde jednotlivé složky mají po řadě hmotnosti 3,7; 0,81 a 1,6 M⊙ a poloměry 2,90; 3,5 a 1,4 R⊙. Povrchové teploty složek dosahují po řadě 13 000, 4500 a 7000 K. R. Stern aj. ohlásili pozorování rentgenových erupcí na Algolu pomocí družice GINGA. Během jedné erupce klesla její teplota z 67 MK na 36 MK.

Výzkumu údajně nejhmotnější tzv. **Plaskettovy hvězdy** se věnovali W. Bagnuolo aj. Na základě pozorování z družice IUE zjistili, že jde o těsnou dvojhvězdu spektrálních tříd O7,5 I a O6 I s hmotnostmi 42,5 a 51 M⊙, o poloměrech 21,5 a 20 R⊙ a povrchových teplotách 35 100 a 38 400 K. Oběžná doba soustavy činí 14,4 dne a sekundár rotuje na rovníku rychlostí 330 km.s^{-1}, takže se patrně roztáčí přítokem hmoty z primární složky. Zatím tedy neznáme hvězdu s hmotností blízkou vypočtené mezi stability (100 M⊙), když tento nejnadějnější kandidát se fakticky rozpůlil.

Zajímavé výsledky přineslo soustavné sledování **Novy Muscae 1991,** která vzplanula nejprve jako rentgenový přechodný zdroj GRS 1124–68 počátkem ledna 1991. S. Brandt aj. zjistili, že v pásmu 6 ÷ 15 keV dosáhl rentgenový tok novy dvou maxim dne 13. a 24. ledna a že systém patří k nepočetné třídě rentgenových nov s nízkou hmotností průvodce. Podle M. Della Valleho optický protějšek dosáhl maxima V = 13,5 mag rovněž 13. ledna a jeho předchůdce měl na snímku z r. 1984 B = 20,8 mag. Počátkem r. 1992 klesl na V = 20,5 mag, což umožnilo spektroskopickou analýzu soustavy. Tu vykonali J. McClintock aj. pomocí 4–m dalekohledu CTIO v dubnu 1992 a zjistili, že jde o dvojhvězdu s oběžnou dobou 10,4 h a funkcí hmotnosti (3,1 ± 0,5) M⊙, přičemž amplituda radiální rychlosti



▲ ***Obr. 5.2 – Vztah hmotnost (M) – svítivost (L) v logaritmickém tvaru, odvozený z kvalitních údajů pro těsné dvojhvězdy.***
(Podle J. Andersena) *(kresba – Pavel Příhoda)*



▲ ***Obr. 5.1 – Světelné křivky (horní graf) a křivka radiálních rychlostí (dolní graf) pro výtečně definovanou oddělenou zákrytovou i spektroskopickou dvojhvězdu GG Lupi. Fotometrické křivky pro filtry y, u, b jsou uvedeny ve hvězdných velikostech.***
(Podle J. Andersena aj.) *(kresba – Pavel Příhoda)*

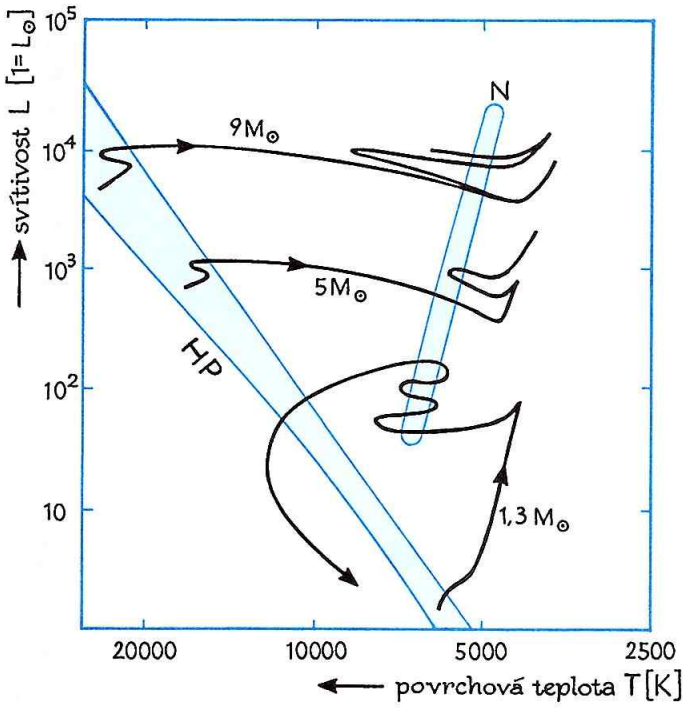
sekundární složky dosahuje plných 411 km.s^{-1}. Odtud plyne, že primární složka je téměř určitě černá díra. To potvrdili F. Cheng aj. ze spekter pořízených v květnu 1991 Hubblovým dalekohledem, když odhadli její hmotnost na 8 M⊙.

Ještě nadějnějším kandidátem na hvězdnou černou díru se stala rekurentní **Nova V 404 Cygni,** která rentgenově vzplanula v r. 1989 a patří zjevně rovněž ke skupině rentgenových nov s nízkou hmotností (~ 1 M⊙) průvodce spektrální třídy G – K. Podle J. Casarese aj. jde o dvojhvězdu s oběžnou periodou 6,5 dne a funkcí hmotnosti 6,3 M⊙ při amplitudě radiální rychlosti 211 km.s^{-1}. Odtud plyne, že primární složka je černou dírou s hmotností kolem 10 M⊙.

Mezi několika relativně jasnými novami roku 1992 zaujala bezesporu jedinečné místo **Nova Cygni 1992,** kterou objevil americký astronom–amatér P. Collins 19. února jako objekt 6,8 mag. Nova dosáhla maxima V = 4,3 mag dne 24. února a až do poloviny března byla viditelná očima. Od té doby slábne relativně pomalu; koncem r. 1992 se její vizuální hvězdná velikost pohybovala těsně nad 10 mag. Stala se tak po 17 letech nejjasnější novou od proslulé novy V 1500 Cygni, která tehdy dosáhla 2 mag. V mezidobí se jednak obecně zlepšily teoretické představy o novách, ale zejména se zdokonalila pozorovací technika. Nova Cyg 1992 byla tudíž zkoumána s vysokým spektrálním rozlišením v ultrafialové, optické i infračervené oblasti spektra a její světelná křivka je známa také v rádiovém a rentgenovém pásmu elektromagnetického spektra. Na pozorování novy se podílely rovněž kosmické observatoře IUE, HST, Voyager, Rosat a Compton.

Optických měření jasnosti a spektra se účastnili i naši astronomové na observatořích v Ondřejově, Brně, na Skalnatém Plese a v Rimavské Sobotě, jak o tom svědčí zejména četné cirkuláře IAU. V této chvíli je téměř nemožné přehledně pojednat o nejzajímavějších výsledcích dosavadního výzkumu novy, takže se omezím na několik poznámek v naději, že někdo brzy napíše o této pozoruhodné soustavě samostatný článek. Nova po maximu nejprve dosti rychle slábla a již 65 dnů po explozi dospěla do nebulární fáze. Od května začaly spektru dominovat typické zakázané čáry kyslíku a neonu a zhruba 200 dnů po výbuchu nastoupila koronální fáze, charakterizovaná zakázanými čarami vysoce ionizovaných prvků Al, Mg a Ca. V té době začala v ultrafialové části spektra „železná opona" čar ionizovaného železa, které se navzájem překrývají.

Od začátku dubna bylo jasné, že jde o vzácný typ novy s převahou prvků O, Ne a Mg, která je nejspíš nejbližší novou tohoto typu ve vzdálenosti 1,7 kpc od Slunce. Rentgenové záření novy bylo poprvé zachyceno na počátku nebulární fáze, kdy rentgenový výkon novy dosáhl 10^{25} W



▲ *Obr. 5.4 – Vývojové dráhy pro hvězdy různých počátečních hmotností v Hertzsprungově–Russellově diagramu. V diagramu je vyznačena hlavní posloupnost HP a pásmo nestability N, v němž hvězdy po vyčerpání vodíku v jádře jeví proměnnost. Svítivost L je vyjádřena vůči Slunci (L = 1).* *(kresba – Pavel Příhoda)*

a posléze vzrostl až na 10^{27} W. Podle S. Starrfielda ztratila nova v první fázi výbuchu nejméně 10^{-4} M⊙ hmoty.

Překvapením se stal nečekaný pokles jasnosti centrální hvězdy planetární mlhoviny He 1–5, která je známa jako **kataklyzmická proměnná FG Sge.** Pokles jasnosti v optickém oboru ohlásil počátkem září J. Papoušek a posléze vyšlo najevo, že hvězda začala slábnout už v červenci. V polovině srpna se pokles optické jasnosti zrychlil a koncem září hvězda zeslábla na nejnižší hodnotu od r. 1890 (V = 12,9 mag). Podle J. Jurscika se hvězda od konce minulého století postupně zjasňovala a změnila ve veleobra díky heliovému záblesku ve slupce, jak vyplývá z modelů vývoje trpasličích hvězd. Její spektrum se průběžně měnilo od F6 I až po K2 Ib a při průchodu pásmem nestability v 60. letech tohoto století začala pulsovat s periodou 10 dnů, která se do 80. let prodloužila na 100 dnů. V té době se zjasňování zastavilo a jasnost ustálila na V = 9 mag. Nynější pokles se projevil v ultrafialovém, optickém i infračerveném pásmu, avšak od října se změnil v pomalý vzestup – zdá se, že šlo o jakýsi zástin materiálem, vyvrženým v podstatě jednorázově.

Planetární mlhoviny zřejmě představují něco více, než co je vidět na první pohled, jak upozornili B. Balick aj. Ukazuje se, že za hranicemi opticky pozorovatelné mlhoviny se nachází na 90 % hmotnosti mlhoviny v podobě chladného prachu a plynu. Tato opticky neviditelná hala planetárních mlhovin se prostírají až do vzdálenosti 1 pc od centrální hvězdy. Během aktivní fáze vyvrhne centrální hvězda do svého okolí asi 10 % své hmotnosti během nejvýše 10 000 let.

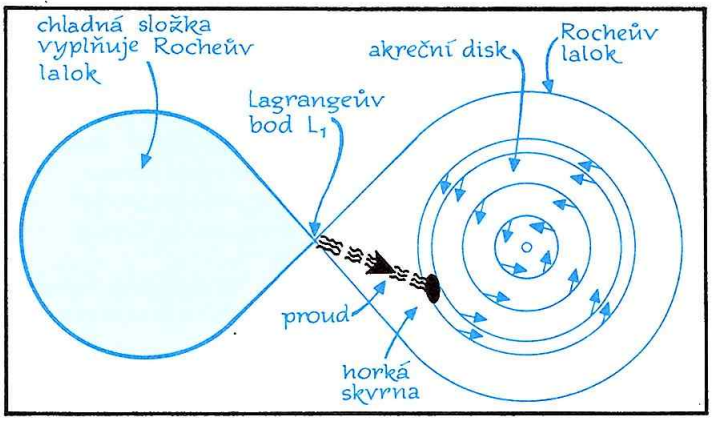
Po odvržení vnějších obalů se – jak známo – centrální hvězdy planetárních mlhovin stanou bílými trpaslíky. **Nejteplejšího bílého trpaslíka** v planetární mlhovině NGC 2440 v souhvězdí Lodní zádě se podařilo odhalit pomocí Hubblova dalekohledu – jeho povrch je teplejší než 200 000 K. Z teorie plyne, že v současné době nemohou být v Galaxii bílí trpaslíci chladnější než 3500 K – za dobu trvání Galaxie prostě nestačili více vychladnout. M. Livio počítal Eddingtonovu svítivost pro bílého trpaslíka s hmotností na Chandrasekharově mezi 1,4 M⊙. Ukázal, že to odpovídá absolutní vizuální hvězdné velikosti –7,1 mag. Ve skutečnosti však novy, které jsou vesměs bílými trpaslíky postiženými překotnou termonukleární reakcí na povrchu hvězdy, tuto maximální hodnotu během výbuchu často překračují, a tím mimo jiné kazí využití explozí nov v cizích galaxiích ke kalibraci extragalaktických vzdáleností.

Jestliže je bílý trpaslík soustavně krmen plynem sousední složky těsné dvojhvězdy, vede to podle K. Nomota aj. nakonec k termonukleárnímu vzplanutí celého bílého trpaslíka, což se navenek projeví jako **exploze supernovy typu I.** Poněvadž hmotnosti takto postižených bílých trpaslíků leží na Chandrasekharově mezi, je zářivý výkon těchto supernov navzájem dobře srovnatelný a proto se tyto supernovy hodí jako tzv. standardní svíčky k určování vzdáleností galaxií.

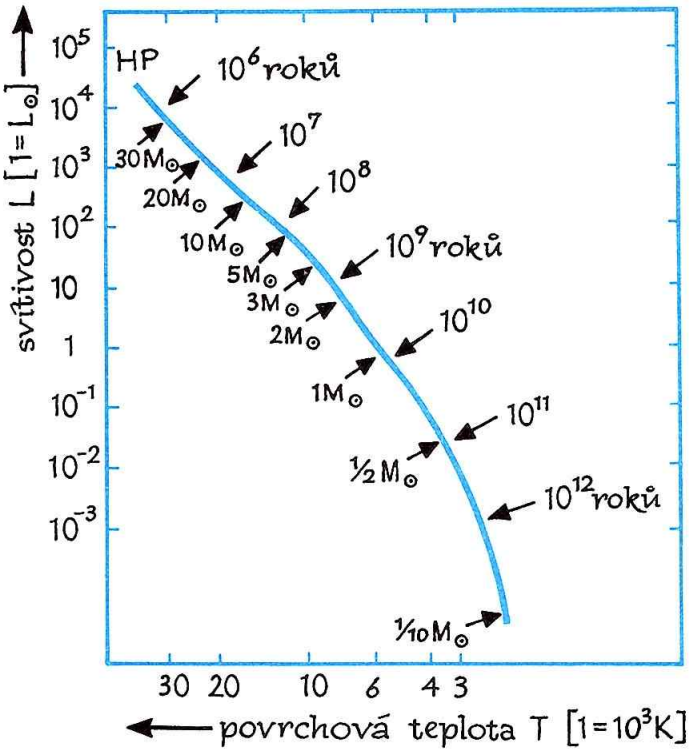
Hledáním supernov v cizích galaxiích se v posledních letech soustavně zabývá tým Univerzity v Berkeley, který používá zrcadlového dalekohledu o průměru 0,76 m a kamery CCD. Mezná hvězdná velikost přehlídky dosahuje 16,5 mag a každou noc přístroj zkontroluje na 600 galaxií. Za posledních pět let se tak podařilo nalézt 20 nových supernov, nejčastěji v pozdních spirálních galaxiích obdobných Mléčné dráze. Z toho pak plyne průměrná četnost vzplanutí supernovy v Galaxii na jeden případ za 30 let.

Nejmladším známým pozůstatkem supernovy v Galaxii je známý **rádiový zdroj Cas A.** Odhaduje se, že příslušná supernova tam vzplanula kolem r. 1657 ve vzdálenosti asi 2,9 kpc od Slunce a jejím předchůdcem byla masivní Wolfova–Rayetova hvězda o hmotnosti 25 – 60 M⊙. G. Woan a P. Duffet–Smith studovali pozůstatek na frekvencích 81,5 a 408 MHz pomocí jednomílového radioteleskopu v Cambridgi s cílem nalézt v oblasti o průměru 4′ případný rádiový pulsar s periodou od 0,02 do 4 s. Žádné impulsy nenašli, podobně jako u většiny z dosud zkoumaných 180 pozůstatků supernov – pouze u 8 se našly rádiové pulsary.

A. Thorpe si položil otázku, které hvězdy v našem širším kosmickém okolí mohou v nejbližších tisíciletích **vybuchnout jako supernovy.** Jako nejnadějnější kandidáty uvádí především červeného veleobra Betelgeuze v Orionu (α Ori) ve vzdálenosti 200 pc a dále Ras Algheti (α Her), Antares (α Sco), Miru (o Cet) a μ Cep. Mimořádně nadějným kandidátem je masivní, marnotratně zářící hvězda η Carinae, která se nalézá naštěstí pro



▲ *Obr. 5.3 – Schematický model těsné dvojhvězdy s chladnou složkou, vyplňující Rocheův lalok, a horkou složkou, která může být buď bílým trpaslíkem nebo neutronovou hvězdou či dokonce černou dírou. Vodík z chladné složky proudí přes Lagrangeův bod L_1 v podobě úzkého proudu do pásma akrečního disku kolem horké zhroucené složky a vytváří v oblasti nárazu na disk horkou skvrnu H. Materiál z akrečního disku proudí ve směru krátkých šipek k povrchu zhroucené složky dvojhvězdy.* *(Podle V. Trimblové)* *(kresba – Pavel Příhoda)*



▲ *Obr. 5.5 – V grafu teplota (T) – svítivost (L – v jednotkách svítivosti Slunce) je u čáry hlavní posloupnosti HP vyznačena počáteční hmotnost hvězdy vůči Slunci (M⊙) a nad ní životnost hvězdy příslušné hmotnosti na hlavní posloupnosti v letech.* *(kresba – Pavel Příhoda)*

nás v bezpečné vzdálenosti 2,8 kpc. Autor konečně odhaduje, že jedna složka těsné dvojhvězdy U Sco vybuchne jako supernova asi za 100 000 let.

Nejslavnější supernova moderní éry **SN 1987A** ve Velkém Magellanově mračnu přitahuje stále mnoho pozornosti. R. West a R. McNaught znovu co nejpodrobněji rekonstruovali nástup jejího vzplanutí v únoru 1987. Poslední snímek, na němž je ještě supernova nepřítomna, pochází z února 23,09 UT. Zkušený pozorovatel proměnných A. Jones ji neviděl ještě ve 23,39 UT. Na snímku z 23,44 UT však již supernova dosáhla 5,9 mag a její jasnost dále stoupala na 5,3 mag ve 23,62 UT a 4,7 mag ve 24,45 UT. Podle P. Podsiadlowského aj. byl předchůdcem supernovy modrý veleobr B3 I s poloměrem 45 R⊙, povrchovou teplotou 16 000 K a svítivostí 1,1 . 10^5 L⊙, jenž však měl hvězdného průvodce! Dvojhvězdnou povahou lze vysvětlit některé zvláštnosti průběhu výbuchu této supernovy.

R. Chevalier shrnul prvních pět let sledování supernovy rozborem světelné křivky, která dosáhla maxima až 40÷60 dnů po uvolnění neutrin a která nyní klesá mnohem pomaleji, než kdyby šlo o pouhou disipaci energie výbuchu 1,4 . 10^{44} J. Podle nedávných měření 122 keV čáry kobaltu družicí Compton je jisté, že přídavným zdrojem energie je radioaktivní rozpad radionuklidů kobaltu, čímž se dá objasnit přebytek jasnosti mezi 120. a 900. dnem po explozi. Pokračující přebytek jasnosti však musí mít nějaký další zdroj a není jasné jaký, protože zvolna sílí přesvědčení, že po této supernově nezbyla rychle rotující neutronová hvězda, neboť tam asi není žádný rádiový pulsar. Jelikož původní hmotnost veleobra byla blízká spodní hranici pro spontánní vznik černé díry, není vyloučeno, že během několika desítek minut po explozi napadala na vzniklou neutronovou hvězdu další hmota a neutronová hvězda se pak bleskově zhroutila v černou díru.

L. Wang a M. Rose studovali rychlost úhlového rozšiřování dvou světelných prstenců kolem zbytku supernovy, které vznikají interakcí záblesku supernovy s cirkumstelárním prachem a plynem z doby před výbuchem. Ukázali, že prstence se rozšiřují úhlovou rychlostí 3″/měsíc a na počátku r. 1992 měly úhlové průměry 73″ a 125″. To při vzdálenosti supernovy odpovídá fiktivní rychlosti expanze 25 *c* (jde ovšem jen o iluzi, vyvolanou klouzáním světelného svazku po vrstvě prachu ve vzdálenosti 122 a 316 pc od supernovy). Nicméně D. Luo aj. tvrdí, že ten pravý ohňostroj nás čeká až v r. 2002, kdy do této oblasti dospěje podstatně pomalejší rázová vlna exploze. Pak bude prsten zářit výkonem 10^{29} W, zatímco současný výkon vlastního pozůstatku je 10^{30} W. (Pozůstatek po výbuchu jiné supernovy – Krabí mlhovina – září 938 let po explozi stále ještě výkonem 2.10^{31} W). □

6. Neutronové hvězdy a pulsary

Do výzkumu rentgenových a rádiových pulsarů zasáhla loni podstatně družice Compton prostřednictvím aparatury BATSE, která umožňuje poprvé sledovat záření gama z některých objektů tohoto typu. R. Wilson aj. tak zjistili, že rentgenový pulsar **EXO 2030+335** je činný v oboru 20÷60 keV od počátku února 1992 a jeho perioda 41,7 s denně vzrůstá o 2,7 ms. Totéž platí pro rentgenový pulsar **OAO 1657–415** s impulsní periodou 37 s a oběžnou periodou 10,4 h. Rádiový pulsar **PSR 1509–58** v souhvězdí Kružítka s impulsní periodou 150 ms vysílá rovněž v témže rytmu impulsy záření gama.

S. Kulkarni aj. a A. Fruchter aj. oznámili detekci rentgenového záření z milisekundového pulsaru PSR 1957+20, známého jako „černá vdova", jelikož pulsar postupně požírá svého průvodce – kdysi bílého trpaslíka.

N. D. Amico aj. objevili poblíž jádra kulové hvězdokupy NGC 6539 binární milisekundový pulsar PSR B1802–07 s impulsní periodou 23 ms a oběžnou dobou 2,6 dne, avšak s překvapivě vysokou výstředností e = 0,21. Je-li sám pulsar standardní neutronovou hvězdou, pak jeho průvodce je bílý trpaslík s hmotností pouze 0,3 M⊙. Není snadné vysvětlit, kde se u tak starého systému bere taková výstřednost dráhy.

O zcela klíčový objev roku se postarala družice ROSAT, když J. Halpern a S. Holt objevili, že podivuhodný zdroj 1E 0630+178, zvaný také **Geminga,** je rentgenovým pulsarem s impulsní periodou 237 ms. To se podařilo vzápětí potvrdit také pozorováními záření gama z družice Compton a retrospektivně analýzou údajů z družice COS–B a SAS 2 v letech 1975–1982 a 1972–1973. P. Vishwanatch aj. nalezli tutéž periodicitu v dalekohledu pro záření gama, který registruje spršky záření s energií nad 0,8 TeV. Naproti tomu v rádiovém oboru spektra nebyly žádné impulsy zjištěny – zřejmě je rádiový svazek příliš úzký a míjí Zemi. Geminga společně s pozůstatky supernovy v Krabí mlhovině a v souhvězdí Plachet patří ke třem nejjasnějším zdrojům v pásmu záření gama pod označením 2CG 195+104. Nyní je tedy zřejmé, že rovněž Geminga je pozůstatkem supernovy, která vzplanula asi před 300 000 lety v poměrně malé vzdálenosti od Země, totiž jen 30 pc! To znamená, že ultrafialové záření exploze mohlo výrazně poškodit ozonovou vrstvu kolem Země!

Rozhodující důkaz o malé vzdálenosti Gemingy podali G. Bignami aj., když srovnali nové snímky jejího optického protějšku 25,5 mag s pozičními snímky z let 1984 a 1987. Ukázali, že objekt vykazuje rychlý vlastní pohyb 0,2″/rok a musí být tedy blízko. Prodlužování periody relativním tempem 1,1.10^{-14} odpovídá zářivému výkonu 3,2.10^{27} W a magnetickému poli neutronové hvězdy 1,6.10^8 T.

Přehled o všech vlastních pohybech rádiových pulsarů dosud určených na observatoři Jodrell Bank uveřejnili P. Harrison aj.. Za 4 roky se jim podařilo změřit 31 vlastních pohybů, zatímco pro zbývající pulsary obdrželi jen horní meze. Zjistili, že pulsary patří k populaci objektů s vysokými rychlostmi, průměrná hodnota jejich pohybů činí 300 km.s^{-1}

po odečtení vlivu galaktické rotace a pekuliárního pohybu Slunce. Většina pulsarů se vzdaluje od galaktické roviny, ale poprvé byly objeveny též pulsary, které naopak ke galaktické rovině směřují. Zvláštností je pulsar v Krabí mlhovině, který se zrodil mimo galaktickou rovinu a stále se od ní vzdaluje. Největší rychlost 1000 km.s^{-1} byla změřena pro pulsar PSR 2224+65.

Radioastronomové z Jodrell Banku využili dvou pulsarů k obohacení uměleckého dojmu z koncertu, jenž se pořádal 22. listopadu 1992 v Huddersfieldu. Ve skladbě francouzského skladatele G. Griseye **„Černě hvězdy"** na slova astronoma J. Lumineta účinkoval spolu s orchestrem velký radioteleskop v Jodrell Banku, který v době koncertu pozoroval pulsar PSR 0329+54 v souhvězdí Žirafy s impulsní periodou 0,71 s, údajně „pro kalibrační účely". Navíc z magnetofonového záznamu bylo slyšet pípání známého pulsaru v Plachtách PSR 0833–45 s impulsní periodou 0,09 s. Nešlo však o světovou premiéru – ta se odehrála již v r. 1988 na relativistickém sympoziu v Austrálii, kde si s orchestrem „zabubnoval" pulsar PSR 1749–28 v souhvězdí Střelce s impulsní periodou 0,56 s. Hudebníci si pochvalovali, že pulsar dokonce synkopoval tím, že některé impulsy měly tak malou intenzitu, že zmizely v šumu.

Britský radioastronom A. Lyne zjistil, že z dosavadní **statistiky 550 pulsarů** je 20 pulsarů členy těsných dvojhvězd; sekundární složkou je v 5 případech neutronová hvězda a v 15 případech bílý trpaslík, přičemž tři z nich podléhají ablaci hmoty z intenzivní interakce s pulsarem (černé vdovy). V kulových hvězdokupách bylo nalezeno již 30 převážně milisekundových pulsarů, které se dodatečně roztáčejí na vysoké obrátky přenosem plynu ze sekundární složky. Nejvydatnějším zdrojem milisekundových pulsarů je kulová hvězdokupa M 15, která jich obsahuje alespoň 8. Pulsar PSR 1257+12 vykazuje komplikované změny impulsní periody, které lze dobře vysvětlit existencí dvou planet, které obíhají kolem neutronové hvězdy.

Týž autor také shrnul dosavadní poznatky o náhlých skocích v impulsní periodě některých pulsarů, které přičítá přenosu momentu hybnosti mezi supratekutým pláštěm a tuhou kůrou neutronové hvězdy prostřednictvím mikroskopických kvantových vírů v neutronové suprakapalině. Zatím bylo pozorováno celkem 33 skoků u 8 pulsarů, z toho 9 skoků u pulsaru v Plachtách a 4 u pulsaru v Krabí mlhovině. Skoky se vyskytují zejména u pulsarů s rychlou změnou délky pulsní periody s časem, jejichž stáří činí 10 000 až 20 000 let.

Celou řadu rádiových pulsarů se zásluhou družice Compton podařilo odhalit též v pásmu fotonů záření gama. Tato družice dokončila v polovině listopadu 1992 celkovou přehlídku oblohy v pásmu 30 keV až 30 GeV. K jejím největším „neúspěchům" patří nečekané zkomplikování výkladu **povahy zábleskových zdrojů záření gama** právě tím, že družice shromáždila mimořádně rozsáhlý, pozičně přesný a homogenní pozorovací materiál.

Do října 1992 se podařilo z pozorování na družici Compton získat údaje o průběhu a polohách 447 vzplanutí gama, zatímco předtím všem aparaturám za léta 1978–91 jen 273 údajů. Výsledky jsou doslova nepochopitelné, neboť na jedné straně ukazují, že rozložení vzplanutí po obloze je naprosto izotropní, na druhé straně závislost četnosti vzplanutí na jejich intenzitě naznačuje nehomogenní prostorové rozložení. Když kdysi známý fyzik P. Ehrenfest prohlásil, že *je těžké něco vysvětlit, i když tomu rozumíte, a je to téměř nemožné, když tomu sami nerozumíte,* měl nejspíš na mysli potíže s výkladem povahy zábleskových zdrojů záření gama. Tyto úkazy totiž byly poprvé zjištěny v r. 1973 a dnes si s nimi víme rady ještě méně, než když jsme o nich téměř nic nevěděli.

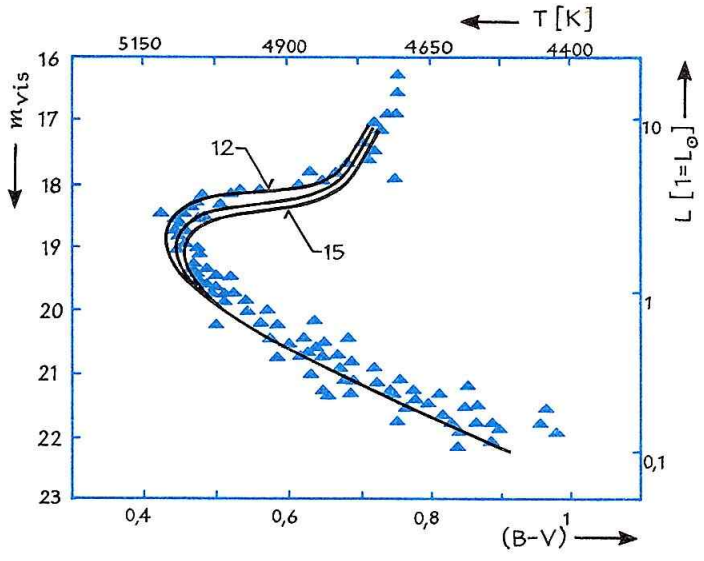
Proto se objevují čím dál bizarnější domněnky. Na jedné straně mnozí autoři rozvíjejí myšlenku, že jde o velmi vzácné srážky dvou neutronových hvězd v cizích galaxiích. K takovému úkazu v rámci dané galaxie dochází snad jednou za milion let, ale samozřejmě v našem okolí jsou miliony vhodných galaxií... Naproti tomu R. White přichází s domněnkou, že jde o srážky komet v Oortově oblaku naší sluneční soustavy. Když se zde dvě jádra komet srazí rychlostí 3 km.s^{-1}, uvolní se energie řádu 10^{21} J, a to prý bohatě stačí na pozorované vzplanutí gama. Zdá se mi však, že nejblíže pravdě budou R. Lingenfelter a J. Higdon, kteří soudí, že se zde překrývají dvě populace a dva různé mechanismy vzplanutí, ale že v obou případech přece jen jde o neutronové hvězdy.

Důležitým vodítkem by byla alespoň jedna jistá identifikace vzplanutí s přechodným optickým jevem, čímž se u nás zabývají již celé desetiletí R. Hudec aj.. Zatím jsou však naznačované optické identifikace vždy nějak problematické, takže na rozluštění této zapeklité hádanky si astronomický svět ještě nějakou dobu počká. □

7. Naše Galaxie

Už delší dobu se vede spor o povahu samotného jádra Galaxie, kde jsou jednak pozorovány mladé mimořádně svítivé hvězdy a jednak je zřejmé, že koncentrace hmoty tam prudce roste. Jelikož optická extinkce ve směru k jádru dosahuje dle odhadů neuvěřitelných 50 magnitud, pokoušejí se astronomové získat údaje o jádru spíše infračervenými měřeními, která jsou mezihvězdnou extinkcí méně postižena. Chilské dalekohledy NTT a 4–m na CTIO získaly dle P. Hoa a J. Hallera aj. dosti přesvědčivé údaje o existenci supermasivní černé díry v jádře Galaxie o hmotnosti 2.10^6 M$_\odot$, ale R. Sanders soudí, že zvýšená koncentrace infračerveného záření v okruhu několika obloukových vteřin kolem jádra se dá vysvětlit existencí husté hvězdokupy, obsahující nějakých 120 hvězd.

Poměrně záhadným úkazem v jádru je tzv. **velký ničitel,** jenž vydává proměnné záření gama v čáře 511 keV s nepatrnou šířkou 3 keV (viz též *Říše hvězd 6/1993, s. 128).* Toto záření vzniká zcela jistě anihilací párů pozitron–elektron a nasvědčuje tomu, že v jádře Galaxie probíhají extrémně intenzivní energetické přeměny. Velký ničitel se nachází v poloze zdroje 1E1740.7–2942 a podle E. Phinneye se tam v říjnu 1990 krátkodobě objevila široká čára na 410 keV se šířkou 180 keV, která



▲ ***Obr. 7.1 – Barevný diagram pro kulové hvězdokupy v Galaxii umožňuje stanovit absolutní stáří těchto soustav. Na svislé ose je uvedena vlevo pozorovaná vizuální magnituda (m_{vis}) a vpravo svítivost L vůči Slunci. Na vodorovné ose je dole uveden barevný index (B–V) v magnitudách a nahoře povrchová teplota hvězd T. Měřenými body (trojúhelníčky) jsou proloženy vývojové dráhy pro stáří od 12 do 15 miliard let.***

(Podle S. van den Bergha a J. E. Hessera) *(kresba – Pavel Příhoda)*

znamená produkci a následnou anihilaci 10^{13} kg pozitronů! J. Oort upozorňuje na výskyt vláknové rádiové struktury v okolí centra Galaxie, svědčící o přítomnosti relativně silných magnetických polí. Podobné a vlastně daleko výraznější efekty se nacházejí v jádrech většiny galaxií, takže Oort připomíná, že bychom měli právě jádru naší Galaxie věnovat co nejvíce pozorovacího úsilí, jelikož je to nejbližší možnost studovat tento obecný úkaz. Vskutku, již v blízké době se dá očekávat, že oblast jádra Galaxie bude rozlišena na úrovni 0,001″, což v dané vzdálenosti odpovídá pouhým 8 AU.

A. Kullessa a D. Lynden–Bell revidovali celkovou hmotnost Galaxie tak, že do vzdálenosti 230 kpc od centra se nachází $1{,}3.10^{12}$ M⊙, tedy podstatně více, než se dosud soudilo. Znamená to, že halo Galaxie obsahuje velké množství skryté hmoty, která stabilizuje galaktický disk. Nový model rozložení hmoty v Galaxii zejména na základě výsledků družice IRAS v pásmu od 8 do 25 μm podali R. Wainscott aj. V centrální části Galaxie navazuje na disk tzv. galaktická výduť. V disku se pozorují spirální ramena a molekulární prsten, obsahující větší počet obřích molekulových mračen. Také galaktické halo je v tomto infračerveném pásmu dobře patrné.

Studium dlouhovlnných dat z družice IRAS pro otevřenou hvězdokupu **Plejády** přineslo důkazy, že známé reflexní mlhoviny kolem nejjasnějších hvězd v Plejádách jsou následkem setkání hvězdokupy s mezihvězdným mračnem o průměru skoro 15 pc. Rentgenový obraz Plejád, pořízený družicí ROSAT, se značně liší od jejich optického vzhledu: v rentgenovém oboru nejvíce září hvězdy s hmotností srovnatelnou se Sluncem, kdežto hmotnější hvězdy jsou rentgenově málo výrazné. Stáří Plejád se odhaduje na 60 milionů let.

S pozoruhodnou úvahou o **vývoji kulových hvězdokup** v Galaxii přišli P. Hut a S. Djorgovski. Uvádějí, že v Galaxii nyní známe asi 140 kulových hvězdokup, z nichž každá obsahuje v průměru asi půl milionu hvězd. Podle obou autorů však původní populace těchto nejstarších objektů v Galaxii byla vyšší, ale asi 20 % zmizelo vinou kolapsu jader a neznámý počet se „vypařil" do obecného pole Galaxie. Odhadují, že za poslední miliardu let se tak „ztratilo" 5 kulových hvězdokup. □

8. Cizí galaxie a kvasary

Přístroje na umělých družicích se loni podílely na průkopnických pozorováních sousedních galaxií – členů **Místní soustavy galaxií.** Přístroj EGRET na družici Compton objevil fotony záření gama s energiemi nad 100 MeV, přicházející k nám od Velkého Magellanova mračna – je to první důkaz, že i cizí galaxie obsahují zdroje záření gama. Družice ROSAT zobrazila v pásmu rentgenového záření Velkou galaxii M 31 v Andromedě, kde se podařilo rozlišit celkem 86 diskrétních rentgenových zdrojů. Z nich se zdařilo ztotožnit 2 zdroje se zbytky supernov a 18 s kulovými hvězdokupami; povaha ostatních je neznámá. Konečně na snímku galaxie M 32 v Andromedě, pořízeném Hubblovým kosmickým dalekohledem, byly získány důkazy, že v jejím jádře se nachází rovněž supermasivní černá díra.

Údaje o Místní soustavě galaxií shrnul S. van den Bergh. Jejím nejjasnějším členem je galaxie M 31 s absolutní hvězdnou velikostí −21,1 mag, následovaná naší Galaxií s −20,6 mag a galaxií M 33 v Trojúhelníku −18,9 mag. Nejmenší a nejpočetnější jsou trpasličí eliptické či sféroidální galaxie, z nichž nejslabší dosahují jen −7,6 mag. Pojem Místní soustavy zavedl v r. 1936 E. Hubble; dnes k ní počítáme všechny galaxie do 1 Mpc od Slunce, tedy celkem 28 členů.

Nejbližší sousední **kupa galaxií v souhvězdí Panny** je stále terčem pozornosti astronomů, kteří se snaží zlepšit kalibraci stupnice vzdáleností ve vesmíru. Nedávno M. Pierce aj. využili vynikající rozlišovací schopnosti dalekohledu CFHT (0,43″) k rozlišení nejjasnějších hvězd v pozdní spirální galaxii NGC 4571 a určili odtud vzdálenost kupy (14,9 ± 1,5) Mpc, což ovšem vede k vysoké hodnotě Hubblovy konstanty H_0 = 85 km.s^{-1}Mpc^{-1}. Pomocí Hubblova kosmického dalekohledu se T. Lauerovi aj. zdařilo sledovat rozložení jasnosti v proslulé obří **galaxii M 87** až do úhlové vzdálenosti pouhých 0,04″ od centra a odtud odvodili, že v jádře galaxie „sedí" supermasivní černá díra s hmotností $2{,}6.10^9$ M⊙. Z jádra, jak známo, vycházejí dva protilehlé rádiové výtrysky, avšak jen jeden (západní) byl znám též z optického oboru spektra. Nyní se však nezávisle M. Stiavellimu a W. Sparksovi podařilo nalézt optický protějšek pro východní výtrysk. Výtrysk je málo zřetelný, jelikož je od nás odvrácen a tedy zeslaben vlivem relativistického usměrnění svazku.

M. Punch aj. zkoumali aktivní obří eliptickou galaxii **Markarjan 421** v pásmu vysokých energií záření gama a zjistili, že z jejího jádra k nám přicházejí fotony s energií až 1 TeV. Galaxie je tedy aktivní v celé šíři elektromagnetického spektra od rádiových vln až fotonům záření gama. Y. Lin aj. ukázali, že tento blazar s červeným posuvem z = 0,031 září podle měření z družice Compton v celém pásmu energií od 50 MeV do 1 TeV; je to poprvé, co bylo u nějakého blazaru nalezeno záření gama.

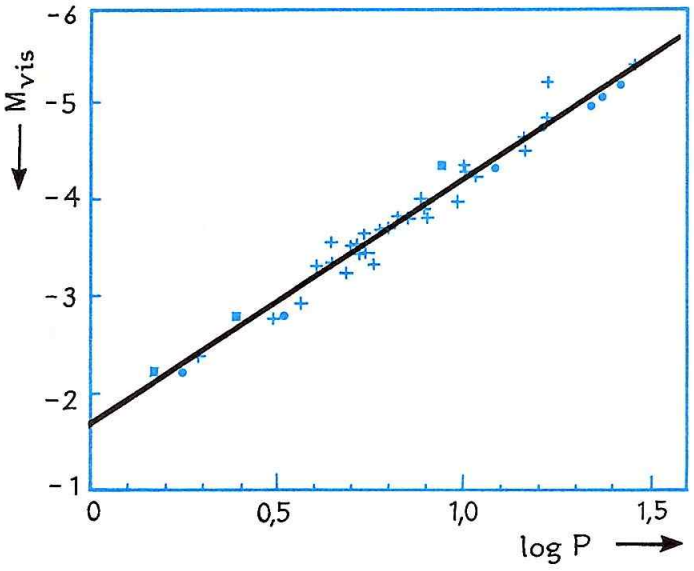
S. Perlmutterovi aj. se zdařilo nalézt zatím nejvzdálenější supernovu v anonymní galaxii se z = 0,457. D. Turnshek aj. zase identifikovali dosud **nejvzdálenější obyčejnou galaxii 0000–2619G2** v souhvězdí Sochaře, jež je od nás plných 3,5 Gpc daleko. R. Grifithsovi se pomocí Hubblova kosmického dalekohledu daří snímkovat galaxie v průměrné vzdálenosti kolem 3 Gpc. Svým vzhledem se nápadně odlišují od galaxií bližších, což se považuje za přímý důkaz jejich kosmologického mládí. G. Miley aj. posléze pomocí téhož dalekohledu snímkovali radiogalaxii 4C 41.47 s červeným posuvem z = 3,8 při lineárním rozlišení 440 pc. Ukázali, že třetina optického záření galaxie vychází z centrální oblasti o poloměru 1,7 kpc a že pod hranicí 1 kpc se vyskytují masivní shluky hvězd s úhrnnou hmotností až 10^{10} M⊙. Difuzní záření galaxie lze sledovat až do vzdálenosti 5,3 kpc od centra.

K nejpozoruhodnějším galaxiím z přehlídky družice IRAS pak patří supersvítivá **soustava 10214+4724,** která dle P. Solomona aj. obsahuje jen 10 % hmoty v podobě již existujících hvězd, zatímco většina hmoty je dosud nezkondenzovaný plyn. Samotný CO v této obří galaxii má hmotnost 4.10^{11} M⊙ a infračervená svítivost galaxie dosahuje neuvěřitelné hodnoty 3.10^{14} L⊙. Její vzdálenost se odhaduje na 3,5 Gpc.

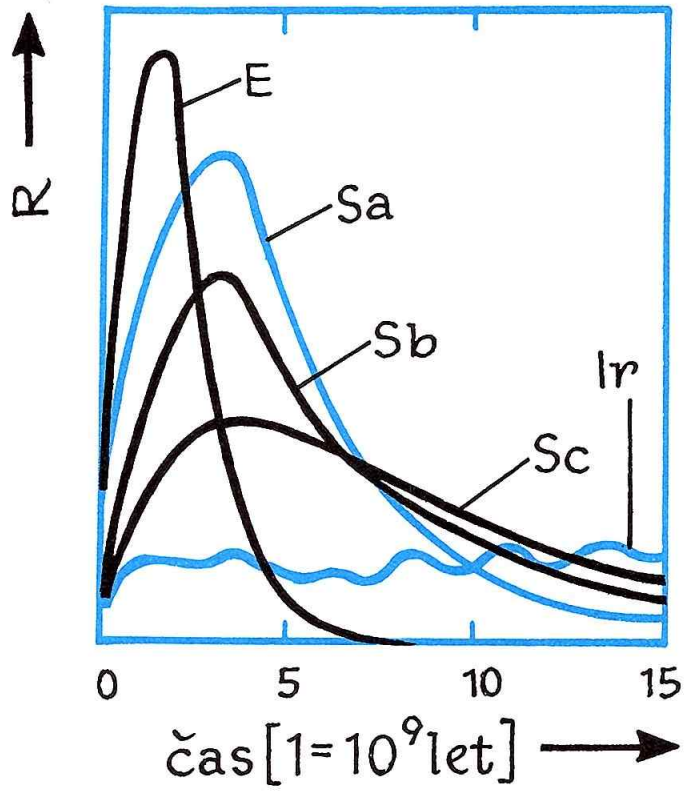
Díky družici IRAS byla tak fakticky objevena nová skupina extragalaktických objektů, které se vyznačují vysokým zářivým výkonem v blízkém a středním pásmu infračerveného spektra, zatímco v optickém pásmu vydávají jen kolem 10 % infračerveného výkonu. B. Soifer se domnívá, že jde fakticky o **srážející se galaxie,** zahalené do oblaku prachu. Postupem doby se prach „vyčistí" a pozorujeme klasický kvasar. J. Barnes aj. uvádějí, že průměrné vzdálenosti galaxií v kupě se pohybují mezi desetinásobkem a stonásobkem jejich průměru. Jestliže se průměrná galaxie posune náhodnými pohyby v kupě o svůj průměr za stovky milionů let, pak jsou během dosavadního trvání vesmíru srážky nevyhnutelné. Průměrná rychlost srážek činí asi 1000 km.s^{-1}, ale hvězdy v galaxiích tím nejsou přímo dotčeny, jelikož pravděpodobnost jejich přímých srážek je mizivá. Působí však na ně kolektivní slapové síly, jež se projevují tím více, čím je srážka pomalejší. Nejpomalejší srážky vedou nejspíše ke slévání galaxií, a tak je zcela pravděpodobné, že tímto postupem vzniká i většina kvasarů. Během srážky dochází k rozpadu obřích molekulových mračen a tím zvýšení rychlosti tvorby hvězd. Zatímco v naší Galaxii vznikají ročně 2 až 3 nové hvězdy, stoupá překotná tvorba hvězd během srážky galaxií o plné dva řády.

