KOZMOS

1999
ROČNÍK XXX.
Sk 25,–
3

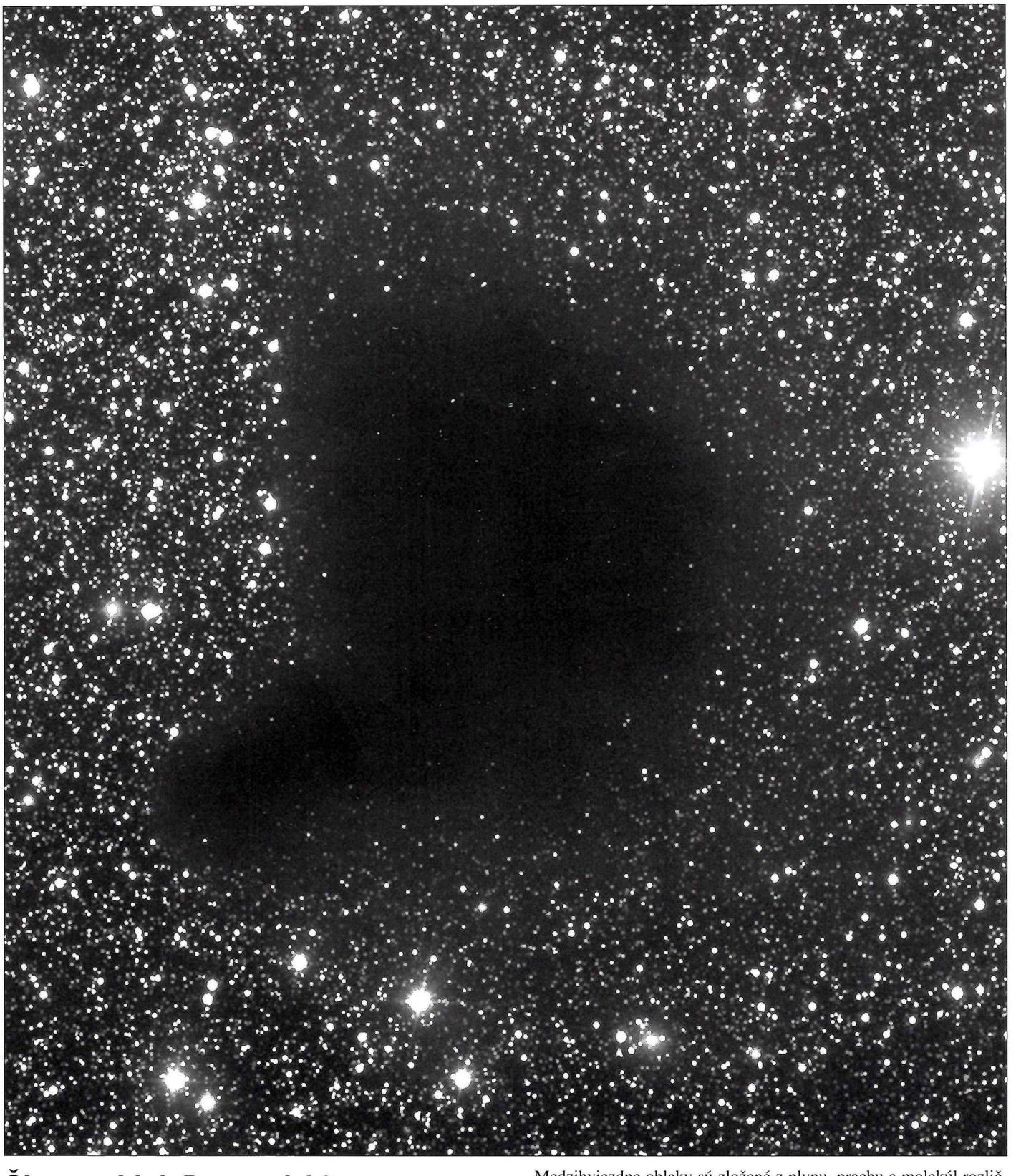
Astrofoto 1998

Kvazary v novom svetle

M. Rees, I. Novikov, J. Bičák v rozhovore o vesmíre po nových objavoch

Čudné hviezdy

Žeň objevů



Čierny oblak Barnard 68

Snímky obrovského Very Large Teleskopu (VLT), ktorý postavili na Európskom južnom observatóriu (ESO) v La Silla, nadchýňajú astronómov na celom svete. Snímky, ktoré v tomto čísle prinášame *(pozri aj na 3. stranu obálky)*, vznikli počas testov prvého z dvojice VLT 8,2 m teleskopov koncom marca tohto roka. Na snímke, ktorú sme vybrali, vidíte neobyčajnú oblasť oblohy v páse Mliečnej cesty. V strede snímky sa nachádza jedna z klasických tmavých globulí – Barnard 68 (B68), pomenovaná podľa amerického astronóma Edwarda E. Barnarda (1857–1923), ktorý ju v roku 1919 zaradil do tabuľky podobných objektov. Ide o kompaktný, tmavý, ostro ohraničený objekt na pozadí husto posiatom hviezdami. Napriek tomu, že na oblohe v pozadí rozlíšil VLT aj veľmi slabé hviezdy, v popredí, pred globulou, nevidíme ani jedinú. Je to jasný dôkaz toho, že globula sa musí nachádzať relatívne blízko.

Medzihviezdne oblaky sú zložené z plynu, prachu a molekúl rozličných prvkov. Niektoré molekuly obsahujú atómy uhlíka, ide teda o organické molekuly. Tmavé globule hvezdári dlho pokladali „za diery v oblohe"; dnes vieme, že molekulárne oblaky s teplotou – 263 stupňov Celzia patria medzi najchladnejšie objekty v celom vesmíre. V posledných rokoch sa dokázalo, že tieto obrovské tmavé oblaky sú kozmickými maternicami, v ktorých sa tvoria hviezdy i planéty.

Hvezdári dodnes nevedia, prečo sa tmavý, chladný objekt, podobný B68, začne v istom momente zhusťovať, pričom v ňom vznikajú hviezdy, spaľujúce vodík. VLT, pomocu špeciálnych prídavných prístrojov, môže túto záhadu vyriešiť. Zdá sa, že B68, jeden z malých tmavých oblakov, sa práve nachádza v ranej fáze kolapsu. Jeho priemer je iba 7 svetelných mesiacov. Nachádza sa vo vzdialenosti 500 svetelných rokov smerom k súhvezdiu Hadonosa.

ESO Press Release

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

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

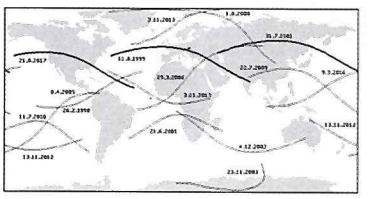
TÉMY ČÍSLA

4 **Nový pohľad na kvazary/** / *Michael Disney*

7 ROZHOVOR
Vesmír nad kelímkem kávy / *Stanislav Štefl*
Rozhovor s Martinom Reesom, Igorom Novikovom a Jiřím Břízom

11 **Podivné hvězdy** / *Vladimír Wagner*

14 SLNKO
Saros / *Peter Zimnikoval*



Augustové zatmenie u nás / *Milan Rybanský* (str. 16);
Slnečné zatmenia – moderné mylné domnienky (str. 17);
Slnečné „esíčka“ / *Alena Kulinová* (str. 18)
Zatmenie Slnka na „slovenskom a českom“ internete / / *Alena Kulinová* (str. 25)

19 **Žeň objevů 1997 (XXXIII.)** / *Jiří Grygar*

23 **Astronomické otázky a odpovede** / *odpovedá Jiří Grygar*

24 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV
Stránka pre začínajúcich astronómov (2) / *Milan Rybanský*

26 **Astrofoto 1998** / *Jozef Csipes* (+ 1. a 4. strana ob.)

34 **Súhvezdia jarnej oblohy** / *Peter Zimnikoval*

RUBRIKY

17 SLNEČNÁ AKTIVITA
Február – marec 1999 / *Milan Rybanský*

23 POZVÁNKY
Pozvanie na 2. stretnutie amatérov z Kronachu 19. septembra 1999 / / *Mathias Schmögner*; **Astronomický festival 1999** / *Jiří Dušek*; **Prihláška na ZMAS** (str. 36)

29 POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (jún – júl 1999) / *Pavol Rapavý, Jiří Dušek;* **Kalendár úkazov (apríl – máj) a výročí** (str. 33)

31 ALBUM POZOROVATEĽA
Úspešné pozorovanie dotyčnicového zákrytu na Slovensku / *Ján Mäsiar*

32 TECHNICKÉ OKIENKO
Technické vybavenie amatéra / *Závodský*

35 PODUJATIA
Seminár o premenných hviezdach ZIRO '99 / *Zdeněk Komárek*; **Seminář o meziplanetární hmotě** / *Lubomír Kazík* (str. 36)

obálka

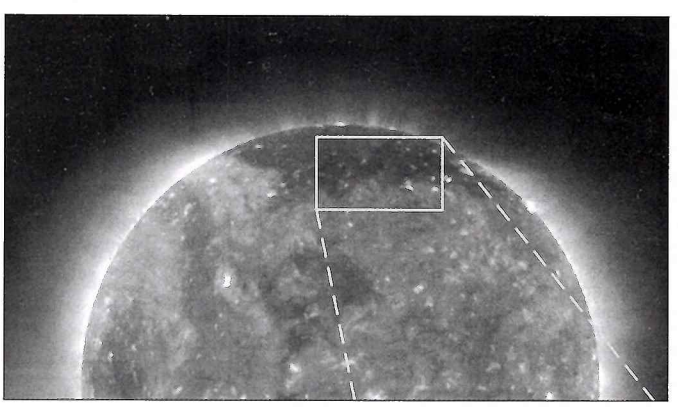
Jiří Kubánek: M51 – víťazná snímka Astrofoto 1999, kategória AS – seniori. Exponované 28. januára 1998. Čas: 4:30. Doba expozície: 17 minút. Prístroj: reflektor 570/2950 na Koperníkovej kopule v Kleti. Materiál: Kodak 1600.

AKTUALITY

2 **Druhý najväčší bang vo vesmíre** / *Govert Schilling*

3 **Hviezdu υ Andromedae obiehajú tri planéty; Ďalší objav dvojice Mayor/Qeloz; Nový sused v Cefeovi**

10 **SOHO našlo zdroj rýchleho slnečného vetra** / *Alena Kulinová*



13 **Hľadanie hviezd z „čudnej hmoty“** / *Zdeněk Komárek*

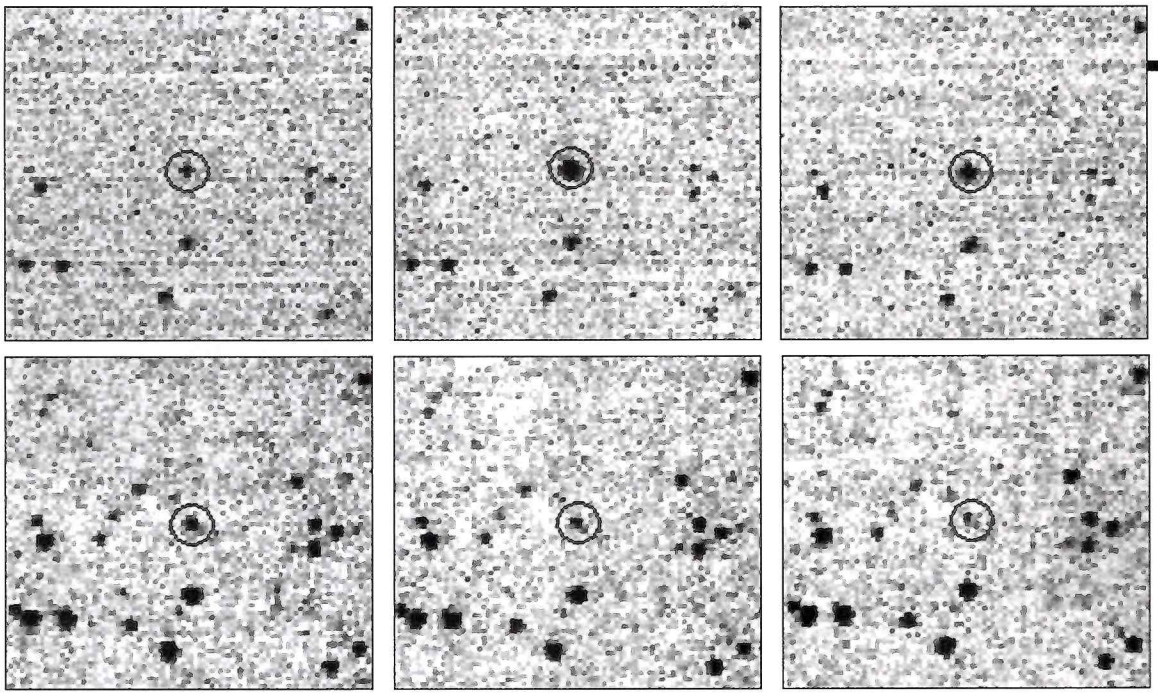
25 **Europa na blond**

33 **Objav riedkej atmosféry na Callisto**

CONTENTS

A New Look at Quasars 4
Universe Over a Cup of Coffee 7
Strange Stars 11
Saros 14
Astronomical Highlights 19
Readers ' Questions 23
Astrofoto 1998 26

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. ● **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Alena Kulinová – redaktorka, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@netlab.sk. ● **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. ● **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a. s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. ● **Vychádza:** 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 25,– Sk/Kč. Pre abonentov ročne 120,– Sk/Kč vrátane poštovného. Rozširuje Poštová novinová služba – voľný predaj, Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. **Predplatitelia:** V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 26. 5. 1999
ISSN 0323 – 049X



Okrúhle škvrny predstavujú zjasňovanie a pohasínanie najjasnejšieho záblesku (pozeraj zľava doprava) vo viditeľnom svetle, aký sa kedy zaznamenal: zdrojom je vzdialené vzplanutie žiarenia gama, ktoré vygenerovalo 100 000-krát viac viditeľného svetla ako veľká galaxia.

Druhý najväčší bang vo vesmíre

23. januára zaznamenali astronómovia kataklizmatickú udalosť, akú v takejto sile ešte nikdy nezaznamenali: mohutnejší bol iba big bang. Následné pozorovania obohatili naše vedomosti o veľa nových poznatkov, vzťahujúcich sa k donedávna ešte mysterióznym, nevysvetliteľným vzplanutiam žiarenia gama.

Najbúrlivejšia udalosť, akú sme doteraz vo vesmíre zaznamenali, sa odohrala vo veľmi vzdialenej galaxii. Celé miliardy rokov produkt tejto udalosti, gigantické vzplanutie žiarenia s vysokou energiou, šírilo vesmírom rýchlosťou svetla. Pred piatimi mesiacmi, v skorých ranných hodinách, zasiahlo Zem: písal sa 23. január 1999. Astronómovia, špecializujúci sa na vzplanutia gama žiarenia (GRB) a ich potenciálne zdroje – ide o vysokoenergetické vzplanutia, ktoré boli záhadou celé desaťročia – boli v strehu. Vďaka výkonným detektorom na palubách satelitov, ale i pozemským ďalekohľadom, sme dokázali zaznamenať túto vesmírnu šou vo viacerých oblastiach spektra: od prvotného gama záblesku až po rádiové vlny, ktoré sa podarilo detegovať niekoľko dní po vzplanutí. Podarilo sa identifikovať aj optický záblesk, simultánny s pôvodným zábleskom gama.

Intenzita tohto záblesku vo viditeľnom svetle urobila z GRB 990123 astrofyzikálnu senzáciu. – Ide o najväčší objav, – vraví Martin Rees z Cambridge University, špičkový znalec GRB. – Po prvýkrát sa nám podarilo zaznamenať optické emisie ešte počas trvania vzplanutia gama, – dodáva Titus Galama z University of Amsterdam. V prípade GRB 990123, bez ohľadu na vzdialenosť zdroja, bolo optické vzplanutie dostatočne silné na to, aby ho mohol pozorovať aj astronóm – amatér pomocou obyčajného binokuláru.