Jelikož v raném vesmíru byly vzdálenosti galaxií menší než dnes, byly i jejich srážky četnější. Tím lze objasnit, proč v raném vesmíru připadal jeden kvasar na sto galaxií, kdežto dnes na asi jeden milion galaxií. Podle C. Hogana vydávají vznikající kvasary tolik krátkovlnného záření, že ionizují vodík a ničí molekuly vodíku až do vzdálenosti 10 Mpc, což znamená, že ve svém okolí brání vzniku galaxií z intergalaktických vodíkových mračen. Tak bizarně přispívají kvasary ke vzniku nehomogenní velkorozměrové struktury vesmíru.

Vůbec **nejsvítivější kvasar HS 1945+7658** v souhvězdí Draka objevili H. Hage aj. Při červeném posuvu z = 3,02 dosahuje 15,8 mag, což odpo-



▲ *Obr. 8.1 – Vztah perioda (P) – svítivost (M_{vis}) pro pulsující proměnné hvězdy. Křížky představují pozorované hodnoty, kdežto kroužky a plné čtverečky hodnoty teoretické. Perioda je vyjádřena ve dnech; obě stupnice jsou vlastně logaritmické. Odtud lze kalibrovat vzdálenosti galaxií v Místní soustavě a v kupě galaxií v souhvězdí Panny.*
(Podle C. Hoffmeistera) *(kresba – Pavel Příhoda)*



▲ *Obr. 8.2 – Průběh tvorby hvězd R v závislosti na stáří (v miliardách let) pro galaxie různých typů (S – spirální, E – eliptické, Ir – nepravidelné).*
(Podle S. van den Bergha a J. E. Hessera) *(kresba – Pavel Příhoda)*

vídá zářivému výkonu $1{,}5.10^{15}$ L⊙. V oboru záření gama pozorovali R. Hartman aj. pomocí aparatury EGRET na družici Compton výrazné zjasnění **kvasaru 3C–279** v červnu r. 1991. Tento kvasar proslul už před mnoha lety tím, že v jeho rádiových složkách bylo pozorováno tzv. nadsvětelné rozpínání - fakticky ovšem jde o iluzi nadsvětelného pohybu. Kvasar nebyl zjištěn jako zdroj záření gama předešlými družicemi, takže je zřejmé, že jeho výkon v tomto pásmu silně kolísá. Při zmíněném vzplanutí se stal vůbec nejjasnějším zdrojem záření gama na obloze v pásmu energií 100 MeV – 10 GeV, čemuž odpovídal zářivý výkon $1{,}1.10^{41}$ W.

Družice Compton nalezla již 17 kvasarů, které září v pásmu gama nad 30 MeV. Vesměs jde o rádiově hlučné blazary, u nichž patrně dochází k usměrňování svazků záření do privilegovaných směrů. Y. Lin aj. tak v létě 1991 nalezli záření gama z proslulého **blazaru Mkn 421** v souhvězdí Velké medvědice, jenž je od nás vzdálen pouhých 120 Mpc. Podle M. Punche aj. lze blazar prokázat i ve sprškách tvrdého záření gama o energii kolem 1 TeV, které registruje pomocí Čerenkovova záření Whipplova observatoř v Arizoně. V tomto pásmu je zmíněný blazar vůbec nejjasnějším zdrojem na celé obloze.

Některé vzdálené kvasary se prozradí díky tomu, že jejich optické i rádiové záření je zesíleno efektem **gravitační čočky.** To umožňuje nahlížet do nejvzdálenějších propastí vesmíru a současně studovat rozložení tzv. skryté hmoty v mezilehlých kupách galaxií, jimiž je záření kvasarů deformováno. Dosud **nejvzdálenější gravitační čočku BRI 0952–01** objevili R. McMahon aj. v souhvězdí Sextantu. Červený posuv kvasaru činí $z = 4{,}5$ a červený posuv mezilehlé galaxie je blízký jedné. Dvě pozorované složky kvasaru jsou od sebe úhlově vzdáleny pouze 0,95″. Vůbec nejtěsnější gravitační čočku objevili A. Patnaik aj. v podobě **dvojitého kvasaru B 0218+35.7** se složkami pouze 0,335″ od sebe. Stejní autoři nalezli také **nejsvítivější gravitačně zobrazený kvasar B 1422+231,** jenž se skládá ze čtyř složek uvnitř průměru 1,3″. Při červeném posuvu $z = 3{,}62$ totiž dosahuje 16,5 mag.

R. Pelloová aj. a A. Kassiola aj. zkoumali okolí **kupy galaxií Abell 2390** s posuvem $z = 0{,}231$ a nalezli tam přímý „oblouk" s posuvem $z = 0{,}931$. Jde zřejmě o gravitačně deformovaný obraz vzdálené spirální galaxie a odtud je možné odhadnout hmotnost mezilehlé kupy A 2390 na 2.10^{14} M⊙! To značí, že kupa obsahuje velké množství skryté hmoty. Téhož principu využili J. Tyson a R. Wenk k jakémusi mapování **rozložení skryté hmoty** pomocí gravitačně deformovaných obrazů vzdálených slabých modrých galaxií. V dosahu obřích dalekohledů a v oblasti pólů Galaxie se totiž nachází na 300 tisíc slabých modrých galaxií na ploše jednoho čtverečního stupně. Ze vzhledu jejich deformovaných obrazů v okolí mezilehlých kup galaxií lze odhadnout, že chuchvalce skryté hmoty dosahují rozměrů 100 kpc a že koncentrace skryté hmoty k jádru kup je vyšší než pro běžnou svítící hmotu. Autoři odhadují, že takto odhalená skrytá hmota představuje více než pětinu tzv. kritické hmoty vesmíru (při kritické hmotě přecházejí otevřené kosmologické modely vesmíru v modely uzavřené).

□

(pokračování v příštím čísle)

Časové údaje uvádíme ve středoevropském čase SEČ.

SLUNCE – V říjnu se nadále zkracuje délka bílého dne. Zatímco 1. X. činí 11h 39min, 31. X. již jen 9h 51min. Bílý den se tak v říjnu zkrátí o 1h 48min. Také polední výška Slunce nad obzorem klesne v říjnu z 37° na 26°. Slunce zapadá stále jižněji, azimut jeho západu (počítaný od jihu) činí 1. X. 86°, 31. X. 69°. Pravé poledne nastává po celý říjen dříve než poledne střední, časová rovnice má kladnou hodnotu. V průběhu října se zvětší rozdíl pravého a středního slunečního času z 10min 20s až na 16min 21s. 23. X. v 10h 37min dosáhne Slunce ekliptikální délky 210° a vstoupí do znamení Štíra.

Slunce

Východ a západ Slunce, pravé poledne, deklinace Slunce (δ) a azimut západu Slunce (počítaný od jihu).

den (1993)	východ [h min]	pravé poledne [h min s]	západ [h min]	δ [° ′]	azimut [°]
1. X.	6 00	11 49 40	17 39	–3 06	86
5. X.	6 06	11 48 25	17 30	–4 39	83
10. X.	6 14	11 47 00	17 19	–6 34	80
15. X.	6 22	11 45 48	17 09	–8 26	77
20. X.	6 30	11 44 49	16 59	–10 16	75
25. X.	6 38	11 44 07	16 50	–12 02	72
31. X.	6 48	11 43 39	16 39	–14 02	69

MĚSÍC je v novu 15. X. ve 12h 36min. Tímto okamžikem začíná lunace č. 876. Data a hodiny ostatních fází jsou zachyceny na schematickém obrázku na prostřední dvoustraně. Na mapce okolí ekliptiky pak můžeme sledovat polohu Měsíce mezi hvězdami pro každý den v říjnu. Konjunkce Měsíce s planetami jsou uvedeny v kalendáři úkazů.

Do 5. X. přivrací Měsíc k Zemi svou jižní polokouli, od 6. do 18. X. polokouli severní a po 19. X. opět jižní polokouli. Současně přivrací vlivem librace v délce od 2. do 14. X. k Zemi svou východní (z hlediska pozemského pozorovatele) polokouli, od 15. do 29. X. polokouli západní a od 30. X. opět východní polokouli.

MERKUR není v říjnu pozorovatelný, přestože 14. X. v 5h nastává jeho největší východní elongace (25° 00′ od Slunce). Ekliptika však v této roční době svírá večer s obzorem jen malý úhel, takže při skončení občanského soumraku se bude Merkur nacházet těsně při obzoru. V říjnu se navíc nachází Merkur pod rovinou ekliptiky, což ještě více znevýhodňuje pozorovací podmínky.

VENUŠE září na ranní obloze jako jasná jitřenka a její pozorovací podmínky se začínají postupně zhoršovat. Počátkem října vychází 2,5, koncem října 2 hodiny před Sluncem. Jasnost Venuše dosahuje –3,9 mag a její fáze se již zvýší nad hodnotu 0,9. 6. X. prochází Venuše přísluním, 27. X. dosahuje největší severní heliocentrické šířky.

MARS není v říjnu pozorovatelný, neboť jeho elongace nepřesáhne 25°. 3. X. prochází sestupným uzlem své dráhy.

JUPITER také nemůžeme v říjnu pozorovat, protože 18. X. v 11h nastává jeho konjunkce se Sluncem. Elongace Jupitera nepřesáhne v říjnu 13°. 16. X. dosáhne Jupiter největší vzdálenosti od Země v roce 1993 – 6,447 AU.

SATURN svítí v první polovině noci v souhvězdí Kozoroha. Do 28. X. se pohybuje zpětně, po zastávce 28. X. v 11h pak přímo. Zapadá po půlnoci. Jasnost Saturna dosahuje +0,6 mag. K jasnosti planety přispívá pochopitelně i prstenec, který spatříme již v malém dalekohledu. Rozměry jeho os jsou 40″ a 9″. Malým dalekohledem také snadno spatříme v blízkosti Saturna i měsíc **Titan** o jasnosti 8,3 mag. Průmět dráhy tohoto měsíce na nebeskou sféru představuje elipsu o stejné výstřednosti, jakou má obrys Saturnova prstence. Dráha Titanu se však jeví téměř 9-krát větší. Ve středu obou elips je přirozeně Saturn. Okamžiky největších elongací Titanu udává připojená tabulka. Při východní elongaci se promítá Titan v převracejícím dalekohledu vpravo od planety, při západní elongaci vlevo.

URAN je pozorovatelný zvečera v souhvězdí Střelce. V říjnu se již pohybuje přímo. Jeho jasnost +5,7 mag umožňuje vyhledání i malým kukátkem, nevýhodou je však nízká deklinace planety. V blízkosti Urana se nachází i Neptun (jeho klička probíhá 1,1° severně).

NEPTUN se také pohybuje přímo souhvězdím Střelce, asi 10^m východně od hvězdy π Sgr. Jasnost Neptuna je však nižší než u Urana a dosahuje pouze +7,9 mag. Je to způsobeno podstatně větší vzdáleností Neptuna od Slunce i od Země. Obě planety zapadají ve večerních hodinách začátkem října zhruba ve 22h 30min, koncem října již kolem 21. hodiny a můžeme je vyhledat podle mapky uveřejněné v *Říši hvězd 5/1993* na *s. 107.*

PLUTO není v říjnu pozorovatelný, protože 17. XI. nastane jeho konjunkce se Sluncem.

PLANETKY – Planetka (1) **Ceres** je viditelná po celou noc v souhvězdí Velryby. Pohybuje se zpětně, protože její opozice nastává 22. X. Jasnost dosahuje 7,1 mag. (2) **Pallas** se promítá do souhvězdí Vodnáře. Do 13. X. jeví zpětný pohyb, po tomto datu se již pohybuje přímo. Deklinace planetky přitom klesá. Její jasnost dosahuje 9,2 mag. Zapadá po půlnoci. Planetka (4) **Vesta** je také v souhvězdí Vodnáře. Díky menší vzdálenosti od Země je jasnější než předchozí planetky, 6,4 až 6,7 mag. Bohužel má však nízkou deklinaci. Zprvu se pohybuje zpětně, 13. X. je v zastávce a poté se již pohybuje přímo. Z ostatních planetek je dobře pozorovatelná planetka (9) **Metis** v souhvězdí Velryby a Vodnáře (její opozice nastala 28. IX. a jasnost v opozici dosáhla 8,9 mag), planetka (27) **Euterpe** v souhvězdí Ryb (opozice 2. X., 9,4 mag), planetka (11) **Parthenope** (opozice 11. X., 9,3 mag) v souhvězdí Velryby. Všechny uvedené planetky se v období kolem opozice pohybují zpětně a nad obzorem jsou po celou noc.

Planetky

den 1993	α_{1993} [h m]	δ_{1993} [° ′]	Δ [AU]	m [mag]
(1) Ceres				
8. X.	2 19,4	+0 13	1,93	7,1
18. X.	2 11,3	–0 22	1,90	7,1
28. X.	2 02,4	–0 48	1,90	7,1
(2) Pallas				
8. X.	21 25,1	–0 45	2,57	9,1
18. X.	21 25,1	–2 28	2,68	9,2
28. X.	21 27,2	–3 56	2,80	9,3
(4) Vesta				
8. X.	22 15,4	–21 05	1,56	6,4
18. X.	22 15,3	–20 42	1,67	6,5
28. X.	22 18,0	–20 01	1,78	6,7
den (1993)	**α_{2000} [h m]**	**δ_{2000} [° ′]**	**Δ [AU]**	**m [mag]**
(9) Metis				
5. X.	0 07,4	–8 54		9,1
10. X.	0 02,9	–9 08	1,29	9,2
15. X.	23 59,4	–9 18		9,3
20. X.	23 55,9	–9 22	1,33	9,4
25. X.	23 53,0	–9 20		9,5
30. X.	23 50,8	–9 12	1,39	9,6
(11) Parthenope				
5. X.	1 07,7	–1 01		9,3
10. X.	1 03,3	–1 32	1,30	9,3
15. X.	0 58,4	–2 00		9,5
20. X.	0 54,2	–2 25	1,33	9,6
25. X.	0 50,4	–2 44		9,8
30. X.	0 47,1	–2 59	1,39	9,9
(27) Euterpe				
5. X.	0 27,1	–0 07		9,5
10. X.	0 22,4	–0 36	1,23	9,7
15. X.	0 18,0	–1 03		9,9
20. X.	0 13,9	–1 26	1,25	10,0
25. X.	0 10,4	–1 44		10,1

V tabulkách značí α rektascenzi, δ deklinaci, Δ vzdálenost od Země a m jasnost.

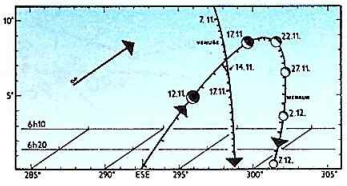
KOMETY – V říjnu neočekáváme průchod žádné ze známých periodických komet přísluním. Pozorovatelná bude i nadále kometa **P/Ashbrook-Jackson** (1992j) v souhvězdí Ryb. Její předpokládaná jasnost činí 12,5 mag. Pohybuje se západním směrem v oblasti západně od hvězdy η Psc. (Aktuální informace nejen o nově objevených kometách přináší *Říše hvězd* v rubrice *Novinky z astronomie*).

METEORY – Z pravidelných rojů očekáváme 22. X. maximum činnosti meteorického roje **Orionid.** Jde o meteory Halleyovy komety s velkou geocentrickou rychlostí 67 km.s^{-1}. Protože je dráha komety dosti vzdálena od dráhy Země, neprochází Země hustšími oblastmi roje a jeho maximum je velmi ploché. Roj je v činnosti téměř po celý říjen. V době maxima je Měsíc před první čtvrtí, takže pozorovací podmínky budou příznivé. Očekávaná frekvence je 25 meteorů za hodinu.

PROMĚNNÉ HVĚZDY – ● V říjnu by měla nastat maxima jasnosti ***dlouhoperiodických proměnných*** hvězd **S CrB** (18. X., 5,8 mag) a **R Gem** (23. X., 6,0 mag). ● Pozorovatelná minima vybraných jasnějších ***zákrytových proměnných*** hvězd s větší amplitudou světelných změn: **RZ Cas** (6,2–7,7 mag) 2. X. 4,4h; 6. X. 23,1h; 8. X. 3,8h; 12. X. 22,5h; 14. X. 3,2h; 18. X. 22,0h; 20. X. 2,7h; 24. X. 21,4h; 26. X. 2,1h; 30. X. 20,8h. **TV Cas** (7,2–8,2 mag) 2. X. 5,3h; 4. X. 0,8h; 5. X. 20,3h; 13. X. 2,3h; 14. X. 21,8h; 22. X. 3,8h; 23. X. 23,3h; 31. X. 5,3h. **U Cep** (6,8–8,8 mag) 3. X. 0,4h; 8. X. 0,1h; 12. X. 23,8h; 17. X. 23,4h; 22. X. 23,1h; 27. X. 22,8h. **U CrB** (7,7–8,8 mag) 3. X. 20,1h. **AI Dra** (7,1–8,1 mag) 4. X. 21,7h; 10. X. 21,5h; 16. X. 21,4h; 22. X. 21,3h; 28. X. 21,1h. **S Equ** (8,0–10,1 mag) 29. X. 20,3h. **CM Lac** (8,2–9,2 mag) 2. X. 2,7h; 6. X. 22,2h; 10. X. 3,2h; 14. X. 22,8h; 22. X. 23,3h; 27. X. 18,9h; 30. X. 23,9h. **β Per** (2,1–3,4 mag) 11. X. 3,4h; 14. X. 0,3h; 16. X. 21,1h; 31. X. 5,1h. **U Sge** (6,m6–9,2 mag) 12. X. 22,1h; 29. X. 19,8h. **TX UMa** (7,1–8,8 mag) 23. X. 4,8h. ● Minima jasných ***cefeid:*** η **Aql** (3,5–4,4 mag) 14. X. 21,7h. **RT Aur** (5,0–5,8 mag) 5. X. 5,0h; 20. X. 2,9h. δ **Cep** (3,5–4,4 mag) 10. X. 20,7h; 26. X. 23,0h. **T Vul** (5,4–6,1 mag) 20. X. 23,0h; 29. X. 19,9h.

❑ *Vladimír Novotný*

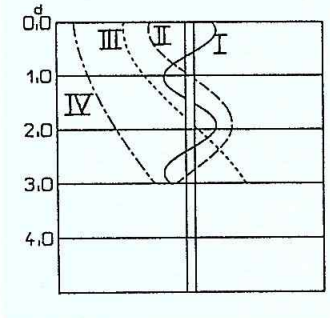
Ing. Vladimír Novotný, narozen 1952. V současné době pracuje v astronomickém oddělení pražského Planetária, kde se zabývá výukou astronomie žáků základních a studentů středních škol, přípravou a realizací astronomických programů pro širokou veřejnost. Jako člen České astronomické společnosti také pracuje ve výboru její pražské pobočky a významně se podílí na vedení kosmologické sekce Společnosti. V Říši hvězd publikuje od r. 1971.



▲ ***Merkur na ranní obloze v listopadu a prosinci. Největší elongace připadá na 22. XI. Polohy středů kotoučků Merkura jsou zakresleny pro 6h 30min SEČ, kotoučky jsou ve srovnání se stupnicemi na okraji mapky zvětšeny 360-krát. Šipka určuje směr denního pohybu. Dále jsou vyneseny polohy Venuše a dvojitá čára spojuje polohy obou planet při konjunkci 14. XI. ve 14h SEČ.***
(mapka – Pavel Příhoda)

Titan

den	hodina	největší elongace
8. X.	23,5	západní
16. X.	15,6	východní
24. X.	21,9	západní

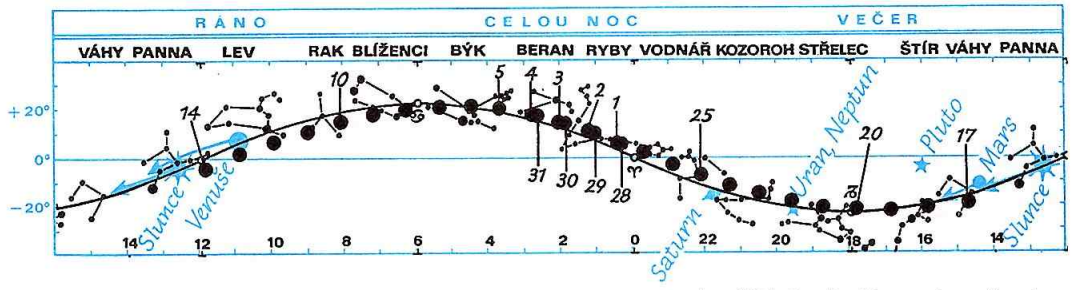


▲ ***Grafické znázornění poloh čtyř nejjasnějších měsíců Jupitera (I – Io, II – Europa, III – Ganymed, IV – Callisto).*** *(graf – Jan Vondrák)*

Planety

	den (1993)	△ [AU]	d [″]	f	m [mag]	východ [h min]	průchod [h min]	západ [h min]
Merkur	3. X.	1,176	5,8	0,77	–0,1	8 19	13 13	18 05
	8. X.	1,106	6,0	0,71	–0,1	8 37	13 17	17 55
	13. X.	1,025	6,6	0,64	0,0	8 51	13 18	17 45
	18. X.	0,936	7,2	0,54	+0,1	8 59	13 16	17 34
	23. X.	0,842	8,0	0,40	+0,3	8 55	13 08	17 21
	28. X.	0,752	9,0	0,23	+1,0	8 33	12 48	17 04
Venuše	8. X.	1,493	11,2	0,91	–3,9	3 51	10 19	16 47
	18. X.	1,535	10,8	0,93	–3,9	4 20	10 26	16 30
	28. X.	1,571	10,6	0,94	–3,9	4 50	10 32	16 13
Mars	8. X.	2,419	3,8	0,98	+1,6	8 19	13 13	18 06
	18. X.	2,434	3,8	0,99	+1,5	8 19	13 01	17 42
	28. X.	2,444	3,8	0,99	+1,5	8 19	12 49	17 19
Jupiter	8. X.	6,438	28,6		–1,7	6 53	12 18	17 43
	18. X.	6,447	28,6		–1,7	6 26	11 47	17 07
	28. X.	6,433	28,6		–1,7	5 58	11 16	16 32
Saturn	8. X.	9,137	16,2		+0,6	15 49	20 37	1 30
	18. X.	9,274	16,0		+0,6	15 09	19 57	0 49
	28. X.	9,425	15,6		+0,7	14 29	19 17	0 10
Uran	8. X.	19,532	3,6		+5,7	14 06	18 10	22 14
	28. X.	19,873	3,6		+5,8	12 48	16 53	20 58
Neptun	8. X.	30,102	2,2		+7,9	13 59	18 10	22 21
	28. X.	30,441	2,2		+7,9	12 41	16 52	21 04
Pluto	8. X.	30,496			+13,8	8 54	14 31	20 08
	28. X.	30,658			+13,8	7 39	13 15	18 51

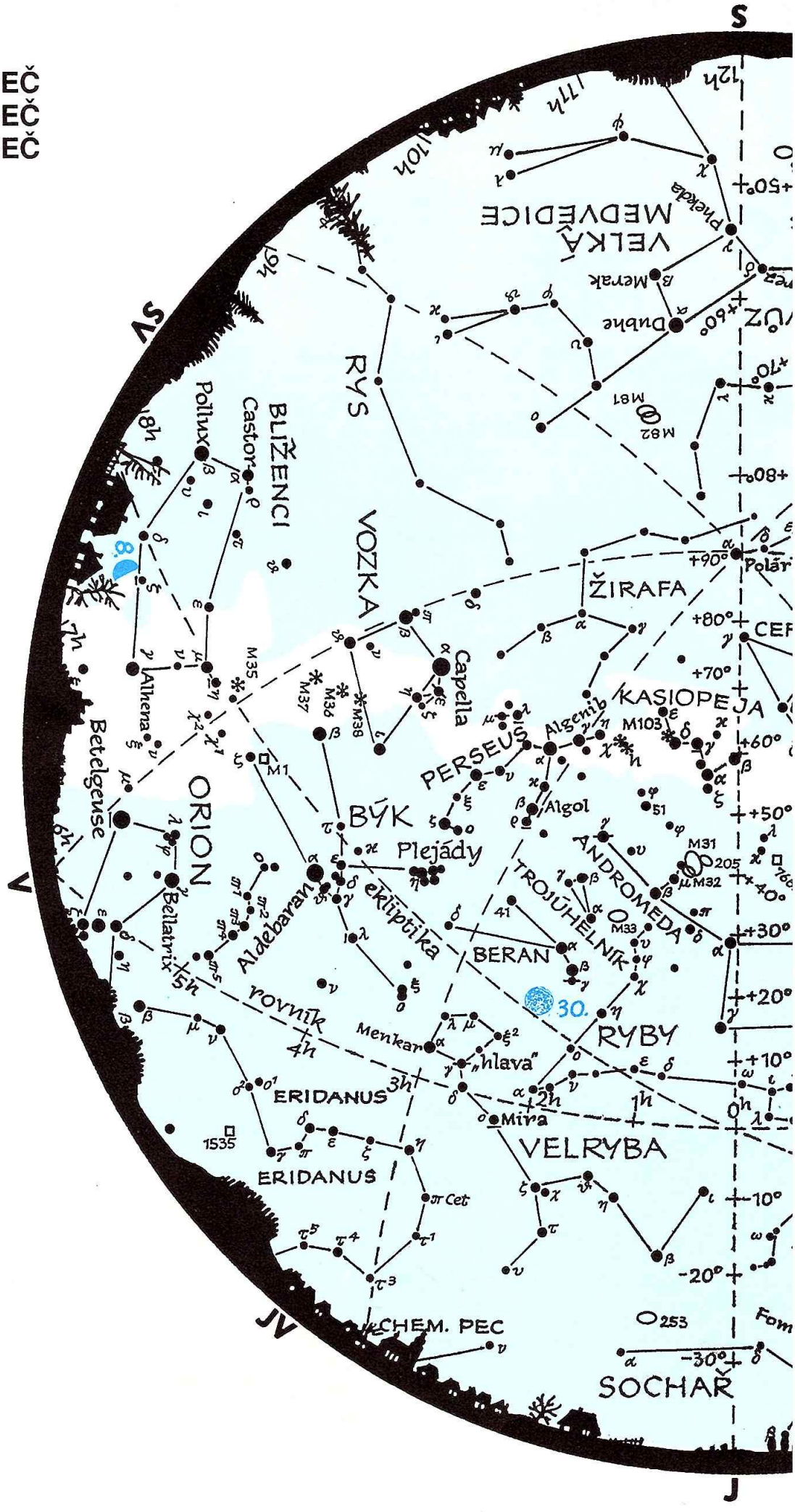
*V tabulce značí △ vzdálenost od Země, **d** průměr kotoučku planety, **f** fázi a **m** jasnost.*



▲ ***Mapka ekliptiky*** – *Polohy planet a Slunce v souhvězdích zvířetníku během října 1993. Značka Slunce a kotoučky planet odpovídají poloze 1. X.; u těles s větším pohybem mezi hvězdami určuje šipka zdánlivý pohyb do 31. X. Dále jsou vyneseny polohy Měsíce pro každý den v 0h TT (černé kotoučky). Čísla u poloh Měsíce značí data. Nahoře uvádíme dobu viditelnosti objektů. Na spodním okraji mapky je stupnice rektascenze, na svislé ose deklinace.* *(mapka – Pavel Příhoda)*

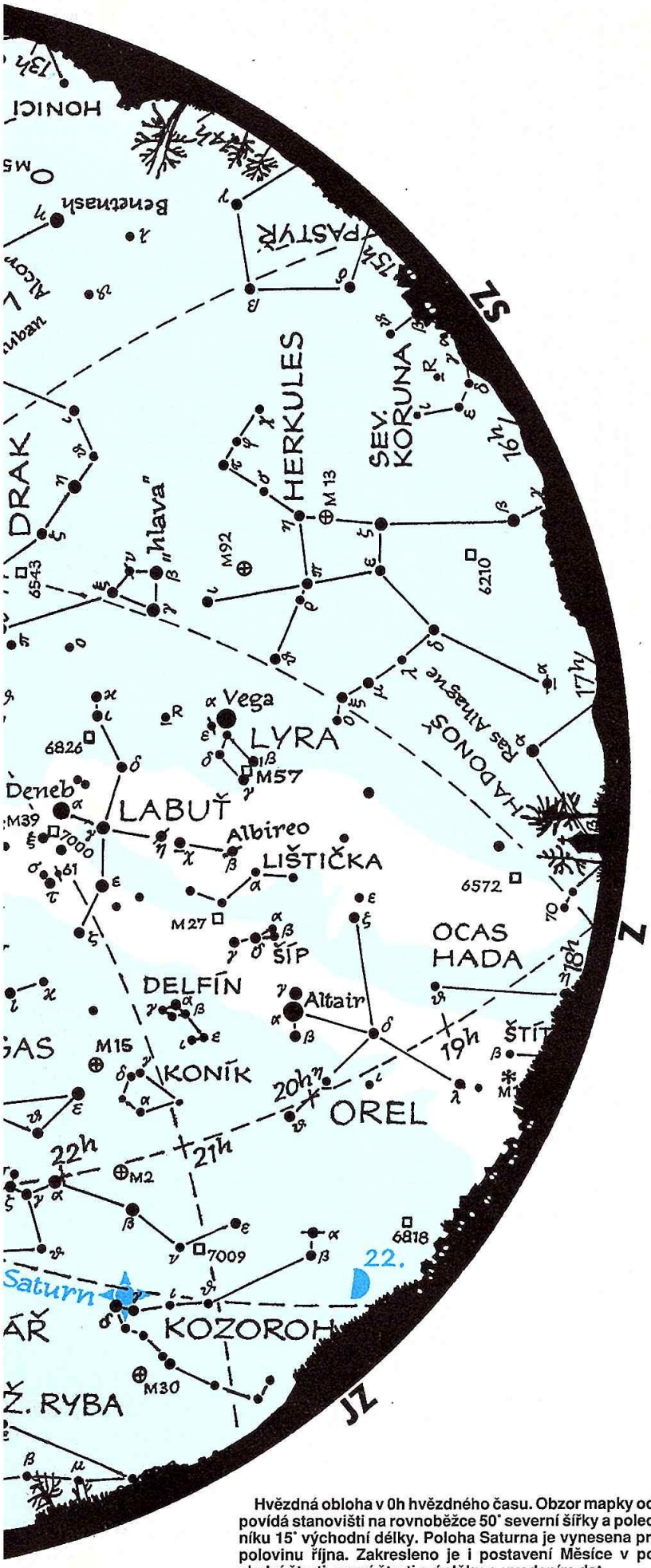
NOČNÍ OBLOHA – říjen 1993

1. X. 23h 30min SEČ
15. X. 22h 30min SEČ
31. X. 21h 30min SEČ



ZNAČKY NA MAPCE

	hvězdné velikosti (magnitudy)
	0.
	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
	dvojhvězda
	proměnná hvězda
	planeta
	Měsíc v první čtvrti
	Měsíc v úplňku
	Mléčná dráha
	hvězdokupa otevřená
	hvězdokupa kulová
	mlhovina
	galaxie



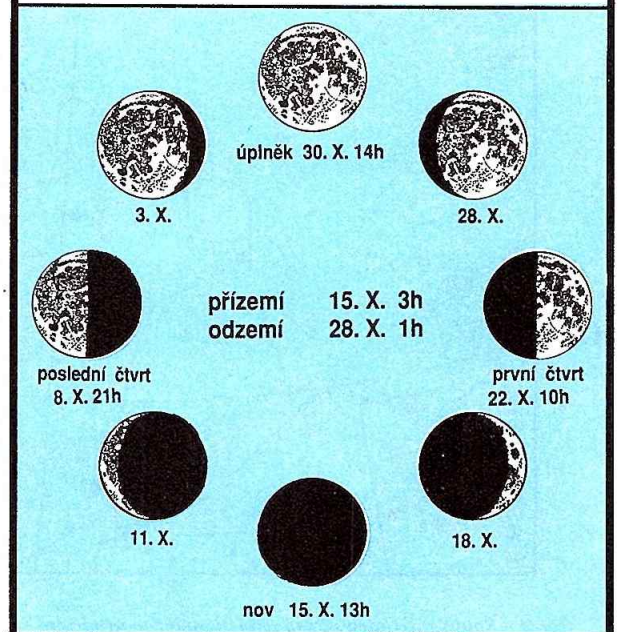
Hvězdná obloha v 0h hvězdného času. Obzor mapky odpovídá stanovišti na rovnoběžce 50° severní šířky a poledníku 15° východní délky. Poloha Saturna je vynesena pro polovinu října. Zakresleno je i postavení Měsíce v poslední čtvrti, první čtvrti a úplňku s uvedením dat.

(© mapky – Pavel Příhoda)

ŘÍJEN 1993

Všechny časové údaje uvádíme ve středoevropském čase SEČ.

Fáze Měsíce



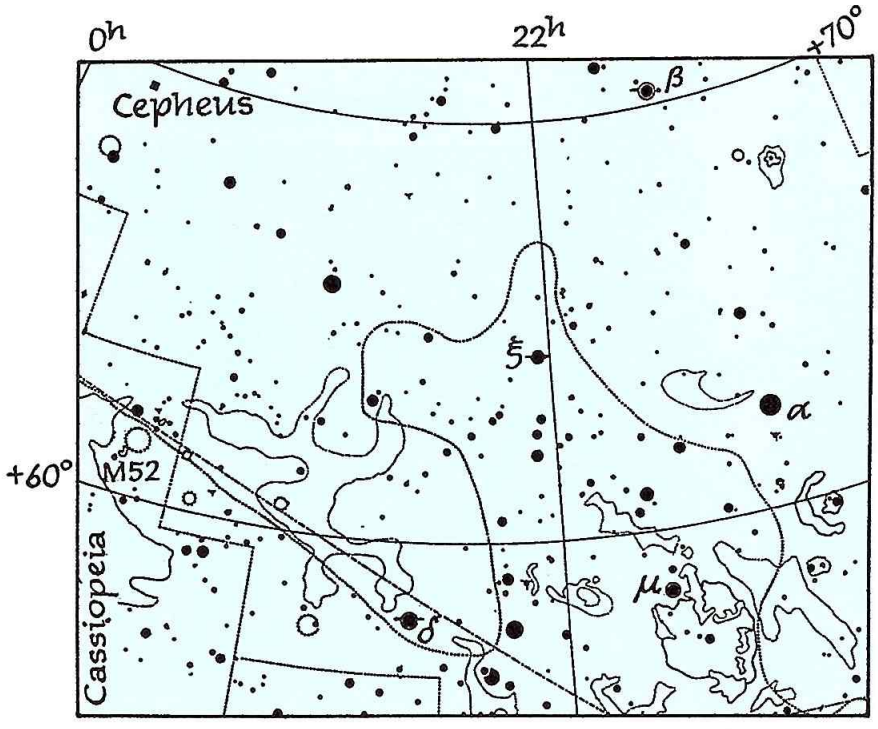
Viditelnost planet

Merkur	– nepozorovatelný
Venuše	– na ranní obloze
Mars	– nepozorovatelný
Jupiter	– nepozorovatelný
Saturn	– v první polovině noci
Uran	– na večerní obloze
Neptun	– na večerní obloze

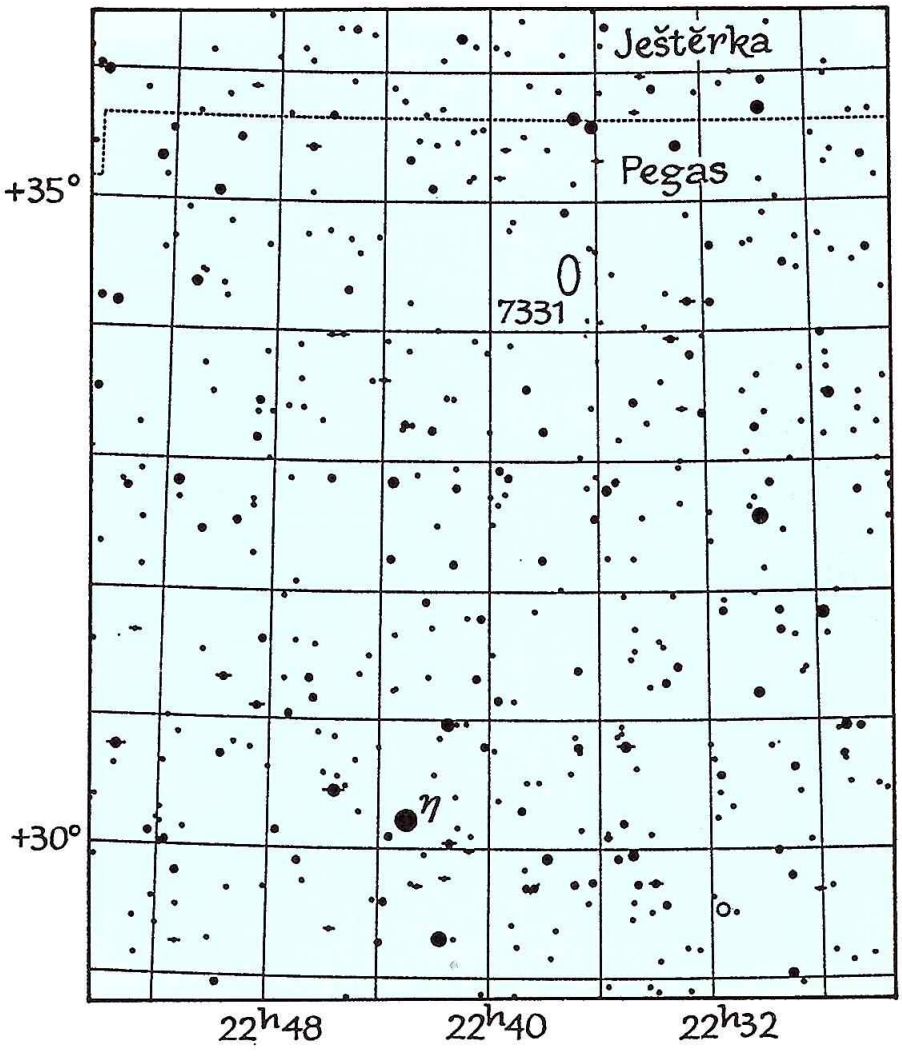
Kalendář úkazů

6. X.	1h	***Měsíc*** v konjunkci s Aldebaranem (Aldebaran 4,5° jižně)
6. X.	18h	***Merkur*** v konjunkci s Marsem (Merkur 2,3° jižně)
8. X.	21h	***Měsíc*** v poslední čtvrti
12. X.	4h	***Měsíc*** v konjunkci s Regulem (Regulus 6,5° severně)
14. X.	1h	***Venuše*** v konjunkci s Měsícem (Venuše 7,3° severně)
14. X.	5h	***Merkur*** v největší východní elongaci (25° 00´ od Slunce)
15. X.	13h	***Měsíc*** v novu
17. X.	0h	***Mars*** v konjunkci s Měsícem (Mars 2,3° severně)
17. X.	5h	***Merkur*** v konjunkci s Měsícem (Merkur 1,2° jižně)
18. X.	11h	***Jupiter*** v konjunkci se Sluncem
21. X.	14h	***Neptun*** v konjunkci s Měsícem (Neptun 2,2° jižně)
21. X.	14h	***Uran*** v konjunkci s Měsícem (Uran 3,3° jižně)
22. X.	10h	***Měsíc*** v první čtvrti
22. X.	20h	***Ceres*** v opozici se Sluncem
24. X.	13h	***Saturn*** v konjunkci s Měsícem (Saturn 6,2° jižně)
26. X.	4h	***Merkur*** v zastávce (začíná se pohybovat zpětně)
28. X.	7h	***Merkur*** v konjunkci s Marsem (Merkur 2,5° jižně)
28. X.	11h	***Saturn*** v zastávce (začíná se pohybovat přímo)
30. X.	14h	***Měsíc*** v úplňku

OBJEKTY VZDÁLENÉHO VESMÍRU



▲ *Obr. 1 – Souhvězdí Cefea skrývá zejména spoustu dvojhvězd - nejdostupnější jsou β, ξ a δ Cep, která je známější jako představitelka celé třídy proměnných hvězd. Pozoruhodná a opravdu efektní je Granátová hvězda (μ Cep). Pro větší dalekohledy je tu ještě roztomilá otevřená hvězdokupka NGC 7510. Hvězdokupa M 52 patří už do souhvězdí Kasiopeje a je tak bohatá, že bychom ji rozhodně neměli opomenout.* *(mapka – Pavel Příhoda)*



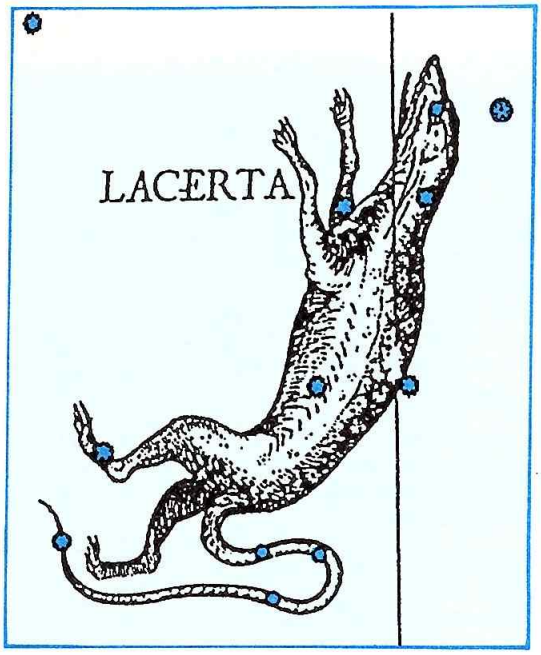
Atraktivní letní obloha se už pomalu začíná ztrácet nad západním obzorem a nad námi se rozprostírají chudší oblasti nebe. Ale to neznamená, že tu nemůžeme spatřit něco zajímavého. Stačí se jen pozorně podívat.

Začneme u jedné neobyčejné hvězdy. Říká se jí **Granátová hvězda** a už v malém dalekohledu zjistíte, že ne nadarmo. Její nápadně červená barva přesvědčí každého, že hvězdy umějí být barevné. Granátová hvězda má v atlasech označení μ Cep a najdeme ji blízko hvězd α a δ Cep. V souhvězdí Cefea můžeme ještě zůstat na prohlídku dvojhvězd. Třeba taková β Cep. Hlavní složka je žhavá pulsující proměnná hvězda typu β Cep – pozor, nepleťte si ji se slavnější δ Cep, představitelkou slavných cefeid. Naše β Cep, neboli **Alfirk,** má kratší periodu pulsů a menší změny jasnosti (méně než 0,1 mag), než je typické pro klasické cefeidy. V dalekohledu nás upoutá její téměř stokrát slabší průvodce, který se k ní tulí poměrně blízko. Uprostřed kosočtverce jasnějších hvězd Cefea leží dvojhvězda ξ **Cep,** vhodná rovněž i pro menší dalekohledy. A když budeme pokračovat v započatém směru od β Cep přes ξ Cep, dostaneme se konečně také k δ **Cep.** Ponechme teď stranou její proměnnost a povšimněme si slabší hvězdy, která ji doprovází. Obě složky rozlišíme už v triedru. Pokud máte k dvojhvězdám obzvlášť dobrý vztah, namiřte svůj dalekohled asi 6° pod hvězdu γ Peg. Najdete tu malý podlouhlý čtyřúhelník, jehož dvě horní hvězdy jsou dvojité a jmenují se **35** a **38 Psc.** Potřebujete na ně trochu větší zvětšení. Nemáte-li je k dispozici, nabízím vám ještě jeden tip. Hvězdu s pořadovým číslem GC 31 623–5 v obyčejném atlasu označenou nenajdete, ale prozradím vám, že se nachází necelé 4° na západ od Fomalhauta (α PsA), kousíček pod hvězdou ε PsA. Je-li atmosféra průhledná i ve směru 10° nad obzorem, už v triedru tato dvojhvězda neunikne vaší pozornosti. Její složky 6,3 mag a 6,8 mag jsou totiž od sebe úhlově vzdáleny téměř 90″.