Kombinácia pozorovaní na rozličných vlnových dĺžkach umožňuje poskladať pomerne kompletný obraz GRB 990123; ide o záblesk, ktorý podstatne rozšíril naše vedomosti o povahe kataklizmatických udalostí, ktoré dokážu generovať takéto mohutné vzplanutia. Astronómovia vyprodukovali celý rad teórií o podstate tohto vzplanutia, vrátane revolučnej predstavy, podľa ktorej sa nám GRB zdajú byť takými silnými iba preto, lebo sa energia uvoľnená kataklizmatickou explóziou nešíri rovnomerne do okolitého priestoru, ale zo zatiaľ nevysvetliteľných príčin iba jedným smerom; v tomto prípade je nasmerovaná k nám.

Vzplanutia gama sa nedajú pozorovať zo Zeme, pretože ich podstatnú časť absorbuje zemská atmosféra. Prvé vzplanutia gama zaznamenali americké špionážne satelity Vela začiatkom 60. rokov; úlohou týchto špionážnych družíc bolo monitorovanie skúšok jadrových zbraní v Sovietskom zväze a Číne, ale aj v skúšobných oblastiach spojencov (Briti v Austrálii, Francúzi na Sahare). V roku 1991 vypustili Američania satelit Comptom Gamma Ray Observatory (CGRO), ktorý dokázal detegovať prinajmenšom jedno vzplanutie za deň. Pôvod týchto vzplanutí bol dlho nejasný, pretože astronómovia nedokázali s dostatočnou presnosťou určiť presnú polohu zdroja, pričom svoju rolu zohrala aj mimoriadna vzdialenosť týchto zdrojov od Zeme.

Až v roku 1996, keď bol vypustený taliansko-holandský satelit BeppoSAX, dokázali astronómovia pomocou širokouhlej kamery zaznamenávajúcej röntgenové žiarenie, zistiť pomerne presnú polohu zdrojov týchto vzplanutí. Astronómovia vyvinuli systém, vďaka ktorému, už krátko po vzplanutí bolo možné informovať posádky veľkých pozemských teleskopov, kde majú hľadať zdroj posledného vzplanutia gama. Netrvalo dlho a hvezdári detegovali dosvit vzplanutí v röntgenovej, optickej a rádiovej oblasti z väčšiny vzplanutí (z analýzy získaných údajov) vyplynulo, že zdroje sa nachádzajú vo veľmi vzdialených galaxiách.

Donedávna sa teoretici uspokojovali s modelom, podľa ktorého boli zdrojom GRB kolízie dvoch mimoriadne hustých neutrónových hviezd; najnovším hitom je model „hypernovy", pri ktorom ide o totálny kolaps veľmi masívnej hviezdy. V oboch prípadoch je konečným produktom procesu masívna čierna diera a výtrysk hmoty, rozpínajúci sa do priestoru rýchlosťou blízkou rýchlosti svetla. Táto rozpínajúca sa hmota koliduje s medzihviezdnym plynom, čo vyvoláva rázové vlny, šíriace sa vo vyvrhnutom materiáli buď spätne, alebo do interstelárneho média, ktoré sa takto zohreje na vysokú teplotu. Dôsledkom zohriatia je ohnivá guľa, ktorá expanduje a zároveň chladne, čo pozemskí pozorovatelia zaznamenávajú ako dosvit.

GRB 990123 sa stal astronomickou senzáciou najmä preto, lebo astronómom sa po prvýkrát podarilo zaznamenať nielen žiarenie gama, ale aj optický záblesk. Keď detektory satelitov BeppoSAX a CGRO zaznamenali vzplanutie gama, okamžite vyslali správu pre Robotic Optical Transient Search Experiment (ROTSE), čo je vlastne automatická kamera, pracujúca v Los Alamos National Laboratory v Novom Mexiku. Kamera už po 10 sekundách začala exponovať snímky vo vytipovanej oblasti súhvezdia Pastiera. Už 22 sekúnd po pôvodnom zábleskú sa jej podarilo exponovať aj snímku optického vzplanutia.

Galamov tím vzápätí skombinoval údaje záblesku s údajmi, ktoré boli získané aj na iných vlnových dĺžkach – v röntgenovej, infračervenej, submilimetrovej, milimetrovej a gama oblasti; po vyhodnotení dospeli k záveru, že boli svedkami efektu troch druhov rázových vĺn okolo ohnivej gule. – Pôvodné vzplanutie gama bolo vygenerované rázovými vlnami vo vnútri výtrysku, – vraví Galama. – Optický záblesk zaznamenaný počas vzplanutia bol pravdepodobne vyvolaný spätnou rázovou vlnou, zatiaľ čo dosvit je pro-

duktom rázovej vlny, šíriacej sa smerom od výbuchu.

Napriek tomu, že populárny model dosvitov GRB nové pozorovania podopreli, uvoľnenie takého gigantického objemu energie z GRB 990123 ostáva skutočnou záhadou. Michael Anderson (Nordic Optical Telescope) v La Palme na Kanárskych ostrovoch) zverejnil analýzy optického spektra dosvitu. Jeho údaje, v zhode s údajmi teleskopu Keck II na Mauna Kea, potvrdili, že hodnota červeného posunu zdroja bola 1,6, čo je ekvivalent vzdialenosti niekoľkých miliárd svetelných rokov. Hubblov vesmírny teleskop po pozorovaniach 8. a 9. februára upresnil polohu gigantickej explózie; ide o periférium veľmi vzdialenej, nepravidelnej galaxie, v ktorej sa formujú mladé hviezdy.

Enormná vzdialenosť zdroja povýšila GRB 990123 na najžiarivejšie vzplanutie žiarenia gama v celej histórii pozemskej astronómie; hvezdári vypočítali, že väčší výron energie sa doteraz nikdy nezaznamenal. Ak sa intenzita vzplanutia nešírila rovnomerne všetkými smermi, objem energie vygenerovaný explóziou musel byť kolosálny: $3{,}4\times10^{47}$ ergov. Iba kvôli názornosti: podobné množstvo energie by sa vyprodukovalo vtedy, keby sme hmotu dvoch hviezd podobných Slnku premenili odrazu na energiu. Žiara vzplanutia iba vo viditeľnom svetle musela mať jasnosť milióna normálnych galaxií.

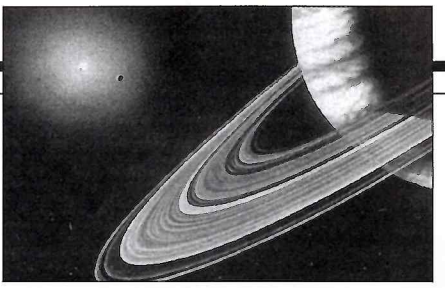
Teoretici zatiaľ takýto obrovský výdaj energie nedokážu vysvetliť. Podaktorí sa pokúšaju tento jav vysvetliť tým, že veľká koncentrácia hmoty niekde medzi Zemou a zdrojom mohla pôsobiť ako gravitačná šošovka a vzplanutie do istej miery zjasniť. V poslednom čase sa však uprednostňuje teória nasmerovaného výtrysku.

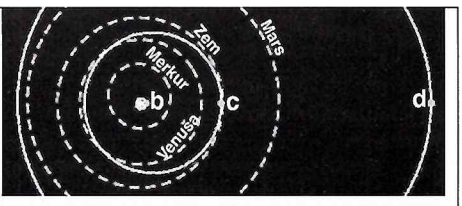
Shrinivas Kulkarni z California Institute of Technology v Pasadene uverejnil dôkaz „lúčovitého šírenia" (beaming), ku ktorému dospeli na základe údajov získaných skúmaním dosvitu GRB 990123 na multivlnových dĺžkach. Približne dva dni po vzplanutí začal dosvit blednúť rýchlejšie ako dovtedy. Tento „zlom" vo svetelnej krivke je presne takým „odtlačkom", aký by mal mať relativistický výtrysk, smerujúci viac-menej k nám. Vo chvíli, keď do istej miery ochladol, začal sa vejárovito šíriť aj do strán, pričom narastala aj hodnota jeho chladnutia.