To by, myslím, k dvojhvězdám pro tento měsíc skromnějším pozorovatelům stačilo, a proto se vydáme za otevřenými hvězdokupami. Například **M 39** je tak jasná, že ji jako mlhavou skvrnu spatříme i pouhým okem a už v malém kukátku vyniká i na obloze zabarvené právě zapadlým Sluncem. Větším dalekohledem pronikáme mezi jednotlivé jasné hvězdy tohoto seskupení, které tak přestává být příliš atraktivní. Hvězdokupa leží mezi Denebem (α Cyg) a horní částí souhvězdí Ještěrky, které vypadá jako malá Kasiopeja pootočená o 90°. V Ještěrce chvíli zůstaneme na návštěvě u dalších dvou otevřených hvězdokup. **NGC 7209** a **NGC 7243** jsou pěkné v různých dalekohledech i zvětšeních, obsahují dostatek středně jasných hvězd. Zajímavý je vzhled hvězdokupy NGC 7243. Vypadá to, jako kdyby se přes její střed táhl černý pás. Ale nevím, jestli to není jen výplod mé fantazie. Zkuste se podívat, co si o tom myslíte. Mléčná dráha nás teď vytahuje do stále vyšších deklinací. Necháme se tedy svést jednou z nejbohatších hvězdokup z Kasiopeje, která nese označení **M 52.** Není zvlášť jasná, ale množství jejích hvězd nadchne zejména pozorovatele s většími dalekohledy. Ostatní uvidí mlhavou nebo zrnitou skvrnu střední velikosti. Zhruba 2° od M 52 se nachází velmi malý mlhavý flíček. Je to otevřená hvězdokupa **NGC 7510** ze sousedního souhvězdí Cefea. Ve velkém dalekohledu je nádherná – uvidíte oblouček jasnějších hvězd a na jednom jeho konci je skupinka velmi slabých hvězdiček.

Na řadu přicházejí planetární mlhoviny. Ta, která má podle všech katalogů největší jasnost, je ve skutečnosti velmi obtížně pozorovatelná. Prstencová mlhovina **Slimák** (Helix, NGC 7293) je tak velká, že její plošná jasnost jen málokdy zvítězí nad světlem oblohy, zejména tak nízko nad obzorem, jako je tomu u nás. Spatříme ji jen jako sotva postřehnutelné zjasnění i světelným dalekohledem. Snad v horách bychom

◀ *Obr. 2 – Galaxii NGC 7331 najdeme na sever od η Peg, která leží poblíž jasné β Peg (pravá horní hvězda Pegasova čtverce).* *(mapka – Pavel Příhoda)*



▲ *Obr. 3 – Takto asi vypadaly ještěrky v dobách Heveliových. (Jan Hevelius, Uranographia 1690; souhvězdí Ještěrky, Lacerta)*

měli větší šanci. Naproti tomu prstencová planetární mlhovina v Andromedě, **NGC 7662,** je pro své malé rozměry snadno vidět většími dalekohledy i ve městech. Dá se vytušit i tmavší střed mlhoviny, ale taková paráda jako M 57 v Lyře to samozřejmě není.

Na podzimní obloze ubývají kulové hvězdokupy. Takovým důstojným rozloučením na delší dobu s tímto druhem objektů jsou hvězdokupy **M 15** v Pegasovi a **M 2** ve Vodnáři. Jejich rektascenze se příliš neliší, obě hvězdokupy mají podobnou jasnost i velikost. Poblíž M 15 září celkem jasná hvězda, takže v místě, kde se hvězdokupa nachází, pouhým okem vidíme slabou mlhavou skvrnku.

Nebe mimo Mléčnou dráhu není tak bohaté na galaxie jako jarní obloha, ale několik jich přece spatřit můžeme. Nejjasnější galaxie v souhvězdí Pegasa je **NGC 7331,** kterou už v pěticentimetrovém dalekohledu vidíme jako malou, trochu oválnou skvrnu s výraznějším, ale ne bodovým jádrem. Je však třeba se vybavit větším zvětšením. Na další galaxie si počkáme do příštího měsíce, ať se máme na co těšit. Snad nám to nejisté listopadové počasí nezkazí.

❑ *Lenka Šarounová*

Lenka Šarounová, narozená 1973. Studentka fyziky na matematicko–fyzikální fakultě Karlovy univerzity, externí spolupracovnice Štefánikovy hvězdárny v Praze na Petříně. Aktivně se věnuje pozorování zákrytů hvězd Měsícem a poznávání objektů vzdáleného vesmíru (pracuje na katalogu zhruba 500 jí pozorovaných objektů s jejich popisy).

Hvězdy

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	jasnost [mag]	jméno
μ Cep	21 43,5	+58 47	3,4–5,1	Granátová hvězda

Dvojhvězdy

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	jasnost [mag]	úhlová vzdálenost [′]
β Cep	21 28,7	+70 34	3,2/7,9	13,3
ξ Cep	22 03,8	+64 38	4,4/6,6	7,7
δ Cep	22 29,2	+58 25	3,5–4,4/7,5	41,0
35 Psc			5,9/7,6	11,8
38 Psc			6,6/8,0	4,2

Otevřené hvězdokupy

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 7092, M 39	21 32,2	+48 26	32,0	4,6	Cyg
NGC 7209	22 05,2	+46 30	25,0	6,7	Lac
NGC 7243	22 15,3	+49 53	21,0	6,4	Lac
NGC 7654, M 52	23 24,2	+61 35	13,0	6,9	Cas
NGC 7510	23 11,5	+60 34	4,0	7,9	Cep

Kulové hvězdokupy

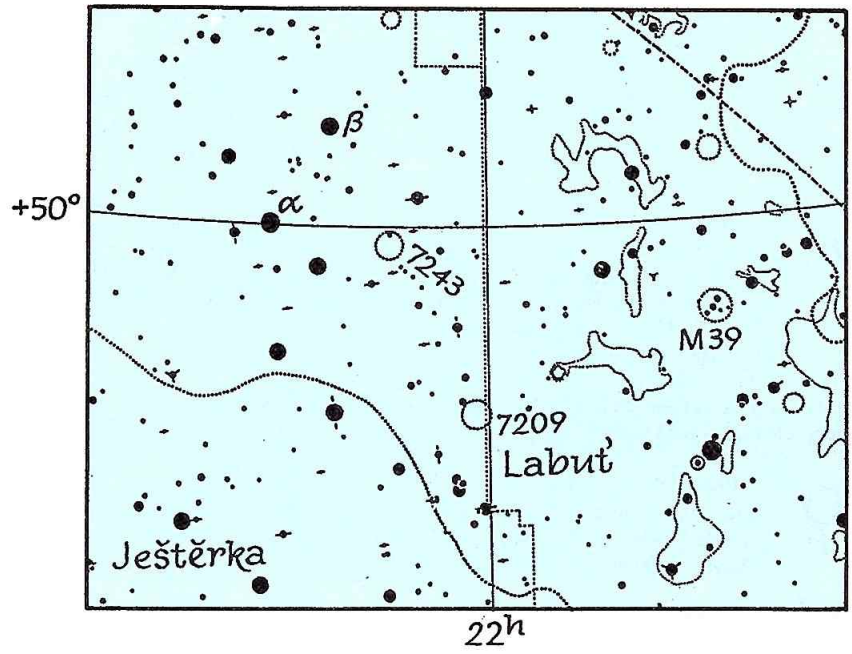
	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 7078, M 15	21 30,0	+12 10	12,3	6,4	Peg
NGC 7089, M 2	21 33,5	–0 49	12,9	6,5	Aqr

Planetární mlhoviny

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 7293	22 29,6	–20 48	12,8		Aqr
NGC 7662	23 25,9	+42 33	2,2		And

Galaxie

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 7331	22 37,1	+34 25	10,7	9,5	Peg



▶ ***Obr. 4 – Takovýmto způsobem zobrazují část souhvězdí Ještěrky současné atlasy. (Podle Atlasu Coeli Antonína Bečváře, 1948.) Zatímco otevřené hvězdokupy NGC 7209 a NGC 7243 vypadají pěkně snad ve všech dalekohledech, hvězdokupa M 39 ze souzvězdí Labutě je vhodná spíš pro menší dalekohledy a především triedry.***

(mapka – Pavel Příhoda)

ÚKAZY NA OBLOZE

Všechny časové údaje uvádíme ve středoevropském čase SEČ. Okamžiky východu, průchodu poledníkem a západu Slunce a planet platí pro místo o souřadnicích 15° východní délky a 50° severní šířky. Polohy planetek uvádíme pro 0h světového času UT. Tento okamžik nastává v 1h středoevropského času SEČ.

SLUNCE – V listopadu se délka dne nadále zkracuje z 9h 47min na 8h 27min. Den se tedy zkrátí o 1h 20min. Současně klesá i polední výška Slunce nad obzorem z 26° na 18°. Bod západu Slunce se posunuje k jihu a jeho azimut (měřený od jihu) začátkem měsíce činí 68°, koncem pak již jen 56°. I v listopadu nastává pravé poledne dříve než poledne střední, časová rovnice (rozdíl pravého a středního slunečního času) je tedy kladná. 2. až 4. XI. dosahuje největší hodnoty v roce 1993: +16min 24s. Do konce měsíce klesne na 11min 18s. 22. XI. v 8h 06min dosáhne ekliptikální délka Slunce 240° a Slunce vstoupí do znamení Střelce.

Slunce

Východ a západ Slunce, pravé poledne, deklinace Slunce δ a azimut západu Slunce (počítaný od jihu).

den	východ [h min]	pravé poledne [h min s]	západ [h min]	δ [° ′]	azimut [°]
1. XI.	6 50	11 43 37	16 37	−14 22	68
5. XI.	6 56	11 43 37	16 30	−15 37	66
10. XI.	7 04	11 43 57	16 23	−17 05	64
15. XI.	7 13	11 44 38	16 16	−18 26	61
20. XI.	7 21	11 45 40	16 10	−19 39	59
25. XI.	7 28	11 47 02	16 05	−20 42	58
30. XI.	7 35	11 48 42	16 02	−21 37	56

MĚSÍC – je v novu 13. XI. ve 22h 34min. Tímto okamžikem začíná lunace č. 877. Úplněk nastává 29. XI. v 7h 30min. Dochází při něm k úplnému zatmění Měsíce, které je v první polovině průběhu viditelné i u nás. Data a hodiny ostatních fází jsou uvedeny na přehledném obrázku na prostřední dvoustraně. Mapka okolí ekliptiky umožňuje sledovat polohy Měsíce pro každý den. Zjistíme z ní data konjunkcí Měsíce s jasnými hvězdami. Okamžiky konjunkcí Měsíce s planetami jsou uvedeny v kalendáři úkazů.

Do 12. XI. přiklání Měsíc vlivem librace v šířce k Zemi svou severní polokouli, od 13. do 26. XI. polokouli jižní a od 27. XI. opět severní polokouli. Díky libraci v délce přiklání Měsíc do 9. XI. k Zemi svou východní polokouli (z hlediska pozemského pozorovatele), od 10. do 22. XI. polokouli západní a od 23. XI. opět východní polokouli.

Úplné zatmění Měsíce 29. XI. 1993

fáze	čas [h min]
vstup Měsíce do polostínu	4 28,8
začátek částečného zatmění	5 40,7
začátek úplného zatmění	7 02,8
střed zatmění - největší fáze	7 26,1
konec úplného zatmění	7 49,4
konec částečného zatmění	9 11,5
výstup Měsíce z polostínu	10 23,4

Velikost zatmění v jednotkách měsíčního průměru je 1,087. Poziční úhel začátku částečného zatmění je 62°, začátku úplného zatmění 203°. Měsíc u nás zapadá v 7h 38min, Slunce vychází v 7h 34min. Proto bude u nás viditelná pouze první polovina úkazu.

MERKUR je pozorovatelný ve druhé polovině listopadu ráno před východem Slunce nad jihovýchodním obzorem. 17. XI. vychází 1h 47min před Sluncem, 22. XI. 1h 56min před Sluncem a 27. XI. o 1h 50min dříve než Slunce. Největší západní elongace (19° 45′) nastává 22. XI. v 17h. 14. XI. ve 14h nastává konjunkce Merkura s Venuší, Merkur se při ní bude nalézat 0,8° severně. 7° od obou planet se bude nacházet planeta Jupiter. 5. XI. ve 4h bude Merkur nejblíže Zemi (0,673 AU), protože 6. XI. v 5h nastává jeho dolní konjunkce se Sluncem. Planetu můžeme na obloze snadno vyhledat dle mapky publikované na s. 161.

VENUŠE je také jitřenkou, její viditelnost se však již zhoršuje. Planeta se blíží horní konjunkci, která nastane 17. I. 1994. 7. XI. vychází Venuše 1h 39min před východem Slunce, 17. XI. o 1h 25min a 27. XI. již jen o 1h 09min dříve. Její jasnost dosahuje −3,9 mag.

MARS není pozorovatelný, protože se blíží jeho konjunkce se Sluncem a jeho elongace v listopadu nepřesáhne 15°.

JUPITER září na ranní obloze. Počátkem listopadu vychází 1h před východem Slunce, koncem měsíce již více než 3h před východem Slunce. Jasnost Jupitera je −1,7 mag. V jeho blízkosti spatříme již triedrem čtyři **galileovské měsíce** Io, Europu, Ganymed a Kallisto. V malém dalekohledu pak můžeme sledovat i jejich zatmění ve stínu Jupitera. V listopadu nastávají u západního (v převracejícím dalekohledu levého) okraje planety.

SATURN můžeme pozorovat na večerní obloze. Postupuje přímým pohybem souhvězdím Kozoroha. Zapadá stále dříve, počátkem listopadu před půlnocí, koncem měsíce již po 22. hodině. Jasnost Saturna je +0,8 mag. Rozměry os jeho prstence, který spatříme již v malém dalekohledu, jsou 39″ a 9″. V malém dalekohledu také můžeme pozorovat největší Saturnův měsíc **Titan** o jasnosti 8,3 mag. Největší elongace tohoto měsíce udává připojená tabulka. Při východní elongaci se v převracejícím dalekohledu promítá vpravo od planety, při západní elongaci vlevo.

URAN je pozorovatelný na večerní obloze v souhvězdí Střelce. Zapadá ve večerních hodinách. Pohybuje se přímo a jeho jasnost činí +5,8 mag. Nalezneme ho snadno i kukátkem podle mapky publikované v *Říši hvězd 5/1993*, s. 107.

NEPTUN můžeme pozorovat také na večerní obloze v blízkosti Urana. Pohybuje se ve stejné oblasti souhvězdí Střelce východně od hvězdy π Sgr. Jasnost Neptuna je však nižší, +8,0 mag, a proto k jeho vyhledání podle mapky publikované v *Říši hvězd 5/1993, s. 107*, musíme použít silnější triedr.

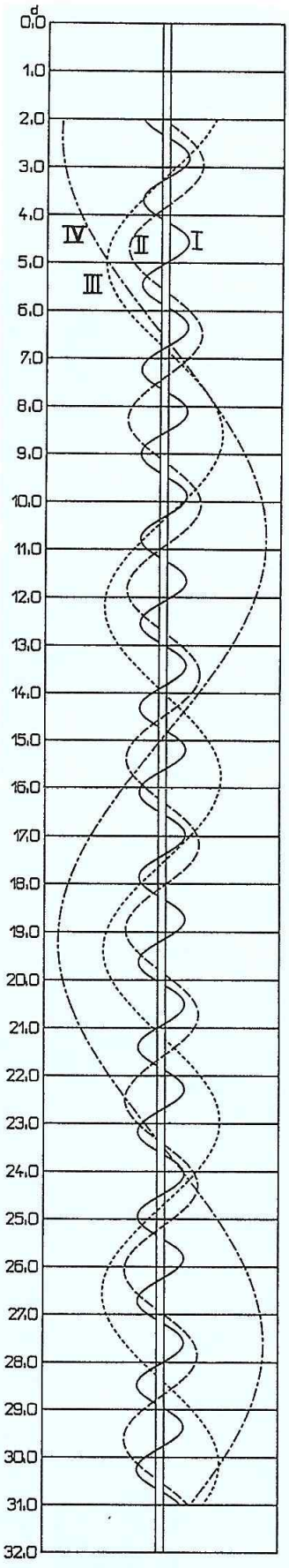
PLUTO není pozorovatelný, protože 17. XI. nastává jeho konjunkce se Sluncem.

PLANETKY – Planetka **(1) Ceres** je pozorovatelná ve Velrybě. Je krátce po opozici a proto se pohybuje zpětně. Zapadá v časných ranních hodinách. Její jasnost dosahuje 7,1 mag. **(2) Pallas** se pohybuje přímo souhvězdím Vodnáře. Je však podstatně slabší než Ceres, 9,5 mag. Zapadá před půlnocí. Planetka **(4) Vesta** se promítá také do souhvězdí Vodnáře. Je z uvedených planetek nejjasnější, v polovině listopadu 7,0 mag, má však nízkou deklinaci. Také Vesta se pohybuje přímo. I ona zapadá před půlnocí. Z dalších planetek jasnějších než 10,0 mag jsou v listopadu pozorovatelné **(9) Metis** v souhvězdí Vodnáře a **(89) Julia** v souhvězdí Persea. Opozice této planetky nastává 30. XI.

Planetky

den (1993)	α_{1993} [h m]	δ_{1993} [° ′]	Δ [AU]	m [mag]
(1) Ceres				
7. XI.	1 53,8	−1 02	1,92	7,1
17. XI.	1 46,2	−1 01	1,97	7,1
27. XI.	1 40,4	−0 43	2,04	7,2
(2) Pallas				
7. XI.	21 31,2	−5 08	2,93	9,4
17. XI.	21 36,9	−6 04	3,07	9,5
27. XI.	21 44,1	−6 45	3,20	9,6
(4) Vesta				
7. XI.	22 23,2	−19 05	1,91	6,8
17. XI.	22 30,6	−17 58	2,05	7,0
27. XI.	22 39,8	−16 40	2,18	7,1
den (1993)	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	Δ [AU]	m [mag]
(9) Metis				
4. XI.	23 49,4	−8 59		9,7
9. XI.	23 48,7	−8 40	1,47	9,8
14. XI.	23 48,8	−8 17		9,9
19. XI.	23 49,6	−7 49	1,56	10,0
24. XI.	23 51,2	−7 16		10,1
29. XI.	23 53,5	−6 40	1,66	10,2
(89) Julia				
4. XI.	4 50,8	+47 02		10,1
9. XI.	4 46,1	+47 10	1,43	10,0
14. XI.	4 40,6	+47 10		10,0
19. XI.	4 34,4	+47 01	1,40	9,9
24. XI.	4 27,9	+46 44		9,8
29. XI.	4 21,2	+46 17	1,40	9,8

V tabulkách značí α rektascenzi, δ deklinaci, Δ vzdálenost od Země a **m** *jasnost.*



▲ *Grafické znázornění poloh čtyř nejjasnějších měsíců Jupitera (I – Io, II – Europa, III – Ganymed, IV – Callisto).* (graf – Jan Vondrák)

Titan

den (1993)	hodina	největší elongace
1. XI.	14,2	východní
9. XI.	20,7	západní
17. XI.	13,3	východní
25. XI.	20,0	západní

Zatmění Jupiterových měsíců

den (1993)	čas	měsíc	jev
18. XI.	6 36	Io	vstup
28. XI.	5 28	Ganymed	vstup

KOMETY – V listopadu očekáváme průchod přísluním tří periodických komet. Jsou to komety **P/Neujmin 3** (13. XI.), **P/Shajn-Schaldach** (15. XI.) a **P/van Houten** (17. XI.). Všechny však budou slabší než 14,5 mag a proto běžným amatérským prostředkům nedostupné. (Informace o nově objevených kometách přináší *Říše hvězd* v rubrice *Novinky z astronomie).*

METEORY – Z pravidelných silnějších rojů budou v činnosti **jižní** a **severní Tauridy** s maximy 3. XI. a 13. XI. Jde o roje Enckeovy komety s velmi plochým průběhem frekvence. V činnosti budou po celý listopad. Očekávaný hodinový počet činí 10 a 8 meteorů za hodinu v maximu rojů.

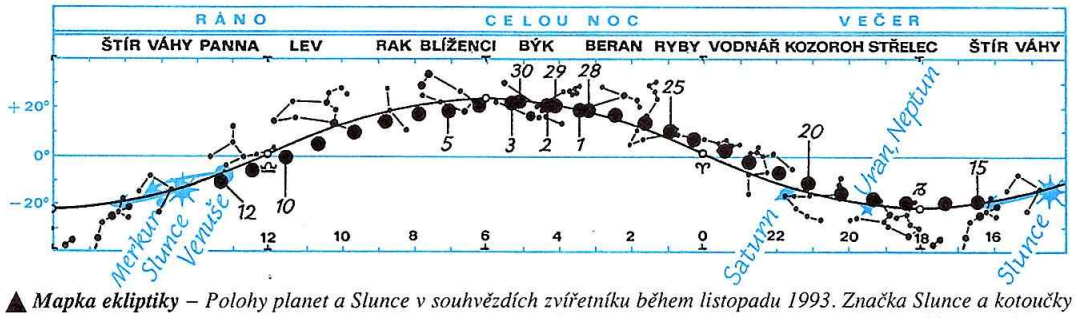
PROMĚNNÉ HVĚZDY – ● V listopadu by měly dosáhnout maxima jasnosti ***dlouhoperiodické proměnné*** hvězdy **R Cnc** (2. XI., 6,1 mag), **T Cep** (22. XI., 5,2 mag) a **R Cyg** (24. XI., 6,1 mag). ● Minima vybraných jasnějších ***zákrytových proměnných*** hvězd s větší amplitudou světelných změn: **U Cep** (6,8–8,8 mag) 1. XI. 22,4h; 6. XI. 22,1h; 11. XI. 21,8h; 16. XI. 21,4h; 21. XI. 21,1h; 26. XI. 20,8h. β **Per** (2,1–3,4 mag) 3. XI. 2,0h; 5. XI. 22,8h; 8. XI. 19,6h; 23. XI. 3,7h; 26. XI. 0,5h; 28. XI. 21,3h. ● ***Minima jasných cefeid:*** η **Aql** (3,5–4,4 mag) 19. XI. 18,9h. **RT Aur** (5,0–5,8 mag) 4. XI. 0,8h; 15. XI. 5,2h; 18. XI. 22,7h; 30. XI. 3,1h. δ **Cep** (3,5–4,4 mag) 12. XI. 1,4h; 22. XI. 19,0h. ζ **Gem** (3,6–4,2 mag) 6. XI. 1,3h; 16. XI. 4,9h. **T Vul** (5,4–6,1 mag) 29. XI. 21,0h.

❑ *Vladimír Novotný*

Planety

	den	△ [AU]	d [″]	f	m [mag]	východ [h min]	průchod [h min]	západ [h min]
Merkur	2. XI.	0,687	9,8	0,06	+2,8	7 48	12 15	16 43
	7. XI.	0,678	10,0	0,00	+5,1	6 47	11 32	16 19
	12. XI.	0,742	9,0	0,13	+1,6	5 54	10 56	15 58
	17. XI.	0,856	7,8	0,37	+0,1	5 29	10 36	15 42
	22. XI.	0,986	6,8	0,58	–0,5	5 28	10 30	15 31
	27. XI.	1,105	6,0	0,74	–0,6	5 41	10 32	15 23
Venuše	7. XI.	1,604	10,4	0,96	–3,9	5 20	10 39	15 57
	17. XI.	1,632	10,2	0,97	–3,9	5 51	10 48	15 43
	27. XI.	1,655	10,0	0,98	–3,9	6 22	10 58	15 33
Mars	7. XI.	2,450	3,8	0,99	+1,5	8 19	12 39	16 59
	17. XI.	2,453	3,8	1,00	+1,4	8 19	12 30	16 40
	27. XI.	2,451	3,8	1,00	+1,4	8 18	12 21	16 25
Jupiter	7. XI.	6,399	28,8		–1,7	5 31	10 44	15 57
	17. XI.	6,343	29,0		–1,7	5 03	10 13	15 22
	27. XI.	6,267	29,4		–1,7	4 35	9 42	14 47
Saturn	7. XI.	9,586	15,4		+0,7	13 50	18 38	23 27
	17. XI.	9,751	15,2		+0,8	13 11	18 00	22 49
	27. XI.	9,916	14,8		+0,8	12 33	17 23	22 12
Uran	17. XI.	20,182	3,4		+5,8	11 32	15 37	19 43
Neptun	17. XI.	30,747	2,2		+8,0	11 23	15 35	19 47
Pluto	17. XI.	30,716			+13,8	6 24	11 59	17 34

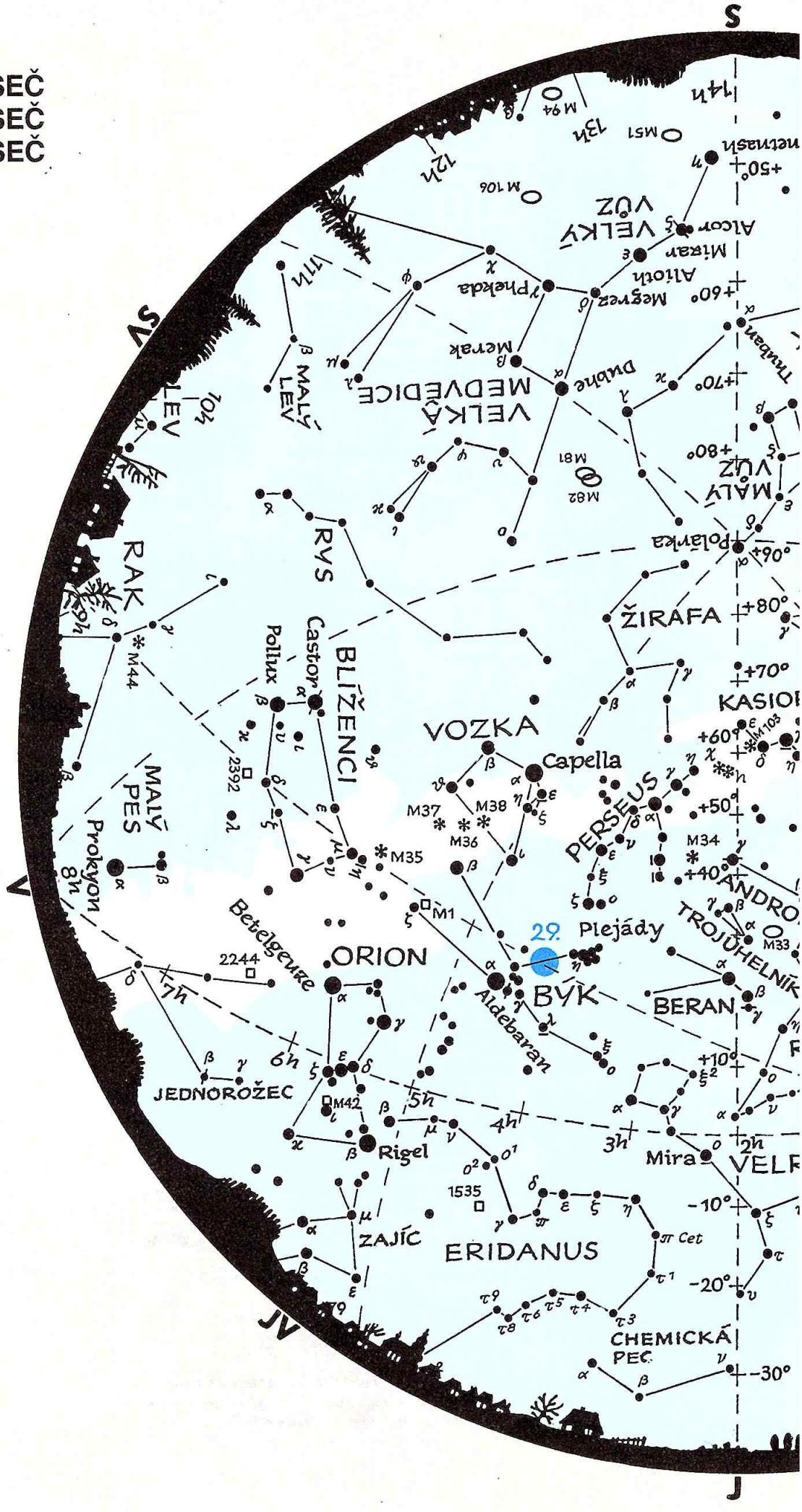
V tabulce značí △ vzdálenost od Země, **d** *průměr kotoučku planety,* **f** *fázi a* **m** *jasnost.*



▲ ***Mapka ekliptiky*** – *Polohy planet a Slunce v souhvězdích zvířetníku během listopadu 1993. Značka Slunce a kotoučky planet odpovídají poloze 1. XI.; u těles s větším pohybem mezi hvězdami určuje šipka zdánlivý pohyb do 30. XI. Dále jsou vyneseny polohy Měsíce pro každý den v 0h TT (černé kotoučky). Čísla u poloh Měsíce značí data. Nahoře uvádíme dobu viditelnosti objektů. Na spodním okraji mapky je stupnice rektascenze, na svislé ose deklinace.* (mapka – Pavel Příhoda)

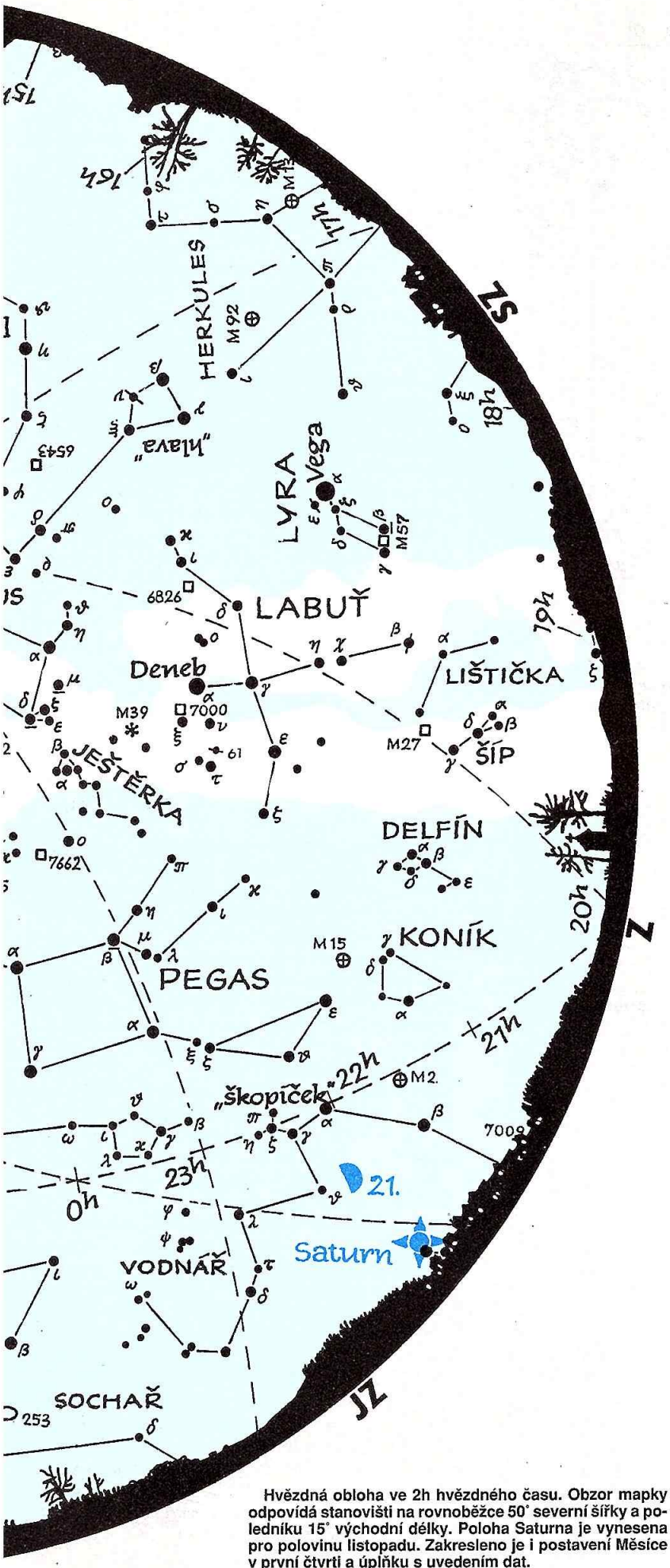
NOČNÍ OBLOHA – listopad 1993

1. XI. 23h 30min SEČ
15. XI. 22h 30min SEČ
30. XI. 21h 30min SEČ



ZNAČKY NA MAPCE

	hvězdné velikosti (magnitudy)
●	0.
●	1.
●	2.
●	3.
●	4.
●	5.
	dvojhvězda
	proměnná hvězda
	planeta
	Měsíc v první čtvrti
	Měsíc v úplňku
	Mléčná dráha
	hvězdokupa otevřená
	hvězdokupa kulová
	mlhovina
	galaxie



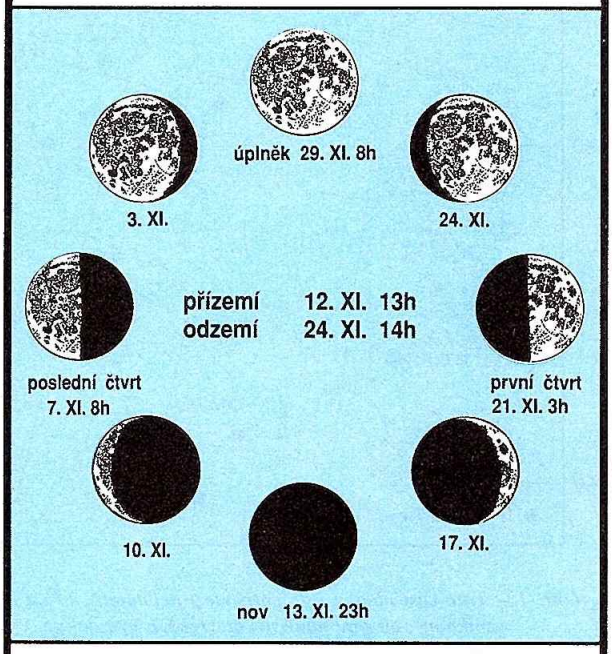
Hvězdná obloha ve 2h hvězdného času. Obzor mapky odpovídá stanovišti na rovnoběžce 50° severní šířky a poledníku 15° východní délky. Poloha Saturna je vynesena pro polovinu listopadu. Zakresleno je i postavení Měsíce v první čtvrti a úplňku s uvedením dat.

(© mapky – Pavel Příhoda)

LISTOPAD 1993

Všechny časové údaje uvádíme ve středoevropském čase SEČ.

Fáze Měsíce



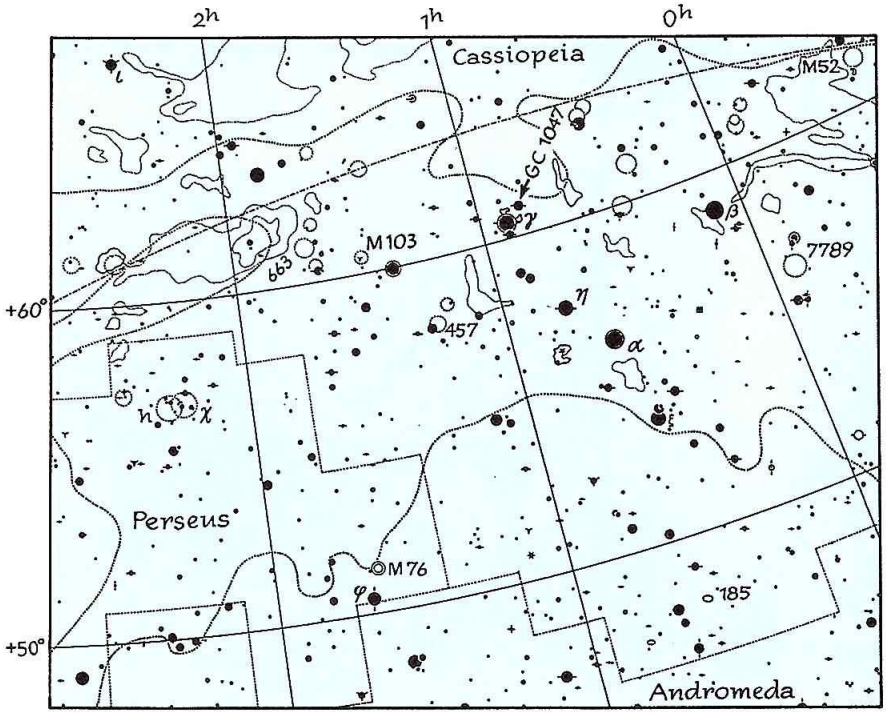
Viditelnost planet

Merkur	– ve druhé polovině měsíce ráno nad jihovýchodním obzorem
Venuše	– ráno nad jihovýchodním obzorem
Mars	– nepozorovatelný
Jupiter	– na ranní obloze
Saturn	– na večerní obloze
Uran	– na večerní obloze
Neptun	– na večerní obloze

Kalendář úkazů

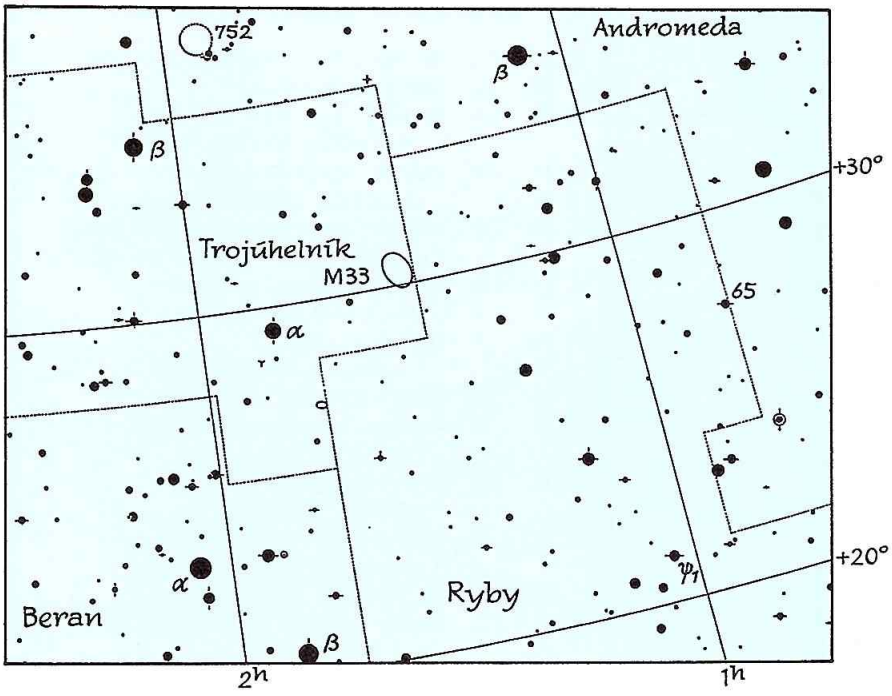
6. XI.	5h	***Merkur*** v dolní konjunkci se Sluncem
7. XI.	8h	***Měsíc*** v poslední čtvrti
8. XI.	18h	***Venuše*** v konjunkci s Jupiterem (Venuše 0,4° severně)
12. XI.	16h	***Jupiter*** v konjunkci s Měsícem (Jupiter 5,0° severně)
13. XI.	23h	***Měsíc*** v novu (částečné zatmění Slunce viditelné v jižních zeměpisných šířkách)
14. XI.	14h	***Merkur*** v konjunkci s Venuší (Merkur 0,8° severně)
15. XI.	1h	***Merkur*** v zastávce (začíná se pohybovat přímo)
17. XI.	19h	***Pluto*** v konjunkci se Sluncem
18. XI.	1h	***Neptun*** v konjunkci s Měsícem (Neptun 2,8° jižně)
18. XI.	2h	***Uran*** v konjunkci s Měsícem (Uran 4,0° jižně)
21. XI.	0h	***Saturn*** v konjunkci s Měsícem (Saturn 6,7° jižně)
21. XI.	3h	***Měsíc*** v první čtvrti
22. XI.	17h	***Merkur*** v největší západní elongaci (19° 45´ od Slunce)
29. XI.	7h	***Měsíc*** v úplňku (zatmění Měsíce, u nás do poloviny viditelné)

OBJEKTY VZDÁLENÉHO VESMÍRU



▲ *Obr. 1 – Tato část oblohy jistě patří mezi nejbohatší. Může za to Mléčná dráha, která dala vzniknout velkému množství otevřených hvězdokup. Vyskytuje se tu i několik pěkných dvojhvězd a jedna z nejhezčích trojhvězd (ι Cas). Hvězda poblíž γ Cas označená šipkou má také průvodce, a to velmi slabého (asi 9 mag). Ze souhvězdí Persea na nás číhá celkem jasná planetární mlhovina M 76 a v těsném sousedství Mléčné dráhy najdeme dokonce galaxii NGC 185.* *(mapka – Pavel Příhoda)*

▼ *Obr. 2 – I souhvězdí Ryb se může pochlubit hezkými dvojhvězdami – je tu například 65 Psc a ψ_1 Psc. Na tmavé obloze už triedrem najdeme velkou mlhavou skvrnu, která je galaxií M 33, a nad souhvězdím Trojúhelníku v Andromedě se rozkládá otevřená hvězdokupa NGC 752, o které si povíme příště.* *(mapka – Pavel Příhoda)*



Listopad bývá měsícem deštivého a větrného počasí, dny s bezoblačnou oblohou jsou vzácnější, než tomu bylo v minulých měsících. Ale doufejme, že několik nocí nám přinese uspokojení.

Dominantním souhvězdím, které stojí téměř nad hlavou, je Kasiopeja. Táhne se přes ni Mléčná dráha a proto je pro ni typické velké množství dvojhvězd a otevřených hvězdokup. Hned druhá nejjasnější hvězda tohoto souhvězdí, α Cas neboli **Schedar**, má svého optického souseda, kterého snadno spatříme i malým dalekohledem. A docela jasná hvězda kousek vedle, η Cas (**Achird**), je dokonce fyzickou dvojhvězdou, pro niž byla změřena poměrně krátká doba oběhu – asi 480 let. Vzhledem k tomu, že tato soustava leží blíže než 20 světelných roků od nás, obě složky můžeme už v malém dalekohledu rozlišit. Hvězda ι **Cas** už tak jasná není, ale zato patří mezi nejhezčí trojhvězdy. Jen větší zvětšení však umožní její rozštěpení na tři složky. Hvězdu najdeme v prodloužení východního ramene Kasiopeje.

Když už míříme na Kasiopeju, podíváme se hned po jejích nejkrásnějších otevřených hvězdokupách. Už známe tu nejzápadnější, M 52. Nedaleko najdeme další docela velkou mlhavou skvrnu – hvězdokupu **NGC 7789.** Obsahuje velké množství slabých hvězd, které rozloží až větší zvětšení. Takovou dalo by se říci „veselou" hvězdokupou je **NGC 457.** Kromě chumáčků slabých hvězdiček v ní září skupinka jasnějších hvězd, uspořádaných do tvaru člověčího těla. Také jí proto někdy říkáme „človíček". Dívá se na nás výraznýma očima (jedno „oko" je tvořeno zvlášť jasnou hvězdou) a mává přitom rukama nad hlavou. Možná vám hvězdokupa připomene něco úplně jiného, ale to není důležité. Jde jen o to, aby přinesla alespoň malý kousek radosti. Ale pojďme už dál. Na „znovuobjevení" vámi čeká také hvězdokupa **M 103** u δ Cas. Její jasné i slabší hvězdy jsou uspořádané do tvaru trojúhelníku. A hned vedle ní najdete jasnější a větší, ale chudší hvězdokupu **NGC 663.** Samozřejmě se dají spatřit i další otevřené hvězdokupy, v souhvězdí Kasiopeje jich je mnoho.