Skeptickejší teoretici síce tvrdia, že ani toto ešte nie je presvedčivý dôkaz, ale iní teóriu nasmerovaného výtrysku akceptujú. Skupina dánskych astronómov študovala polarizáciu dosvitu, ale na ich veľké prekvapenie, nenašli po polarizácii ani len stopy. To môže znamenať, že magnetické pole je zložité, alebo v prípade, že by bolo koherentné, vzplanutie je nasmerované a mieri rovno na nás.

Podaktorí teoretici sa pokúšajú navrhnúť taký mechanizmus explózie, ktorý by prirodzene produkoval lúče radiácie, vychádzajúce z pólov rotujúcej čiernej diery *(Science 26. marca 1999, strana 1993)*. Iní sú však opatrnejší: – Dôkazy nasmerovaného žiarenia (beaming) sú prijateľné, – vraví Rees, – ale údaje získané pozorovaním nie sú zatiaľ príliš presvedčivé. Ďalšie gigantické vzplanutie, ďalší balík údajov by však neistotu mohol rozptýliť.

Govert Schilling
(eg)





Na *ilustrácii vľavo* vidíte planetárnu sústavu hviezdy υ Andromedae z pohľadu pozorovateľa, ktorý sa nachádza na kozmickej lodi, krúžiacej okolo poslednej, tretej planéty, štyrikrát väčšej ako Jupiter. Druhá planéta, dvakrát väčšia ako Jupiter, je malá guľka vpravo od hviezdy. Tretia, najmenšia planéta, je nepatrný tmavý bod v jasnom kotúčiku hviezdy. *Schéma vpravo* ukazuje vzdialenosti planét υ Andromedae v porovnaní s našou Slnečnou sústavou.

Hviezdu υ Andromedae obiehajú tri planéty

Astronómovia zo zmiešaného tímu amerických observatórií v Kalifornii, Massachusetts a Arizony, ktorý vedú dvaja najúspešnejší lovci extrasolárnych planét Geoffrey Marcy a Paul Butler oznámili, že objavili ďalšiu planetárnu sústavu: okolo hviezdy υ Eridani, vzdialenej 44 svetelných rokov, obiehajú najmenej tri planéty, čo je doteraz najvyšší počet planét spoľahlivo detegovaných v inej slnečnej sústave. Materská hviezda troch objavených planét vznikla pred 3 miliardami rokov, je teda asi o tretinu mladšia ako Slnko.

Geoffrey Marcy pri tejto príležitosti vyhlásil, že doterajšie výsledky hľadania extrasolárnych planét nasvedčujú tomu, že sa planetárne sústavy tvoria oveľa jednoduchšie, než ako sme sa ešte donedávna nazdávali.

Planéta, ktorá obieha υ Andromedae po najtesnejšej obežnej dráhe, dovrší jeden obeh za 4,6 dňa, krúži teda v bezmála dvojnásobnej vzdialenosti od svojej hviezdy ako Merkúr okolo Slnka. Jej hmotnosť: 0,75 Jupitera. Stredná planéta je dvakrát väčšia ako Jupiter a materskú hviezdu obieha vo vzdialenosti, ktorá sa takmer zhoduje so vzdialenosťou Venuše od Slnka. Doba obehu: 242 dní.

Najvzdialenejšia planéta je štyrikrát väčšia ako Jupiter a svoju hviezdu obehne za 3,5 až 4 roky.

Astronómovia sú presvedčení, že v tomto planetárnom systéme je zbytočné hľadať menšie, terestrické, našej Zemi podobné planéty, pretože gravitačný prak veľkých planét ich už dávno vymrštil mimo planetárnej sústavy, ak sa vôbec z protoplanetárneho disku stihli vytvoriť.

Objav troch planét pri υ Andromedae dovršil druhú desiatku objavených a potvrdených planetárnych sústav, ktoré tvorí najmenej jedna planéta.

Podľa Astronomy a NASA Press Releas (eg)

Ďalší objav dvojice Mayor/Queloz

Dvom švajčiarskym hvezdárom, ktorí objavili prvú extrasolárnu planétu, sa podaril ďalší objav: okolo hviezdy HD 75289, podobnej Slnku, ktorá leží vo vzdialenosti 94 svetelných rokov, objavili planétu, ktorá má hmotnosť 0,42 Jupitera (1,4 hmotnosti Saturna). Planéta materskú hviezdu obehne raz za 3,5 dní vo vzdialenosti 0,046 astronomickej jednotky. Ide o doteraz najmenšiu planétu, ktorú sa podarilo detegovať nepriamo, pomocou techniky zaznamenávania gravitačných výkyvov. Ide o 18. doteraz objavenú a potvrdenú extrasolárnu planétu. **– eg –**

Nový sused v Cefeovi

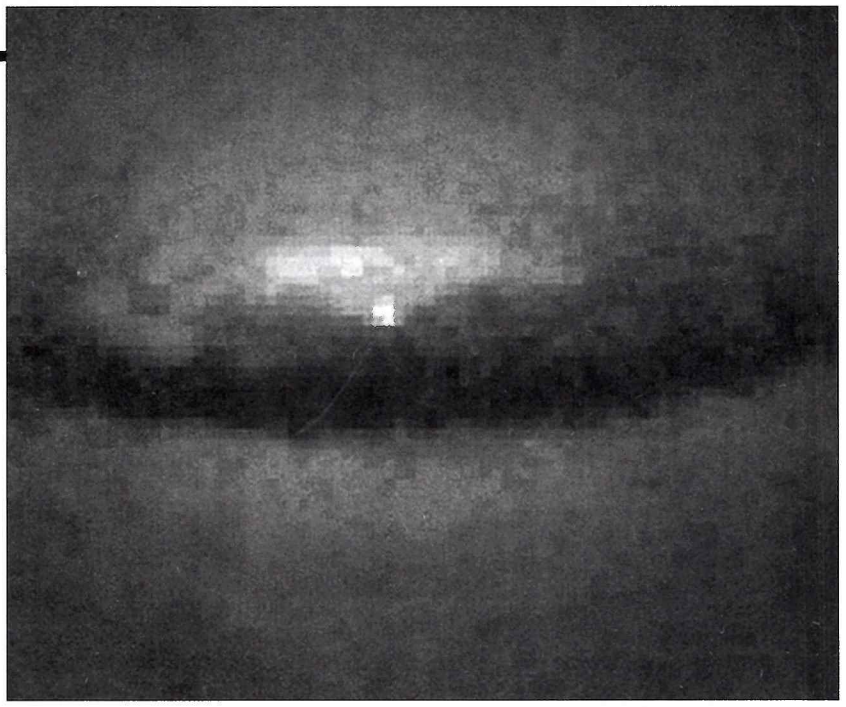
Medzinárodný tím astronómov „zakopol" o predtým neznámu blízku špirálovú galaxiu, ktorá je čiastočne zakrytá prachom a hviezdami našej Mliečnej cesty. Nový objekt je označený Cepheus 1 a nachádza sa vo vzdialenosti 20 miliónov svetelných rokov v relatívne prázdnej, prehliadanej časti oblohy nazývanej „miestna prázdnota" (Local Void). Ako upozornili R. Braun z Holandskej nadácie pre astronomický výskum a B. Burton (Leidenská Univerzita, Holandsko), našli galaxiu Cepheus 1 pomocou 25-metrového rádioteleskopu v Dwingeloo v Holandsku pri štúdiu kompaktných mračien neutrálneho vodíka okolo Mliečnej cesty. Ich objav bol potvrdený R.A.M. Walterbosom a Ch. G. Hoopesom (New Mexico State University), ktorí použili 3,5-metrový reflektor v Apache Point Observatory v Novom Mexiku na to, aby získali zobrazenie tejto galaxie vo viditeľnom svetle a v blízkej infračervenej oblasti. Nakoniec nasledoval výskum na Dominion Radio Astrophysical Observatory v Britskej Kolumbii v Kanade, ktorý ukázal nepochybnú známku rozsiahleho rýchlo rotujúceho disku neutrálneho vodíka s hmotnosťou 1,1 miliardy hmotností Slnka, čo je jedna štvrtina obsahu vodíka v našej Galaxii.

Orientácia disku galaxie Cepheus 1 je stále neistá. Podľa optického vzhľadu to môže byť spôsobené prítomnosťou priečky, vysvetľuje Walterbos. Je však možné, že sklon disku je pravdepodobne menší než 35°, z čoho vyplýva rotačná rýchlosť neutrálneho vodíka 60 km/s, alebo viac než 100 km/s, ak je sklon menší než 20°. Skutočná rýchlosť rotácie galaxie musí byť totiž známa, ak chceme určiť, koľko hmoty, či už svietiacej, alebo tmavej, obsahuje. Cepheus 1 patrí do triedy tzv. galaxií s nízkou povrchovou jasnosťou, ktoré sú bohaté na plyn, ale majú málo hviezd, resp. oblastí, kde sa hviezdy tvoria. Tento posledný objav je ďalším krokom k úplnému poznaniu podobných objektov v našom kozmickom okolí.

Podľa Sky & Telescope, marec 1999
RNDr. Zdeněk Komárek

MICHAEL DISNEY /

Nový pohľad na KVAZARY



Obrovský prachový disk (s priemerom 3700 svetelných rokov) krúži okolo čiernej diery s hmotnosťou 300 miliónov SĺNk v srdci galaxie NGC 7052. Aj v tomto prípade je čierna diera generátorom kvazaru.

Posledné pozorovania, uskutočnené pomocou Hubblovho vesmírneho teleskopu, môžu poopraviť naše predstavy o pôvode a povahe kvazarov, týchto mysterióznych zdrojov energie vo vesmíre.

Kvazary sú najsvietivejšími objektmi vo vesmíre. Do okolitého priestoru emitujú niekoľkostonásobne viac žiarenia ako naša Galaxia, ktorá sama žiari tak silno ako 10 miliárd SĺNk. Podľa astronomických merítok sú kvazary „drobučké" objekty; inými slovami – ich priemer je nepresahuje viac ako niekoľko svetelných dní. Čo je to oproti typickým rozmerom galaxií, ktorých priemer dosahuje niekoľko desiatok tisíc svetelných rokov? Ako sa generujú také obrovské množstvá energie v takých nepatrných objektoch? Čo sú to za objekty? Dokážeme ich vôbec vysvetliť pomocou bežných fyzikálnych zákonov? Astronómovia, ktorí by chceli dostať presnejšie odpovede na tieto otázky, zamierili na nebeské superhviezdy najvýkonnejší teleskop: Hubblov vesmírny ďalekohľad.

Prvý kvazar bol objavený ešte v roku 1962. Cyril Hazard, mladý astronóm univerzity v Sydney, začal študovať mohutný zdroj rádiových vĺn v súhvezdí Panny. Hazard nedokázal presne určiť miesto, kde sa zdroj nachádza (rádioteskopy neboli v tom čase ešte také presné ako teraz), ale po čase zistil, že Mesiac pri prechode súhvezdím Panny neznámy objekt zakrýva. A tak náš študent, spolu s Johnom Boltonom (riaditeľom práve dostavaného observatória Parkes v Austrálii) namierili obrovský tanier antény smerom k zdroju rádiového žiarenia a čakali, kým nedošlo k jeho zákrytu Mesiacom. Sledovaním, kedy sa signál stráca a kedy objavuje, chceli lokalizovať zdroj rádiových emisií a identifikovať ho s viditeľným objektom na oblohe. Nanešťastie vo chvíli, keď sa Mesiac posunul na oblohe ku kritickému miestu, ocitla sa anténa v polohe, kde jej pohyb bezpečnostný systém zastavil. Bez ohľadu na evidentné riziko sa Bolton rozhodol, že automatický bezpečnostný systém vypne: anténa teda mohla sledovať pohyb Mesiaca až dovtedy, kým sa okraj taniera takmer nedotkol Zeme.

Riziko sa vyplatilo: z údajov, ktoré Hazard získal, sa dala vypočítať presná poloha rádiového zdroja; zdroj bol identický s pomerne jasným, hviezdu pripomínajúcim objektom na nočnej oblohe. Pozíciu tohto objektu, označeného ako 3C273, poslali objavitelia Maartenovi Schmidtovi, astronómovi z Palomarského observatória v Kalifornii. Schmidtovi sa tak dostalo cti získať a analyzovať optické spektrum tohto objektu. Na začiatku mal so spektrom problémy, ale napokon vyhlásil, že ide o spektrum vodíka, ktorého čiary prezrádzajú posun, zodpovedajúci rozpínaniu sa vesmíru. Šestnásťpercentný posun znamenal, že 3C273 sa nachádza vo vzdialenosti 2 miliárd svetelných rokov od Zeme.

Keď Schmidt porovnal vzdialenosť a pozorovanú jasnosť objektu, zistil, že vyžaruje niekoľkostonásobne viac svetla ako ktorákoľvek zo známych galaxií. Prvý kvázistelárny zdroj rádiového žiarenia – kvazar – bol objavený.

V nasledujúcich rokoch objavili astronómovia veľa kvazarov. Objavitelia zistili, že jasnosť mnohých kvazarov silne kolíše; v niektorých prípadoch sa ich jasnosť v priebehu niekoľkých dní desaťnásobne zvýšila. Pretože vo vesmíre nebol doteraz objavený taký objekt, ktorý by sa dokázal „zapínať a vypínať" v kratšom čase, aký potrebuje svetlo na prekonanie jeho priemeru, najrozumnejším vysvetlením sa zdalo byť to, že superžiarivý objekt musí mať priemer niekoľkých svetelných týždňov! Viacerí renomovaní astronómovia odmietli veriť tomu, že vzdialenosti a svietivosti týchto záhadných objektov určené z červeného posunu sú také obrovské. Mystérium kvazarov preniklo z odbornej tlače do populárnych médií, vďaka čomu zaujalo viacerých mladých nadšencov astronómie vrátane autora tohto článku.

Špirálový disk v jadre obrej eliptickej galaxie M81 je jedným z najpresvedčivejších dôkazov existencie čiernej diery, ktorá bola pred miliardami rokov generátorom kvazaru.

Odvtedy hvezdári objavili a zaviedli do katalógov tisíce kvazarov, niektoré až s 500-percentnými červenými posunmi. Kvazary sa hľadajú ľahko, pretože na rozdiel od hviezd, ale i na rozdiel od galaxií zložených z hviezd emitujú žiarenie vo všetkých vlnových dĺžkach: od gama až po rádio. Emisia rádiového žiarenia, vďaka ktorej bol prvý kvazar objavený, je paradoxne (energeticky) najslabšou zo všetkých oblastí elektromagnetického žiarenia, ktorými sa kvazar prejavuje.

Astronómov, ktorí sa venujú kvazarom, zaujímajú štyri hlavné problémy. Prvý: v akom vzťahu sú kvazary ku galaxiám a hviezdam? Druhý: ako dlho dokážu kvazary generovať takú enormnú energiu? V našom najbližšom kozmickom susedstve, do vzdialenosti miliardy svetlených rokov od Zeme, sa vyskytuje iba jeden kvazar na každých milión galaxií. To však neznamená, že kvazary sa vyskytujú oveľa zriekavejšie ako galaxie; ich počet môže byť porovnateľný, ale ich „svietivá" životnosť je podstatne kratšia. Z tohto poznatku vyplýva aj tretí problém: prečo bolo kvazarov v minulosti oveľa viac? Pri 200-percentnom červenom posune, teda vo vzdialenosti 10 miliárd svetlených rokov, výskyt kvazarov sa skokom zvyšuje na tisícnásobok počtu, ktorý po-

zorujeme dnes. A napokon ten najmätúcejší problém: ako kvazary generujú svoju obrovskú energiu?