Ale věnujme také trochu pozornosti dalším objektům. Třeba planetárním mlhovinám. Hned pod Kasiopejou, v souhvězdí Persea, leží jedna tak jasná, že ji můžeme pozorovat už v 60–mm dalekohledu – přestože katalogy tak optimistické jasnosti neuvádějí. Mlhovina **M 76** je oválná, dost velká s velmi slabou centrální hvězdou (pro většinu z nás nepozorovatelnou) a vidíme ji tedy jen na průzračné obloze. Pamatuji si však, že jsem ji výkonnějším dalekohledem pozorovala i v Praze. Pro podobnost s M 27 (Vul) se mlhovině někdy říká „Malá činka". Podobný charakter má také planetární mlhovina **NGC 246** v souhvězdí Velryby. Je sice podstatně jasnější, ale leží mnohem níže nad obzorem, takže zpozorovat se dá jen zřídka jako mlhavý flíček neurčitého tvaru (ve skutečnosti je nepatrně oválná), uprostřed něhož se nachází slabá, ale viditelná centrální hvězda. Mlhovina leží v jižním vrcholu téměř rovnostranného trojúhelníku, který tvoří s hvězdami φ_1 a φ_2 Cet.

Než se vydáme za vzdálenými galaxiemi, povšimněme si ještě dvou dvojhvězd v souhvězdí Ryb. ψ_1 **Psc** je složena ze skoro stejně jasných hvězd rozlišitelných už triedrem, **65 Psc** je v podstatě to samé pro větší zvětšení. Od těchto dvojhvězd stačí jen trochu pozvednout dalekohled a jsme v souhvězdí Andromedy. Je jasné, že náš první pohled bude směřovat ke galaxii **M 31.** Její rozměry na průzračné obloze jsou udivující už pouhým okem – vždyť celá ramena se snad ani nevejdou do zorného pole Sometu! V Praze je také často vidět pouhým okem, ale v dalekohledu většinou spatříme jen její nejjasnější část kolem jádra. Velká mlhovina v Andromedě je doprovázena dvěma jasnými eliptickými galaxiemi **M 110** (NGC 205) a **M 32.** I ty jsou natolik velké, že se nemusíme příliš snažit, abychom je při malém zvětšení rozpoznali od okolních hvězd. Horší je situace s viditelností galaxie

M 33 v Trojúhelníku. Uvedená jasnost je sice velmi povzbudivá, ale pokud obloha není dostatečně průzračná, neuvidíme nic. Jasnosti plošně tak velkých objektů, jako je M 33, jsou obecně zavádějící a v každém případě nesmírně záleží na počasí. Říká se, že M 33 můžeme někdy spatřit i bez dalekohledu. Já už tomu věřím, protože nedávno jsem to štěstí měla. Slabý mlhavý flíček jsem tušila bočním viděním, ale – byl tam. V takové situaci je pak pohled dalekohledem fascinující, veliká mlhavá skvrna téměř bez zjasňování směrem k jádru se vyjímá na temném pozadí tak neskutečně, že je těžké odtrhnout od ní oči. Ale překonejme ten pocit, ještě několik galaxií si zaslouží naši pozornost. Například v Rybách je celkem jasná **M 74** s nevýrazným jádrem, podobně jako je tomu u „trojúhelníkové" galaxie, a také na ni pohlížíme téměř „shora". Lepší počasí si žádá eliptická galaxie **NGC 185** v Kasiopeji. Proti předchozí je to malinká, mírně podlouhlá slabá skvrnka. Zaujalo mě na ní, že se nachází tak blízko Mléčné dráhy, a to jak úhlově (několik málo stupňů), tak i ve skutečnosti – je to zatím nejbližší galaxie, jakou jsem viděla (samozřejmě kromě té naší, Galaxie). Pokud nám počasí opravdu přeje, zkusme si najít ještě spirální galaxii **NGC 253** v souhvězdí Sochaře, která také patří mezi nejjasnější na obloze. Je to velká dlouhá skvrna, přes niž se promítá několik středně jasných hvězd. Její jádro není příliš výrazné. Jen zřídka však bývá tak dobrá obloha, aby se podařilo ji uvidět. Pak to ovšem stojí za to.

V listopadu obloha předvádí nejhezčí galaxie, které během roku můžeme spatřit. Ale uvidíte, že to, co bude v příštích měsících následovat, bude neméně zajímavé a krásné. Přeji vám, aby se nerosila optika dalekohledů a zima se dala vydržet.

❑ *Lenka Šarounová*

Dvojhvězdy

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	jasnosti [mag]	úhlová vzdálenost [″]
α Cas	00 40,5	+56 22	2,2/8,0	64,0
η Cas	00 49,1	+57 49	3,4/7,5	12,2
ι Cas	02 29,1	+67 24	4,6/6,9/8,2	2,4/7,2
ψ_1 Psc	01 05,6	+21 28	5,6/5,8	30,0
65 Psc			6,3/6,3	4,4

Otevřené hvězdokupy

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 457	01 19,1	+58 20	13,0	6,4	Cas
NGC 663	01 46,0	+61 15	16,0	7,1	Cas
NGC 581, M 103	01 33,2	+60 42	6,0	7,4	Cas
NGC 7789	23 57,0	+56 44	16,0	6,7	Cas

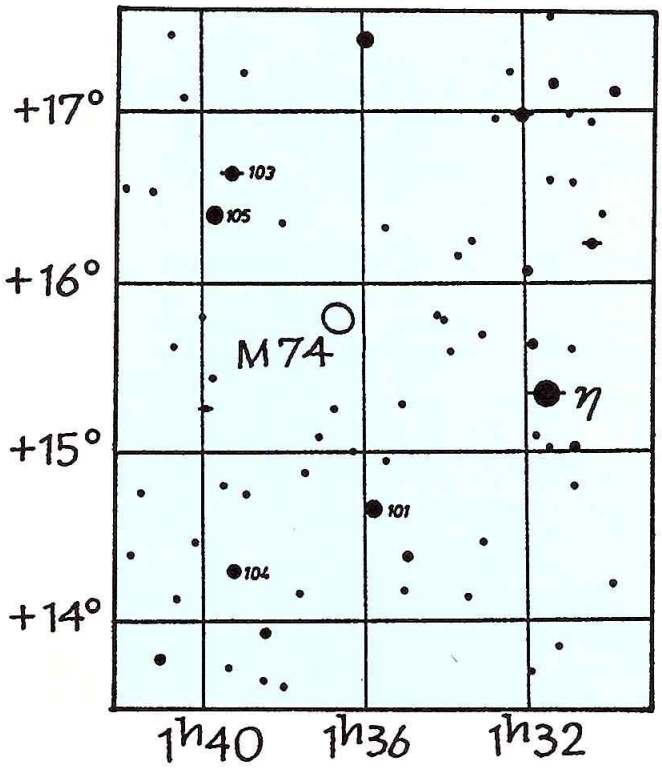
Planetární mlhoviny

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 650, M 76	01 42,3	+51 34	4,8		Per
NGC 246	00 47,0	–11 53	3,8	8,0	Cet

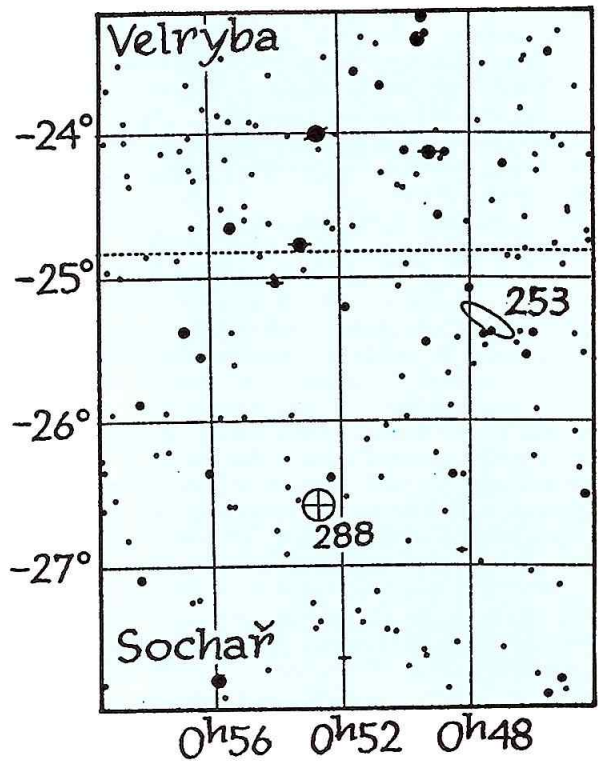
Galaxie

	α_{2000} [h m]	δ_{2000} [° ′]	rozměry [′]	jasnost [mag]	souhvězdí
NGC 224, M 31	00 42,7	+41 16	178	3,5	And
NGC 205, M 110	00 40,4	+41 41	17,4	8,0	And
NGC 221, M 32	00 42,7	+40 52	7,6	8,2	And
NGC 598, M 33	01 33,9	+30 39	62,0	5,7	Tri
NGC 628, M 74	01 36,7	+15 47	10,2	9,2	Psc
NGC 185	00 39,0	+48 20	11,5	9,2	Cas
NGC 253	00 47,6	–25 17	25,1	7,1	Scl

▼ *Obr. 3 – Spirální galaxii M 74 z Ryb docela snadno najdete poblíž jasné hvězdy η Psc. (Na ni míří spojnice hvězd α a β Ari.)*
(mapka – Pavel Příhoda)



▼ *Obr. 4 – Do těchto končin oblohy pod jasnou hvězdou β Cet má smysl zavítat jen za vynikajícího počasí. Pak ale galaxie NGC 253 v souhvězdí Sochaře stojí za to. Někdy by se dala spatřit i kulová hvězdokupa NGC 288.*
(mapka – Pavel Příhoda)



GLOBÁLNÍ OTEPLENÍ očima hvězdáře

Jan Hollan, *Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, Brno*

Jak prozrazuje titulek, nejedná se o oteplení celého vesmíru či říše hvězd (to by musel přívlastek znít „Univerzální"), ale „jen" o změnu podnebí na Zemi, kterou si jako celek znázorňujeme pomocí glóbu, na tělese, které je na okraji či na dně zájmu astronomů. Přesto je to téma s rámcem astronomickým a hvězdáři jsou kromě klimatologů těmi, kdo by danému problému měli rozumět nejlépe. Tvrdívám často, že astronomie není k ničemu užitečná a že to tak je v pořádku. Astronomické znalosti však někdy být užitečné mohou – a prokáží-li hvězdáři své schopnosti při informování ostatních o globálním oteplení, budoucnost to určitě ocení.

O jaký problém vlastně jde? Lidstvo uvolňuje do atmosféry v posledním století čím dál rychleji různé látky, které mění propustnost atmosféry pro záření. Souhrnným výsledkem je, že se podnebí otepluje, a to tempem řádově větším než kdykoliv v historii Země. Právě tato veliká rychlost oteplování je tím, co povede ke katastrofám – v budoucnu nepochybným, jen různě rozsáhlým a početným podle toho, jak bude oteplování doopravdy rychlé.

Skleníkový jev

ležící v základu tohoto děje není pro hvězdáře ničím novým. Vždy se přece zamýšleli nad tím, co činí planety různými – a uvědomovali si, že do značné míry jsou to atmosféry. Případ Měsíce a Merkuru je jedním extrémem. Holý měsíční povrch výrazně a rychle mění svou teplotu v závislosti na oslunění a jeho průměrná teplota leží blízko bodu mrazu. Povrch Venuše je naopak stále velice horký, bez ohledu na střídání dne a noci na této planetě. Již od padesátých let se o tamním vedru ví a objasňuje se poukazem na skleníkový jev. Uvědomujeme si však dobře, co to onen skleníkový jev je? Trochu se nad tím zamysleme.

Ze Slunce se energie šíří do okolí jako elektromagnetické záření. Především jde o viditelné světlo, v menší míře pak o záření s viditelným oborem sousedící – „blízké" infračervené a ultrafialové. Záření dopadající na planetu Zemi se zčásti vrací (rozptyluje, či z několika procent odráží od vodní hladiny) zpět do vesmíru, zčásti jej planeta pohlcuje. Příkon energie, který ze slunečního záření planeta odebírá, ovšem zase musí sama vyzařovat (aby přinejmenším v úhrnu za jeden oběh byla bilance vyrovnaná). Lze pak hovořit o efektivní teplotě planety – teplotě, jakou by muselo mít stejně velké černé (– takové ale pro záření s vlnovou délkou kolem 10 μm mnohé věci včetně planet jsou) těleso, aby jeho zářivý výkon byl právě tak veliký, jako je výkon vlastního záření planety.

Efektivní teplota Venuše (240 K) je hodnota, která se shoduje i s pozorovanou teplotou té vrstvy atmosféry, z níž infračervené záření planety odchází již rovnou do vesmíru – v atmosféře Venuše můžeme tuto vrstvu klidně nazvat fotosférou, jako se o ní mluví v případě Slunce. Rozdíl je jen v tom, že jde o fotosféru „infračervenou". Analogie jde dokonce tak daleko, že nejvýše položená, tedy nejchladnější oblaka můžeme přirovnat ke slunečním skvrnám – v obou případech jde o méně zářící místa, jakkoliv je jejich původ různý.

U planety s holým povrchem, jako je Měsíc či Merkur, leží jejich efektivní teplota mezi extrémy teplot, kterých povrch dosahuje. I tam si ovšem můžeme představit slupku, ležící někde pod povrchem planety, jejíž víceméně stálá teplota se rovná teplotě efektivní.

V případě Země či Marsu, jejichž atmosféra je i pro jejich vlastní záření zčásti průhledná, patří už do „infračervené fotosféry" i pevný povrch nezakrytý mraky. Část infračerveného záření těchto planet totiž pochází rovnou z povrchu. Nicméně i u nich existuje v atmosféře plocha s teplotou rovnou teplotě efektivní (snad kromě polárních oblastí, kde tato myšlená hladina v noci sestupuje na povrch). Ve všech případech jde o hladinu ležící v troposféře, tj. přízemní atmosférické vrstvě, jejíž teplota směrem dolů v průměru roste a která se stále promíchává. V případě Země je efektivní teplota 255 K, což odpovídá teplotě ve výšce asi šesti kilometrů (je dokonce vyšší než efektivní teplota Venuše – Země je sice ozařována Sluncem dvakrát méně, ale je oproti Venuši dvakrát tmavší).

Povrch planet přikrytých atmosférou je ovšem v průměru o dost teplejší, než činí jejich efektivní teplota. Proč je tomu tak? Je to podobné jako u hvězd – v atmosféře existuje zářivý (a případně též konvektivní, viz dále) přenos energie vzhůru. U hvězd jde o přenos energie až z nitra, kde je její zdroj, u planet jde o „injekci" energie zvenčí do hloubky atmosféry a na povrch planety. Tou injekcí je sluneční záření. Pro něj jsou atmosféry planet více prostupné než pro záření dvacetinásobně delších vlnových délek, které odpovídají vlastnímu záření planetárního povrchu a atmosféry. A aby se injektovaná energie od povrchu dostala zpátky do vyšších vrstev atmosféry (a odtud zářením rovnou do vesmíru), směrem od povrchu vzhůru musí teplota klesat – neboť energie teče jen směrem do chladnějšího prostředí.

A to už je onen skleníkový jev. Obecně vzato, jde o jev způsobený překážkou bránící přenosu energie v různé míře podle způsobu přenosu – tedy způsobený „selektivní bariérou". Ve skutečném skleníku je bariérou vrstva skla či fólie, která znemožňuje konvekci, proudění ohřátého vzduchu ze skleníku pryč. Tutéž funkci mají i okna a stěny našich obydlí. Neprůhlednost skla pro elektromagnetické záření v oboru vlnových délek jednotek až desítek mikrometrů (tedy pro „naše vlastní" záření) hraje roli podružnou. V případě planet jde naopak právě o tuto různou propustnost atmosféry pro záření různých vlnových délek.

Lze si to představit též tak, že povrch planety není ozařován jen Sluncem, ať již přímo nebo jeho rozptýleným světlem, ale i vlastním zářením atmosféry. Atmosféra planet září docela podobně jako atmosféra hvězd. Rozdíly jsou zde jen dva. Jednak je atmosféra planety mnohem chladnější a její záření proto nevidíme, jednak bývá atmosféra planety v mnohých vlnových délkách dosti (nebo i úplně) průhledná, zatímco přes hvězdnou atmosféru žádné elektromagnetické záření nepronikne. (Obří planety, které žádnou dosažitelnou spodní hranici atmosféry nemají, se v tomto ohledu ovšem s hvězdami shodují).

Je-li dno atmosféry ozařováno více než její vrchní okraj či než holý povrch Měsíce a planetek a dostává-li tak více energie, musí též více energie vydávat. Energii předává povrch planety zpět dvěma způsoby. Jednak ji vyzařuje a jednak ohřívá vrstvičku ovzduší, která se jej dotýká.

Druhý způsob je ovšem účinný pouze tehdy, je-li povrch mnohem teplejší než atmosféra ve vrstvě k němu přiléhající. To je obvykle jen tehdy, je-li dostatečně osluněn. Ovzduší nad ním se pak promíchává, k povrchu se dostává stále nový plyn a energie se tak v přízemní vrstvě atmosféry transportuje vzhůru podobně jako pod fotosférou Slunce, totiž prouděním čili konvekcí. Této občas promíchávané vrstvě se říká troposféra. Většinu doby ovšem povrch planety tak rozpálený není a konvekce nad ním neprobíhá (konvekci může poněkud nahradit vítr a transport energie může tedy být v principu i opačný, zejména v noci).

Obvykle však vydává povrch energii pouze nebo většinou prvním způsobem, tedy zářením. A má-li vyzářit onen větší přítok záření zpět, musí být sám rovněž teplejší – i když ne o moc, neboť, jak víme, neprůhledné těleso vyzařuje úměrně čtvrté mocnině své teploty.

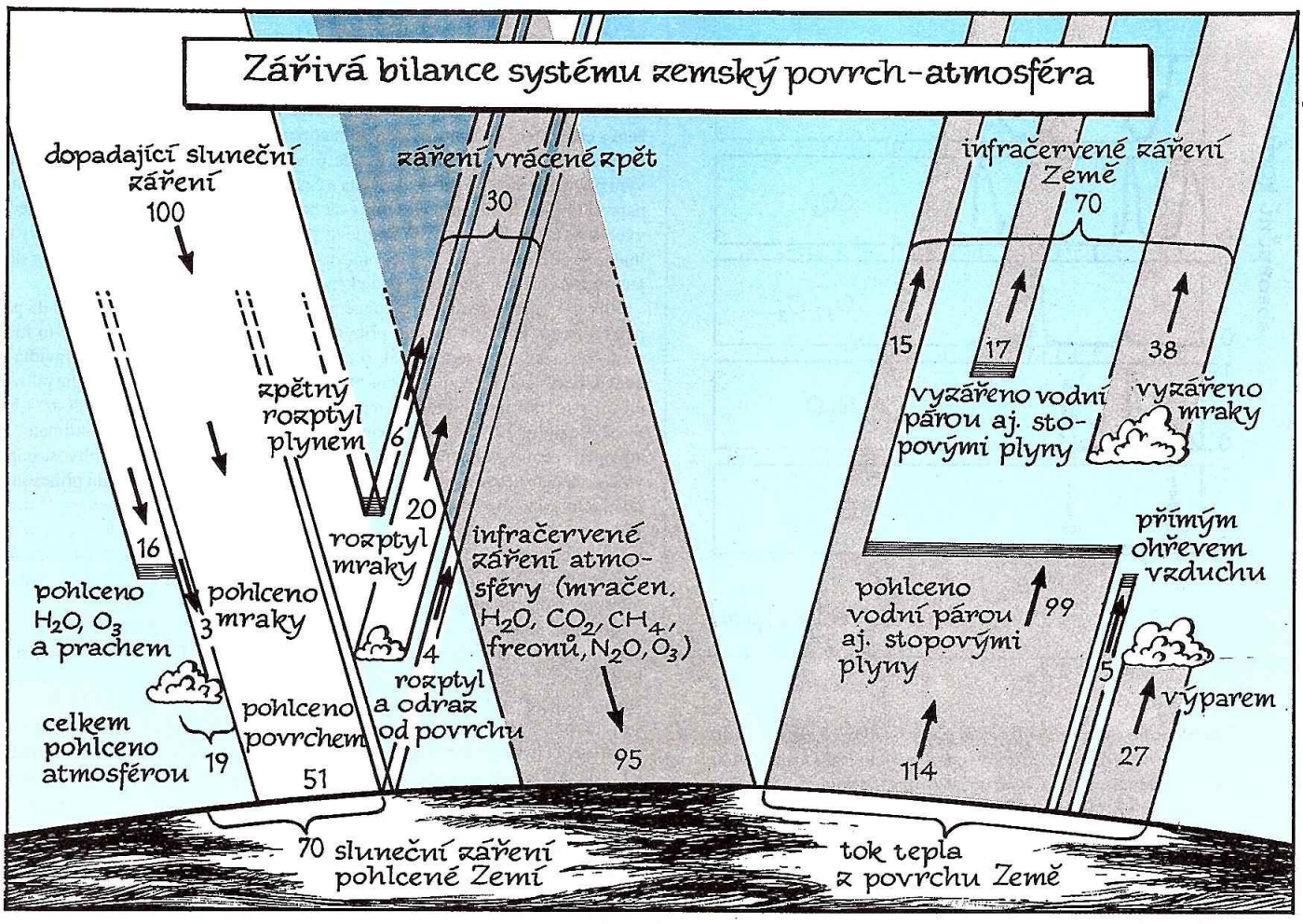
Jak velký je přírůstek teploty povrchu, způsobený planetárním skleníkovým jevem, záleží na neprostupnosti atmosféry pro různé obory elektromagnetického záření. Hustá atmosféra Venuše složená převážně z oxidu uhličitého pohlcuje záření povrchu planety velmi silně, je mnohokrát tlustší, než činí „dohlednost" v infračerveném oboru. Teplota povrchu Venuše je více než dvojnásobná oproti situaci, kdyby byl holý – povrch září pak skoro dvacetkrát více a valnou většinu záření na něj dopadajícího tvoří právě záření přízemní vrstvy horké atmosféry.

V ovzduší Země jsou plyny pohlcující silně infračervené záření přítomny jen ve stopovém množství a atmosféra je nadto stokrát řidší než na Venuši. „Dohlednost" v oboru jednotek až desítek mikrometrů je (s výjimkou mračen) jen několikrát menší než tloušťka atmosféry nebo ji dokonce přesahuje. Infračervené záření atmosféry přesto přináší povrchu Země v průměru skoro dvakrát více energie než záření sluneční (viz obr. 1). I zde je planetární skleníkový jev podstatný – průměrná teplota povrchu Země je díky němu o 34 K vyšší než její efektivní teplota.

„Skleníkové plyny" a jejich množství

Plyny, které pohlcují záření planet a jsou příčinou zvýšené teploty jejich povrchu (oproti teplotě efektivní), nazýváme souhrnně „skleníkové". Na Zemi jde v první řadě o vodní páru, která v minulých staletích zvyšovala přízemní teplotu v průměru asi o 21 K. Až druhý co do skleníkového účinku je oxid uhličitý – jeho příspěvek býval asi 7 K. Další tradiční skleníkové plyny zemské troposféry (viz obr. 2) jsou ozon (2,4 K), oxid dusný (1,4 K), metan (0,8 K) a jiné, jen málo podstatné. Na Venuši, která je až na svou atmosféru Zemi velmi podobná, má tamní extrémně horké klima na svědomí samotný oxid uhličitý, jehož je tam dvěstětisíckrát více než v ovzduší Země.

Proč je na Zemi oxidu uhličitého v ovzduší oproti Venuši tak velice málo? Vyhýbavá, ale hodně napovídající odpověď je: „Protože je schován v karbonátových sedimentech". Opravdu, množství oxidu uhličitého obsaženého v pozemských sedimentech, především ve vápencích a z nich vzniklých dolomitech – asi 2×10^{20} kg, se blíží množství obsaženému v atmosféře Venuše. Vápence jsou většinou biogenní, tj. pocházejí z živých organismů – jde o jejich bývalé schránky vytvořené ve vodním prostředí. Za svou odlišnou atmosféru vděčí tedy Země existenci organismů žijících v oceánech. (Jen na počátku, ještě před vznikem života, mohla



▲ *Obr. 1 – Zářivá bilance Země – Toky energie jsou vyjádřeny v procentech toku **T** slunečního záření dopadajícího na zemskou atmosféru. 20 % **T** rozptylují mraky zpět do vesmíru, dalších 6 % rozptyluje atmosféra mimo mraky a 4 % zemský povrch – celkem 30 % záření se vrací „nepoužito" do vesmíru. 16 % **T** je pohlceno atmosférou mimo mraky, 3 % v mracích a 51 % pohltí zemský povrch. Na povrch Země dále dopadá (a je zcela pohlcováno) infračervené záření atmosféry s vlnovými délkami dvacetinásobně delšími, kterého je téměř dvakrát více, 95 % vně atmosférického slunečního příkonu. Zemský povrch tak pohlcuje celkem 51 % + 95 % = 146 % toku záření na planetu Zemi. Energii vrací zpět nejen zářením (114 % **T**), ale též výparem (27 %) a ohřevem vzduchu (5 %). Jen 15 % **T** pronikne z povrchu až do vesmíru (zejména v okolí 10 μm), 99 % **T** je atmosférou pohlceno (skleníkovými plyny a mraky). Do vesmíru vyzařuje atmosféra (především chladná horní polovina troposféry) 38 % **T** prostřednictvím vrcholů mraků a 17 % **T** skleníkovými plyny. Skutečné poměry v jednotlivých oblastech a dobách bývají ovšem od tohoto průměrného obrázku velice odchylné.* *(kresba – Pavel Příhoda)*

být pro odčerpávání CO_2 z ovzduší rozhodující sedimentace uhličitanů rovnou z vodního roztoku – ta možná zeslabila skleníkový jev natolik, že život vůbec mohl vzniknout.)

Postupné zvětšování množství karbonátových hornin během vývoje zemské kůry a s tím spojený pokles koncentrace oxidu uhličitého (a pak i vznik volného kyslíku) v atmosféře mají pro zemské klima zásadní význam ještě v jednom ohledu: během svého vývoje Slunce postupně stále více září – před 4,5 miliardami let zářilo o třetinu méně. Tehdy však byl i skleníkový jev silnější – máme tedy z pekla štěstí...

Tento vývoj ale nebyl zcela plynulý. Existovala období, kdy bylo podnebí mnohem teplejší než dnes. Bylo tomu tak například před asi sto miliony let, v době veleještěrů – předpokládá se, že tehdy byla koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší až o řád větší než nyní.

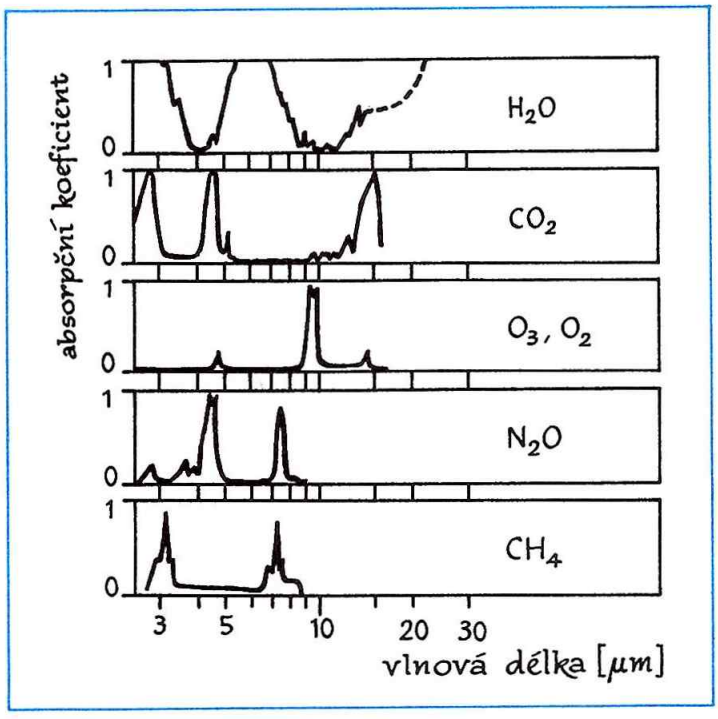
Koloběh oxidu uhličitého a změny klimatu

Zdá se, že v dlouhých časových měřítkách mohl existovat geologický regulační mechanismus, který udržoval koncentraci CO_2 v ovzduší ve vhodných mezích. Při poklesu teplot se zmenšil výpar a obsah vodní páry v ovzduší. Protože vodní pára je ten nejúčinnější skleníkový plyn, její úbytek k ochlazení také přispívá – vodní pára znamená výraznou pozitivní zpětnou vazbu, zesilující výkyvy teplot. Pro stabilizaci klimatu je ovšem potřebná zpětná vazba opačná. Ta mohla spočívat v tom, že s poklesem teplot ubylo srážek, tím se zpomalil i přísun živin do oceánů a tedy i biogenní vytváření uhličitanů. Ze sopek ale oxid uhličitý stále zvolna do ovzduší přibývá (dnes tempem asi 10^8 tun ročně) – a pokud jeho vázání do karbonátových sedimentů bylo pomalejší, jeho koncentrace stoupala, až se podnebí opět oteplilo. Naopak, při silném skleníkovém jevu a velmi teplém podnebí mohlo být vázání oxidu uhličitého do vápenců rychlejší než jeho přísun z nitra zemské kůry a koncentrace CO_2 klesala. V karbonátových sedimentech ale není všechen oxid uhličitý vázán navěky – podsouváním oceánské kůry pod pevninskou se sedimenty taví, mísí s dalšími horninami a jako magma případně vystupují opět na zemský povrch – oxid uhličitý přitom unikne do ovzduší.

Tento „geologický uhlíkový cyklus" je ale velmi pomalý a tok uhlíku tímto cyklem velmi malý. Mnohem rychlejší a větší je dvousměrný tok CO_2 mezi oceány a ovzduším. Ten je snad zesilujícím faktorem změn klimatu, známých ze čtvrtohor jako ledové doby. Za prvotní příčinu střídání ledových a meziledových dob se pokládají drobné změny parametrů oběhu Země kolem Slunce – ale kdyby tento malý vliv nebyl zesílen změnami obsahu CO_2 (a tím i vodní páry) v ovzduší, nemohl by se zdaleka tak silně projevit. Souběžné výrazné změny koncentrace oxidu uhličitého (a metanu) v ovzduší nejsou jen předpokládané, ale skutečně změřené – ve vzduchových bublinkách obsažených ve vzorcích z hlubokých starých vrstev antarktických a grónských ledovců, viz obr. 3.

Méně výrazné, pouze staleté či kratší změny klimatu, mají snad jinou příčinu než změněnou velikost skleníkového jevu. Například tzv. malá doba ledová na konci středověku, kdy se přes Balt dalo jezdit na saních (viz obr. 4), mohla mít svou příčinu ve zmenšeném výkonu Slunce. Je to táž doba, kdy na Slunci nebývaly velké skrvny – to odpovídá modernímu poznatku, že Slunce s velkými skvrnami září více než jindy (zdánlivý paradox lze vysvětlit – temné plochy skvrn mohou být vyváženy např. větší plochou světlých fakulí). Tehdy průměrná teplota poklesla asi o půl stupně proti tisíciletému průměru. Větší změnu (a dlouhodobější už teprve ne) však jen velmi malé kolísání výkonu Slunce způsobit nemůže (už i takto velké kolísání je překvapivé).

Před zhruba dvěma sty lety nastal ale proces nový, který předtím neexistoval. Lidé začali spalovat uhlík, obsažený ve fosilních palivech, tj. především uhlí. Tempo spalování se stále zrychlovalo až k současné produkci asi osmnácti miliard tun CO_2 (aneb 5,6 miliard tun uhlíku) ročně. To je hodnota o dva řády převyšující ⇒



▲ ***Obr. 2 – Pohlcování záření skleníkovými plyny*** *– Obrázek ukazuje, jakou část infračerveného záření mířícího vzhůru by pohltily jednotlivé klasické skleníkové plyny (každý samostatně). Kromě nich se však dnes uplatňují i halogenované uhlovodíky silně pohlcující zejména záření těch vlnových délek, pro které je čistá atmosféra nejpropustnější.* *(kresba – Pavel Příhoda)*

emise vulkanické. Další uhlík se uvolňuje žďářením pralesů, tedy redukcí biomasy, a degradací půd (v nichž ubývá humusu) – to jsou nyní asi dvě miliardy tun ročně. Není proto divu, že obsah CO_2 v ovzduší prudce stoupá – za dvě stě let se zvýšil ze 290 ppm_v na 360 ppm_v, takže dosáhl úrovně vyšší než kdykoliv v posledním milionu let (ppm_v – miliontina objemu). Vyšší koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší způsobuje sice jeho zvýšený příjem v oceánech a snad rychlejší růst lesů severního mírného pásma, ale to stačí nárůst zbrzdit jen asi na polovinu – v ovzduší tak nepřibývá uhlíku ročně sedm, ale jen tři miliardy tun, tj. asi půl procenta současného množství (750 miliard tun) – viz obr. 5.

Kromě oxidu uhličitého přibývá ještě dalších stopových plynů – metanu, oxidu dusného, troposférického ozonu a především halogenovaných uhlovodíků (hlavně freonů), které v přírodě dříve neexistovaly. Na současném zesílení skleníkového jevu se tyto lidmi přidané plyny dohromady podílejí stejně významně jako přírůstek CO_2.

Co na to pozemské klima?

Dnešní přídavné skleníkové oteplení činí dle výpočtů oproti „čisté" době před dvěma staletími necelý jeden kelvin. Táž hodnota je též pozorována. Její omezená velikost ještě v principu připouští diskuse, není-li způsobena něčím jiným – klima je přece tolik proměnlivé, a kdoví, jestli v tomto století nesvítí Slunce trochu více atp. Kdo však chápe, čím je dána teplota na povrchu planety, nemůže pochybovat o tom, že zmenšení průhlednosti ovzduší pro záření s vlnovou délkou kolem deseti mikrometrů nutně vede k oteplení. Ale – k jak velkému?

I současná koncentrace lidmi přidaných skleníkových plynů by časem vyvolala oteplení ještě několikrát větší, než pozorujeme dnes. Proč? Při tak rychlém zesilování skleníkového jevu, jakého jsme svědky, není totiž už příjem a výdej energie Zemí v rovnováze – příkon je větší než výdej (tj. efektivní teplota Země je o zlomek stupně nižší, než by byla v ustáleném stavu) a jejich rozdíl má za následek postupné ohřívání povrchu. Přesněji řečeno, jde o ohřívání svrchní vrstvy oceánů – jejich tepelná kapacita je mnohem větší než kapacita pevnin. I kdyby skleníkových plynů najednou přestalo přibývat a jejich koncentrace v ovzduší by zůstala nadále stejná, přiblížení k rovnovážnému stavu by trvalo ještě desítky let a jeho dosažení vzhledem k pomalosti výměny vody mezi hlubinami a povrchem oceánu i staletí. Rovnovážná průměrná teplota odpovídající současné koncentraci skleníkových plynů je ve skutečnosti až o několik kelvinů vyšší než teplota v předprůmyslových dobách. Dokonce i kdyby lidstvo přestalo okamžitě s uvolňováním skleníkových plynů, teplota by až do poloviny příštího století stoupala a pak zůstala dalších sto let zhruba stejná, a to i přes pozvolný pokles koncentrace skleníkových plynů – tak velká je setrvačnost klimatu daná tepelnou kapacitou oceánů.

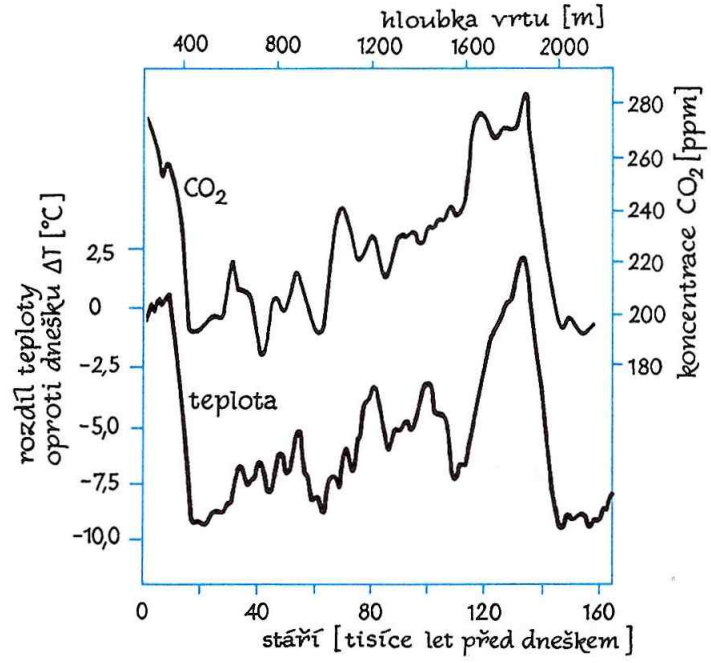
Kolik by přesně v příštím století mohlo činit zvýšení teploty, na to zatím odpověď dát nelze a v nejbližším desetiletí ani dát nepůjde. A to ani ve zcela hypotetickém případě udržení současných koncentrací skleníkových plynů (vyjma vodní páry v troposféře) a postupného přibližování k rovnováze. Skutečná velikost skleníkového jevu záleží totiž hodně také na změnách koncentrace vodní páry a rozložení a charakteru oblačnosti, které se předpovídají nejobtížněji. Vodní pára, které v teplejším ovzduší v průměru přibude, je velmi účinným „zesilujícím" skleníkovým plynem, jehož obsah se dle místa a času rychle mění. Změny oblačnosti mají naproti tomu vliv různorodý; mraky na horním okraji troposféry („řasy" z ledových krystalků) ke skleníkovému jevu přispívají, zatímco nízká oblačnost, zejména vyskytující se ve dne, jej omezuje. Při dnešním stavu vědomostí lze udat jen možné rozmezí teplot hypotetického budoucího rovnovážného stavu.

Vliv přírůstku ostatních antropogenních skleníkových plynů se přitom dá přepočítat na to, kolik by muselo přibýt samotného oxidu uhličitého, aby to mělo stejný účinek – mluvívá se pak o ekvivalentní koncentraci CO_2. Zpravidla se udává, že při jejím zdvojnásobení oproti „panenskému" stavu před průmyslovou érou by rovnovážná průměrná teplota zemského povrchu byla o 1,5 až 4,5 K vyšší. Rozmezí 1,5 až 4,5 K odpovídá různým možným „citlivostem klimatu" na zdvojnásobení ekvivalentní koncentrace oxidu uhličitého. Která citlivost odpovídá skutečnosti, zatím není známo; další zpřesnění dnešních odhadů přinesou až nové důmyslné modely, jejichž výsledky lze očekávat tak za deset let. (I dosavadní modely cirkulace ovzduší a vod jsou ale již věrohodné a jejich výsledky jsou ve velmi dobré shodě s výkyvy klimatu v uplynulých staletích a tisíciletích. Vlivem, který v nich kromě oblačnosti není dosud přesně kvantifikovatelný, je transport tepla do hloubi oceánů.)

Bohužel, emise skleníkových plynů nejen že dnes nekončí, ani se nezmenšují natolik, že by se skleníkový jev stabilizoval, ale dosud stále rychleji rostou. Oteplení bude tedy stále výraznější, a pokud by dosavadní trend pokračoval beze změny dále, dvojnásobná ekvivalentní koncentrace CO_2 by byla dosažena již v první třetině příštího století a koncem století by průměrná teplota zemského povrchu nepochybně dosáhla hodnot vyšších než kdykoliv v posledních milionech let. Jaké klima by se poté na Zemi ustálilo, je vůbec stěží možno předpovědět – naprosto to přesahuje rámec našich zkušeností. Ještě větším nebezpečím než zvýšená teplota sama je ale nesmírné tempo jejího růstu, řádově větší než kdykoliv za poslední stamiliony let (viz obr. 4). Tak velké tempo změn by znamenalo zničení řady pozemských ekosystémů a také životního prostředí nemalé části lidstva.

Jaké jsou důsledky oteplení?

Oteplení klimatu má důsledků celou řadu. Zmíníme zde alespoň tři hlavní z nich, které plynou z nejdokonalejších modelů, ale jsou ve shodě i s jednoduchými úvahami či klasickými pravidly klimatologie. Bohužel, jde vesměs o důsledky nepříjemné – a dalších takových se uvádí ještě mnoho.



▲ ***Obr. 3 – Změny teploty a koncentrace CO_2 za posledních 160 tisíc let*** *dle ledového sloupce a vrtu na antarktické stanici Vostok. Koncentrace oxidu uhličitého je zjišťována rozborem bublinek vzduchu, teplota z podílu deuteria v ledu. Meziledová doba před 130 tisíci lety se nazývá Eem.*

(kresba – Pavel Příhoda)

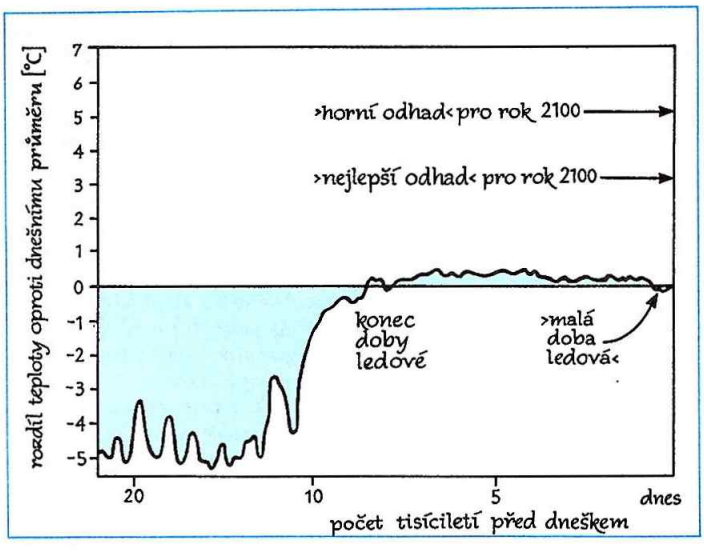
Asi nejhrozivějším a zcela nepochybným důsledkem je zvýšení hladiny moří a oceánů. Jeho jednoduchou příčinou je oteplování vody a s tím spojené teplotní rozpínání. Ještě větší vliv má tání horských ledovců, jehož jsme v posledním století svědky, a žádný vliv pak obávané tání ledovců Grónska či dokonce Antarktidy – i když právě ono bývá chybně zdůrazňováno. Ve skutečnosti zatím polární pevninské ledovce budou vlivem zvýšených srážek spíše narůstat. (V příštích staletích a tisíciletích by se ovšem při velkém oteplení polární ledovce mohly zmenšit, jako tomu bývalo v některých meziledových dobách, kdy hladina moří byla o mnoho metrů výše.) Za posledních sto let se mořská hladina zvýšila asi o patnáct centimetrů a v příštím století se zvýší ještě více – v nejhorším případě by za sto let mohla být i o jeden metr vyšší. Nám uprostřed Evropy se ani to nemusí zdát mnoho, ale ve skutečnosti žijí na velmi úrodných plochých částech mořského pobřeží s takovouto nadmořskou výškou stamiliony lidí. Není divu, že prezident Malediv již protestuje proti tomu, že vinou bohatých států bude v příštím století zaplavena část tohoto souostroví – a mohla by to být i většina.

Oteplení, či přesněji větší zářivý příkon na zemský povrch (už dnes v průměru asi o 6 $W.m^{-2}$ oproti začátku století), povede též k zesílení tlakových rozdílů a tím i tornád a vichřic. Nebývalé záplavy a vichřice, které postihly v posledním desetiletí Británii, Floridu či Bangladéš, jsou toho již asi projevem. Na plochých pobřežích se tato změna přidává ke zvyšování hladiny a problém výrazně zhoršuje.

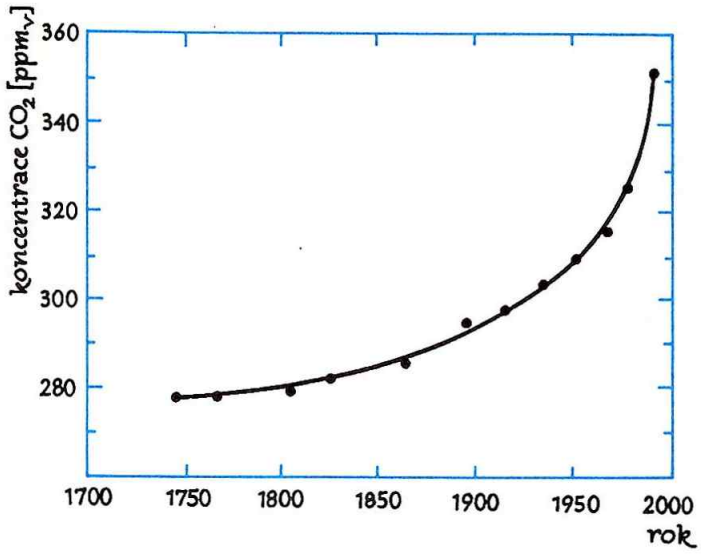
Nakonec zmiňme celkovou změnu atmosférické cirkulace. Anomální počasí, přinášející poprvé v historii mrazy na Floridu či do Kalifornie, či extrémní vedra a sucha do oblastí již tak suchých a horkých, je již dnes vážným varováním. Obecně lze říci, že klimatické extrémy se ještě zvýrazní. Např. kontinentální oblasti Severní Ameriky, produkující nejvíce obilnin a především kukuřice, budou (dle starých klimatologických pouček i podle nejdokonalejších modelů) v budoucnosti zřejmě sušší a teplejší – kukuřice sice bude moci být nahrazována pšenicí, která je proti vedru a suchu odolnější, ale pšenice poskytuje jen poloviční výnosy. Produkce potravin klesne ale i v jiných suchých oblastech, což při rostoucí světové populaci může znamenat naprostou katastrofu – jakkoliv je potravin dnes dostatek a problém je jen to, že je místo lidí konzumuje z větší části dobytek pojídaný v bohatých zemích.

Menší srážky a větší výpar ve vegetačním období se nepříznivě projeví asi i u nás, podobně i silnější letní bouřky. Jinak nás ale globální oteplení bezprostředně nezasáhne tak tíživě a tak brzy jako většinu jiných oblastí světa.

Oteplení bude jistě mít i nějaké důsledky, které lze hodnotit jako v některém ohledu příznivé. Místně může například nedostatkové vláhy ve vegetačním období přibýt. Teplejší zimy umožní v naší podnebné oblasti ušetřit na topení a odklízení sněhu na cestách. Uvádí se i možnost globální výhody, kterou by mělo způsobovat „pohnojení ovzduší" oxidem uhličitým – ale výnosy by díky němu mohly být zvýšeny jen u některých druhů zemědělských plodin, a to ještě jen tehdy, nejsou-li limitovány dostupností dalších živin. Celkově lze říci, že jen někteří zarytí optimisté, budovatelé velkých přehrad či příznivci obracení toků řek náchylní poroučet větru dešti jsou dnes ochotni globální oteplení jako celek očekávat s nadějí.



▲ ***Obr. 4 – Změny teplot od konce poslední ledové doby*** *dle různých vrtů sedimenty a ledovci. Na konci ledové doby vzrostla teplota o 5 K během několika tisíc let. Nynější nárůst o hodnotu snad několikrát nižší, ale možná i stejnou, proběhne tak rychle, že příslušná křivka se celá vejde do tloušťky svislé čáry, omezující graf na pravé straně.* *(kresba – Pavel Příhoda)*



▲ ***Obr. 5 – Exponenciální nárůst koncentrace oxidu uhličitého*** *(na svislé ose jsou miliontiny objemu.)* *(kresba – Pavel Příhoda)*

Už z výše uvedeného je snad jasné, že experiment stále rychlejšího globálního oteplování nesmíme za žádných okolností připustit. Emise skleníkových plynů je nutno začít co nejrychleji omezovat a snižovat – jakékoliv čekání na další vědecké informace by bylo nesmírně nezodpovědné a pro budoucí generace velmi pravděpodobně osudné. Globální oteplení bude v každém případě velké a rychlé – jde teď o to jej co nejvíce omezit. V tom se dnes již shodují všechny velké morální autority světa, které se k problému vyjádřily, a dokonce i politikové – pokud se nezdráhají říkat svým voličům nepříjemné věci. (Zdráhala se např. minulá americká vláda – dnešní viceprezident Al Gore je naopak autorem knihy *Earth in Balance*, nejlepšího rozboru globálních problémů, který znám.)

Co je tedy nutno dělat?

Jakkoliv budoucnost planety nevypadá růžově, nesmíme ztrácet hlavu – a není to ani potřeba. Stále ještě je před námi možnost produkci skleníkových plynů omezit natolik, aby oteplování nepokračovalo katastrofální rychlostí. Za praktickou hranicí, které je potřeba dosáhnout, se považuje tempo menší než desetina stupně za deset let – tehdy se snad budou přírodní společenstva schopna přizpůsobovat a lidstvo s klimatickými změnami vyrovnávat. Scénáře budoucího vývoje umožňují tuto hranici při dostatečném (velkém) úsilí v budoucnu nepřekročit, viz obr. 6.

Vlády (západo)evropských zemí se již nutnými opatřeními zabývají a mnohá se již začala uplatňovat. U nás se o problému zatím raději moc nehovoří, a že by veřejné mínění tlačilo politiky k nějaké činnosti v tomto směru, o tom nemůže být ani řeči. I občanská sdružení, zabývající se prostředím, se věnují jiným věcem, často docela anachronicky. Vždyť hrozba globálního oteplení je něco tak abstraktního a málo pochopitelného, a kolem nás je tolik viditelných problémů... Přitom Česká republika a Slovenská republika přispívají k růstu skleníkového jevu pořádným dílem – kromě ocelářského Lucemburska jsou zde emise CO_2 na osobu a rok nejvyšší v Evropě, 17 tun. Ve Francii je to 7 tun, v Číně 2 a např. v Bangladéši 0,1 t.

Nejnaléhavějším úkolem je snížení až zastavení emise „zbytečných" halogenovaných uhlovodíků. Jedna jejich molekula má skleníkový účinek o čtyři řády vyšší než molekula CO_2. Naštěstí se s jejich omezováním začalo již dříve, kvůli úbytku stratosférického ozonu. Ten je likvidován chlórem a v malé míře i brómem, jež se do stratosféry dostávají ve stabilních molekulách tvořených uhlíkem a halovými prvky. Zatímco ale pro záchranu ozonu pomůže i nahrazení jedněch freonů (sloučenin uhlíku s fluorem a chlórem, ev. i vodíkem) jinými, které tolik chlóru do stratosféry nepřinesou, infračervené záření pohlcují silně všechny plně i částečně halogenované uhlodovíky, a je proto nutné zastavit emise všech těchto sloučenin. Technicky to možné je, a při vyspělém veřejném mínění a vhodných zákonných úpravách toho lze dosáhnout i v praxi. V Německu emise všech plně halogenovaných uhlovodíků klesnou k nule již v roce 1995 (a méně nebezpečných v roce 2005), a u nás – kdoví?

I další skleníkové plyny jsou účinnější než oxid uhličitý a je proto naléhavější (a někdy i snadnější) jejich produkci snížit. Kupříkladu metan, vznikající ve skládkách odpadu, nemusí unikat do ovzduší – jeho spálením na vodu a oxid uhličitý se jeho příspěvek ke skleníkovému jevu sníží až o dva řády, a ještě se tímto užíváním „bioplynu" dá oproti použití jiných paliv vydělat. Z hlediska emisí ⇒

CO_2 se často hovoří o výhodnosti zemního plynu oproti uhlí či ropě – díky vyššímu obsahu vodíku se zemní plyn spaluje spíše na vodu než na oxid uhličitý. Tato výhoda ale hned mizí, pokud část plynu, tvořeného převážně metanem, unikne při těžbě a přepravě nespálena do ovzduší – již několikaprocentní únik, který je obvyklý a stěží měřitelný, znamená nakonec větší celkový příspěvek ke skleníkovému jevu.

Metan sice přežívá v ovzduší kratší dobu než jiné skleníkové plyny (jeho „poločas přežití" je jen asi deset let), ale produkty jeho rozpadu přispívají ke skleníkovému jevu ještě více než on sám. Z metanu vzniká např. troposférický ozon, velmi účinně pohlcující nejen ultrafialové, ale i infračervené záření (a ničící lesy i naše cesty dýchací), a ve stratosféře vodní pára, které je tam jinak málo a která též přispívá k oteplení.

Hlavním a nejtěžším úkolem je ale redukce emisí CO_2. Musíme si zvyknout pohlížet na tento plyn ne jako na neškodný odpad (v našem zákonu o ovzduší ani nezmíněný), ale jako na ten nejnebezpečnější. Naléhavý příkaz doby zní: zastavme spalování fosilních paliv!

Z tohoto hlediska jsou pošetilé a nesmyslné snahy o rychlé odsiřování a přebudování většiny uhelných elektráren. Obrovskými náklady tak vzniknou továrny „nešpinící" sice ovzduší, ale produkující zhruba stejné množství oxidu uhličitého! Vždyť světové dění nás stejně přinutí tyto rekonstruované elektrárny vypnout. Větší smysl má rozšíření současných elektráren na teplárny – ale to je rozumné jen v některých případech.

Investovat velké peníze do energetiky stojí za to jen v takových případech, které povedou i k výraznému snížení produkce oxidu uhličitého. Na prvním místě tedy nepřímo do šetření energií, především do hospodárného zacházení s teplem. Velmi a rychle pomůže i opatření levné a nepopulární: co největší zdražení energie a paliv; odpovědný občan je musí v zásadě uvítat, jakkoliv se jej nepříjemně dotkne (nejen v inkasu, ale v cenách zboží a dopravy). Snížit spotřebu energie lze v podmínkách nedotovaných cen (nemluvě o jejich záměrném zdanění) do jisté míry i se ziskem, a i další snižování spotřeby je levnější než budování nových zdrojů. Teprve na druhém místě stojí za to investovat do náhrady fosilních zdrojů energie jinými zdroji.

Astronomové by jistě rádi viděli rozvoj energetiky sluneční – ten je velmi žádoucí, ale nikdo neví, kdy (a jestli vůbec) bude možné realizovat jej i ve velkém měřítku, aby pokryl dejme tomu třetinu spotřeby energie; v žádném případě to nemůže být dříve než za desítky let. Investovat do malých slunečních otopných systémů lze už dnes – avšak budování slunečních elektráren je dosud až na výjimky nemyslitelné. Nikdo na světě do něho nehodlá investovat velké prostředky. V našich podmínkách platí totéž i pro větrné elektrárny. Nadějné a osvědčené je naproti tomu vytápění odpadním teplem pomocí velkých tepelných čerpadel.

Konečně je třeba říci, že již dnes existujícím zdrojem energie, který žádné škodlivé emise nemá a „ušetřil" již mnoho CO_2, jsou jaderné elektrárny a především teplárny. To je výhoda, o které se dosud u nás moc nemluví, ale která je pro nejbližší desetiletí rozhodující. Dnes budovaná jaderná zařízení nejsou řešením jednou provždy – pouze mohou výrazně pomoci omezit emise skleníkových plynů během našeho života. Odpad „odkázaný" budoucím generacím je problémem, se kterým se budou moci, i když ne snadno, technicky vypořádat – s oxidem uhličitým v ovzduší ale ne. Proto souhlasím s Greenpeace, když říká: *„Vypněte elektrárny!"* – já ale upřesňuji: *„Fosilní!"*.

S ráznými kroky ke snížení emisí skleníkových plynů je nutno začít hned. Česká republika a Slovenská republika mají již nyní zpoždění. Přitom mají jasný úkol – do roku 2005 snížit své emise o 20 % oproti roku 1987 (západoevropské země se zdravějším hospodářstvím mají dosáhnout snížení o 30 %). Ani tak celkové světové emise do té doby neklesnou, jen by se měl zastavit jejich růst. Požadavky na snížení emisí totiž nelze dost dobře vnutit zemím, jejichž obyvatelstvo je nesmírně chudé a hospodářský rozvoj je jedinou nadějí pro odstranění hladu a bídy. My už jsme si svůj díl skleníkových plynů dávno do ovzduší vypustili. V dalším období by ale emise měly snižovat již všechny státy, ty nejbohatší samozřejmě daleko nejvíce – i tak zůstane jejich produkce na osobu vyšší než ve zbytku světa.

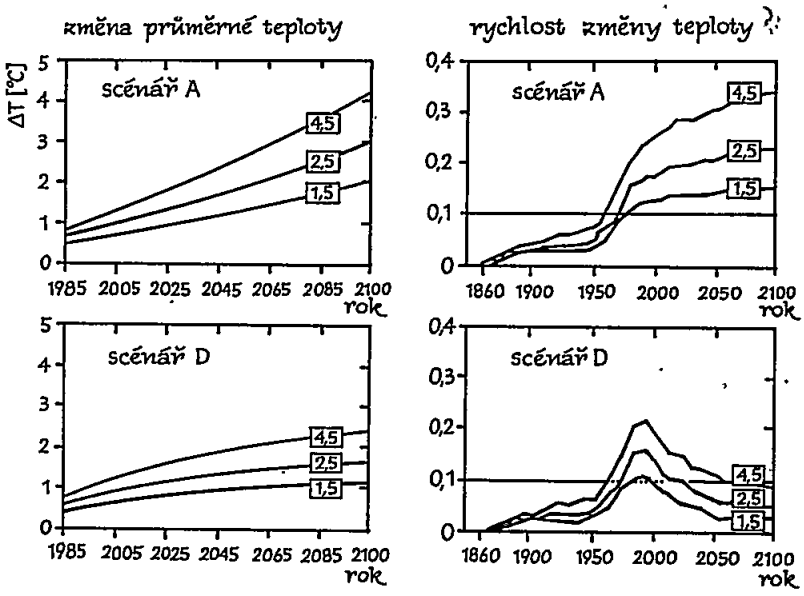
Postup podle tohoto scénáře je nutný – jen on dává naději na odvrácení katastrofálního vývoje v budoucnosti (viz obr. 6). Je možné, že další postup bude muset být ještě tvrdší, pokud se ukáže, že citlivost klimatu na koncentraci skleníkových plynů je blízko horní dnes odhadované hranice. Jestliže bychom ale dnes nezačali pořádně a velmi citelně brzdit my, i když hlavní sráz před sebou dosud nevidíme, mohlo by se stát, že by se za dvacet let spolehlivě a mimo veškerou pochybnost zjistilo, že už vlak katastrofálního globálního oteplení ubrzdit nejde.

Závěrem

Tento článek pouze naznačil, o jaký problém se jedná a co leží v jeho základu. Čtenářům vřele doporučuji, aby se o globální oteplení zajímali dále a prostudovali mnohem více literatury – zejména ti, kteří k tomu mají profesionálně blízko nebo kteří by o tom měli vědět více, tj. např. učitelé nebo politici. Je mi ovšem líto, že ve chvíli, kdy článek píši, nevím o žádné literatuře v češtině či slovenštině. Nejlepšími zdroji informací jsou zprávy komise německého parlamentu (Enquete Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre"), zejména třetí z nich z roku 1990. Stručnější a přehlednější je pak kniha Krause-Bach-Koomey: *Energiepolitik im Treibhausalter*, vydaná v roce 1992 v nakladatelství C. F. Müller, Karlsruhe a Economica Verlag, Bonn (existují i jejich anglicky psané verze). Dostupnější je kniha *Global Warming – The Greenpeace Report* (Oxford University Press, 1990). Aktuální stav znalostí a ochoty světového společenství k činům by měly odrážet zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC). Daleko širší a působivější pohled pak dává již zmíněný bestseller Al Gore: *Earth in Balance*.

Zájemcům rád podám další a nové informace na Hvězdárně a planetáriu Mikuláše Koperníka v Brně. ❑

*



◀ *Obr. 6 – Nárůst průměrné teploty oproti době před průmyslovou revolucí a tempo jejího růstu (v kelvinech za jedno desetiletí) - V horní polovině je uveden výpočet pro případ dalšího růstu emisí skleníkových plynů s určitou regulací freonů (scénář A), ve spodní pro případ rychlého omezení a zmenšení budoucích emisí CO_2 a skončení emisí halogenovaných uhlovodíků (plně halogenovaných v roce 1997 a částečně v roce 2005, scénář D – emise oxidu dusného a metanu v něm zůstaly neregulovány).*

Křivky byly spočteny anketní komisí německého parlamentu s využitím (jednorozměrného) klimatického modelu univerzity v Münsteru pro případy tří možných „citlivostí klimatu" (udávajících změnu rovnovážné teploty po zdvojnásobení ekvivalentní koncentrace CO_2).

Výpočet ukazuje, že okamžitá a rozhodná opatření proti globálnímu oteplení mohou skutečně velmi pomoci, aby se současné vysoké tempo oteplování (maskované přirozenou proměnlivostí klimatu) opět zmenšilo. Přesnější poznatky o teplotním účinku různých redukcí emisí mohou přinést až další výpočty dle (trojrozměrných) modelů globální atmosférické a oceánické cirkulace, které jsou časově nesmírně náročné a nelze jimi zatím proto zkoumat řadu možných emisních scénářů (v takových modelech se citlivost klimatu nepostuluje, ale naopak zjišťuje). Nepomůže naproti tomu čekání na další vývoj skutečného klimatu – teprve po desítkách let bude na základě pozorování možné zjistit, která „citlivost" je ta pravá. *(kresba – Pavel Příhoda)*

PS: V posledních letech se díky smrti komunistického impéria přestalo mluvit o nukleární zimě. Astronomové si však pamatují, že principiálně možný, ač zanedbatelně pravděpodobný obří impakt by mohl mít následky podobné. O co jde v jeho případě? Zaprášením troposféry i stratosféry se skleníkový jev potlačí – atmosféra přestane totiž propouštět i světlo. Nepřesnou obdobou je zakrytí skleníku – pak v něm po čase bude stejně teplo jako v okolí. Povrch kontinentů se rychle ochladí na teplotu atmosféry ve výšce několika kilometrů, tj. až o nějakých dvacet stupňů, a jen větry (či strašlivé vichřice) z pomaleji stydnoucích teplých moří budou pád přízemní teploty brzdit. Teprve po usazení aerosolů ze stratosféry se původní klima obnoví – to ale trvá desítky let. Obnovení však bude jen částečné – biosféra je po takové klimatické katastrofě (zahrnující příp. i absenci světla pro fotosyntézu) zdecimována, takže dosažení nového ustáleného stavu nastane až po době řádově delší. V historii Země takové srážky Země s planetkami a kometami jistě nastaly, i když jednoznačné doklady ilustrující popsaný děj dosud známy nejsou.

Příklady ze současnosti však máme. Mračna sazí z hořících ropných polí Kuvajtu způsobila během roku 1991 veliké ochlazení v zasažených oblastech. A po velkých vulkanických explozích, jako po výbuchu sopky El Chichon v roce 1982 či Pinatubo v roce 1991, které injektují rovnou do stratosféry množství prachu a plynů, z nichž vzniknou kapalné aerosoly (kapičky kyseliny sírové), nastává i ochlazení globální, tj. alespoň zastření procesu globálního oteplení na dobu až několika let. Hvězdáři zvyklí na pěknou noční oblohu (např. v USA) tehdy neradi pozorují, protože se jim zmenšená průhlednost ovzduší nelíbí. ❑

PPS: Od předání článku redakci v létě 1992 se leccos změnilo. Nezměnil se valně vědecký pohled na problém globálního oteplení, jen se stal o něco známější (zajímavá je snad jen nová idea, že úbytek stratosférického ozonu skleníkový jev zase trochu omezuje). Avšak přibylo snah a rozhodnutí o redukci emisí skleníkových plynů, aby se globální oteplování zpomalilo – vláda žádné z vyspělých zemí již problém nebagatelizuje. Na světovém summitu o životním prostředí v Riu v červnu 1992 valná většina zemí (154 ze 178) podepsala *Konvenci o klimatu,* jejímž cílem je stabilizace koncentrace skleníkových plynů (mimo vodní páru) na takové úrovni, aby se zabránilo antropogennímu ohrožení klimatu. To je velmi náročný úkol: stabilizace koncentrací znamená totiž nutnost velmi rychlé redukce celosvětových emisí – při redukci pomalé by obsah skleníkových plynů v atmosféře dále rostl.

To neznamená, že by emise vyspělých zemí již začaly klesat – začít na národní (či dokonce např. na evropské) bázi uskutečňovat plány snižování emisí (především úsporami energie) se dosud mimo Skandinávii takřka vůbec nikde dařit nezačalo – ale je to na spadnutí. Vlády řady zemí např. těžko prosazují v parlamentech zdanění emisí CO_2. Lépe se věc daří na úrovni měst, na vrub jejichž obyvatel připadá koneckonců většina emisí. Konkrétními úspěchy se může pochlubit např. evropský *Klimatický svaz obcí a měst.* Že Česká republika dosud nezačala problém ani vnímat, natož formulovat vládní či obecní strategie k jeho řešení, se tak stává příznakem kulturní zaostalosti a politické krátkozrakosti (ale co naplat, když problém dosud zlehčuje i renomovaný časopis *Vesmír*). Je sice pravda, že české emise poklesly – ovšem víceméně jen díky poklesu výroby. Přitom je tak nasnadě existující vágní snahy o šetření energií poměřovat jednoduchým kritériem, o kolik méně se tak v daných případech uvolní ze země fosilního uhlíku (či obecně do ovzduší ekvivalentu CO_2). Až tehdy by také ony snahy získaly podporu ze zahraničí. První „ochlazovací" projekt u nás už probíhá – je jím znovuzalesňování Krkonoš, financované z Holandska (bohužel jen jako „výkupné" za stavbu tamních uhelných elektráren...).

Do dneška (konec srpna 1993) také přibylo dostupných populárních informací o celé problematice. Vyšel zkrácený překlad zmíněné knihy *Global Warming (Nebezpečí oteplování Země,* Academia, Praha 1992) – rozhodně po něm sáhněte, nic lepšího v češtině není. A bestsellerem se stala kniha (poprvé vydaná začátkem roku 1992) *Earth in Balance,* kterou o globálních problémech (v čele s problémem oteplování) s velkým nadhledem napsal čelný senátor Al Gore, který je nyní viceprezidentem po boku Billa Clintona. Je to úchvatné a nesmírně přesvědčivé čtení, které by mohlo výrazně ovlivnit postoje vzdělaných Američanů; snad zapůsobí i u nás. ❑

Dr. Jan Hollan, narozen 1955. Odborný pracovník Hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně. Dlouhá léta působil jako významný a neúnavný organizátor československé amatérské meteorické astronomie. V současné době se zabývá otázkami didaktiky a popularizace astronomie a rozvojem vizuálního astronomického pozorování.

❑

PSALO SE

Malé příčiny - velké následky

«V astronomii bychom našli několik příkladů na toto téma. Jedním z nejzajímavějších je problém atmosférického ozonu. Ukážeme v dalším, jak přítomnost tohoto plynu, byť i v nepatrných částkách, ovlivňuje podstatně řadu našich poznatků astronomických a dokonce i celý způsob i formu našeho života...

...Do astronomie vstupuje ozon ve druhé polovině 19. století spolu se zavedením spektroskopie a její podstatné složky fotografie. Poznalo se totiž brzy, že spektra hvězd i Slunce jsou náhle ukončena v ultrafialové části u vlnové délky ca 2900 Å. Ze zákonů záření však víme, že jeho intensity má plynule ubývati ke kratším vlnovým délkám a je dokonce hodně hvězd, které mají míti v ultrafialové části spektra maximum energie. Cornu již roku 1879 vyslovil domněnku, že jde o absorpci světla neznámým plynem obsaženým v naší atmosféře. Brzy na to objevil roku 1880 Hartley rozsáhlé absorpční pásy ozonu v ultrafialové části spektra od 2200 do 3000 Å a vyslovil již určitější názor, že náhlé ukončení spekter je v souvislosti s touto absorpcí. Neprovedl však žádných měření.

Teprve v letech 1912–1913 počali se Fabry a Buisson zabývati systematicky otázkou atmosférického ozonu. Změřili nejprve v laboratoři absorpční koeficienty ozonu, to jest stanovili, kolik procent světla té či oné vlnové délky absorbuje 1 cm čistého ozonu. Absorpce ozonu v oboru Hartleyových pásů je velmi značná. U vlnové délky 2550 Å, kde je maximum absorpce, stačí již vrstvička ozonu 2 tisíciny mm silná, aby pohltila polovinu dopadajícího záření. Takovou absorpci pro viditelné záření mají na př. kovy vytepané do nejjemnějších lístků, tzv. pozlátka.

Nyní mohli určiti dosti přesně celkové množství ozonu obsažené v zemské atmosféře. Určili ztrátu v záření Slunce a porovnali ji s hodnotou absorpčního koeficientu, určeného v laboratoři. Měření vedou k poměrně malé hodnotě ca 3 mm čistého ozonu za normálních podmínek, t. j. tlaku 760 mm a teploty 0° C. Toto číslo nám ovšem nic nepraví o skutečném rozložení ozonu v atmosféře. Víme jen, že při svislém průchodu atmosférou potká světelný paprsek na své dráze tolik molekul ozonu, kolik by jich potkal při průchodu právě zmíněnou vrstvičkou čistého ozonu...

...Z celého komplexu problémů souvisících s atmosférickým ozonem si zde všimneme ještě jeho vzniku. Ozon je nestálým plynem a proto se přirozeně ptáme po jeho vzniku a způsobu neustálého obnovování v atmosféře. Ozon vzniká v atmosféře z kyslíku při spotřebě energie. Tou je krátkovlnné záření ultrafialové pod 200 Å, které kyslík mohutně pohlcuje a tak vzniká ozon. V laboratoři můžeme pozorovati podobný zjev v blízkosti rtuťové lampy, která je bohatým zdrojem ultrafialových paprsků.

Ozon vzniká tedy ve vysoké atmosféře ve výškách nad 50 km, kam přichází ultrafialové světlo sluneční ještě v hojné míře. Vzhledem ke své velké molekulové váze $O_3 = 48$ proti kyslíku $O_2 = 32$ a dusíku $N_2 = 28$, klesá pravděpodobně do nižších vrstev. Ozon se však rozkládá zářením, jež pohlcuje v oboru Hartleyových pásů od 2200 do 3000 Å za vývoje tepla. Tím by bylo alespoň částečně vysvětleno pozorované zvýšení teploty ve výškách nad 40 km. Rozklad ozonu podporuje také vyšší teplota a proto nejvíce ozonu nalézáme ve výškách mezi 20 až 35 km, v nejchladnějších to částech naší atmosféry...

...Ozonová vrstva nás tedy ochuzuje o značnou část záření nebeských těles. Na druhé straně nutno však říci, že ozonová vrstva má i své kladné stránky z hlediska biologického, jež se bezprostředně dotýkají naší existence. Význam ozonu z tohoto hlediska byl jiný v dobách minulých, kdy život na Zemi vznikal, než v přítomné době.

V minulosti, kdy po utvoření kůry zemské se počínal vytvářeti život na Zemi, byla by bývala přítomnost ozonu naprostou překážkou jeho vzniku. Původní atmosféra neobsahovala totiž kyslík, nýbrž jen dusík, amoniak, vodní páru a kysličník uhličitý. Tyto složky jsou propustné až do vlnové délky 1500 Å. Intensivním zářením slunečním, jež mohlo dopadati nerušeně až na povrch zemský, byla umožněna synthesa formaldehydu z vody a kysličníku uhličitého podle rovnice:

$$H_2O + CO_2 = HCOH + O_2 .$$

Formaldehyd spolu s dusíkem je stavebním kamenem všech organických sloučenin a tudíž i nejjednodušší živé hmoty. Unikající kyslík se stal základem nynější kyslíkem bohaté atmosféry. Kyslík však pohlcuje ultrafialové paprsky a mění se v ozon. Tak vznikla a postupně mohutněla ozonová vrstva. Svou absorpcí bránila přístupu ultrafialových paprsků až k povrchu zemskému a umožnila tak existenci vznikajícího života, na který by působila velmi zhoubně.

V přítomné době, kdy ozonová vrstva zachycuje všechny paprsky kratší než 2900 Å, tvoří ozon ochranný pancíř proti krátkovlnným ultrafialovým paprskům. Zbytky nad 2900 Å působí ničivě jen na nižší organismy. Vyšší tvorové mají možnost přirozené obrany. Známá opálení nebo vrozená zabarvení pokožky jsou ochranou proti vnikání těchto škodlivých paprsků do těla.».

František Link: *Říše hvězd 23 (1942), č. 1, s. 1* ❑

In memoriam

profesor Zdeněk Kopal (4. IV. 1914 – 23. VI. 1993)

Ve čtvrtek 24. června 1993 odpoledne jsem s neblahým tušením vyklepal kód elektronické pošty na počítači. Před několika dny jsem totiž touto cestou dostal zprávu, že profesor Kopal, se kterým mne pojilo dlouholeté přátelství, byl odvezen do nemocnice. Jeho zdravotní stav po operaci, které se musel podrobit v září 1992, nebyl uspokojivý. Při našem posledním telefonickém rozhovoru počátkem června to bylo znát i na jeho hlase. Neblahé tušení bylo oprávněné. Na obrazovce monitoru se objevila zpráva, že profesor Kopal již není mezi námi. Zemřel 23. června 1993 v Manchesteru ve věku 79 let.

Mnozí čtenáři poznali tohoto milého, velmi společenského a téměř vždy usměvavého pána střední postavy na přednáškách, které se vždy s velkou ochotou uvolil přednést při svých návštěvách rodné vlasti. Jiní mají překlady jeho populárních knih *Zpráva o vesmíru* nebo *Vesmírní sousedé naší planety*. Většina zájemců o astronomii se seznámila s během jeho života v autobiografickém díle *Of Stars and Men*, které vyšlo v upraveném a doplněném českém překladu pod titulkem *O hvězdách a lidech* v nakladatelství Mladá fronta v roce 1991.

Zdeněk Kopal se narodil v předvečer první světové války, 4 dubna 1914, v Litomyšli, kde jeho otec, pozdější profesor francouzské literatury na Karlově univerzitě, působil jako středoškolský učitel. Rodina později přesídlila do Prahy, kde Zdeněk i jeho bratr Miloš vystudovali gymnázium a absolvovali Karlovu uiverzitu. Zdeněk Kopal se o astronomii zajímal již jako středoškolák a astronomie se stala i jeho životním posláním. Po složení rigorózních zkoušek z astronomie a experimentální a teoretické fyziky na přírodovědecké fakultě dosáhl titulu doktora přírodních věd. V roce 1938 odjel i s chotí Alenou na studijní cestu do Anglie a později do USA, kde je zastihl počátek druhé světové války. V USA nejprve pracoval na observatoři Harvardovy univerzity v Cambridgi, Massachusetts, později tamtéž na Massachusettském technologickém ústavu (MIT). Po vstupu USA do války byl zapojen do výzkumu vojenského charakteru. Po válce se vrátil k výzkumu těsných dvojhvězd. Zvažoval možnosti návratu do vlasti, ale po komunistickém puči v roce 1948 se s konečnou platností rozhodl zůstat trvale v zahraničí. Tehdy byl již mezinárodně uznávaným odborníkem. Přijal americké občanství, které si ponechal až do smrti, i když od roku 1952 se natrvalo usadil ve Velké Británii. V roce 1951 mu byla nabídnuta nově zřízená profesura astronomie na univerzitě v Manchesteru v Anglii. Tam vybudoval v krátké době významné astronomické pracoviště, které vedl až do roku 1981, kdy odešel do důchodu. Vědecké práci se však věnoval až do konce svého života.

▲ *Jeden z posledních snímků zachycující prof. Zdeňka Kopala (vlevo) se sirem Fredem Hoylem (uprostřed) a prof. Vladimírem Vanýskem během návštěvy Matematického ústavu univerzity v Cardiffu (Anglie) v dubnu 1992.*

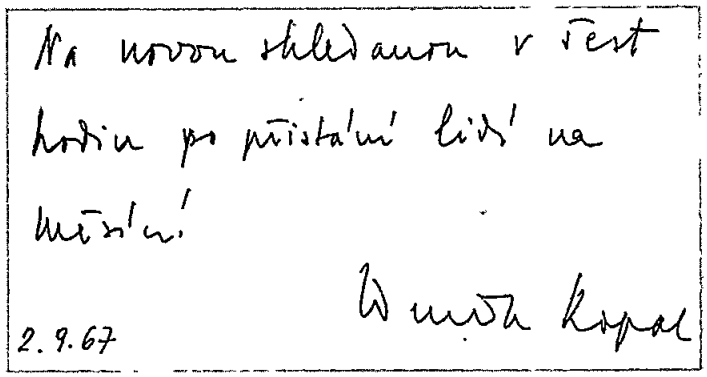
Profesor Kopal byl především teoretik s velkou matematickou erudicí. Když se ujal povinnosti profesora na univerzitě v Manchesteru, prohlásil (ovšem s nadsázkou), že ke své práci potřebuje především tužku a papír. Největší přínos Kopalova díla lze stále spatřovat ve studiu vlastností a vývoje těsných dvojhvězd, i když jeho průkopnické práce v tomto oboru byly již překonány. Jeho vědecké zájmy však byly mnohem širší. Věnoval se nejen aplikované matematice, ale i topografii Měsíce. Počet Kopalových publikací je mimořádně vysoký: přes 400 odborných pojednání a kolem 50 knih. Založil a po více než dvacet let redigoval dva vědecké časopisy: Atrophysics and Space Science a Earth, Moon and Planets. Jeho pracovní elán a zaujetí pro vědeckou práci byly vskutku obdivuhodné.

Mnohdy jsem si kladl otázku, co Kopala, který se až do roku 1956 téměř výhradně věnoval problémům vývoje dvojhvězd, motivovalo k tomu, že se zapojil do výzkumu Měsíce, tedy tematiky značně odlišné. Jednou jsem mu tuto otázku položil. *„Chtěl jsem být při tom“* odpověděl. Mínil tím výzkum souputníka naší planety kosmickými sondami a přípravy k přistání člověka na něm. Byly zde však i jiné příčiny. Především zde sehrálo důležitou úlohu Kopalovo přátelství s nositelem Nobelovy ceny Haroldem Ureyem, který ve výzkumu Měsíce spatřoval klíč k řešení otázky vzniku sluneční soustavy. Byla zde i motivace ekonomická: program NASA mapování Měsíce přinesl i jisté finanční prostředky pro rozvoj astronomického oddělení manchesterské univerzity.

Profesor Kopal zaujímal některé dosti vyhraněné a do jisté míry i subjektivní postoje k různým odborným otázkám. To ho sblížilo s poněkud svérázným sirem Fredem Hoylem, jinak však jedním z nejvýznačnějších astrofyziků naší doby. Kopal nebyl nijak nakloněn diskusi o některých tématech; například kosmologii stále považoval za příliš spekulativní – tak, jakou byla ještě v padesátých letech. V některých ohledech jeho názory byly jakoby v zajetí minulosti. Velmi výrazně se to projevovalo při jeho návštěvách v Praze, kdy optikou svých prožitků z mládí pohlížel nejen na českou astronomii, ale i na českou společnost vůbec. V jeho postojích se zřetelně projevovaly jisté stopy rusofilství a slavjanofilství, chrakteristické pro značnou část českého národa v první republice. Myslím, že některé naše zcela odlišné názory ho často šokovaly. Též jeho postoj k britské vědě byl, myslím, až příliš kritický. Nebyl například členem Královské astronomické společnosti, na rozdíl většiny renomovaných britských astronomů.

Charizma Kopalovy osobnosti ovlivnilo každého, kdo se s ním blíže seznámil. Dovedl inspirovat a nadchnout pro věc vědy. Byl nepochybně jedním z těch, kteří významným způsobem přispěli k poznání procesů v blízkém i vzdáleném vesmíru. Kopalovo jméno, které nese jedna z planetek (č. 2628), zůstane trvale zapsáno do dějin světové astronomie.

Vladimír Vanýsek


Na novou shledanou v čest
hodin po přistání lidí na
Měsíci!
2. 9. 67
Zdeněk Kopal

▲ *Zápis v pamětní knize připomíná jednu z tradičních přednášek profesora Zdeňka Kopala v pražském Planetáriu. Bývalo to zejména v době příprav projektu Apollo a v letech následujících, kdy pan profesor alespoň jednou v roce přijížděl do Prahy a přednášel tu o novinkách z Měsíce i odjinud. Měl mnoho stálých posluchačů z řad ČAS, k níž se jako řádný a později čestný člen vždy hlásil.*

Ve svých přednáškách obvykle přicházel s netradičními názory a pohledy. Byl to vynikající popularizátor, dokázal hovořit o čemkoliv jazykem srozumitelným všem posluchačům, dokázal je napínat od úvodních vět zajímavým formulováním problému a pak je nutil třeba hodinu společně přemýšlet nad variantami řešení až k tomu, které sám pokládal za nejpřijatelnější.

Když se proslulý astrofyzik a matematik orientoval v šedesátých letech na intenzivní studium Měsíce, bylo to pro astronomickou obec překvapující až šokující. Vždyť Měsíc byl již dlouho předtím vyřazen z profesionální astronomie, odškrtnut jako těleso veskrze prozkoumané a přenecháno na pospas amatérům na okukování. Zdeněk Kopal však jako jeden z prvních pochopil, jak nedostatečné a povrchní byly tehdejší poznatky o Měsíci a jak nespolehlivé byly zejména všechny mapy měsíčního povrchu. K letům na Měsíc byly nezbytné kvalitativně nové, mnohem přesnější mapy a o jejich vznik se profesor Kopal velmi zasloužil.

Jako někdejší předseda komise IAU pro názvosloví měsíčních útvarů pečoval několik let o měsíční panteon. Říkával, že po smrti se všichni astronomové na Měsíci sejdou a postaral se o to, aby se přitom nezapomínalo za zemi, odkud pocházel. Nevím, který z blízkých kongresů IAU to stihne schválit, ale pevně věřím, že se s Vaším jménem na Měsíci shledáme, pane profesore.

Antonín Rükl

Stelárna astronómia Bezovec 1993

O předposledním víkendu měsíce května se na Bezovci v Povážském Inovci tradičně po řadu let konal seminář *Úspechy československej stelárnej astronómie*. Nyní, když už Československo není, byli jsme velmi zvědavi, jak se s tím vypořádá tradice. Avšak tradice a v jejím zastoupení Ladislav Hric jako osvědčený hlavní organizátor se nenechali vyvést z míry. Státy zanikají, astronomie trvá. Změňme tedy název – a můžeme pokračovat.

Ve skutečnosti to asi tak jednoduché nebylo. Ale nakonec se seminář pod zkráceným názvem na Bezovci v termínu 21. – 23. května 1993 konal. Sluší se vyjmenovat všechny organizátory a poděkovat jim: Hvezdáreň a planetárium Hlohovec, Stelárna sekcia SAS pri SAV a Zväz astronómov amatérov Slovenska. Účastníků bylo 41, z toho 5 z českých zemí.

Hranice mezi Moravou a Slovenskem sice přímo viditelná nebyla, její existence se nicméně nepřímo projevila. V posledních měsících se několikrát změnily jízdní řády, a tak jsem cestoval déle, než jsem plánoval. Když jsem dopoledne dorazil na místo, byl v chodu již vlastní program. Úvodní přednášku J. Zverka o dvojhvězdě 53 Aur a rychle rotující CP hvězdě 21 CVn jsem zmeškal, nicméně sama účast ředitele Astronomického ústavu SAV svědčí o vážnosti, jaké se akce těšila, a existenci jeho přednášky proto nechci zamlčet.

V době mého příchodu hovořil Josef Zicha z ČVUT z Prahy o tom, co je nového v konstrukci velkých astronomických dalekohledů. Moderní tzv. aktivní zrcadla jsou programově schopná deformace. Optické vlastnosti zrcadla se měří, průběžně pomocí počítače vyhodnocují, a zrcadlo je aktivně deformováno do potřebného tvaru. Celý postup nese název Shakova–Hartmannova metoda, přičemž druhý z astronomů, Johannes Franz Hartmann (1865 – 1936) stěží tušil, k jaké praktické aplikaci bude možno jednou dovést jeho pokusy s určováním tvaru zrcadla a jeho vad. Jemu to při použití fotografie trvalo několik dnů, kdežto za pomoci počítačů a prvků CCD je to možné v reálném čase. V současnosti je Shakova–Hartmannova metoda užívána na 3,5–m dalekohledu Evropské jižní observatoře (ESO) na hoře La Silla v Chile. Metoda umožnila (spolu s vynikajícími atmosférickými podmínkami místa) vylepšit kvalitu obrazu natolik, že se dá uvažovat o pozorování galaxií 28. hvězdné velikosti. Tento skvělý dalekohled však představuje jen zkoušku, jejíž úspěch dává optimismus k pokračování za vlastním cílem. Tím mají být gigantická čtyřčata; čtyři dalekohledy o průměru 8 metrů, schopné pracovat do společného ohniska. Budou stát na Cerro Paranal, hoře vysoké 2700 metrů uprostřed pouště Atacama. Je to místo s nejlepšími podmínkami pro astronomická pozorování, jaké se dosud podařilo nalézt na povrchu Země.

Svůj příspěvek o Nově Cygni 1992 zahájil L. Hric sdělením, že jeho kolega D. Chochol otevřel dne 24. II. 1992 deník *Slovenský východ* a dozvěděl se odtud, že v Labuti vybuchla nova. Potom v hlavních rysech převyprávěl historii šíření této informace z Ameriky přes Československo do Ameriky, kterou v letošním ročníku Říše hvězd na str. 33 podává J. Grygar. Pokládal jsem za nutné upřesnit, že informačním zdrojem stran Novy Cygni pro české země byl odborářský deník Práce. Pozorovatelé Astronomického ústavu SAV ihned začali pořizovat spektra novy a sledovali ji takto asi půl roku do doby, kdy nova zeslábla na 10,5 magnitudy. Spektra fotografovali při svých služebních cestách do Ondřejova a byla to poslední spektra pořízená v ohnisku našeho dvoumetrového dalekohledu tradiční fotografickou technikou. (Dnes je v ohnisku Reticon; zatím ale je podstatně méně citlivý a zachytí jen část spektra. Snad se počítá s pokrokem techniky, snad je to pouze záležitost financí...) Svými spektrálními snímky našli i příčinu, proč se fotometrické údaje různých pozorovatelů, v době maxima dobře shodné, začaly od určité doby lišit. V tu dobu se ve spektru novy objevily intenzivní zakázané nebulární čáry neonu a kyslíku, které velmi zdůrazňují jinak nevýznamné rozdíly fotometrických systémů.

Potom už zbyl čas jen na dva krátké příspěvky Z. Stuchlíka, děkana mladé Slezské univerzity. Hovořil o odstředivé síle v obecné teorii relativity a o akrečních discích. R. Komžík z AsÚ SAV hovořil o zákrytové dvojhvězdě TX UMa. Již před několika lety slovenští kolegové zjistili, že oběžná perioda této soustavy se prodloužila. Od té doby se ji snažili měřit všemi dostupnými prostředky: nyní redukují družicová ultrafialová spektra. Tato zákrytová dvojhvězda změnila periodu již vícekrát a proto ji doporučujeme zájmu astronomů–amatérů. Ukazuje se kupodivu, že přes stoupající věhlas není hvězda nijak zvlášť často pozorována. Druhý host z Opavy, S. Hledík, předstoupil s interpretacemi měření družice COBE a vrátil nás tím do doby mládí vesmíru. Družice zjistila, že reliktní záření je izotropní až do řádu 10^{-5} K, což naznačuje, že Guthovo hypotetické inflační stadium vývoje raného vesmíru muselo být velmi intenzivní. Velmi brzo, ve zlomku první sekundy existence vesmíru, kdy vesmír měl ještě centimetrové rozměry, se zřejmě rozepnul do rozměrů řádu 10^{60} metru. Celý námi pozorovaný vesmír se svými řádově 10^{26} metry měřil před inflací nepatrný zlomek milimetru. Tato oblast pak zůstala homogenní i po inflaci, až do oddělení reliktního záření od hmoty. Teprve potom začaly vznikat galaxie a vesmír se stává nehomogenním, to však už izotropii reliktního záření nemohlo narušit.

Vysoce kvalitní měření satelitu COBE také pomohla zpřesnit úvahu o množství hmoty ve vesmíru. Že viditelná svítící hmota tvoří jen asi 1 % veškeré hmoty ve vesmíru je známo už řadu let. Z ostatku by asi 10 % měla tvořit nesvítící baryonová hmota (temné mlhoviny, dožilé hvězdy, snad i planety), 30 % neutrina a zbylých 60 % dostalo sice učené jméno (axionická skrytá hmota), ale o jejích vlastnostech se neví skoro nic.