Ani na jednu z týchto otázok neexistuje jednoduchá odpoveď. Typický kvazar je od Zeme tak ďaleko, že jeho obraz je aj v najväčšom pozemskom optickom teleskope 100-miliónnásobne menší ako najmenší objekt, ktorý sa dá na snímke rozlíšiť. Časť astronómov sa nazdáva, že kvazary sa nachádzajú priamo v jadre galaxií. Zástanci tejto teórie zhromaždili dôkazy, podľa ktorých sa všetky fenomény a úkazy pozorované v kvazaroch, hoci v oveľa slabšej forme, pozorujú v jadrách asi jedného percenta obrích galaxií, nachádzajúcich sa blízko našej Galaxie. Hvezdári postupne rozlíšili celú paletu aktívnych galaktických jadier v rádiových galaxiách, v Seyferových galaxiách, blazaroch, v opticky búrlivých premenných hviezdach, v supersvetelných zdrojoch i ďalších objektoch. Doteraz sa im však nepodarilo zistiť, či sú tieto objekty prejavom rovnakého fenoménu, ktorý v každom prípade pozorujeme z iného uhla, alebo či ide skôr o jeho rôzne vývojové štádiá. Podnes nedokážu vysvetliť presné vzťahy medzi aktívnymi jadrami galaxií a kvazarmi. Kritici prvej teórie upozorňujú na to, že svietivosť aktívnych jadier ani zďaleka nedosahuje svietivosť kvazarov, pričom práve tá je najtypickejšou vlastnosťou týchto mysterióznych objektov.

Pozoruhodný názor na kvazary vyslovil ešte v roku 1973 Jerry Kristian, tiež astronóm na Mount Palomare. Upozornil na to, že ak by sa kvazary naozaj nachádzali vo vnútri veľkých hostiteľských galaxií, potom by sa na fotografiách najbližších kvazarov malo objaviť matné svetelné halo, generované hviezdami hostiteľskej galaxie. Varoval, že pozorovať toto halo nebude ľahké, pretože svetlo zo žiarivého kvazara, rozptýlené v zemskej atmosfére, zahltí oveľa slabšie halo. Navyše, Kristianovi sa podarilo demonštrovať, že kvazary s najmenším červeným posunom toto slabé, matné halo majú. Jeho dôkazy ale neboli príliš presvedčivé, pretože v halo sa nedalo rozlíšiť vôbec nič, čo by poskytlo informácie o hostiteľských galaxiách, či sú eliptické alebo špirálové.

Ťažkosti s Hubblom

Keď sa v polovici 70. rokov zrodil projekt Hubblovho vesmírneho teleskopu, väčšina pozorovateľov kvazarov predpokladala, že už krátko po jeho vypustení získajú dostatok jasných snímok hostiteľských galaxií, ak také (vo vzťahu ku kvazarom) naozaj existujú. A tak sa vyhľadávanie hostiteľských galaxií stalo jedným z prvých programov teleskopu. Tím Európskeho vesmírneho teleskopu navrhol pre HST špeciálnu kameru, tzv. Hubble's Faint Object Camera, ktorej dizajnéri zohľadnili všetky požiadavky na pozorovanie kvazarov. Napríklad: vyvinuli ohnisko s veľkým zväčšením i špeciálny koronograf, ktorého úlohou bolo zacloniť ostré svetlo kvazarov, aby sa lepšie dali pozorovať a študovať štruktúry hostiteľského objektu.

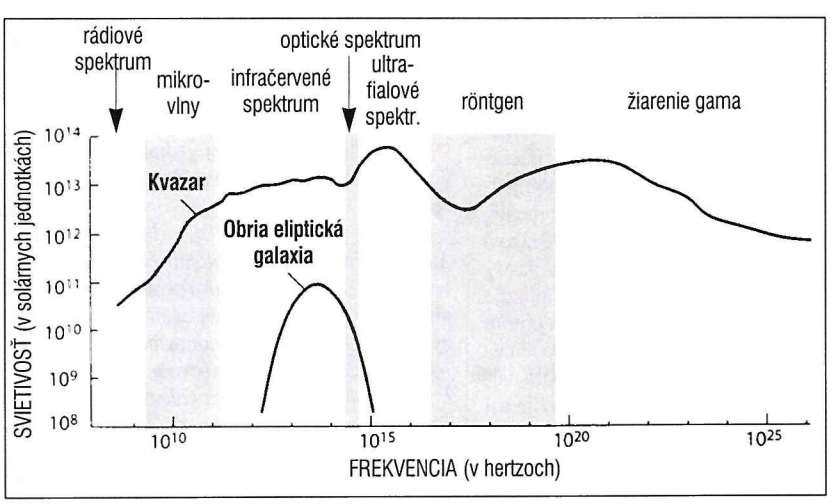
Astrofyzici v tom istom čase dospeli k názoru, že na to, aby taký relatívne malý objekt dokázal produkovať také veľké množstvo energie, musí sa v jeho strede skrývať masívna čierna diera. Takýto monštruózny objekt s hmotnosťou miliardy Slnk by gravitačne nasal všetku hmotu vo svojom okolí – od medzihviezdneho prachu a plynu až po hviezdy (ktoré gravitácia veľkej čiernej diery dokáže celkom deštruovať). Plyn klesá do čiernej diery, pričom dosahuje bezmála rýchlosť svetla a generuje veľmi silné magnetické pole a obrovské množstvo žiarenia. Donald Lynden-Bell, astronóm z Caltechu, vypočítal, že masívna čierna diera môže premeniť až 40 percent kľudovej energie ($E = m_0c^2$) nasávanej hmoty na radiáciu. Takýto proces by bol 400-násobne produktívnejší ako generovanie termojadrovej energie vo hviezdach. Z tohto dôvodu sa masívne čierne diery stali najvhodnejším teoretickým vysvetlením kvazarov. (Ani ostatné modely sa nakoniec bez čiernej diery nezaobišli.)

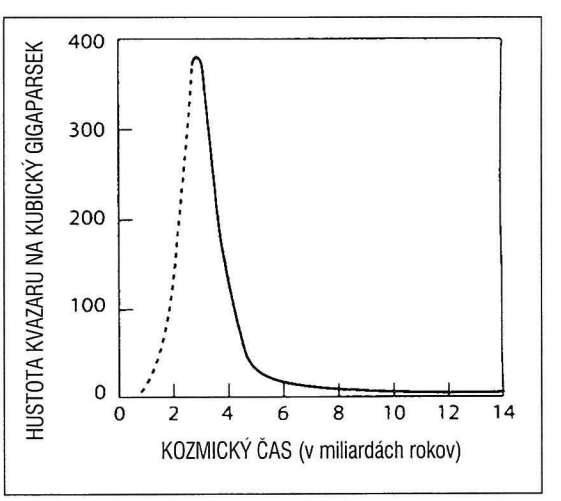
Problémom tohto modelu však bolo, ako vysvetliť, aký mechanizmus tieto monštrá krmi. Čierna diera s takou enormnou hmotnosťou by už zakrátko spotrebovala všetok materiál vo svojom okolí, vrátane hviezd, a trpela by nedostatkom vhodného paliva. Kvôli objasneniu tejto záhady vyvinula skupina European Space Telescope pre Faint Object Cameru špeciálny spektrograf (long – slit). Tento prístroj vyvinuli so zámerom merať rýchlosť rotujúceho materiálu v aktívnych jadrách galaxií a odhadnúť pomocou získaných údajov hmotnosť čiernych dier v ich jadrách.

Hneď po dlho odkladanom vypustení HST sa zistilo, že zrkadlo teleskopu nebolo vyrobené správne. Snímky vzdialených objektov boli také rozmazané, že kvazarológom bolo do plaču. Ja sám som vďaka tomuto lajdáctvu stratil 5 až 10 rokov astronomického života. Situácia sa zlepšila až vtedy, keď NASA uvoľnila peniaze na opravu „krátkozrakého" HST, čo sa stalo v roku 1993. Nanešťastie ani jeden zo špeciálnych prístrojov, vyvinutých pre originálnu kameru kvôli pozorovaniu kvazarov, už nebolo možné obnoviť. Ak sme chceli pozorovať kvazary, museli sme sa uspokojiť s Wide-Field Planetary Camera (Širokouhlou planetárnou kamerou), ktorá sa na túto prácu príliš nehodila. Napriek tomu sa dva tímy na túto prácu podujali: európsky tím pod vedením autora tohto článku a americký tím, ktorého šéfom sa stal John Bahcall (Institute for Advanced Study v Princetone.)