Referát *Hviezdne kataklyzmy* v podání Z. Urbana shrnoval zejména údaje o novách. Typická nova je podvojnou polodotykovou soustavou s oběžnou dobou 80 minut až 10 hodin, objemově srovnatelná se soustavou Země – Měsíc. Je to spojení dvou trpaslíků, bílého a červeného. Červený trpaslík (hvězda hlavní posloupnosti) vyplňující Rocheovu mez vypadá jako stvoření z astrofyzikálních bájí, vždyť vesmír je příliš mladý na to, aby tak dlouhověká hvězda stačila natolik zestárnout. Ve skutečnosti má soustava za sebou velmi bouřlivou minulost, obě její složky byly původně podstatně hmotnější (4 – 8 slunečních hmotností) a dráha samozřejmě rozsáhlejší. Hmota ze soustavy unikla pravděpodobně ve stádiu planetární mlhoviny a odnesla s sebou i větší část momentu hybnosti. Málo vyjasněná zůstává role magnetického pole; je jen zřejmé, že musí být významná. Dřívější představy o mechanismu výbuchů nov byly novými výzkumy v hrubých rysech potvrzeny: vodíkem bohatá látka z červeného trpaslíka sytí akreční disk kolem jeho bílého souseda tak dlouho, dokud se základna disku neopře o povrch bílého trpaslíka a nevzplanou tam termonukleární reakce. Při výbuchu se soustava zvětší řádově tisíckrát, to je však jen oblak horkého vzduchu a řídkého zářícího plynu, který se navíc rozpíná rychlostmi kolem 1000 km.s^{-1}. Samotný pár tím je jen málo dotčen a také ztráta hmoty je nevelká. Proto se předpokládá, že se i u tzv. pravých nov výbuchy opakují. Mohlo by dojít asi k tisíci výbuchů v časovém období 10 až 100 milionů let. Všechny novy jsou tedy zřejmě rekurentní; pouze to většinou nestihly prokázat za dobu existence astronomie. Některé naopak předvedly i více vzplanutí (až 5 v případě T Pyx), jakoby chtěly ukázat, že výbuch není v životě novy žádnou závažnou událostí.

Navazoval I. Kudzej z Humenného. I on se zabýval kataklyzmickými proměnnými hvězdami, zmínil však soustavy, v nichž má bílý trpaslík silnější magnetické pole než 10 T. Za takové situace se nevytvoří akreční disk nebo, je-li indukce magnetického pole na povrchu bílého trpaslíka větší než 2000 T, obíhá červený trpaslík dokonce uvnitř magnetosféry bílého trpaslíka. Hmota z červeného trpaslíka dopadá v těchto případech přímo na povrch bílého trpaslíka, nadto je na bílého trpaslíka dobře vidět (nestíní disk). Důsledkem toho je, že od těchto objektů detekujeme proměnné rentgenové záření a katalog proměnných hvězd pro ně má dvě zvláštní třídy: semipolary a polary. Jako novy se takové příliš magnetické soustavy chovat nemohou; k tomu jim právě chybí možnost akumulovat hmotu v disku. Nakonec I. Kudzej ukázal účastníkům katalog hvězd typu U Gem, který přivezl z Oděsy snad na důkaz toho, že postsovětská astronomie pokračuje v tom dobrém ze svých tradic. V celém dvoudílném katalogu jich má být přes 300. Protože poslední vydání Všeobecného katalogu proměnných hvězd GCVS z r. 1985 jich obsahuje jen asi 200, jde o významné doplnění. Odpolední program uzavřel J. Ambróz referátem o počítačových médiích pro digitální záznam informací. Tato otázka je nyní v astronomii aktuální v souvislosti s nástupem matic CCD jako receptorů záření.

Nedělní ranní program byl oproti minulým rokům zkrácen, a tak poslední příspěvky odezněly ve značném chvatu. Bylo to škoda např. v případě vystoupení L. Lenži, který hovořil o tom, jak se na hvězdárně ve Valašském Meziříčí podařilo přebudovat kameru s rozměrem desek 130 x 180 mm na menší formát. Mělo to bezpochyby ekonomické příčiny, ale při vzpomínce na to, jak se v sonnebergském archivu desek kolega Mánek radoval nad deskami, které byly o několik milimetrů *větší*, bych byl položil otázku, zda přece jen neexistovalo úsporné řešení, zachovávající původní formát (planfilm místo desek). Z. Velič z Považské Bystrice sdělil výsledky svých pozorování hvězdy AX Per. V katalogu GCVS je klasifikována jako symbiotická hvězda typu Z And, je to však zároveň zákrytová dvojhvězda. P. Velič zachytil náznak jejího sekundárního minima. Kontrola bude možná v prosinci 1993, kdy se má sekundární minimum opakovat. Pisatel těchto řádků se krátce zmínil o mírně nadprůměrných výsledcích našich amatérských pozorovatelů zákrytových dvojhvězd v roce 1992 a před odjezd autobusu se ještě vešel nepřihlášený příspěvek Z. Komárka z Michalovců o černých dírách. Z něho možná stojí za zaznamenání, že se předpokládá existence černých děr „normální" hmotnosti (do 10^4 slunečních hmotností) v kulových hvězdokupách.

I když konference byla méně navštívena než v minulých letech, byla významnou událostí po odborné i společenské stránce a lze si jen přát, aby se konal i příští ročník.

❑ *Jindřich Šilhán*

KDY, KDE, CO

♦ – *oznámení označená tímto symbolem nebyla v předcházejících číslech Říše hvězd publikována nebo došlo ke změně jejich obsahu*

◇ – *zahraniční akce*

❖ – *v Říši hvězd již publikovaná oznámení, případně jejich zkrácená verze*

červenec '93

❖ **3. – 16. VII.** – *Rokycany:* ***Kurz broušení astronomických zrcadel*** (3. – 10. VII.) a ***Kurz stavby astronomických dalekohledů.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna v Rokycanech, Voldušská 721, 337 11 Rokycany.

❖ ◇ **6. – 9. VII.** – *Flagstaff (Arizona, USA):* ***Pluto–Charon.*** ✎ Kontakt: M. Guerrieri, Lunar and Planetary Laboratory, Univerzity of Arizona, Tucson, AZ–85721, USA.

❖ **12. – 18. VII.** – *Valašské Meziříčí:* ***Astronomické praktikum.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna, 757 01 Valašské Meziříčí.

❖ **12. – 23. VII.** – *Brno:* ***33. praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd.*** ✎ Kontakt: P. Hájek, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, Kraví hora, 616 00 Brno.

❖ **16. – 30. VII.** – *Vladař u Žlutic:* ***Dětský astronomický tábor.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna Kulturního centra Amethyst; I. P. Pavlova 14, 360 01 Karlovy Vary; ✆ (017) 28707 až 8.

❖ **24. – 31. VII.** – *Česká republika:* ***10. ročník EBICYKLu.*** ✎ Kontakt: redakce Říše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10 – Strašnice.

srpen '93

❖ ◇ **5. – 26. VIII.** – *Coucoron (Ardeche, Francie):* ***29. Mezinárodní astronomický tábor IAYC.*** ✎ Kontakt: IWA e. V., c/o Erwin van Ballegoy, Willemsweg 41, NL–6531 DB Nijmegen, Germany.

❖ **7. – 16. VIII.** – *Bílé Karpaty:* ***PERSEX '93.*** ✎ Kontakt: I. Míček, Hvězdárna Veselí nad Moravou, 698 01 Veselí nad Moravou.

❖ **9. – 14. VIII.** – *Ostrava–Poruba:* ***Astronomické praktikum pro začátečníky.*** ✎ Kontakt: L. Hrdličková, HaP BMZ VŠB, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava–Poruba.

❖ **9.–22. VIII.** – *Úpice:* ***Letní astronomická expedice 1993.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna v Úpici, BOX 8, 542 32 Úpice.

❖ **11.–15. VIII.** – *Přerov:* ***Meteorická expedice (Perseidy).*** ✎ Kontakt: Hvězdárna, 757 01 Valašské Meziříčí.

❖ **21.–29. VIII.** – *Zhořec u Nečtin:* ***Dovolená s dalekohledem '93.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, Petřín 205, 118 46 Praha 1; ✆ (02) 535 351–3.

září '93

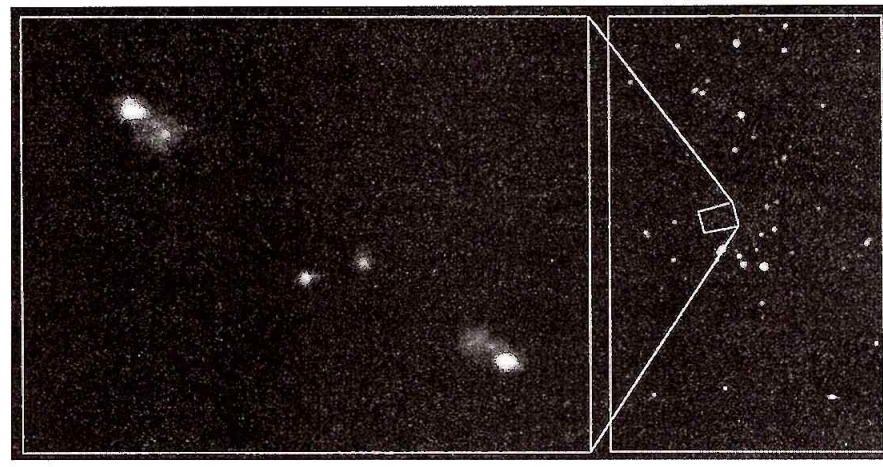
❖ **4.–5. IX.** – *Ostrava-Poruba:* ***Ostravský astronomický víkend.*** ✎ Kontakt: L. Hrdličková, HaP BMZ VŠB, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba.

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Objevena další gravitační čočka

Další gravitační čočka byla objevena ve druhé polovině loňského roku pomocí Hubblova kosmického dalekohledu (HST) v kupě galaxií nesoucí označení AC114. Richard Ellis a jeho spolupracovníci z univerzity v Durhamu (Velká Británie) učinili tento pozoruhodný objev při pozorování kupy galaxií, která leží ve vzdálenosti větší než 1000 Mpc. Dvě šestihodinové expozice (mj. dosud nejdelší na HST) pomocí širokoúhlé kamery (WFC) odhalily dvojici slabých objektů v blízkosti středu kupy. Oba objekty stejné barvy vykazovaly jemnou strukturu s velmi přesnou zrcadlovou symetrií, což je důkazem dvojího zobrazení jednoho zdroje a tím i přítomnosti gravitační čočky. Gravitace velmi hmotné kupy tak působí vlastně jako obrovská kosmická lupa nebo objektiv. Hubblův dalekohled pak v této vesmírné „optické soustavě" hraje vlastně roli okuláru. Kombinace gravitační čočky společně s HST tak dává astronomům nové a jistě nečekané možnosti, jak zkoumat nejvzdálenější objekty zřejmě na samé hranici vesmíru.

Hmotné kupy (jako např. AC114) ale nejsou vhodné jenom pro výzkum nejvzdálenějších galaxií. Jejich zobrazovací schopnosti totiž prozrazují, kolik mezi sebou ukrývají temné hmoty. Jak astronomové dosud předpokládají, až 90 procent vesmíru se skládá právě z této látky, která neemituje žádné záření detekovatelné našimi současnými přístroji. Ačkoliv tato temná hmota není viditelná, její existence se projevuje gravitačním působením na pohyb galaxií v kupách. Množství této látky lze nyní zjistit přímo prostřednictvím gravitační čočky, resp. podle míry zobrazení za ní ležícího objektu. Tým vědců vedený R. Ellisem proto plánuje rozšířit svá další pozorování i na ostatní kupy. ❑



▲ ***Gravitační čočka v galaktické kupě AC114*** – *VPRAVO: nejlepší snímek kupy pořízený pozemským dalekohledem. VLEVO: obraz gravitační čočky získaný Hubblovým kosmickým dalekohledem (velikost a orientace snímku odpovídá výřezu naznačenému v pravém obrázku).* *(foto – NASA/STScI)*

(viz též foto na II. straně obálky)
[STScI–PRC92–25] *(Wf)*

Znečištění atmosféry bílých trpaslíků

Nejen obyvatelé planety Země, ale zřejmě i bílí trpaslíci si mohou stěžovat na „znečištění" své atmosféry. K tomuto zjištění dospěla skupina astronomů z univerzity v Leicesteru a v Birmighamu, která si položila otázku, proč širokoúhlá kamera na družici ROSAT registrovala v extrémním ultrafialovém oboru (EUV) podstatně méně bílých trpaslíků, než se očekávalo. Pátrání po příčinách tohoto jevu je přivedlo k poznatku, že ve vodíkových atmosférách těchto hvězd jsou přítomny těžší prvky, které brání vyzáření ultrafialového záření do okolního prostoru.

Jak čtenáři dobře vědí, bílý trpaslík je především extrémně žhavá a hustá hvězda v závěrečné fázi svého vývoje, která v objemu naší zeměkoule ukrývá hmotnost srovnatelnou s hmotností Slunce. Gravitační zrychlení na povrchu bílého trpaslíka je proto asi 100-milionkrát větší než na povrchu Země. Lze tedy předpokládat, že všechny těžší prvky postupně klesnou na dno atmosféry a na povrchu zůstane pouze nejlehčí vodík. Astronomové proto očekávali, že bílí trpaslíci s vysokou povrchovou teplotou a s čistě vodíkovou atmosférou budou v EUV oboru velmi jasní a také dobře pozorovatelní. Oproti původnímu předpokladu několika tisíc objektů jich však družice ROSAT nalezla pouhých 200.

K odhalení této záhady byla provedena řada přesných výpočtů modelů atmosfér bílého trpaslíka. Odtud vyplývá, že chladnější trpaslíci, s povrchovou teplotou nižší než asi 40 000 K, mohou mít atmosféru obsahující pouze vodík, zatímco žhavější atmosféry pak musí nutně obsahovat významnou příměs těžších prvků, která by zabránila průchodu ultrafialového záření. Tím se stanou teplejší trpaslíci v této oblasti spektra vlastně méně jasní, což dobře vysvětlí jejich relativně nízký pozorovaný počet.

Ultrafialová spektra několika vybraných bílých trpaslíků byla dodatečně pořízena družicí IUE (International Ultraviolet Explorer) a skutečně odhalila některé těžší prvky, jako jsou uhlík, dusík, kyslík, křemík a železo. Není třeba zdůrazňovat, že přítomnost těchto prvků v atmosférách bílých trpaslíků má velký význam nejen pro zdokonalení modelů tohoto degenerovaného objektu, ale i pro zpřesnění celé teorie hvězdného vývoje. ❑

[RAS News, PN–NAM 93/4] *(Wf)*

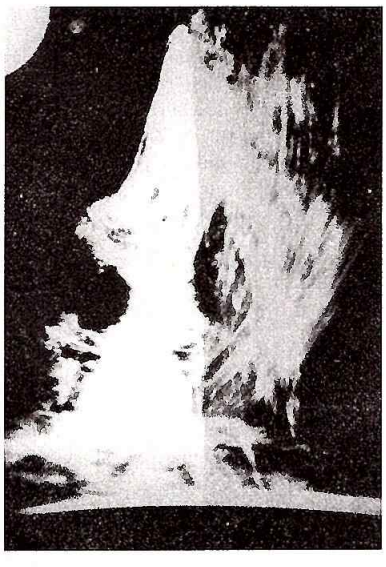
Sluneční erupce a protuberance středem zájmu

Erupce, filamenty, klidné i aktivní protuberance patří k nejzajímavějším, nejsledovanějším a přesto stále záhadným aktivním úkazům chromosféry a spodní koróny. Ačkoliv byly poprvé pozorovány již v polovině minulého století a posledních několik desítek let se sledují skutečně velmi intenzivně, zůstává stále mnoho otázek týkajících se vzniku, energentické bilance, stability i konce či zániku těchto jevů dosud nezodpovězených. Naopak, nové prostředky a metody pozorování a stejně tak rozvoj teorie a výpočetních možností přinesly zcela nové pohledy a zákonitě otevřely i nové otázky. Zejména rozšíření možností detekce elektromagnetického záření za oba kraje optického obzoru a řádové zvýšení úhlové, spektrální i časové rozlišovací schopnosti znamenalo přelom v dosavadních názorech. Subsekundové časové a subvteřinové úhlové rozlišení ukázalo, že staré představy o erupci či protuberanci jako o víceméně homogenním oblaku plazmy ve spojitě se měnícím stavu termodynamické rovnováhy je nutno opustit. V pracích z posledních několika let pozorujeme, že jsou již vytvářeny reálnější modely, které berou v úvahu pozorované důkazy o nerovnovážnosti procesů a vycházejí z poznatků o prostorově i časově diskrétním charakteru jevů a dějů spojených s erupcí či protuberancí.

Právě těmto okruhům problémů bylo věnováno již druhé setkání slunečních fyziků z Vratislavi, Paříže a Ondřejova ve dnech 5. a 6. října 1992. Tato polsko-francouzsko-česká akce byla pořádána Astronomickým ústavem Univerzity ve Vratislavi a 20 účastníků na ní předneslo a vyslechlo 12 referátů. Potěšující je, že řada přednesených prací je pokračováním spolupráce navázané v období několika posledních let. Dva příspěvky byly věnovány souvislostem výskytu slunečních erupcí vzhledem k dalším charakteristikám sluneční aktivity. Jemná struktura filamentů, chladnoucích erupčních smyček a klidných protuberancí byla tématem dalších čtyř referátů. Dvě práce se zabývaly diagnostikou erupční plazmy na základě analýzy rentgenového záření a zbytek prací byl věnován studiu jednotlivých případů erupcí a protuberancí. V závěru setkání pak hlavní iniciátor a organizátor celé akce profesor Bogdan Rompolt představil přítomným vynikající fotografické „portréty" ohromného množství klidných i aktivních protuberancí, pořízené na velkém koronografu observatoře v Bialkově. Mezi nimi se též nalézají pozorování dokumentující první případ přepojování magnetických polarit v protuberancích.

Součástí pracovního setkání byla prohlídka pozorovacího vybavení Astronomického ústavu ve Vratislavi, kde je instalován malý protuberanční koronograf. Půl dne bylo věnováno návštěvě observatoře v Bialkově, vzdálené asi 70 km na severozápad od sídla univerzity. V Bialkově je kromě menšího horizontálního slunečního dalekohledu umístěn jeden z nejzdařilejších exemplářů velkého koronografu typu Nikolského. Koronograf má jednoduchý čočkový objektiv o průměru 0,53 m a ohniskové vzdálenosti 8 m. Coudé systém koronografu napájí jednak spektrograf a jednak zobrazovací systém pro pořizování velmi kvalitních H-alfa filtrogramů protuberancí a erupcí na slunečním okraji. Na základě zkušeností získaných v Astronomickém ústavě v Ondřejově byly optické systémy v obou dalekohledech doplněny kamerami CCD na bázi půlpalcového čipu Philips dodanými pražskou společností ETS.

Jednu z ohromného množství fotografií eruptivních protuberancí pořízených velkým koronografem přinášíme na obrázku. Jemná detailní struktura protuberance (je patrná zejména v pravé, úmyslně méně proexponované části obrázku) má úhlové rozlišení lepší než polovinu vteřiny. Jemná vlákna, která v pravé části eruptivní protuberance zřetelně vidíme, mají příčný rozměr asi 300 km. Zřetelně je též patrný mezivláknový prostor, o jehož vlastnostech, ať již jde o hustotu plazmy, teplotu, magnetické pole a další parametry, neexistují žádné dostupné údaje. Navíc eruptivní protuberance je velmi dynamicky se vyvíjející jev. Snímky téhož objektu pořízené v předcházejících i v následujících minutách se diametrálně odlišují od ukázkové momentky. Popsaný obrázek snad nejlépe naznačuje složitost problematiky výzkumu eruptivních protuberancí a erupcí sledovaných s vysokým prostorovým (ale i časovým a spektrálním) rozlišením. Tyto otázky byly ústředním tématem příspěvků i četných živých diskusí účastníků druhého (a snad ne posledního) pracovního setkání sponzorovaného a výborně organizovaného Astronomickým ústavem Univerzity ve Vratislavi.



▲ *H-alfa filtrogram eruptivní protuberance pořízený velkým koronografem v Bialkově dne 17. května 1989 v 11h 14min 40s UT.*

(foto – Bogdan Rompolt) ❑

Pavel Kotrč

KDY, KDE, CO

♦ **3.–4. IX.** – *Valašské Meziříčí:* ***Možnosti využití energie Slunce a větru.*** Zvýšený zájem o informace o síle větru a intenzitě slunečního svitu přivedl pracovníky Hvězdárny Valašské Meziříčí k myšlence uspořádat seminář zabývající se touto problematikou. Seminář se uskuteční ve dnech 3. a 4. září. První den bude věnován sluneční energii. Po informacích o uvolňování energie Sluncem a osvitových podmínkách v ČR budou představeny jednotlivé typy zařízení pro využití sluneční energie – ohřívače vody, elektrické sluneční články apod. Druhý den bude věnován větrné energii. Po úvodních informacích o intenzitě větru v ČR budou opět zástupci jednotlivých firem prezentovat různé typy větrných elektráren. ✎ Kontakt: Hvězdárna Valašské Meziříčí, 757 01 Valašské Meziříčí; ✆ (0651) 219 28.

♦ **10.–12. IX.** – *Valašské Meziříčí:* ***Praktikum pro pozorovatele Slunce.*** Praktikum je určeno pozorovatelům a zájemcům o pozorování Slunce z kterékoliv hvězdárny a astronomického kroužku v ČR a SR i jednotlivým astronomům–amatérům. Praktikum povedou F. Zloch, odborný pracovník slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR v Ondřejově, M. Hromadová a L. Lenža, odborní pracovníci Hvězdárny Valašské Meziříčí. ✎ Kontakt: Hvězdárna Valašské Meziříčí, 757 01 Valašské Meziříčí; ✆ (0651) 219 28.

♦ ◇ **20.–24. IX.** – *Tatranská Lomnica (Slovensko):* ***IAU Colloquium No. 144: Sluneční koronální struktury.*** Tuto významnou mezinárodní akci zabývající se sluneční fyzikou pořádá Astronomický ústav Slovenské akademie věd při příležitosti 50. výročí založení observatoře na Skalnatém Plese. Jednotlivé přednášky se budou týkat nejnovějších výsledků výzkumu koronálních struktur získaných během 22. cyklu sluneční činnosti. Budou též uspořádány tři panelové diskuse na téma Sluneční zatmění v r. 1990–1991 (přístroje, pozorování, výsledky). Pozorování Slunce z kosmického prostoru (družice Solar-A, SOHO, KORONAS a YOH–KOH) a Možnosti měření elektrického pole na Slunci. ✎ Kontakt: V. Rušin, Astronomický ústav SAV, 059 60 Tatranská Lomnica, Slovensko.

♦ ◇ **23.–26. IX.** – *Puimichel (Francie):* ***International Meteor Conference.*** Jako každoročně, tak i letos se bude konat světové setkání meteorářů – amatérů i profesionálů. Konference bude uspořádána v přívětivém klimatu jižní Francie (Haute-Provence). Na každém z těchto setkání je přednesena řada referátů, navázána řada styků a přátelství, domluvena mezinárodní spolupráce. Jednací řečí je angličtina. Pro účastníky ze zemí střední Evropy byl stanoven snížený účastnický poplatek – pouze 140 DEM (v tomto poplatku je zahrnuto ubytování a strava); přitom je možné, že se podaří pro naše účastníky získat ještě výhodnější podmínky účasti. ✎ Kontakt: V. Znojil, Elplova 22, 628 00 Brno.

říjen '93

♦ **22.–23. X.** – *Ostrava-Poruba:* ***Seminář pro pedagogy.*** Hlavními tématy semináře je výuka astronomie na základních a na středních školách. ✎ Kontakt: I. Marková, HaP BMZ VŠB, tř. 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba.

♦ **22.–24. X.** – *Přerov:* ***Meteorická expedice*** (Orionidy). ✎ Kontakt: Hvězdárna, 757 01 Valašské Meziříčí.

listopad '93

♦ **26.–28. XI.** – *Valašské Meziříčí:* ***Seminář o kosmonautice.*** ✎ Kontakt: Hvězdárna, 757 01 Valašské Meziříčí.

Kosmický dalekohled zkoumá jádro galaxie M 32

Astronomové Vědeckého ústavu kosmického dalekohledu oznámili, že na základě snímků pořízených Hubblovým dalekohledem nalezli nový důkaz existence černé díry o odhadované hmotnosti přibližně tří milionů slunečních hmotností v jádru blízké eliptické galaxie M 32. Snímky ukazují, že hvězdy v galaxii M 32 jsou extrémně nahuštěny směrem k jádru. Přítomnost černé díry v klasické galaxii podobné M 32 může znamenat, že neaktivní černé díry mohou být společným rysem jader galaxií. Nové snímky Hubblova kosmického dalekohledu ukazují, že právě M 32 je zajímavou laboratoří pro testování teorií o formování velmi hmotných černých děr.

Galaxie M 32 je velmi malá a hustá eliptická galaxie obsahující zhruba 400 milionů hvězd při průměru pouhých 300 parseků. Ve vzdálenosti 700 kpc je M 32 jedním z nejbližších sousedů naší Galaxie. M 32 je satelitem známé velké spirální galaxie M 31 v souhvězdí Andromedy, která je dominantní v malé skupině galaxií, jejímž členem je naše Galaxie. M 31 je viditelná i pouhým okem jako obláček vřetencovitého tvaru o šířce poloviny měsíčního disku a její společník, galaxie M 32, je dostupný při pozorování malým dalekohledem.

Galaxie M 32 patří mezi nejnadějnější kandidáty galaxií s masivní černou dírou v jádře. Poprvé s touto myšlenkou přišel v roce 1987 A. Dressler z Carnegiova ústavu ve Washingtonu a D. O. Richstone z Michiganské univerzity. Jejich pozorování provedená pozemskými dalekohledy ukázala prudké zvýšení oběžných rychlostí hvězd směrem k jádru galaxie. Získaná data vedla astronomy k závěru, že galaxie musí vykazovat silnou, ale dosud nepozorovanou koncentraci hmoty v jádru. Nejvýhodnějším objektem odpovědným za popisované vlastnosti by přitom byla černá díra o hmotnosti nejméně několika milionů hmotností Slunce.

Pozemské snímky s potřebnou rozlišovací schopností nebyly k dispozici. Teprve analýza snímků z kosmického dalekohledu ukázala jádro galaxie v potřebném detailu. Astronomové nalezli důkaz pro výše uvedené tvrzení, neboť hustota hvězd skutečně rychle roste směrem k jádru a výsledky jsou velice podobné předpovědi.

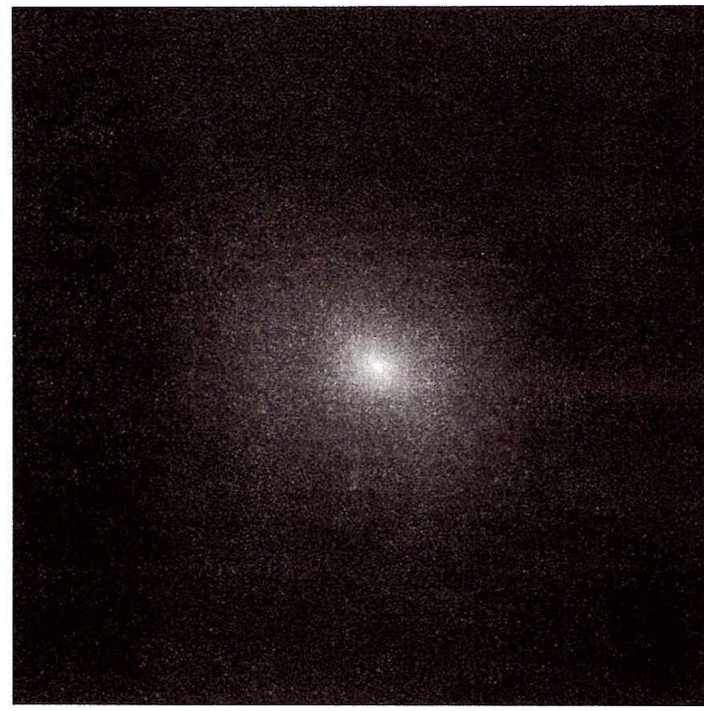
„Jde o nejhustší dosud známý hvězdný systém“, říká T. Lauer. *„Hustota hvězd v jádru M 32 může být více než stomilionkrát větší než rozložení hvězd v nejbližším okolí našeho Slunce. Pozorovatel na vymyšlené planetě v blízkosti jádra galaxie M 32 by mohl vidět oblohu plnou hvězd tak jasnou, že by osvětlovaly krajinu jasněji než stovky měsíčních úplňků. Noc by nebyla nikdy temnější než soumrak na Zemi a pozorovatel by mohl číst noviny při svitu hvězd“*.

Do dubna 1992 odhalil Hubblův dalekohled ještě jednu galaxii, která vykazuje strukturu gravitačního pole černé díry. Touto galaxií je obří eliptická galaxie M 87. Obě galaxie mají zvláštní centrální zhuštění hvězd do jádra ve tvaru kužele. Mezi oběma je však velký rozdíl, neboť černá díra předpokládaná v galaxii M 32 je přibližně tisíckrát menší než černá díra, která by měla existovat v centru galaxie M 87.

Ačkoliv je M 32 asi dvacetkrát blíže než M 87, její mnohem menší černá díra se projevuje také mnohem menší jasností formovaného kužele hvězd a tak se dostává až na hranici rozlišovací schopnosti kosmického dalekohledu. Na rozdíl od M 87 u galaxie M 32 prakticky chybí jakákoliv forma aktivity jádra. Tento výsledek podporuje domněnku, že jádra všech galaxií mohou ukrývat malé neaktivní černé díry.

Protože je oblast, v níž převládá černá díra, velmi malá, Lauer a Faberová také uvažovali o možnosti, že zde žádná černá díra není. Hustota hvězd může ležet za hranicí rozlišení kosmického dalekohledu. Jestliže je to případ M 32, pak může tento fakt vést i k závěru, že je jádro M 32 nestabilní a připravené ke kolapsu.

Černá díra v centrální oblasti M 32 by se měla projevovat paradoxním efektem stabilizujícím galaktické jádro. To proto, že hvězdy obíhají kolem sebe velmi



rychle a dostávají se do gravitačního vlivu mezi sebou navzájem. Může přitom dojít i ke srážkám. Černá díra tímto jevem udržuje hvězdy galaxie v aktivní činnosti.

V případě absence černé díry se hvězdy pohybují dosti pomalu na to, aby se mezi sebou dostaly do gravitační vazby. Srážky mezi hvězdami se stávají vzácnějšími a těžší, pomaleji se pohybující hvězdy klesají do jádra galaxie, které časem zkolabuje.

Jinou možností je, že dvojhvězdy formované v průběhu kolapsu poskytnou dost kinetické energie pro jeho zastavení přenesením momentu na jednotlivé hvězdy. Situace se odrazí na jádru, podobně jako když se gumová koule po deformaci opět vyrovná. Alternativní možností je, že by se z některých hvězd mohli stát v průběhu gravitačního kolapsu jádra, který v každém případě vede ke vzniku černé díry, tzv. modří opozdilci (blue stragglers). Jestliže je tomu tak, mohla by být vyloučena vysvětlení, která nevyžadují přítomnost černé díry.

Který scénář je správný? Jestliže je jádro skutečně nestabilní, mohou astronomové očekávat nalezení hvězd zvaných modří opozdilci. Snímky z Hubblova dalekohledu však ukazují, že populace hvězd v jádru je stejná jako v mnohem vzdálenějších oblastech galaxie. Stejně tak i tvar M 32 zůstává stejný směrem od jádra. Znamená to, že ke kolapsu jádra dosud nedošlo.

Současné astrofyzikální teorie nejsou schopny rozhodnout, zda by se v M 32 mohla či nemohla vytvořit centrální černá díra, ale tato otázka se nabízí jako velice zajímavá možnost. Nová pozorování kosmického dalekohledu dělají z galaxie M 32 kosmickou laboratoř, ve které mohou astronomové ověřovat teorie vzniku velmi hmotných černých děr. Vždyť také hledání těchto objektů v jádrech galaxií je jedním ze základních úkolů Hubblova dalekohledu. Zkoumáním aktivních i neaktivních galaxií získají astronomové lepší představy o podmínkách a dějích vedoucích ke vzniku a vývoji černých děr. ❑

[STScI–PR92–09] *Petr Velfel*

Pozorování konvektivních pohybů na Slunci

V odborném časopise *Nature* byly publikovány dva články (prof. Weisse a Dr. Mullera et al.), týkající se pozorování s velkým rozlišením pohybů ve slunečním granulárním poli. Dr. Mullerovi a jeho dvěma spolupracovníkům se podařilo natočit tříhodinový film změn granulárního pole dalekohledem o průměru 0,5 m – a tedy s rozlišením blýzkým 0,3″ – na observatoři Pic du Midi ve francouzských Pyrenejích, a to za ideálních pozorovacích podmínek. Po zdigitalizování tohoto filmu ve Výzkumné laboratoři firmy Lockheed v Palo Alto v Kalifornii, vybrání kvalitou nejlepších snímků, odstranění pětiminutových oscilací, srovnání obrázků, započtení rotace Slunce apod. byly v zorném poli o rozměrech 58″x 48″ společném všem snímkům studovány vlastní pohyby granulí. Tak se podařilo určit rozložení vektorů rychlostí a tedy i charakterizovat velkostrukturální pohyby v celém sledovaném poli.

Měření prokázala, že ve studované oblasti existuje vždy několik sekundárních konvektivních elementů, tzv. mezogranulí o průměru 3 ÷ 10 tisíc km. Každou hodinu v průměru dvě mezogranule vznikly a dvě zanikly. Mezogranule jsou jakýmsi přechodným článkem mezi základními konvektivními prvky – mezi granulemi o průměru 1 ÷ 2 tisíce km a supergranulemi s průměry okolo 30 tisíc km. Protože ve sledovaném poli bylo možno určit z pohybů granulí i hranice existující tam supergranule, byl studován také vztah mezogranulí k tomuto útvaru. Mezogranule vzniklé uprostřed supergranule se pohybovaly náhodně. Ty, které se vyvinuly blíže jejího obvodu, se pohybovaly směrem k němu a tam zanikaly.

Uvedené výsledky pozorování jsou velmi cenné pro teorii konvekce, pro určení hloubkové diferenciální rotace i pro pochopení fungování slunečního dynama, odpovědného za magnetickou aktivitu sluneční i hvězdných atmosfér.

❑ *(Bu)*

Nový typ impaktních kráterů na Zemi

Asi před 10 000 roky došlo na argentinských pampách k neobvyklému úkazu, který se mohl zdát tehdejším praobyvatelům – pastevcům a předchůdcům Inků – poselstvím boha ohně. Bez jakéhokoliv varování se nad severním obzorem objevilo ve výšce méně než 15° nad horizontem kosmické těleso, které letělo průměrnou rychlostí těles křížících zemskou dráhu, tj. 23 km.s^{-1}. Toto těleso se za několik okamžiků po svém objevení tečně dotklo zemského povrchu. Při tomto dotyku vzplála na obloze ohnivá koule, která se rozrůstala směrem k jihu. Během asi 30 s, po které tento jev trval, došlo podle rekonstrukce k expolzi a vzplanutí stepi o šířce asi 10 ÷ 15 km. Spolu se šířením ničivého ohně létaly vzduchem rozžhavené úlomky hornin uvolněné a unášené ničivým hurikánem. Současně se rozšiřoval smrtící plynný oblak tvořený oxidem uhelnatým (který se uvolnil zplyněním vápenců tvořících v této oblasti skalní podloží) a oxidy dusíku (vzniklými oxidací atmosférického dusíku za vysokých teplot). Po určité době mohli ti, kteří přežili, zaslechnout hromový rachot. Je velmi pravděpodobné, že při tomto gigantickém výbuchu vznikla rovněž ozonová díra značného rozsahu.

Popsaná katastrofa se udála v krajině ležící v blízkosti dnešního města Rio Cuarto v severovýchodní části střední Argentiny. Stopy po této události objevil astronom–amatér, kapitán argentinského vojenského letectva R. Lianza v r. 1989 při cvičném letu.

Na tomto území, jehož podloží je z větší části tvořeno druhohorními vápenci a dolomity, které jsou překrývány třetihorními nesouvislými sopečnými vyvřelinami, se vyskytuje několik výrazně ploše oválných struktur. Čtyři z nich dosahují rozměru 600 x 200 m až 5 x 1 km. Jsou shodně protaženy ve směru SV – JZ. Vroubí je velmi nevýrazné valy o výšce do 10 m. Tyto jednotlivé útvary jsou známé již delší dobu a byly dosud považovány za výsledek vodní a větrné eroze. Rozluštění jejich vzniku přinesl až podrobný geologický výzkum provedený v letech 1990 a 1991. Při něm se podařilo najít v těchto depresích úlomky kamenného meteoritu – chondritu a impaktem zeskelněné horniny.

Výsledky výzkumu prokázaly, že protažené oválné deprese jsou meteorickými krátery speciálního typu, jaké nebyly na Zemi dosud prokázány. Již v r. 1893 upozornil G. K. Gilbert, jeden z prvních vážných zastánců vzniku impaktních kráterů na Zemi, na skutečnost, že komety a planetky budou dopadat na zemský povrch nejpravděpodobněji pod úhlem 45°. Čím více se úhel dopadu od udané hodnoty na obě strany liší, tím menší je jeho pravděpodobnost. Čím je úhel dopadu strmější, tím více energie se při dopadu přenáší na cíl a tím mohutnější výbuch nastane. Výsledkem je kráter, jehož půdorys se více blíží kruhu. Jaké důsledky bude mít na rozdíl od toho šikmý dopad? Modelování v laboratoři ukázalo (dopady projektilu ráže 6,35 mm rychlostí 6 km.s^{-1} do vhodného materiálu), že při úhlech dopadu pod 15° si dopadající těleso zachovává větší část své kinetické energie. Tato skutečnost se projeví zejména u tzv. tečných impaktů, kdy úhel vzhledem k vodorovné rovině je menší než 5°. Dopadá-li těleso pod určitým kritickým úhlem, který je funkcí rychlosti a složení impaktoru, vzniká soustava protažených kráterů elipsovitého půdorysu. Dopadající těleso se při prvním tečném nárazu často rozdělí na úlomky, které se pohybují přibližně ve stejném směru jako původní těleso a téměř stejnou rychlostí a dalšími nárazy vytvářejí soustavu za sebou následujících kráterů.

Kdyby těleso o stejné rychlosti a hmotnosti dopadlo kolmo, vytvořil by se místo těchto poměrně mělkých „šrábnutí" kráter kruhového tvaru o průměru 2 ÷ 3 km a o hloubce asi 500 m. Odhaduje se, že takový výbuch by měl intenzitu 350 megatun TNT. To je asi 10–krát více než při vzniku arizonského kráteru a zhruba 30–krát více než při tunguzské události.

Proti kráterům, které vznikly impaktem těles se strmou dráhou dopadu a jež mají vyvinutý kruhový lem impaktních vyvřelin, se u těles s tečnou drahou dopadu vyvrženiny rozprostřou okolo protažené deprese tak, že svým tvarem připomínají motýlí křídla. U popisovaných kráterů se lemy vyvrženin nezachovaly. Mohly být rozrušeny těsně po svém vzniku hurikánem nebo podlehly pozdější erozi. Dobré příklady impaktních kráterů vznklých tečným dopadem známe z Měsíce (např. krátery Messier 14 x 6 km a Schiller 170 x 70 km) a rovněž z Marsu.

Argentinský kráter Rio Cuarto reprezentuje poměrně vzácný typ meteoritického kráteru a na Zemi je novým, do této doby neznámým geomorfologickým útvarem.

❑ *Mojmír Eliáš*

Projekt FIRST - nová rádiová přehlídka oblohy

Radioastronomové ve Spojených státech začali v dubnu letošního roku novou přehlídku oblohy v rádiovém oboru na vlnové délce 20 cm. Tento projekt, známý pod zkratkou FIRST (**F**aint **I**mage of **R**adio **S**ky at **T**wenty centimeters), by měl v průběhu příštích pěti let využít asi 10 procent pozorovacího času největšího radioteleskopu VLA v Novém Mexiku. Autoři projektu očekávají, že kromě tří čtvrtin celé nebeské sféry viditelné během roku bude detailně a s vysokým rozlišením zmapována zhruba polovina severní oblohy. Tato přehlídka by měla poskytnout přesné polohy více než jednoho milionu rádiových zdrojů s přesností, která je běžně dosahována optickými přístroji. Tento projekt by měl dále významně přispět k objevu nových kvasarů, aktivních galaxií a vzácných gravitačních čoček.

Duchovní otec projektu, prof. David Helfand z univerzity v Cambridge, přirovnává význam projektu FIRST k takovým přehlídkám oblohy, jakou byl např. před 40 lety fotografický atlas palomarské observatoře nebo jaké získaly družice IRAS v infračerveném oboru, ROSAT v rentgenovém a ultrafialovém pásmu a Comptonova družice v oblasti záření gama.

[RAS News, PN–NAM93/17] *(Wf)*

ASTRONOMICKÁ KRONIKA

ČERVENEC 1993

● **7. VII.** – ***Seth B. NICHOLSON*** (12. XI. 1891 – 3. VII. 1963) – 30. výročí úmrtí. Americký astronom. Věnoval se výzkumu planet a malých těles sluneční soustavy, povrchovým jevům na Slunci a jeho vlivu na Zemi. S E. Pettitem provedl řadu astrofyzikálních měření hvězd.

● **5. VII.** – ***Harry H. PLASKETT*** (5. VII. 1893 – 20. I. 1980) – 100. výročí narození. Kanadský astronom. Zabýval se sluneční fyzikou a stelární astronomií. Jako jeden z prvních podrobně sledoval fyzikální podmínky v atmosférách horkých hvězd; vypracoval model symbiotických hvězd; pomocí spektrofotometrie měřil rozložení energie ve spektru Slunce a dalších hvězd.

● **6. VII.** – ***Arnold KOHLSCHÜTTER*** (6. VII. 1883 – 1969) – 110. výročí narození. Německý astronom. V letech 1913 – 1916 společně s americkým astronomem W. S. Adamsem vypracoval metodu určování hvězdných paralax na základě jejich spekter.

●**10. VII.** – ***Frank SCHLESINGER*** (11. V. 1871 – 19. VII. 1943) – 50. výročí úmrtí. Americký astronom. Zabýval se problematikou přesných měření hvězdných paralax (publikoval *Obecný katalog paralax* obsahující paralaxy 7534 hvězd) a praktickou astronomií.

●**18. VII.** – **Jean A. GAUTIER** (18. VII. 1793 – 21. 12. 1881) – 200. výročí narození. Švýcarský astronom. Věnoval se určování hvězdných paralax, sluneční fyzice a vlivům Slunce na Zemi.

● **22. VII.** – ***Izrael HÜBNER*** (21. II. 1619 – 22. VII. 1668) – 325. výročí úmrtí. Saský astronom. Jeho zásluhou vznikla v r. 1661 v Prešově první slovenská hvězdárna.

●**24. VII.** – ***Henri A. DESLANDRES*** (24. VII. 1853 – 15. I. 1948) – 140. výročí narození. Francouzský astronom. Zabýval se fyzikou Slunce a laboratorní spektroskopií molekul. Nezávisle na G. E. Hallovi postavil v r. 1891 první spektroheliograf. Byl zastáncem elektromagnetického původu sluneční aktivity.

❑ *(k)*

Pryč s hvězdáři aneb hvězdárna trnem v oku

Hvězdárna v Jičíně byla postavena v šedesátých letech zásluhou pana Aloise Šafránka. Činnost, k níž je určena, v ní ale probíhala jen velmi krátké období. Již v r. 1968, tedy zhruba 2 roky po dokončení výstavby, byla obsazena polskými vojáky. Řada přístrojů poté zmizela neznámo kam a nově postavený objekt se stal skladem různých úřadů ve městě. Tím nastalo patnáctileté období jeho chátrání.

Astronomická činnost v Jičíně byla obnovena v r. 1983, kdy se našla parta mladých fandů do astronomie a pod vedením Josefa Rejhy založila astronomický kroužek. Následující léta se ale členové kroužku věnují více obnově objektu hvězdárny než astronomii samotné. Narážejí přitom na řadu problémů. Jedním z nich je i otázka vedení dálnice přes pozemek hvězdárny a tedy srovnání hvězdárny se zemí. Naštěstí dálnice vede jen kolem a hvězdárna stále stojí. Boj o astronomii v Jičíně však pokračuje.