Pozorovanie hostiteľov potenciálnych kvazarov s novými kamerami HST pripomínalo pozorovanie auta so zapnutými diaľkovými svetlami, prichádzajúceho z protismeru v snehovej metelici so zámerom identifikovať logo na kapote. Astronómovia získali z každého vytipovaného objektu niekoľko snímok, odfiltrovali hlavný lúč vychádzajúci z kvazaru a s tým, čo na snímke po týchto operáciách ostalo, „sa pohrali" v počítači. Vo väčšine prípadov obsahoval finálny produkt dostatok detailov, z ktorých sa dali zistiť štruktúry tej-ktorej galaxie. Žiaľ, Jerry Kristian, muž, ktorý bol na tomto poli pionierom, zahynul pri havárii ultraľahkého lietadla v Kalifornii krátko pred zverejnením výsledkov.

Čo sme pomocou HST zistili? Z 34 pozorovaných kvazarov malo asi 75 percent slabé, hmlisté halo, prezrádzajúce hostiteľskú galaxiu. Zvyšné kvazary takéto halo nemali, ale je možné, že ostré svetlo kvazarov exponovanie jemného halo znemožnilo. Polovicu halo tvorili eliptické, polovicu špirálové galaxie. Kvazary s najsilnejšími rádiovými signálmi hniezdili prevažne v eliptických galaxiách, ale nič viac sa nedalo rozlíšiť. Pri troch štvrtinách hostiteľských galaxií však hvezdári objavili čosi, čo ich šokovalo: galaxie s kva-





Prvý graf: **Spektrum kvazara 3C273, jedného z najjasnejších a prvých objavených kvazarov, je oveľa širšie ako spektrum typickej obrej eliptickej galaxie.** *Druhý graf:* **V optickej oblasti má kvazar 100-násobne väčšiu svietivosť. Kvazary boli oveľa početnejšie v čase, keď mal vesmír 2 až 4 miliardy rokov. Dnes je kvazarov tisíckrát menej. Kvazary boli veľmi zriedkavé aj vo veľmi mladom vesmíre, ale ich presný počet v tom čase je neurčitý.**

zarom v jadre zastihli zakaždým v štádiu prebiehajúcej kolízie s inou galaxiou alebo pri gravitačnom kanibalizme, „hltaní" menších galaxií.

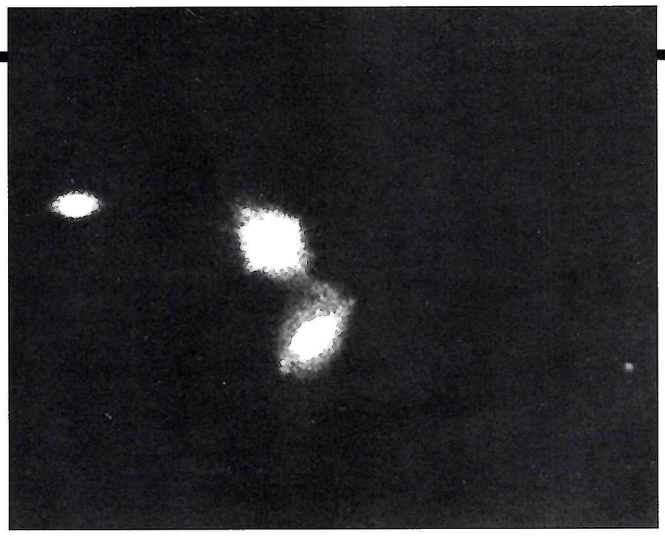
Tento poznatok potvrdil zakrátko aj kanadský tím používajúci pozemský teleskop, vybavený adaptívnou optikou pre pozorovanie kvazarov. V prípade galaktických interakcií však HST, vďaka podstatne vyššiemu rozlíšeniu, poskytol presvedčivejšie dôkazy. Snímky týchto kolízií dávajú odpoveď na otázku, odkiaľ ozrutné čierne diery v srdci kvazarov pravdepodobne čerpajú palivo na generovanie svojej energie. Gravitačne nasávaná hmota dopadajúca na čiernu dieru generuje intenzívnu radiáciu.

Tento proces vysvetľuje rozdielny počet kvazarov v rozličných obdobiach evolúcie vesmíru. Bezprostredne po big bangu sa ešte nestihli vytvoriť galaxie, ktoré by mohli navzájom kolidovať. Ak v tom čase už existovali čierne diery, mechanizmus, ktorý by ich kŕmil, aby sa mohli prejaviť vo forme kvazarov, ešte nejestvoval. Je preto celkom pochopiteľné, že sme zatiaľ objavili iba zopár kvazarov s vysokým červeným posunom, teda z obdobia pred 11 miliardami rokov. Neskoršie, keď sa už galaxie začali formovať a navzájom zrážať, vznikalo aj rádovo viac kvazarov: vo vzdialenosti 10 miliárd svetelných rokov od Zeme sme ich už objavili relatívne veľa. V neskorších štádiách evolúcie vesmíru sa galaxie v rozpínajúcom sa priestore začali od seba vzďaľovať. Dôsledkom bol pokles počtu kolízií, teda i pokles počtu kvazarov.

Ibaže: najmenej štvrtina hostiteľských galaxií pozorovaných pomocou HST, napríklad špirálová galaxia obklopujúca kvazar PG 0052+251, je relatívne osamelých. Hvezdári pri nich neobjavili ani len náznak nejakej kolízie. Túto „záhadu" možno vysvetliť aj tak, že nejaká slabučká galaxia s ňou koliduje, lenže ostré svetlo kvazara znemožňuje jej rozlíšenie. Je však možné, že v tomto prípade funguje aj alternatívny mechanizmus, ktorý umožňuje prívod dostatočného množstva paliva na uskutočnenie premeny čiernej diery na kvazar. Jedno však kvazarológovia vedia určite: prevažná väčšina galaktických interakcií sa nekončí vznikom kvazaru; ak by to tak bolo, potom by muselo byť kvazarov podstatne viac, ako pozorujeme.

Relatívne malý počet kvazarov svedčí o tom, že masívne čierne diery sú pomerne zriedkavým úkazom; vo väčšine galaxií ich jednoducho niet. Tomuto záveru však protirečia výsledky najnovších pozorovaní: tím Michiganskej univerzity, kombinujúc pozorovania HST so spektroskopickým pozorovaním pozemských ďalekohľadov, zmeral hmotnosť jadier 27 galaxií, nachádzajúcich sa najbližšie k našej Galaxii. V 11 prípadoch získali presvedčivé dôkazy o prítomnosti masívnych telies, podľa všetkého čiernych dier.

Ďalej: niektoré z týchto masívnych čiernych dier mohli byť kedysi kvazarmi. V roku 1994 tím Hollanda Forda z John Hopkins University pozoroval pomocou HST jadro M87, obrovskej eliptickej galaxie v kope galaxií v Panne, vzdialenej 50 miliónov svetelných rokov od Zeme. Aktívne jadro M87 emituje široké spektrum žiarenia podobné žiareniu, ktoré generuje kvazar, ale iba s tisícinou obvyklej intenzity. Astronómovia zistili i to, že svetlo z jednej strany jadra vykazovalo modrý posun (čo naznačuje pohyb smerom k Zemi), zatiaľ čo svetlo z druhej strany malo červený posun, (čo znamená, že objekt sa od Zeme vzďaľuje). Ford prišiel k záveru, že sa im podarilo pozorovať rotujúci disk horúceho plynu. Navyše: disk rotuje tak rýchle, že musí byť udržiavaný iba čiernou dierou, a to s hmotnosťou asi 3 miliardy Slnk, čiže rovnakým druhom objektu, o ktorom predpokladáme, že by mal byť energetickým zdrojom kvazaru. Pred miliardami rokov mohlo byť jadro M87 celkom dobre aj kvazarom.



Zrodenie kvazaru môže byť niekedy dôsledkom kolízie galaxií. Masívna čierna diera v jadre jednej z kolidujúcich galaxií nasáva materiál z druhej galaxie, pričom sa generuje lúč intenzívnej radiácie. Takýto proces sa pravdepodobne odohráva aj v kvazare PG 1012+008, ktorý bol pozorovaný pomocou HST. Kvazar leží vo vzdialenosti 1,6 miliardy svetelných rokov od Zeme.