Pan Rejha odchází po třech letech do Prahy a jeho místo v kroužku zaujímá Jaroslav Heršálek; ten však v té době ještě není plnoletý. Kroužek navazuje kontakty s úpickou hvězdárnou a společně se podaří zažehnat nejhorší – objekt hvězdárny dál patří kroužku a jeho členové mohou pokračovat v opravě budovy. Oficiálního vedení se ujímá s. Bláha, tehdejší pracovník OV KSČ, s nímž ale v krátké době vznikají rozpory. Členové kroužku – převážně studenti – pracují na opravě objektu zdarma, zjišťují však, že za jejich práci bere peníze někdo cizí. (Tuto skutečnost potvrdil i výbor lidové kontroly, na nějž se obrátili.) Členové kroužku znechuceně opouštějí hvězdárnu až do vyřešení sporu. Ten nakonec sice vyhráli, ale mezitím dochází k listopadovým událostem a nové vedení (zřejmě z neznalosti situace) dává objekt křesťanským skautům, „aby jej hvězdáři dále nedevastovali". A tak nastává další kolo jednání o záchranu hvězdárny pro astronomii. V té době již existuje Sdružení hvězdáren a planetárií a tak se členové jičínského kroužku kromě hvězdárny v Úpici obracejí o pomoc i na ně.

Nejprve je nutné co nejpodrobnější seznámení se situací a terénem. To není nijak složité, neboť členové kroužku jsou vůči funkcionářům Sdružení zcela otevření, informují je podrobně o všem – o svých úspěších, neúspěších, slabostech a nedostatcích, o činnosti, proběhlých jednáních i lidech, se kterými je nutno jednat. Obeznámení s terénem usnadňuje i to, že kroužek je již řadu let v kontaktu s úpickou hvězdárnou, které pravidelně skládá účty ze své činnosti. A tak na jednání s vedoucím odboru školství a kultury městského úřadu v Jičíně panem R. Sálem jede zástupce Sdružení dokonale připraven, což po delším jednání náročném na slovíčka přináší určitý úspěch. Kroužku je opět umožněn vstup na hvězdárnu (kopuli přece skauti nepotřebují) a dokonce je přislíbena určitá finanční pomoc při údržbě. Skauti ovšem o společnou údržbu objektu hvězdárny moc velký zájem neprojevují a tak práce leží opět na astronomech, kteří by rádi hvězdárnu zprovoznili i pro veřejnost.

Zdá se, že to vše bude ještě nějaký čas trvat, zcela vyhráno není, ale budovu a kroužek se zatím povedlo v Jičíně zachránit. A doufejme, že se podaří tento stav udržet i v budoucnosti. V případě Jičína je totiž nesmírnou výhodou, že se členové kroužku obrátili na ty, kteří mohou a mají zájem pomoci a že před nimi, lidově řečeno, „zcela vyložili karty", tj. nic neskrývali a nezatajovali. Takže ten, kdo v jejich zájmu jednal, měl možnost být na jednání dokonale připraven. A to je základ úspěchu. Budiž toto návodem pro další, kteří mají podobné problémy a rádi by je vyřešili.

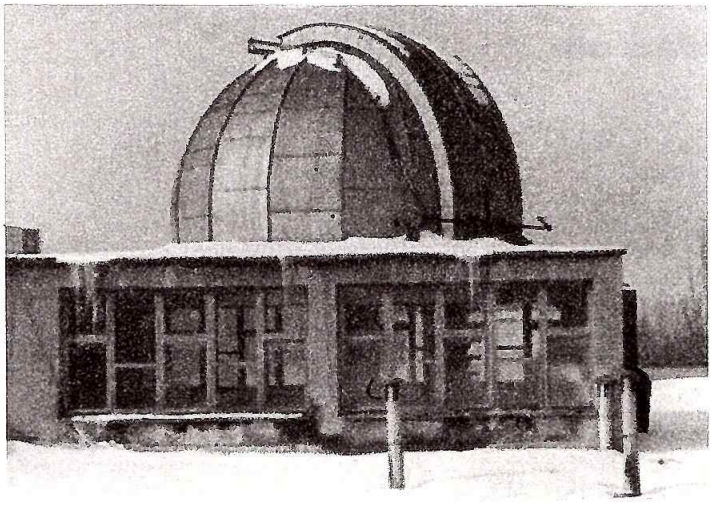
❑ *Eva Marková & Jaroslav Heršálek*

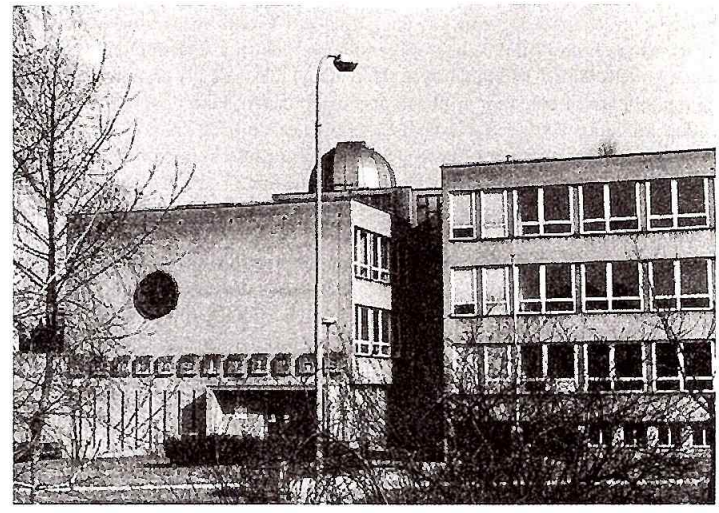
Hvězdárna také v Havířově

Když se v r. 1990 přihlásil o budovu staré lékárny původní majitel, sen astronomického kroužku o rekonstrukci tohoto objektu v solidní hvězdárnu se rozplynul. A tak kroužek obrátil pozornost na kopuli, která skoro 20 let byla pouhou ozdobou architektury gymnázia ve Studentské ulici.

Z iniciativy ředitele gymnázia pana Macha byla pod kopulí zabudována podlaha a nosný sloup pro dalekohled byl vetknut do železobetonové stropnice o patro níže. Do kopule vedly točité schody, ale chybělo ještě mnohé. Členové astronomického kroužku pak začátkem roku 1992 zajistili funkčnost otáčení kopule a částečně opravili i otevírání štěrbiny. Pak byla vyměněna část shnilých prvků vnitřního obložení kopule, do níž zatékalo. Zbývalo ještě zajistit to podstatné – solidní a levný dalekohled. Ale i ten se díky informaci Petra Kucharčíka, předsedy ostravské pobočky ČAS, a díky iniciativě ředitele městského kulturního střediska v Havířově pana Janulka podařilo získat.

Starší dalekohled Zeiss Cassegrain 150/2250 spolu s dalšími nekompletními třemi 'Newtony' (∅ 100 mm) a jedním muzejním refraktorem (∅ 80 mm) odpočíval na půdě Městského úřadu v Ostravě–Mariánských horách. Po vypracování znaleckého posudku a úhradě byly přístroje převezeny v listopadu 1992 do Havířova.





Původní točité schody průměru 1,7 m byly demontovány, neboť zasahovaly v kopuli o průměru 3,8 m do prostoru dalekohledu, a byly nahrazeny jiným typem schodiště. Pak zbývalo již jen dodavatelským způsobem zpevnit podlahu v kopuli a opatřit schody a stěny obkladem. Na fošnový pilíř byl namontován zmíněný Cassegrain a s jásotem bylo konstatováno, že motorický pohon je funkční. A tak mohla být 15. února 1993 za účasti oficiálních hostů hvězdárna předána do provozu.

Celá tato akce má však jednu vadu na kráse. Hvězdárna sice leží na kraji města, ale pozorování je pro intenzivní osvětlení omezeno jen na východní sektor oblohy. Na západním nebi, což je pohled přes střed města, lze stěží uvidět hvězdy třetí magnutudy, a při pozorování Měsíce a planet nelze použít větší zvětšení pro silnou turbulenci ovzduší nad městem.

Přesto astronomický kroužek, který se po 8 let zabýval výhradně popularizací astronomie v přednáškách pro veřejnost, začíná provádět v současné době i svá astronomická pozorování.

❑ *Miloň Bura*

ASTRONOMICKÉ KLUBY

Celkové snímky sluneční fotosféry

Některé hvězdárny v bývalém Československu se dlouhá léta zabývaly snímáním celkových přehledných snímků sluneční fotosféry. V posledních letech však byla tato činnost na mnohých hvězdárnách ukončena v důsledku finanční nedostupnosti nejčastěji používaného negativního fotografického materiálu ORWO DU 3 (některé stanice však fotografují na svitkový film). Cena jedné skleněné fotografické desky dosahovala u našich obchodních organizací částky kolem 50 Kčs za kus. V důsledku sjednocení Německa se tato suma ještě zvýšila.

Se stejnými problémy se potýkalo i naše pracoviště ve Valašském Meziříčí, které se fotografickému sledování Slunce věnuje již dlouhá léta. Nechtěli jsme přestat se snímkováním celého disku a tak jsme hledali náhrady na domácím trhu od domácích výrobců. Je potěšitelné, že se nám ekvivalentní náhradu podařilo najít.

Jedná se o běžně dostupný černobílý negativní fototechnický orthochromatický senzibilizovaný film FOMA REPRO O5. Jak již vyplývá z názvu, je to výrobek z domácí produkce. Je dodáván jako planfilm o rozměrech 9 x 12, 13 x 18 cm atd. na rozměrově stálé podložce. Jelikož na našem pracovišti máme první zkušenosti s tímto materiálem, dovolím si zde uvést některé z našich poznatků.

Je možno říci, že tímto materiálem lze v plné míře nahradit stávající skleněné desky ORWO DU 3. Má velmi dobrou kresbu, vysokou rozlišovací schopnost (min. 180 čar/mm), velký kontrast (takže může zachytit i granulaci v lepším podání než ORWO DU 3), snadné zpracování i skladovatelnost a hlavně dostupnou cenu: 50 listů 13 x 18 cm stojí 280 Kč, což je 2,80 Kč na jeden list 9x12 cm. Není potřeba měnit velikost slunečního disku na negativu ani vyrábět přídavná zařízení. Lze použít sluneční komory fy Zeiss Jena, kde se tento film vkládá běžným způsobem. Je však nutné mít v kazetě např. starou zpracovanou desku, před kterou se tento list vkládá. Jelikož maximum citlivosti tohoto materiálu je kolem 540 nm a končí kolem 570 ÷ 580 nm, je možné v temné komoře pracovat při tmavě červeném osvětlení (filtr R1). Uživatelům klasických slunečních komor fy Zeiss Jena doporučuji přejít na filtr OG2 nebo OG5 (z doposud používaného GG14) a přidat šedý neutrální filtr N5 (pětinásobné zeslabení). Filtr OG5 propouští záření o vlnové délce větší než 550 nm a proto nemusíme vkládat intenzivnější neutrální filtry.

Jedinou nevýhodou tohoto materiálu je snadné usazování prachu na citlivé vrstvě působením statické elektřiny. Tento problém se však dá odstranit opatrnou manipulací.

Zájemci o podrobnější informace (vývojka, zpracování atd.) se mohou obrátit na autora článku *(Hvězdárna, Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí, ✆ (0651) 219 28)* nebo na *prodejnu FOMA v Hradci Králové, ✆ (049) 231 47.*

❑ *Libor Lenža*

Zasílání pozorování proměnných hvězd k publikaci

Na schůzce vedení sekce pozorovatelů proměnných hvězd při ČAS, která se konala 17. IV. 1993 na Hvězdárně a planetáriu Mikuláše Koperníka v Brně, se mimo jiné diskutovalo o možnosti uveřejňování pozorování proměnných hvězd od našich pozorovatelů.

Brněnská hvězdárna koordinuje pozorovací program, který se soustřeďuje zejména na zákrytové dvojhvězdy, a také zajišťuje jejich publikaci. Pozorování těchto zákrytových systémů proto zasílejte i nadále na adresu: *Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, Kraví hora, 616 00 Brno.*

V poslední době díky Expresním astronomickým informacím získávají pozorovatelé materiál také o dalších proměnných hvězdách (novy, supernovy, kataklyzmické proměnné, dlouhoperiodické aj.). Tato data můžete posílat na adresu *Dr. Petr Hájek, Hvězdárna Vyškov, poštovní přihr. 43, 682 00 Vyškov.* Pozorování budou publikována v EAI, automaticky zaslána do databáze AAVSC (Americká společnost pozorovatelů proměnných hvězd) anebo poskynuta zájemcům o jejich zpracování.

❑ *(ph)*

ASTRONOMICKÁ KRONIKA

SRPEN 1993

● **4. VIII.** – ***Henrietta Swan LEAVITTOVÁ*** (4. VIII. 1868 – 12. XII. 1921) – 125. výročí narození. Americká astronomka. Zabývala se proměnnými hvězdami – zjistila závislost mezi periodou a jasností proměnných hvězd, objevila více než 2400 proměnných hvězd. Proměnné hvězdy zkoumala především v Magellanových mračnech.

● **6. VIII.** – ***Girolamo FRACASTORO*** (1483 – 6. VIII. 1553) – 440. výročí úmrtí. Italský učenec. Splečně s Novarou patří k prvním kritikům Ptolemaiovy geocentrické soustavy.

● **19. VIII.** – ***Leonid Alexejevič KULIK*** (19. VIII. 1883 – 14. IV. 1942) – 110. výročí narození. Estonský mineralog a astronom. Zabýval se výzkumem meteoritů, zorganizoval a vedl expedice na místo tunguzské katastrofy (1927, 1928, 1929–30, 1938 a 1939).

● **20. VIII.** – ***George Anthony*** *(Georgij Antonovič)* ***GAMOV*** (4. III. 1904 – 20. VIII. 1968) – 25. výročí úmrtí. Americký fyzik a astrofyzik ruského původu. Pracoval především v oblasti jaderné fyziky, nukleogeneze, stavby a vývoje hvězd a kosmologie. Patřil k zastáncům modelu horkého vesmíru, na jehož začátku byl big bang. V r. 1948 uveřejnil společně s R. A. Alpherem a H. Bethem teorii o vzniku prvků v horkých začátcích vývoje vesmíru – tzv. α–β–γ teorie, resp. Alpherova–Betheho–Gamovova teorie. Na základě této teorie předpověděl jako první existenci radioaktivního záření. Byl též velkým popularizátorem vědy – je autorem více než 30 vědecko–populárních knih zabývajících se i otázkami astrofyziky a kosmologie.

● **27. VIII.** – ***Alexej Nikolajevič SAVIČ*** (9. III. 1811 – 27. VIII. 1883) – 110. výročí úmrtí. Ruský astronom. Pracoval v oblasti určování drah komet, planet a jejich měsíců. Zabýval se astronomickou refrakcí, teorií zatmění, barometrickým pozorováním a gravimetrií. Je autorem základní učebnice *Kurs astronomie* (1874–1883).

❑ *(k)*

KNIHY - ČASOPISY - SOFTWARE

Knižní žeň 1992

V záplavě knižní produkce zábavné literatury a sci-fi se poněkud ztrácí hrstka publikací, věnovaná poučení o vesmíru. O těch nejdůležitějších jsme uveřejnili samostatné recenze, avšak přeci jen stojí skromný loňský přírůstek do knihovniček přátel astronomie za rekapitulování.

Především se sluší poděkovat za to, že nebyla přerušena tradice vydávání českých hvězdářských ročenek. Již 69. svazek astronomických efemerid ***Hvězdářská ročenka 1993*** (viz *Říše hvězd 74 (2/1993), s. 46)* spatřil počátkem podzimu světlo světa díky Hvězdárně a planetáriu hl. m. Prahy a autorskému kolektivu vedenému Pavlem Příhodou. Finančně přispěl Fond ČSAV pro vydávání vědecké literatury, Sdružení hvězdáren a planetárií ČR a AsÚ ČSAV; vydání urychlila sazba firmy S. Kříž Servis výzkumu a podnikům. Příjemnou novinkou je návrat k formátu A 5.

V nakladatelství Academia vyšla ***Astronomická příručka*** (autorský tým vedl Marek Wolf), charakterizovaná jako závěrečný doplněk řady Hvězdářských ročenek a pojatá zčásti jako učební text, zčásti jako návod pro pozorovatele. Najdeme zde užitečné kapitoly ze sférické astronomie, přehlednou stať o kometách, na metody pozorování zaměřenou partii o meteorech, vizuální fotometrii a zákrytových proměnných, informace o fotometrickém systému UBV i přehled astronomických katalogů. Vše stručně, výstižně – a co v příručce nenajdete, to se tam zkrátka nevešlo.

Slovenští kolegové dostali (také včas) svou astronomickou ročenku 1993 (viz *Říše hvězd 74 (2/1993), s. 46)*, vydalo SÚAA v Hurbanově. Díky dotacím má téměř poloviční cenu, o polovinu větší rozsah a více než dvojnásobný náklad než česká ročenka. Tradiční úprava je vhodná i pro pouhé zájemce o vesmírná dění. Obsah doplňují solidní přehledové články a seznam umělých kosmických těles za r. 1990 (ten ovšem vyšel v češtině už na jaře 1991). SÚAA vydalo též pěkný barevný kalendář ***Astronomické úkazy a výročia 1993*** (viz *Říše hvězd 74 (2/1993), s. 46)* od Ladislava Drugy – další ze série užitečných astronomických publikací pro každého. Tedy po pravdě: na Slovensku, protože pro českého zákazníka je nyní jednodušší objednat si knihu v USA než u sousedů...

Academia pokračovala loni ve vydávání mohutného slovníku ***Space Science Dictionary*** Josipa a Heleny Kleczkových. Čtyři díly vycházejí na přeskáčku, v r. 1992 jsme dostali do rukou poslední, věnovaný vědám o Zemi, sluneční soustavě a vzdálenému vesmíru (viz *Říše hvězd 74 (2/1993), s. 46)*. Teprve když člověk vidí pohromadě všech 90 tematických úseků a čte poděkování tisícovce spolupracovníků, uvědomí si gigantičnost celého projektu a rád před naším Jožkou smekne. Sám slovník je ekvivalentní třiceti dvojjazyčným slovníkům a navazující anglicko–čínský a anglicko–arabský slovník díla ještě rozšiřuje. Space Science Dictionary se tak stává fundamentální prací světového formátu při normalizaci a unifikaci odborné terminologie.

Rozsahem na opačném břehu publikační činnosti stojí útlé sešitky, připomínající dávné „Vědění všem". Pod souborným názvem ***Vesmírné miniatury*** je začala r. 1991 vydávat Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy především pro své návštěvníky (viz *Říše hvězd 74 (3/1993), s. 68)*. Loni vyšla tři čísla. Pavel Příhoda soustředil některá zajímavá **Čísla z vesmíru** (škoda, že jich je málo a že polovinu sešitu zabírají základní úkony obecných počtů); Lenka Soumarová napsala kompaktní článek pro laiky **Slunce** a Petr Sojka velmi užitečný návod na zhotovení brejláku – **Postavte si nejjednodušší dalekohled.**

Charakter malé středoškolské učebnice má sešitové vydání ***Stavba a vývoj vesmíru*** (Jiří Grygar, Hvězdárna v Úpici). V podobné úpravě vyšel od stejného autora i přehled ***30 let astronomie***, datovaný r. 1991 – jákási 'superžeň' objevů.

Česká astronomická společnost vydala záznam panelové diskuse, která se 22. XI. 1991 opravdu povedla: ***Astronomie a 21. století.*** Obsahuje mimořádně velké množství informací a úvah a nebýt skromné výpravy, mohli by ji přátelé astronomie právem nominovat na knihu roku.

Základy integrované přírodovědy se pokusil položit Július Krempaský v knize ***Evolúcia vesmíru a prírodné vedy*** (vyd. Slovenské pedagogické nakl.) – viz *Říše hvězd 74 (5/1993), s. 118*. Je to mimořádně zajímavá publikace, dotýkající se fyziky, chemie, biologie i filosofie a podávající ucelený obraz hmoty a prostoru od velkého třesku až po bio– a ekosystémy. Poutavě a přitom precizně, bez velké matematiky. Zajímavý je doslov, komentující z přírodovědného hlediska hlavní kosmologické postuláty bible. Prof. Krempaský dospívá k názoru, že věda a náboženství se pozoruhodně přibližují v základních stanoviscích k reálnému světu. Jediný podstatný rozdíl spočívá v názoru na existenci Prvotního hybatele – ale protože z přírodovědného hlediska nelze prokázat ani jedno, ani druhé, můžeme oba přístupy považovat za vědecky zcela ekvivalentní.

Část mezery v naší literatuře, vysvětlující historický vývoj vztahů mezi vědou a vírou, zaplňuje populární úvaha Jiřího Grygara ***Velký třesk a bible*** (vyd. Divadlem hudby v Ostravě koncem r. 1991); autor je zárukou odborně fundovaného přístupu k problému. Což nelze říci o jiných sešitech, vydávaných jako účelové náklady různými spolky. Zatímco Grygar bez větších potíží usiluje o nalezení společného jazyka přírodovědců i věřících, např. dvě drobné práce Františka Venzary ***(Kdy bude, dle bible, konec světa?*** a ***Nově o vývoji Země a člověka v bibli)*** se – jakoby v inversi k předchozím 40 letům marx–leninské hegemonie) – snaží hledat *„pravdivost duchovní vědy před astronomií"*. I poznání slepých cest má však svůj význam a tak redakce děkuje vydavateli (Sdružení přátel morálního zákona z Přerova) za upozornění. Do filozofických aspektů přírodních věd můžeme zařadit ***Tao fyziky*** amerického holistického fyzika Fritjofa Capry (vyd. česky Gardenia, Bratislava). Kniha je označena jako bestseller, sbližující orientální filozofii a západní vědu v humanistickém pohledu na vesmír. Tao značí cestu a autor považuje vědu i mystiku za komplementární projevy lidského ducha.

Vraťme se však k astronomii. Výzkum planet je v loňské nadílce zastoupen výborným překladem sborníku sestaveného před deseti lety J. G. Kacem ***Planety očima geologů*** (vyd. SNTL). Obsáhlý doslov zvící poloviny knihy obsahuje stať Naděždy Šťovíčkové *Poznatky soudobé paleontologie*, dovádějící úvodní studii „up to date".

I Země se v pojetí moderního člověka stává integrovanou součástí vesmíru. Pro nejmenší děti vydalo nakl. Kartografie Praha hezkou knížku Evy Klímové ***Obrázková encyklopedie: Země*** s ilustracemi G. Filcíka. Je určena pro čtenáře od 8 let, ale skvěle poslouží i rodičům ještě menších ratolestí (q.e.d.). O stupínek výše míří Jiří Grygar a Libuše Kalašová spolu s ilustrátorem J. Malákem publikací ***Země ve vesmíru*** (vyd. Albatros) – viz *Říše hvězd 74 (5/1993), s. 118*. To je dílko, vytvořené hlavou i srdcem, přímo klasická ukázka českého pojetí populárně naučné, encyklopedické knihy pro děti a mládež. Pro odborníky je pak určena tenoučká brožura Jána Dorniče ***Dálkový průzkum Země*** (Vydavatelství českého geologického ústavu), doprovázející videokazetu o geologických aplikacích.

Sluneční aktivita a její vlivy na biosféru jsou tématem 21 referátů, otištěných s dvouletým zpožděním ve ***Sborníku z 10. celostátního slunečního semináře,*** který loni vydalo SÚAA v Hurbanově. U příležitosti 150. výročí narození významného astronoma a zakladatele (1871) hvězdárny v Hurbanově – Miloláše Konkolyho-Thege se podařilo vydat SÚAA krásnou, reprezentativní publikaci ***Hvězdáreň Hurbanovo*** (Ladislav Druga).

Astronomie se vyskytuje i v některých široce zaměřených encyklopediích, v posledním čase k nám hojně importovaných. Příklad: ***Ilustrované dějiny světa*** od Larousse, které i v české mutaci vydalo bratislavské nakladatelství Gemini. Krásně vypravená publikace, jak je v cizině zvykem. Škoda jen, že I. Suchomelová, která odborně revidovala text, věnovala okrajovým partiím o vesmíru také jen okrajovou pozornost. *„Člověk může pozorovat zeměkouli jako J. L. Chrétien a P. Baudry. Symboly, které známe z pohádek Saint–Exupéryho, vystřídala vysoká technologie kosmického výzkumu..."* – ukázka, jak mechanicky přebírat cizí text knih bez ohledu na znalosti našich čtenářů a jejich kulturní a společenské zázemí. Kdo z dětí zná dobře Exupéryho pohádky, o jménech francouzských kosmonautů nemluvě? Navíc je použito nesprávné a kostrbaté terminologie: *„raketa J. Verna nemohla...avšak raketa Apollo umístila na satelit modul pro výzkum Měsíce L.E.M."*, *„podle Koperníka se země otáčí"*, Tycho je opět de Brahe, asteroidy cirkulují apod.

Pravou matkou literatury sci-fi byla astronomie.

S. Moskowitz (1976)

Návštěvníci kin utratili sto milionů dolarů, aby mohli zhlédnout fantastický film o blízkých setkáních třetího druhu. Za tyto peníze bychom mohli být svědky blízkého setkání ve skutečnosti už během našeho života.

C. Panati (1980)

Obdobně výpravná je i převzatá publikace ***Vesmír – hvězdy, planety a kosmické lodě*** (originál 1988, česká mutace vyd. Osvěta Martin v edici Okna do světa). Perfektní obrázky, dobrý výběr informací pro každého začátečníka, překlad jen s drobnějšími chybami, z nichž některé jsem našel i v anglické verzi (Pohled na Zemi z Apolla 21, Venuše oběhne Slunce na s. 28 za 224 dní a na s. 37 už za 225 dní, na mapce oblohy je jednou Velký lev a jindy Lev, místo Velké medvědice najdeme Velkého medvěda...). Shodou neblahých okolností je to jediná větší publikace loňského roku, která je věnována převážně kosmickému výzkumu, raketám a družicím, jejichž činnost je na konkrétních příkladech mimořádně názorně vysvětlena. Nepočítáme-li skromný sešitek, který vydala před koncem roku Hvězdárna a planetárium hl. m Prahy pod názvem ***Space shuttle:*** **model – házedlo amerického kosmického raketoplánu.** Kromě jmenovaného obsahuje i technický popis tohoto kosmického dopravního prostředku a základní údaje o jeho provozu. Kdo v této části mé žně bude hledat zmínku o každoročním přehledu Kosmonautika, který dříve vydávala ČTK, bude hledat marně: vzhledem ke změně edičního záměru se vydávání ujme Hvězdárna a planetárium v Praze, avšak pro zdravotní indispozici dlouholetého autora došlo k dalšímu zdržení ve vydání Přehledu za r. 1991. Ale zájemci nechť nezoufají – letos (1993) vše napravíme!

Stostránková brožura ***Kamenné otazníky aneb Megality v Čechách*** (vyd. Svojtka a Vašut, Praha 1991) shrnuje mnohaletý výzkum Jaroslava Helšuse a Antonína Hluštíka tzv. kounovských řad a dalších megalitických staveb u nás. Obsahuje důležitá svědectví o zajímavých prehistorických památkách, i když nepřeceňuje jejich astronomický význam. Neobvyklým odborným textem je vlastním nákladem vydaná publikace Josefa Šuráně ***The Star of Bethlehem:*** jak se mohli čtenáři *Říše hvězd* dozvědět v loňském vánočním čísle (12/1992), s. 191, autor dovozuje, že hvězda betlémská byla astronomicky svázána s Venuší a Ježíš se narodil ve středu 22. XI. r. 10 př. n. l.

Na pomezí magie a vědy, avšak oběma nohama na půdě faktů se pohybuje ***Svět tajemných sil A. C. Clarka.*** Text, který vznikl podle úspěšného televizního seriálu, byl poprvé vydán r. 1980 a nyní česky nakl. Columbus v Bratislavě. Z tuctu záhad se naší oblasti zájmu bezprostředně dotýkají čtyři. Kruhové stavby a menhiry (kde se Clarke jednoznačně staví proti dovolávání se jakýchkoliv tajemných sil, natož zásahu mimozemských bytostí), velký sibiřský výbuch (který považuje za vyřešený srážkou s přirozeným kosmickým tělesem), podivné úkazy na obloze (klasická interpretace Hvězdy betlémské) a UFO, kde Clarkovo hodnocení stojí za delší citaci: *„Ze všech příkladů mé vlastní zkušenosti vyplývá jediné: neobvyklé objekty nebo jevy na obloze mohou pomýlit i odborně fundované a čestné svědky. A svědectví neodborníků (i když není ovlivněno vzrušením nebo zaujatostí) je naprosto bezcenné... UFO představují vážný a fascinující problém. Některé ze stovek jejich variant nás možná přivedou (i když o tom pochybuji) k významným vědeckým objevům. Jediná věc, kterou jsem si bezpečně jistý, je to, že UFO nejsou vesmírné lodi. Takové vysvětlení je totiž příliš naivní a geocentrické..."*

Bohužel, knižní pulty i stánky jsou zaplaveny publikacemi von Dänikena, M. Hesemanna a dalších právě na toto a podobná témata. Dílům druhého jmenovaného autora jsme věnovali v *Říši hvězd* samostatnou úvahu – viz *Říše hvězd 4/1993, s.94.* Pro úplnost dodejme, že nakl. Gemini vydalo v Edici záhad reprezentativní obrazovou knihu **UFO,** v níž se tým autorů pokusil o střízlivější přístup a o odhalení mnoha padělaných „dokumentů". Vraťme se k myšlenkám slavného vizionáře A. C. Clarka: *„Podle mého názoru to, co teď UFO potřebují, je nejméně 10 let mírné nevšímavosti. Přestaňme se zabývat všemi těmi předměty na obloze a soustřeďme se na jediná hlášení, která stojí za to – na blízká setkání třetího druhu. Ať už k nim dochází nebo ne, vyskytuje se tu příliš mnoho hysterických sebeklamů a lží na nejvyšší úrovni."*

Když žně, tak tedy i **zlaté klasy.** Ty loňské bych udělil **knížkám** *Země ve vesmíru* a *Vesmír – hvězdy, planety a kosmické lodě;* k oběma se určitě budeme do knihovničky často vracet.

❑

Marcel Grün
Planetárium Praha

ČASOVÉ SIGNÁLY

Odchylky časových signálů březen 1993

den	UT1–signál [s]	UT2–signál [s]
3. III. 1993	–0,0951	–0,0905
8. III. 1993	–0,1098	–0,1029
13. III. 1993	–0,1240	–0,1164
18. III. 1993	–0,1366	–0,1273
23. III. 1993	–0,1507	–0,1396
28. III. 1993	–0,1640	–0,1509
Předpověď (neurčitost ±0,013 s):		
1. VII. 1993	+0,606	+0,626

Odchylky časových signálů duben 1993

den	UT1–signál [s]	UT2–signál [s]
2. IV. 1993	–0,1763	–0,1612
7. IV. 1993	–0,1920	–0,1748
12. IV. 1993	–0,2057	–0,1864
17. IV. 1993	–0,2200	–0,1987
22. IV. 1993	–0,2346	–0,2113
27. IV. 1993	–0,2474	–0,2223
Předpověď (neurčitost ±0,014 s):		
1. VIII. 1993	+0,566	+0,564

Odchylky časových signálů květen 1993

den	UT1–signál [s]	UT2–signál [s]
2. V. 1993	–0,2628	–0,2361
7. V. 1993	–0,2783	–0,2502
12. V. 1993	–0,2904	–0,2612
17. V. 1993	–0,3032	–0,2732
22. V. 1993	–0,3145	–0,2841
27. V. 1993	–0,3263	–0,2958
Předpověď (neurčitost ±0,013 s):		
1. IX. 1993	+0,503	+0,481

❑ *Vladimír Ptáček*

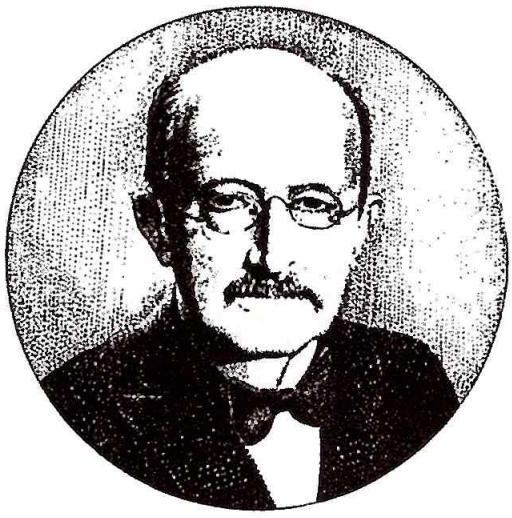
INZERCE

■ **Prodám** optiku pro astronomický dalekohled: nově napařené zrcadlo (∅ 135 mm, f = 1000 mm) + okulár Meopta 25x (zvětšení 50x) + okulár „Rolčík 10 mm" (zvětšení 100x). Nabídky večer na *telefon (02) 684–1057.* **[26–93]**

ATC, Astro Telescope Company, p.a., Přerov nabízí své výrobky profesionální úrovně:

okuláry f 4, 5,5, 8, 10, 13, 15, 20, 22, 26, 53 v ∅ 24,5 mm, 1 1/4", 2", okuláry s výtahem, zenitální kostky, barevné filtry, hledáčky, zrcadlové soustavy Newton, Cassegrain, Maksutov–Cassegrain, čočkové objektivy, kotouče skla, chromové filtry až do ∅ 14", dalekohled ATC MONAR 25 x 70 a jiné výrobky.
Zájemci si mohou vyžádat nabídkové listy na adrese: *ATC, p.a., BOX 75, 750 02 Přerov.* **[27/93]**

■ **Prodám** astronomický dalekohled; obj. CZJ 62/840 s příslušenstvím – okuláry, hranolové soustavy a filtry. Dalekohled je na paralaktické montáži, dělicí stupnice a dřevěný stavitelný stativ. Dále kompletní časopisy ŘH r. 1980 – 1992, Kozmos r. 1984 – 1992. *Vl. Langr, Stará 26, 602 00 Brno.* **[28–93]**



▲ *Obr. L4.1 – Max Planck (1858 – 1947)*

Záření - zdroj informací o vesmíru

(4. lekce)

Záření, které k nám z vesmíru přichází, je jen s několika málo výjimkami jediným zdrojem informací o kosmických objektech. Jaké má záření vlastnosti a o čem vypovídá? Tato lekce je plná fyziky, ale jinak tomu ani být nemůže. Astronomie se totiž bez fyziky neobejde.

Elektromagnetické záření si můžeme představit jako příčné vlnění, tedy jakýsi proces kmitání závislý na poloze a času. Základní veličinou, která vlnění popisuje, je *kmitočet* (frekvence) ν, případně *vlnová délka* λ. Vztah mezi kmitočtem ν a vlnovou délkou λ je jednoduchý:

$$v = \lambda \nu ,$$

kde v je velikost rychlosti šíření vlnění v daném prostředí. Jde-li o vakuum, nabývá tato rychlost maximální možné hodnoty, označuje se symbolem c a je rovna c = 299 792,458 km.s^{-1} (podle definice; přibližná hodnota $c = 3.10^8$ m.s^{-1}).

Na elektromagnetické záření můžeme pohlížet také jako na částice (tzv. fotony), které mají svou energii a hybnost. Německý fyzik Max Planck (vyslov: [*plank*]) v roce 1900 poprvé uvedl vztah mezi energií E fotonu a kmitočtem ν

$$E = h \nu ,$$

kde h je Planckova konstanta (h = 6,626.10.$^{-34}$ J.s). Znamená to mimo jiné, že energie fotonu nemůže nabývat libovolných hodnot, ale jen některých, je tedy *kvantována*. Energické kvantum má přitom proměnnou velikost, závisející na kmitočtu záření. Hybnost p fotonu je také kvantována, neboť velikost hybnosti $p = h\nu/c$.

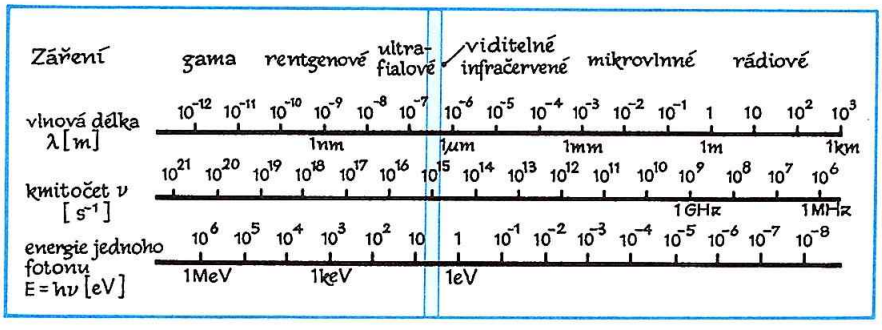
Řadu jevů, které pozorujeme, můžeme vysvětlit jen za předpokladu vlnové povahy elektromagnetického záření (např. ohyb záření), jiné jen pomocí představy, že záření má charakter částicový (např. fotoefekt). Musíme připustit, že záření má povahu jak vlnovou, tak i částicovou; jsou to jen dva naše pohledy (a nedokonalé pohledy), které nám mají pomoci pochopit, co je elektromagnetické záření. Představy podle „zdravého rozumu" tu selhávají, s mikrosvětem nemáme každodenní a bezprostřední zkušenost.

„Zdravý rozum" je souhrn předsudků, které člověk získává o okolním světě už v raném věku.

Albert Einstein

Elektromagnetické záření můžeme podle vlnových délek (kmitočtů) rozdělit na jednotlivé druhy záření:

Záření	Rozsah vlnových délek	Rozsah kmitočtů
rádiové	1 m ÷ 10^5 m	300 MHz ÷ 3 kHz
mikrovlnné	1 mm ÷ 1 m	300 GHz ÷ 0,3 GHz
infračervené	0,75 μm ÷ 10^3 μm	4.10^{14} Hz ÷ 3.10^{11} Hz
viditelné [1])	400 nm ÷ 750 nm	$7,5.10^{14}$ Hz ÷ 4.10^{14} Hz
ultrafialové	50 nm ÷ 400 nm	5.10^{15} Hz ÷ $7,5.10^{14}$ Hz
rentgenové [2])	10^{-5} nm ÷ 50 nm	10^{22} Hz ÷~ 10^{16} Hz
gama [2])	< 0,1 nm	> 10^{18} Hz



▲ *Obr. L4.2 – Vlnové délky, kmitočty a energie fotonů elektromagnetického záření*

❶ Jde o světlo v pravém slova smyslu. V souvislosti s viditelným zářením se v astronomii používá u řady veličin přídavného jména *vizuální* (např. vizuální dvojhvězda, vizuální jasnost). Tímto slovem vyjadřujeme, že se týká pozorování očima.

❷ Označení *rentgenové záření* a *záření gama* se týká původu tohoto záření (rentgenové je spojeno s procesy v elektronovém obalu atomu, záření gama doprovází procesy v atomovém jádře). Vlnové délky (kmitočty) obou oborů záření se značně překrývají.

vizuální: z latinského slova *visus*,což znamená pohled, oči, vidění

ultrafialový: *ultra–* v latině vyznačuje za, na druhé straně

infračervený: *infra–* v latině označuje pod, za něčím

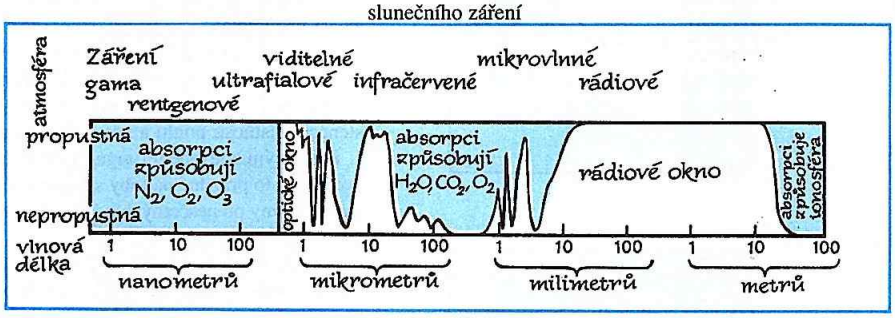
Poznámky k historii objevu některých druhů elektromagnetického záření

Existenci *infračerveného záření* prokázal roku 1800 astronom William Herschel (vyslov [heršl]), když zjistil, že rtuťový teploměr vložený do slunečního spektra ukazuje zvýšené hodnoty i za viditelným červeným okrajem spektra. *Ultrafialové záření* bylo objeveno krátce poté přírodovědcem Johanem Wilhelmem Ritterem. *Rádiové záření* jako první experimentálně studoval roku 1887 Heinrich Hertz (vyslov [hajnrich herc]), jemuž se podařilo generovat záření o vlnové délce od 10 do 100 metrů pomocí jiskrového výboje mezi elektricky nabitou a uzemněnou koulí. *Mimozemské* rádiové záření je známo od roku 1931, kdy inženýr Karl Jansky zachytil rádiové záření z centra Galaxie.

Elektromagnetické záření, přicházející k nám od kosmických objektů, lze na všech vlnových délkách bez obtíží pozorovat jen mimo atmosféru Země. Zemská atmosféra působí jako *filtr* – v několika oborech spektra nepropouští záření vůbec, jinde jen zčásti. Oblasti vlnových délek (kmitočtů), které atmosféra propouští, nazýváme **atmosférickými okny.**

Záření s nejkratšími vlnovými délkami (gama, rentgenové a ultrafialové) pohlcuje především atmosférický ozon. Po úzkém optickém oknu následuje infračervené okno, které propouští infračervené záření pouze zčásti a jen v některých oblastech vlnových délek. Značná část infračerveného a mikrovlnného záření se na povrch Země nedostane vůbec, je pohlcena v atmosféře zejména molekulami vody a kyslíku. Rádiové záření kosmických objektů s vlnovými délkami řádově milimetrovými až dekametrovými lze pozorovat v rádiovém oknu. Delší vlnové délky nepropouští inosféra.

Vysvětlení: **inosféra** – oblast v zemské atmosféře od 50 do několika set až tisíce kilometrů (není tu ostrá hranice), kde je velké množství iontů a elektronů, které vznikají působením slunečního záření



▲ *Obr. L4.3 – Propustnost elektromagnetického záření zemskou atmosférou*

„Optická" astronomie, studující viditelné a blízké ultrafialové a infračervené záření kosmických zdrojů, je stále nejdůležitější, i když se úspěšně a rychle rozvíjí též astronomie neoptická, založená na pozorování v dalších oborech elektromagnetického spektra.

Základní metodou astrofyziky je spektrální analýza záření hvězd. *Spektrum* hvězdy vyjadřuje, jak je energie vyzařovaná hvězdou rozdělena v závislosti na vlnové délce (kmitočtu). Spektrum může být *spojité* (má podobu světlého pásku od jednoho okraje spektra k druhému, bez výrazných přerušení) nebo *čárové* (množina čar či pruhů je rozložena v místech s určitou vlnovou délkou). Nejčastěji se však setkáme se spektry kosmických objektů, ve kterých se přes spojitý podklad překládají tmavší *(absorpční)* spektrální čáry, někdy i světlejší *(emisní)* čáry.

absorpční: latinsky *absorbere* označuje spolknout, pohltit

emisní: *emissio* je latinsky vypuštění

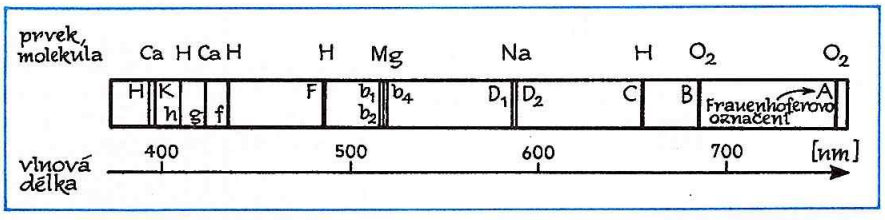
Stručně z dějin spektroskopie

První pokus s rozkladem světla do barevného proužku spektra pomocí optického hranolu uskutečnil v roce 1665 Isaac Newton. Jako zdroj světla použil Slunce. Tmavé čáry ve slunečním spektru objevil v roce 1802 anglický fyzik William Wollaston. Považoval je za hranice mezi jednotlivými spektrálními barvami. Když roku 1814 německý optik Joseph Fraunhofer zhotovil kvalitní hranolový spektroskop a zkoumal jím sluneční spektrum, zaznamenal stovky tmavých čar (dodnes se po něm nazývají Fraunhoferovy).

Na Farunhoferovy výzkumy navázali v polovině 19. století fyzik Gustav–Robert Kirchhoff a chemik Robert Bunsen, kteří zkoumali čárová spektra rozžhavených pevných látek a plynů. Položili základy spektrální analýzy objevem dvou zákonů:

❶ Jednotlivé prvky v plynném stavu mají spektrum složené z čar, jejichž počet a vlnové délky jsou za všech fyzikálních podmínek (teplota, hustota, tlak) vždy stejné, mění se jen výraznost čar.

❷ Spektrální čáry plynu umístěného mezi zdrojem spojitého záření a pozorovatelem se jeví jako absorpční, jestliže má plyn nižší teplotu než zdroj, nebo jako emisní, má-li plyn teplotu vyšší než zdroj.



▲ *Obr. L4.4 – Nejdůležitější absorpční čáry ve slunečním spektru (Fraunhoferovy čáry)*

Tyto zákony předznamenaly bouřlivý rozvoj spektroskopie. Spektrální analýza se brzy stala účinným nástrojem k získávání nejrozmanitějších informací o kosmických objektech a zůstává jím dodnes.

diskrétní: z latinského *discrenere* (příčestí *discretus*) – rozeznávat, rozlučovat, rozdělovat

Každý atom, molekula, elektron ... má určitou energii. Ke změně energetického stavu může dojít vyzářením (emisí) nebo pohlcením (absorpcí) kvanta elektromagnetického záření ($E = h\nu$). Velikost energie, kterou nějaká částice může přijmout nebo vydat, závisí na způsobu vzájemného působení částice a okolí. *Vázané částice* (v atomu, molekule): jejich systém nemůže nabýt libovolného energetického stavu, ale jen určitých (diskrétních) stavů. Je to dáno zákony platnými v mikrosvětě. *Volné částice:* nejsou vázané na nějaké „pevně" dané stavy energie, mohou přecházet mezi dvěma libovolnými energetickými stavy (případně jeden stav je „volný" a druhý vázaný).

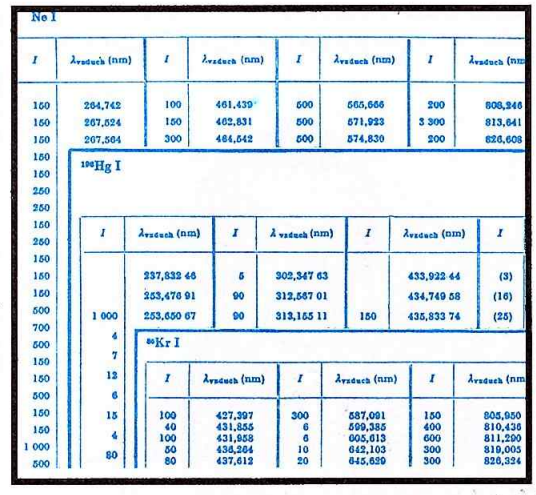
Existuje řada možností, jak může dojít ke změně energetického stavu atomu, iontu, molekuly či nějaké částice a k vyzáření nebo pohlcení fotonu. Například:

– srážka atomu s jinou částicí (atomem, elektronem, iontem ...);
– pohlcení (absorpce) fotonu o určité energii;
– vyzáření (emise) fotonu o určité energii.

Jednotlivé atomy, případně z nich složené molekuly, mají své charakteristické skupiny spektrálních čar. Nejjednodušší spektrum má atom vodíku, spektra atomů s více elektrony jsou složitější. Velmi komplikovaná jsou spektra i těch nejjednodušších molekul.

Základním úkolem astrofyziky je poznání a vysvětlení funkce, která vyjadřuje rozdělení zářivého toku v závislosti na vlnové délce (kmitočtu). Je v ní obsažena informace o zdroji záření i o prostředí, kterým se záření šířilo od zdroje k pozorovateli.

Poměrně nejsnazší je situace v případě, kdy zdroj záření můžeme považovat na tzv. *absolutně černé těleso* (zkráceně: *černé těleso*). V mnoha případech můžeme zdroj záření (např. hvězdu) pokládat v prvním přiblížení za takové těleso (i když někdy existují podstatné rozdíly mezi zářením reálného zdroje – hvězdy a tělesa absolutně černého).



No I

I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)
150	264,742	100	461,439	500	565,666	200	806,246
150	267,524	150	462,831	500	571,923	3 300	813,641
150	267,564	300	464,542	500	574,830	200	826,608
150							
150							
250							
250							
150							
250							
150							
150							
150							
500							
700							
500							
150							
150							
500							
150							
150							
1 000							
500							

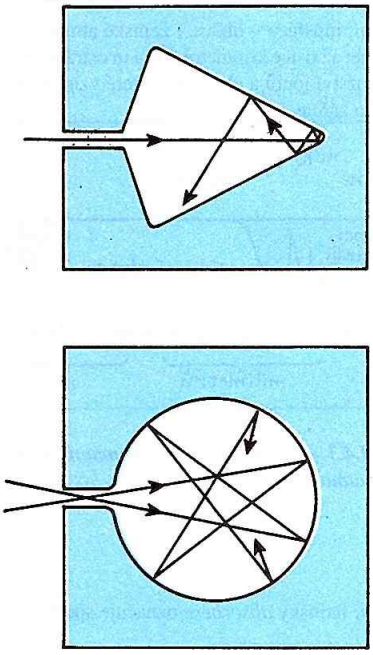
^{198}Hg I

I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)	I
	237,832 46	5	302,347 63		433,922 44	(3)
	253,476 91	90	312,567 01		434,749 58	(16)
1 000	253,650 67	90	313,155 11	150	435,833 74	(25)
4						
7						
12						
6						
15						
4						
80						

^{86}Kr I

I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)	I	λ_{vzduch} (nm)
100	427,397	300	587,091	150	805,950
40	431,855	6	599,385	400	810,436
100	431,958	6	605,613	600	811,290
50	436,264	10	642,103	300	819,005
80	437,612	20	645,620	300	826,324

▲ *Obr. L4.5 – Vlnové délky spektrálních čar některých prvků (ukázky z tabulek)*



▲ *Obr. L4.6 – Možná provedení absolutně černého tělesa*

Absolutně černé těleso

Tento pojem zavedl Gustav–Robert Kirchhoff roku 1860. Je to – po pravdě řečeno – termín dosti nevhodný, protože tělesa jsou černá, když nezáří, zatímco absolutně černé těleso září (a jeho barva závisí na teplotě).

S černou barvou však jistou souvislost má: když hledíme zvenku do malého otevřeného okna, pak i za velmi jasného dne nám připadá místnost za oknem tmavá, téměř černá (i když je třeba vymalována do bíla). Je tomu tak proto, že téměř všechno záření přicházející zvenčí se po mnoha odrazech na stěnách místnosti pohltí a zpátky ven se nedostane prakticky vůbec nic.

Podobným způsobem fungují i laboratorní provedení absolutně černého tělesa, jak navrhl Kirchhoff. Jsou to prázdné nádoby s malým otvorem a dutinou tvaru koule, kužele nebo válce. Záření se uvnitř dutiny po nesčetných odrazech na stěnách pohltí (a proto takové „těleso" připomíná látku zabarvenou na černo).

Na záření uvnitř dutiny můžeme pohlížet jako na plyn, který je v tepelné rovnováze se stěnami nádoby (v kterémkoli časovém okamžiku je množství pohlcené energie rovno množství energie vyzářené). Tomuto „plynu" můžeme tedy přisoudit teplotu.

Každé těleso zahřáté na jakoukoli teplotu září, září tedy i absolutně černé těleso. Otvorem v dutině můžeme zkoumat vlastnosti tohoto záření, např. jeho intenzitu vyzařování (což je energie, kterou vyzáří jednotková plocha zdroje za jednu sekundu). Ta závisí *jen na teplotě* a pouze na ní (nikoliv např. na materiálu či tvaru stěn), jak zjistil už Kirchhoff.

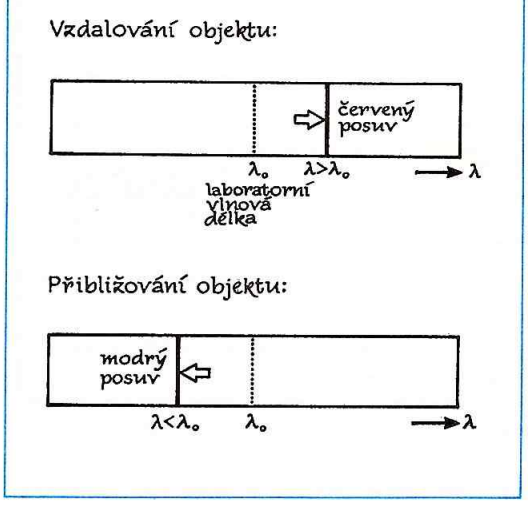
Experimentálně i teoreticky bylo dokázáno, že čím *vyšší* teplotu má absolutně černé těleso,

– tím *více* vyzařuje (celkově i v jednotlivých vlnových délkách);

– tím více se posouvá ke *kratším* vlnovým délkám maximum vyzařování (proto stále teplejší a teplejší předmět mění své zabarvení z červeného na žluté a bílé, a mění je pak i na modré, jenže naše oči velmi jasný předmět vnímají už jen jako bílý).

Vysvětlení: **radiální rychlost** – složka rychlosti rovnoběžná se spojnicí zdroj – pozorovatel. Vzdaluje-li se zdroj od pozorovatele, je radiální rychlost kladná, při přibližování záporná

radiální: je odvozeno z latinského *radius* – paprsek; tedy: ve směru zorného paprsku



▲ *Obr. L4.7 – Červený a modrý posuv spektrálních čar*

▲ *Obr. L4.8 – Christian Doppler (1803 – 1853)*

Světlo, které vysílá nějaký zdroj, si můžeme představit jako řadu kulových vlnoploch, které se rozbíhají do okolí. Je-li zdroj vůči pozorovateli v klidu, je doba mezi příchody jednotlivých vrcholů vln k pozorovateli stejná jako doba mezi jejich odchody ze zdroje. Když se však zdroj od pozorovatele *vzdaluje*, doba mezi příchody dvou po sobě následujících vrcholů vlny je *delší* než doba mezi jejich odchody ze zdroje, protože druhý vrchol musí urazit poněkud delší dráhu než vrchol předcházející. Z hlediska pozorovatele má vlna vysílaná zdrojem delší vlnovou délku, než kdyby byl zdroj v klidu. Při přibližování zdroje se vlnová délka naopak zkracuje.

Je-li velikost rychlosti vzdalování (přibližování) zdroje (radiální rychlost) v_r malá ve srovnání s velikostí rychlosti šíření světla c ($v_r \ll c$), platí

$$\Delta\lambda / \lambda = v_r / c ,$$

kde λ je „laboratorní" vlnová délka (tj. ta, kterou má zdroj, když je v klidu vůči pozorovateli) a $\Delta\lambda$ je rozdíl pozorované a laboratorní vlnové délky.

Znamená to tedy, že při vzdalování objektu od pozorovatele se vlnové délky spektrálních čar zvětšují, spektrální čáry se přesouvají k červenému konci spektra (jde o tzv. *červený posuv* čar). Při přibližování se vlnové délky zmenšují, čáry se přemisťují k modrému konci spektra (nastává *modrý* nebo *fialový posuv* čar). Pro kmitočty platí opačné pravidlo: kmitočet záření se zvyšuje, když se objekt k pozorovateli přibližuje, a naopak snižuje, jestliže se objekt vzdaluje.

Jde o *Dopplerův jev*, známý i v akustice a hojně využívaný v řadě vědních i technických oborů.

Dopplerův jev

Poprvé byl formulován Christianem Dopplerem v roce 1842, když byl profesorem matematiky na pražské technické univerzitě. Odvoďme jeho matematické vyjádření.

Vrcholy kulových vlnoploch vycházejí ze zdroje v pravidelných časových intervalech s periodou T. Jestliže se zdroj vzdaluje od pozorovatele radiální rychlostí v_r ($v_r > 0$), pak během doby mezi vysláním dvou po sobě jdoucích vrcholů se zdroj posune o vzdálenost $v_r T$. Tím ovšem vzroste čas potřebný k tomu, aby se vrchol dostal ze zdroje k pozorovateli, o hodnotu $v_r T / c$, kde c je rychlost šíření světla. Čas T', který uplyne mezi příchody po sobě jdoucích vrcholů vlny k pozorovateli, je tedy roven

$$T' = T + v_r / c .$$

Vlnová délka λ vyslaného světla je

$$\lambda = c T ,$$

vlnová délka λ' světla přicházejícího k pozorovateli

$$\lambda' = c T' .$$

Poměr vlnových délek λ' a λ tedy dostáváme

$$\lambda' / \lambda = T' / T = 1 + v_r / c .$$

Tytéž úvahy platí i v případě přibližování zdroje k pozorovateli, jen $v_r < 0$.

❑

(kresby – Pavel Příhoda)

Zdeněk Pokorný

OTÁZKY & ODPOVĚDI

Jsou vidět ze studny hvězdy i ve dne?

Tvrzení, že ze dna hluboké studny jsou vidět hvězdy i ve dne, je natolik rozšířené, že na něm musí být alespoň trocha pravdy! Jenže málokdo si to ověřil. Do studny se nikomu moc nechce. Ani mně se nechtělo vlézt do jedné skutečně hluboké studny, kterou jsme na svých klukovských výpravách objevili v polích za tratí. Vlézt jsem tam však musel, protože jinak bych byl považován za zbabělce. Sestupoval jsem dolů po vlhkých zrezivělých skobách a tma kolem houstla. Otvor studny se stále zmenšoval, až se změnil v malinkou oslnivě zářící plošku. Nemusím snad ani dodávat, že kromě těch hvězdiček, které jsme občas uviděli, když jeden druhému kopl do hlavy nebo šlápl na prsty, jsme žádné jiné nespatřili.

Pozorování ze studny nepřináší žádné zvláštní výhody kromě snad jediné – stěny studny dokonale odstíní boční rušivé osvětlení. To však lze stejně dobře dosáhnout třeba tak, že si k obličeji přitisknete dlouhou rouru vhodných rozměrů. Pozorování ze studny, tělesem komínu či dostatečně dlouhou trubicí však neodstraňuje základní příčinu faktu, že ve dne nejsou hvězdy viditelné. Tou je rozptyl slunečního světla v zemské atmosféře. Pravda, i ten bychom mohli pomocí roury eliminovat, potřebovali bychom však k tomu rouru nejméně 15 kilometrů dlouhou. Bohužel nic takového asi neseženete.

Aristotelés ze Stagiery byl bezesporu největším myslitelem starověku. Učenci všech dob se skláněli před jeho autoritou a leckdy úplně slepě přebírali jeho myšlenky a sdělení. Některá Aristotelova tvrzení přitom byla dosti kuriózní. Na základě výpovědi „hodnověrných" svědků například uváděl, že ženy mají více zubů než muži! Pikantní na tom všem je, že Aristotelés byl ženat a to údajně dvakrát. Nicméně si asi nikdy neudělal čas na to, aby svým ženám zuby přepočítal. Z podobně důvěryhodných zdrojů Aristotelés čerpal, když své žáky ujišťoval o tom, že ze studny jsou i ve dne vidět hvězdy. Tento nesmysl se pak tradoval dál a dál, až se nakonec dochoval až do současnosti.

❑ *(zm)*

Proč se liší přivrácená a odvrácená strana Měsíce?

Tedy nejdříve: opravdu se liší? Stačí pohlédnout k Měsíci, ať již v úzkém srpku či téměř úplném kotoučku, abychom na něm vždy bez námahy spatřili řadu tmavších skvrnek. Těch skvrnek, které měsíčnímu úplňku propůjčují pitoreskní tvář člověka. Jsou to měsíční moře – tedy tak se (i oficiálně) nazývají, jinak jde o rozsáhlé prolákliny v měsíčním povrchu, vyplněné tmavou lávou.

Na tento obraz Měsíce jsme si již zvykli, ostatně je téměř stejný už několik miliard let. Abychom si dobře rozuměli: stejný je jednak proto, že za poslední tři miliardy let nastalo na měsíčním povrchu změn jen pramálo, ale též proto, že nejméně tak dlouho Měsíc natáčí k Zemi stále stejnou polokouli. Vázaná rotace – řekli bychom odborně – není jen měsíční specialitou, zdá se, že ji vykazují prakticky všechny družice ve sluneční soustavě.

Odvrácená strana Měsíce je snad jiná? Ano, začátkem šedesátých let, při prvních průzkumech odvrácené strany, to bylo jedno z velkých překvapení. Zatímco na straně přivrácené tmavá měsíční moře pokrývají téměř polovinu této polokoule, na odvrácené straně najdeme jen dvě malá moře: Mare Moscoviense (Moskevské moře) a Mare Ingenii (Moře touhy). Nepoměr mezi oběma polokoulemi je tedy zjevný a je mimořádně nepravděpodobné, že by šlo jen o dílo náhody. Jenže – proč tomu tak je?

Bohužel zde vám definitivní odpověď asi zůstaneme dlužni. K vysvětlení můžeme nabídnout jen domněnku, která – jako ostatně všechny hypotézy – má závažnou vadu: po čase platit může, ale též nemusí. Ale i s tímto rizikem ji uveďme: záhy poté, co se Měsíc zformoval do kulatého tvaru zhruba dnešní velikosti – a to bylo na samém počátku existence celé sluneční soustavy před více než 4 miliardami let – byl podobně jako všechna ostatní větší tělesa bombardován nesčetnými malými tělesy, zbytky po utvořivších se planetách. Prudké střety s těmito projektily rozbíjely měsíční povrch, jenž se brzy zcela zaplnil krátery všech velikostí. Ty největší srážky měly za následek vznik velkých prohlubní – pánví, obklopených několika soustřednými pásy pohoří. Dnes je nazýváme například Mare Serenitatis (Moře jasu), Mare Crisium (Moře nepokojů), Mare Imbrium (Moře dešťů) či Mare Orientale (Východní moře). Tehdy to však byly jen prohlubně, nic víc.

Intenzivní bombardování trvalo asi půl miliardy let. Pak počet dopadajících těles rychle klesal a v době řekněme před třemi a půl miliardami let jich už bylo tisíckrát méně než v maximu; předpokládá se, že od té doby se tok těles střetávajících se s Měsícem příliš nezměnil a zůstal v podstatě stejný až dodnes.

Při častých dopadech těles na Měsíc se jeho povrch mohl v mnoha místech roztavit. Nakolik, to zatím není jasné. Souběžně se však zahřívalo i nitro, v němž se rozpadaly radioaktivní prvky. Teplo vzniklé tímto rozpadem částečně natavilo plášť, objevila se tu plastická čedičová láva. Tam, kde měsíční kůra nebyla dostatečně silná nebo byla rozrušena v důsledku bombardování, prorazila láva na povrch a rozlila se po něm. Nedostala se přitom příliš daleko, protože po cestě tuhla. Stačila však zalít a zacelit řadu rozsáhlých prohlubní, vzniklých předchozími dopady meteoritů. Nesmíme si však představovat, že tato tvorba moří byla jen dílem okamžiku. Láva se vylévala po miliony let, přesněji – téměř miliardu let! Láva z mnoha výlevů se vrstvila na sebe. Proto také povrch moří není ani zcela hladký ani vodorovný (sklon dosahuje místy až 10 stupňů).

A proč je moří na přivrácené straně více než na straně druhé? Měsíční kůra na přivrácené straně je zřejmě tenčí, lávové proudy jí mohly snáze proniknout než na straně odvrácené. Odhaduje se, že směrem k Zemi je měsíční kůra asi 60 km silná, na opačné straně je její tloušťka asi dvojnásobná. K plnému obrazu je třeba dodat, že i na odvrácené straně existují dostatečně rozsáhlé prohlubně (nazývají se tallasoidy), jenže ty se svého zaplnění nedočkaly.

Minulý čas v poslední větě je zcela na místě. Časem totiž množství radioaktivních izotopů pokleslo, nitro se opět ochladilo a již žádná láva nemohla unikat na povrch. To se stalo před 3 miliardami let. Vznik moří na Měsíci je tedy již vyřízenou minulostí.

❑ *(zp)*

Jaký je rozdíl mezi hvězdou a planetou?

Jak by to bylo snadné, kdyby existovaly jednoduché a snadno pochopitelné definice těles, jimž říkáme od nepaměti hvězdy a planety. Nechce se věřit, že k takovým definicím astronomie po tak dlouhém údobí nedošla. Nebo snad ano? Jsou dnes známa jednoznačná kritéria, oddělující hvězdy od planet? Tedy především fyzikální kritéria, která by brala do úvahy všechny prapodivné odnože těch dvou druhů těles?

Pokusíme se rozebrat problém tím, že řekneme, co takovými rozlišovacími znaky být nemůže. Nemůže to být tvar tělesa (hvězdy i planety mají tvar koule) ani chemické složení (např. Slunce i Jupiter mají přibližně stejné chemické složení). Ani tvrzení, že planety jsou z látky v pevném stavu, zatímco hvězdy jsou plynné, neobstojí – Jupiter i další obří planety nejsou povětšinou v tuhém skupenství. Taktéž rozměr tělesa nerozhoduje – trpasličí hvězdy mají rozměry srovnatelné s velkými planetami, a to zcela pomíjíme neutronové hvězdy s průměry řádově desítky kilometrů. Zrovna tak povrchová teplota: některé hvězdy nejsou teplejší než 400 až 500 °C, což je teplota dobře rozpálených kamen, ale ani Venuše není o mnoho chladnější.

Zeptáte-li se na základní rozdíl mezi hvězdou a planetou školáka, asi vám sdělí: hvězdy svítí vlastním světlem, planety odraženým (myslí tím nepochybně rozptýlené světlo centrální hvězdy, ale to teď není podstatné). Co je to „vlastní světlo"? Září planety? Nepochybně ano, září přece každé těleso s teplotou vyšší než nula kelvinů. Dokonce Jupiter, Saturn a Neptun vyzařují do prostoru více energie, než kolik jí přijímají od Slunce. Tyto planety mají tedy své vlastní zdroje energie!

Jak přibývá informací o hvězdách a planetách (žel – planet známe zatím jen nemnoho), zdá se, že je čím dál obtížnější nějaký obecný rozdíl najít. Přesto však tu je: termonukleární reakce jako významný zdroj energie probíhají jen ve hvězdách, přesněji – u hvězd se během jejich vývoje tyto reakce někdy zapálí. Jsou období, kdy jaderné reakce v nitru hvězdy neprobíhají a hvězda přesto září (např. na počátku svého vývoje, kdy se smršťuje z oblaku mezihvězdné látky), ovšem období, kdy jaderné reakce jsou významným zdrojem energie hvězdy, tu existuje vždy. Platí to i pro tak exotické objekty, jakými mohou být např. dosud neprokázaní hnědí trpaslíci. Naopak u planet se teplota vzduchu nikdy nezvýší natolik, aby se zde zažehly termonukleární reakce, a to platí i o reakcích s velmi nízkou zápalnou teplotou. K jaderným reakcím nedošlo a ani nedojde u Jupiteru, o dalších planetách ani nemluvě.

Je tu tedy onen základní rozdíl. Je vlastně dán hmotností tělesa. Zdá se že hranice mezi hvězdami a planetami leží u 0,01 hmotnosti Slunce (nebo jinak 10 hmotností Jupiteru). Je-li těleso méně hmotné, jsou tlak a teplota v samém nitru vždycky menší, než je zapotřebí k jaderné reakci. Nedojde k ní – a my pak hovoříme o planetě.

❑ *(zp)*

OTÁZKY & ODPOVĚDI – v této rubrice jsou publikovány ukázky z připravované knihy *Záludné otázky z astronomie* od autorů Zdeňka Mikuláška *(zm)* a Zdeňka Pokorného *(zp)*. Tato kniha, obsahující celkem 199 otázek s odpovědí na ně, by měla vyjít v průběhu roku 1993 v nakladatelství Rovnost Brno.

Můj pohled na kosmický prostor a přísliby, jež skýtá pro mou vlast i pro celé lidstvo

Dnes je venku výjimečně jasná obloha, a to není pro náš kraj typické. Je už sice zima, pouliční lampy se rozsvěcují v pět hodin odpoledne, ale přesto mě cosi láká ven. Nevím co, doma je přeci tak teplo, hraje tu pěkná muzika, ale mě jakoby čísi tajemné ruce vytahovaly do mrazivé tmy. Snad jsou to ruce samotné paní Noci.

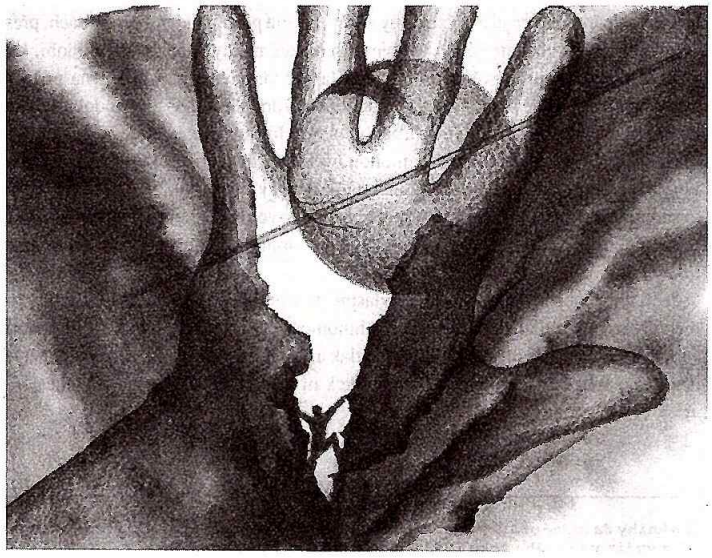
A tak neodolám, obléknu se a už si s mými vlasy začal hrát vítr. Studený, silný vítr, kterému vděčí naše město za to, že se zde dnes dá vzduch i dýchat. Moje kroky vedou do parku. Člověk se tam cítí téměř jako v lese, ale přitom může sledovat noční město. Tisíce světel, tisíce lamp na ulici, tisíce bytů, tisíce lidí, tisíce osudů, spousta problémů, špetka lásky. A to vše mohu teď sledovat z parku nad městem, mohu si představovat, co se právě děje tam a tam, mohu vychutnávat slastný pocit, že jsem svobodný, že mohu zapomenout na své starosti, že žiji.

Zvedám oči k obloze. A vidím hvězdy. Hvězdy a Měsíc. Náhle cítím, jak se začínám vznášet. Podívám se na zem a vidím své tělo, jak s hlavou zvrácenou k nočnímu nebi stojí uprostřed parku. Stoupám čím dál rychleji, světla města mi už začínají splývat, až je z nich jen jedno jediné. A i to se zmenšuje a zmenšuje, až není větší než hvězdičky nade mnou. Hukot kolem mých uší ustal. Rozhlédnu se a úlekem se mi sevře srdce. Již kolem mne není nic, čeho bych se mohl dotknout. Nic, jen prostor. Nekonečný prostor. A já jsem tu sám.

Avšak pociťuji také pocit absolutní volnosti a klidu. Na zimu jsem si již zvykl a ani si nedokážu představit, že by zde bylo teplo. Snad i ticho a klid je pouze součástí chladu. Možná zde zmrzlo zcela vše. Kromě času. Přes tento traumatizující klid zatoužím po útočišti a jako každý člověk chci mít své jisté. Nejsem zvyklý na tolik svobody. Ale kde najít zde, v prázdnu, něco, co by se dalo nazvat útočištěm?

Měsíc! Ano, Měsíc, ten mladší bratr Země, to je ono! A jako bych mohl své putování ovlivnit, začal se ten jasný koláč na nebi přibližovat. Už je vidět krátery, svahy, údolí, hory. Cítím, jak se otepluje. Měkce dosedám na rozpálený povrch. Všude kolem je vidět tak ostře, až z toho bolí oči. Tma stínu je jasně oddělena od prudce osvíceného údolí. A opět absolutní klid a na obzoru Země. Jak se zdá malá! A přitom je to jediné místo, kde žijí lidé! Prostor, obrovský prostor a v něm se vznáší drobný kousek hmoty, který dostali lidé, aby mohl žít. Nikde, kam jen sahá moje fantazie, kam jen vidí moje oči, není pohromadě tolik života a krásy. Není tam sice takové ticho jako tady na Měsíci, ale jsou tam stromy, které voní, je tam voda, která chladí, zurčí i hučí, je tam vše, co člověk považuje za krásné. A to celé je schováno pod pláštěm vzduchu, který jako nejjemnější samet hladí lesy, hory, lidi. A tam někde také stojí moje tělo. Myslel jsem si, jak jsem svobodný, když se procházím parkem, a přitom jsem byl tak blízko domova i ostatních lidí. A teď? Jestliže za tu dobu, co nejsem na Zemi, nepokročila věda nějakým zázrakem o veliký kus dopředu, mohu si být jistý, že jsem teď na Měsíci sám. Sám se tu procházím, sám zanechávám stopy, které zde zůstanou ještě miliony let. Stále jsem chtěl udělat něco, nějaké dílo nebo čin, co by po mně zůstalo. A teď se mi to povedlo. Ty stopy mě určitě přežijí. Jsem sám. Seberu kousek kamene a hodím ho vší silou proti jednomu balvanu. Sleduji, jak letí, jak se přibližuje k tomu velkému kusu měsíční skály, jak se zaleskl v paprscích žhnoucího Slunce a jak narazil. Tiše, bez nejmenšího zvuku se roztříštil na kousíčky, které se postupně zaryly do vrstvy měsíčního prachu.

Jsem sám a přitom kousek ode mne je celé lidstvo. Přes pět miliard lidí se tísní na té kouli, kterou já vidím nad obzorem. Pět miliard! A místo aby si uvědomili, jak je Země malinká, jsou přesvědčeni, že jejich planeta snese všechno. No, prosím! Tam je vidět malý stříbrný bod. Družice. Byla sestavena a vystřelena jenom proto, aby se lidé mohli víc dívat na televizi. To, kolik bylo při startu spáleno kyslíku, nikoho nezajímá. Však ono se to spraví. Ale jak? Vždyť lesy, které by to mohly napravit, jsou káceny, aby lidé mohli mít papír třeba na televizní program, aby měli desky na obaly a stěny televizorů, aby měli z čeho vyrábět křesla, co si pak před tu zázračnou bedýnku postaví. A tak jen já, zcela sám na celém velkém Měsíci bez kyslíku, jakékoli ochrany proti nesnesitelnému vedru a bodavým paprskům, které dráždí buňky natolik, že se množí a množí, až tím samy sebe zahubí, si mohu uvědomit, jak obrovská shoda náhod a příznivých okolností nám umožnila žít. Jak se říká, sytý hladovému nevěří. Proto není divu, že lidé stále ještě vyrábějí spreje, kterými si ženy vytvářejí různé účesy. Obdivují tuto krásu a přitom si neuvědomují, že každý sprej nepatrně, ale přece ťukne do obrovského štítu ozonu. Jedno ťuknutí, druhé, třetí, štít povoluje a rozpadá se. A místo aby si lidé uvědomili, že štít není nerozbitný, vyrobí další sprej.



Každý ví, jak je potřebný kyslík, a přesto se stromy kácejí, pálí, ničí. Každý ví, že se dá dýchat právě jen čistý vzduch, a přesto, jako na truc, si lidé atmosféru vším možným znečišťují. Každý ví, že železa není na Zemi nevyčerpatelná zásoba, a tak se vyrábějí plasty. Jenže plasty nelze zničit, takže zaplavují skládky, natrvalo se zahrabávají do země a při výrobě se otráví tolik kyslíku, jako by umělé hmoty měly sloužit nějakým anaerobním bytostem. Bytostem, kterým nevadí, že stačí na chvíli vyndat na vzduch kousek skla a již je možné stírat z něj vrstvu černého, mazlavého prachu. Každý ví, že je nutná voda, aby žilo aspoň to málo stromů, a přesto se moře používá jako bezedná skládka.

Zatím všude kolem je tolik bohatství, tolik prostoru. Jistě by se i tady, na pustém Měsíci, našlo mnoho z toho, co lidé potřebují. Všeho je ve vesmíru nekonečné množství, jen podmínek pro život tak málo.

A kdekdo si myslí, jak je naše planeta velká. Nebo si to myslí alespoň ti, kteří mohou ovlivnit hospodaření s přírodou.

Lidé se obklopují dýmem, prachem, smogem jen proto, aby se zahřáli. A přitom ze Slunce sálá tolik tepla! Tepla, které stačí jen brát, nic neubude, nikde nebude nic chybět. A získáme tím my i příroda. Není to škoda? Nebylo by lepší obrátit svůj zájem vzhůru, do vesmíru? Než lidé dostanou rozum, než se naučí využívat vše nejlépe, jak jen to jde, bude ze Země jeden společný hrob hlupáků. Hlupáků, kteří si přeřezali svou větev jen proto, že se jim líbilo tahat za pilku.

Slitujte se, lidé, nad svou planetou!

Slitujte se nebo zemřete!

Věřím, ano, věřím v lidi. I když se hádají kvůli hloupostem, i když se zabíjejí kvůli malichernostem, i když dovolí šílencům, aby masakrovali tisíce nevinných a znásilňovali přírodu, přesto věřím v lidi. Věřím, že pochopí, že není nic cennějšího než život.

Snad zavrhnou spreje a ochrání se tak před škodlivým zářením. Snad pochopí pomíjivost krásných účesů, snad pochopí křehkost života. Najdou jistě i způsob, jak zahřát domy, aniž by se museli bát otevřít okno. Věřím energii, kterou nám dává Slunce a která zachrání Zemi.

Také si přeji, i když je to vlastně sobecké, aby vše, co otravuje a zaplavuje Zemi, naši planetu opustilo. Vesmír je veliký a hrozba absolutního krachu celého složitého mechanismu chodu přírody je tak reálná, že je myslím nutné, aspoň dokud se neobjeví lepší řešení, zbavovat se radioaktivních, chemických nebo jinak jedovatých látek. Ale i přitom je třeba myslet na Zemi. Kdyby například denně startovaly a přistávaly různé rakety, brzy bychom se zřejmě udusili...

A ještě něco?

Ano! Kolik je na Zemi nerostného bohatství? Včera dost, dnes ještě dostatečně, zítra málo. Ale Země je přece tak malá v porovnání s okolním prostorem, tak drobná, že jinde ve vesmíru musí být všeho takové množství, jaké by ani ti nejméně šetrní lidé nebyli schopni spotřebovat.

Tím by se podle mého té naší hrudce hlíny velice ulevilo. Ještě snad není pozdě, ještě je snad možné obnovit přírodu. Nesmí být pozdě, protože by to znamenalo, že lidstvo zanikne. A nezanikne pouze pojem nebo někdo cizí, nějaké lidstvo na druhém konci světa. Zemřu já, ty, tvoji rodiče, tvoje žena, děti. Stojím na velké, tiché, rozpálené pláni a jsem vlastně rád, že jsem zde. Je to zbabělost, já vím, ale jsem zde tak volný, jakoby se mě všechny ty problémy netýkaly. Když můžu existovat tady, bez vzduchu, beze všeho, co je mi po problémech lidí?

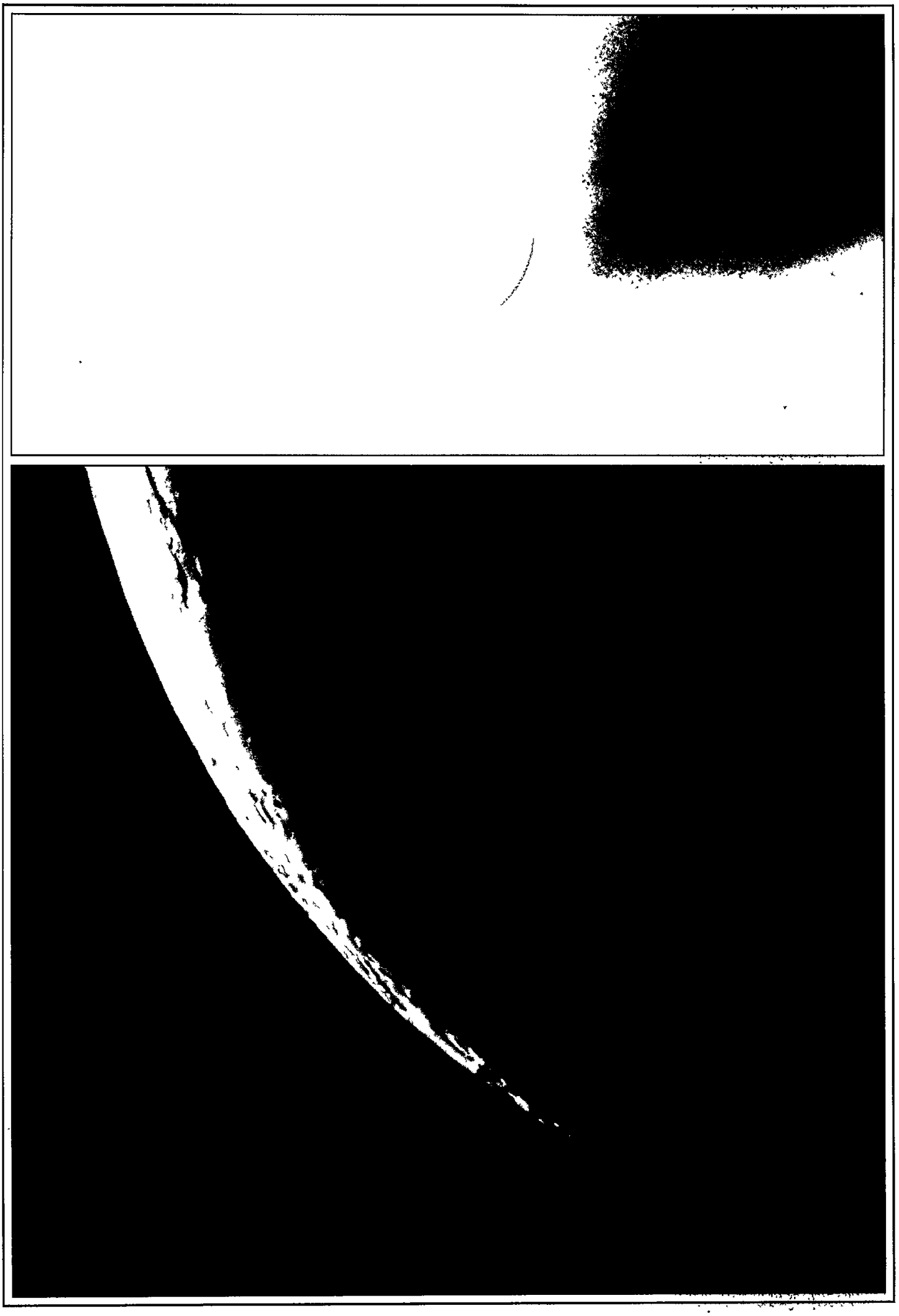
Jenže tu jsem ucítil, jak se opět začínám vznášet, jak opět letím. Tentokrát zpět na Zem. Nesnažím se ani svůj let zastavit, jako bych věděl, že je to marné. Teď začal kolem mých uší s velkým hukotem proudit vzduch. Padám, světla dole se od sebe vzdalují, už rozeznávám park, vidím své tělo. A stojím. Stojím v parku, bolí mě za krkem, jak jsem měl dlouho zvrácenou hlavu. Ale hvězdu už nevidím ani jednu. I město rozeznávám jen s námahou. Nejprve nechápu, ale pak zjistím, že ustal vítr. Ustal vítr a vše prostoupila mlha. Nevím, jak dlouho to trvalo, ale vše kolem mne je schováno za pavučinou mlhy. Nadechnu se. Ale zřejmě jsem se nadechl příliš zhluboka a tak jsem začal kašlat. A jelikož mě začaly zábst nohy, vydal jsem se na cestu domů. A přitom kašlu, kašlu a kašlu...

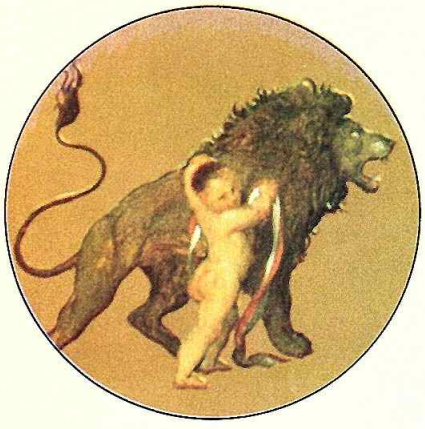
(ilustrace – Karel Kočvara)

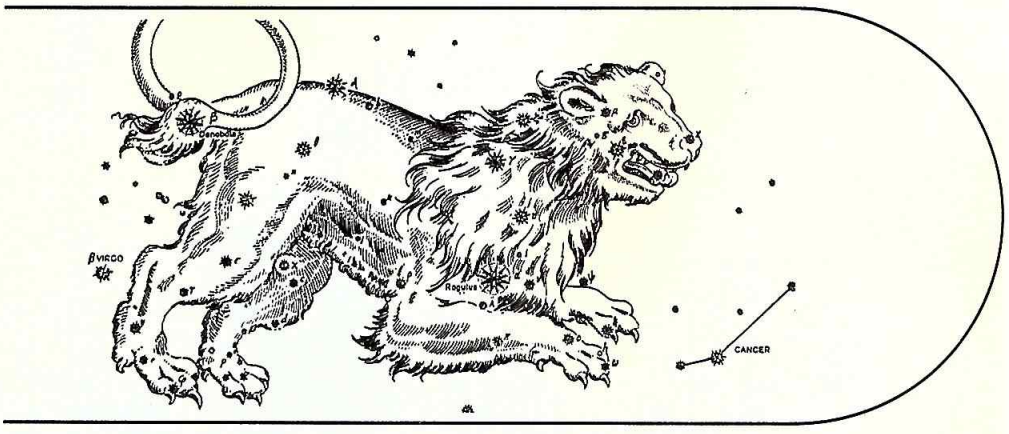
Jiří Bílek

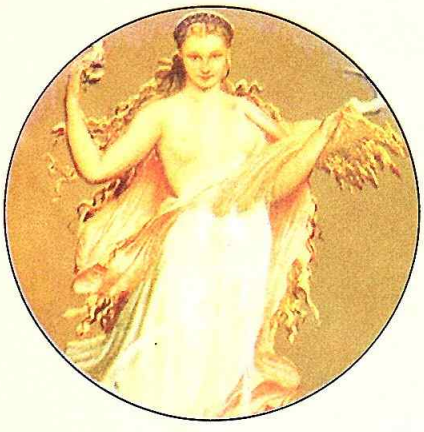
(3. cena v literární soutěži pro mládež do 19 let k Mezinárodnímu roku kosmického prostoru)

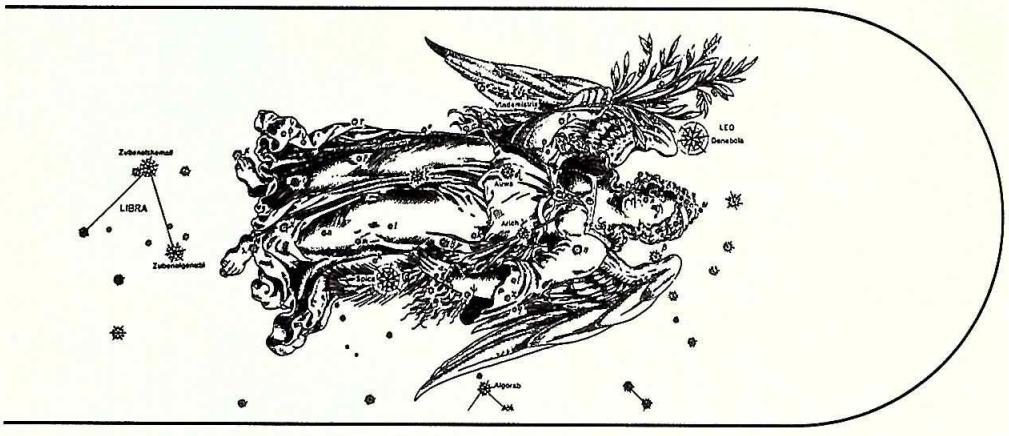
(na této stránce končil loňský ročník *Říše hvězd*)






Denebola
βVIRGO
Regulus
CANCER




Zubenelschamali
LIBRA
Zubenelgenubi
LEO
Denebola
Algorab