Pátranie po kvazaroch

Posledné pozorovania primäli astronómov k tomu, aby sa pokúsili vytvoriť teóriu, vysvetľujúcu pôvod kvazarov. Podľa tejto teórie väčšina galaxií obsahuje masívnu čiernu dieru, ktorá je schopná generovať enormné množstvá energie za veľmi špeciálnych okolností. Produkcia energie dramaticky narastá vtedy, keď plyn a hviezdy začínajú dopadať na povrch čiernej diery vo zvýšenej miere: typický je prísun materiálu s hmotnosťou Slnka za rok. Tento zvýšený prísun je dosť často, ale nie vždy, spôsobený zrážkami alebo tesnými priblíženiami. Kvazary sa teda častejšie vyskytovali v období vyššej hustoty galaxií, keď bol vesmír mladší a prehustenejší ako dnes.

Čo môžeme povedať o životnosti týchto monštier? Predbežne neveľa. V pozorovaných hostiteľských galaxiách nenachádzame dosť dôkazov o tom, že by tie „ich kvazary" žiarili tak dlho, aby ich stihli značne poškodiť. Napríklad plynný vodík v hostiteľskej galaxii nie je do takej miery ionizovaný, ako by mal byť, keby bol vystavený žiareniu dlho aktívnych kvazarov. Pozorovanie, podľa ktorého veľa hostiteľských galaxií interaguje, pričom takáto interakcia trvá väčšinou jednu periódu galaktickej rotácie alebo čosi menej, svedčí o tom, že životnosť kvazarov je kratšia ako 100 miliónov rokov. Ibaže: ak existencia masívnych čiernych dier vo väčšine galaxií implikuje ich aktívnu minulosť v podobe kvazarov, potom malý počet pozorovaných kvazarov (iba jeden na každých 1000 galaxií v období, keď ich bolo najviac) svedčí o tom, že životnosť kvazarov je asi 10 miliónov rokov, alebo ešte menej. Ak je tento odhad správny, potom je fenomén kvazaru (jeho existencie) iba krátkou periódou v 10 miliárd rokov trvajúcom živote galaxií. Napriek tomu, že množstvo energie generovanej každým kvazarom je nepredstaviteľne veľké, tvorí nanajvýš 10 percent žiarivého výstupu galaxie za celkovú dobu jej existencie.

Na to, aby sme túto teóriu otestovali, potrebujeme analyzovať oveľa viac pozorovaní. HST musí preveriť oveľa viac blízkych kvazarov a ich hostiteľských galaxií. Existujúci súbor blízkych kvazarov je príliš malý a príliš úzko selektovaný na to, aby sme z toho mohli robiť spoľahlivé uzávery. Vzdialené hostiteľské galaxie sú zasa príliš ďaleko na to, aby sme ich dokázali pozorovať dnešnými prístrojmi.

Astronómovia dúfajú, že k novým objavom im napomôžu ďalšie prístroje inštalované na HST: Near Infrared Camera and Multi-Object Spektrometer (NIMCOS), ktoré vedcom umožnia preniknúť do jadier galaxií, zahalených oblakmi prachu. A na dobrej pomoci im bude aj Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS), ktorý svoju užitočnosť preukázal pri meraniach hmotnosti čiernej diery v blízkej galaxii. V roku 1999 zamýšľa NASA inštalovať na HST kameru, ktorej súčasťou je aj koronograf s vysokým rozlíšením; ten zacloní ostré svetlo kvazaru a odhalí hostiteľskú galaxiu.

Z hľadiska teórie sa musíme dozvedieť, **ako a kedy** sa formujú masívne čierne diery. Vznikajú ešte pred hostiteľskými galaxiami, alebo až neskôr, v ich vnútre? Radi by sme vytvorili presvedčivý fyzikálny model, pomocou ktorého by sme dokázali presne vysvetliť, ako takéto čierne diery premieňajú dopadajúci materiál na všetky možné druhy žiarenia, od gama žiarenia až po nadsvetelné rádiové výtrysky. Nebude to ľahké: Carole Mundell z Joredel Bank Observatory v Anglicku svojho času poznamenala, že pozorovanie kvazarov pripomína pozorovanie výfukových splodín auta z veľkej vzdialenosti s ctižiadostivým cieľom zistiť, čo sa deje pod jeho karosériou.

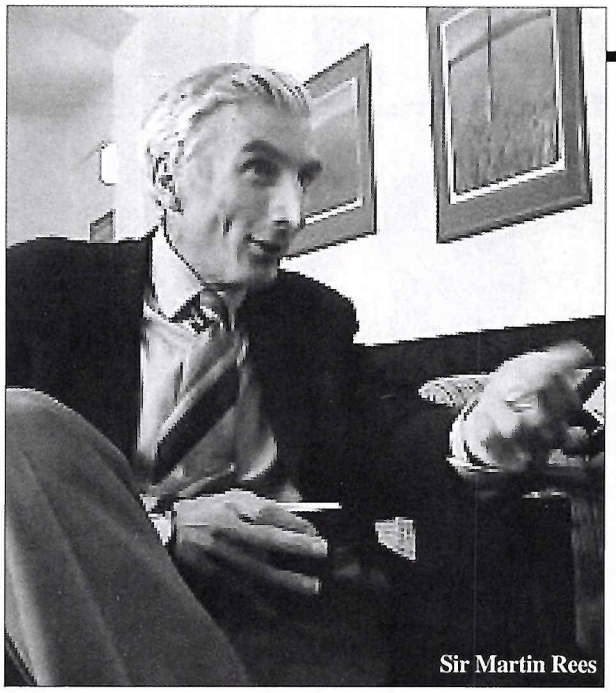
Michael Disney

Autor je profesorom astronómie na Waleskej univerzite v Cardiffe. Dvadsať rokov bol členom tímu pri Európskej vesmírnej agentúre (ESA), ktorý vyvinul kameru na exponovanie slabých objektov, určenej pre vesmírny teleskop. Okrem kvazarov sa venuje skrytým galaxiám, ornitológii a enviromentálnym škodám, ktoré spôsobujú supertankery prepravujúce naftu.

Ďalšie informácie nájdete na adrese: http://www.stsci.edu

Preložil: eg

Podľa Scientific American, jún 1998


Sir Martin Rees

VESMÍR nad kelímkem kávy

Na vlaňajšej európskej astronomickej konferencii (JENAM) v Prahe sa zúčastnilo viacero astronómov, ktorí sú vo svojich odboroch uznávanými autoritami. Redakcia Instantních astronomických novin, ktoré vydáva Hvezdáreň Mikuláša Koperníka v Brne, urobila s tromi z nich zaujímavý rozhovor: Stanislav Štefl si k šálke kávy pozval Sira Martina Reesa, renomovaného špecialistu na aktívne jadrá galaxií, kvazary a vzplanutia žiarenia gama, profesora Igora Novikova, priekopníka relativistickej astrofyziky, špecialistu na čierne diery, a profesora Jiřího Bičáka, ktorého odborom je relativistická astrofyzika a kozmológia.

Stanislav Štefl: *První otázku bych si dovolil položit Siru Martinu Reesovi. Jaké je to být britským královským astronomem? Dnes, na konci druhého tisíciletí?*

Martin Rees: Můj titul je reliktem ze starých dob. Pro mne osobně je však důležité, že astronomie velice rychle postupuje kupředu. Stačí se podívat na objevy posledních dvou tří let; bylo jich mnohem více než v kterémkoli jiném předchozím období.

Když jsem já začínal s astronomií v šedesátých letech byly objeveny kvasary, mikrovlnné reliktní záření, neutronové hvězdy... Také poslední období je zajímavé: třeba objevy velmi vzdálených galaxií, vysvětlení povahy zábleskových zdrojů gama záření či planety u jiných hvězd. Hranice poznání se posunují dál a dál. Zrychluje se i tempo. Věřím, že toto crescendo v astronomickém poznávání bude pokračovat i nadále.

Jiří Bičák: Znamená titul „Astronomer Royal" něco více, než jenom pouhý čestný titul? Nebo s sebou nese i nějaké povinnosti?

Martin Rees: Je pravda, že titul „královský astronom" nosil člověk, jenž vedl hvězdárnu v Greenwichi. Používá se od roku 1675. Ale posledních padesát let se jedná pouze o čestný titul, podobně jako třeba „Poet Laureate" – což je titul nejstaršího astronoma. Přede mnou byl královským astronomem Sir Martin Ryle a také to byla jenom čestná funkce.

Jiří Bičák: Není tento titul spojen s povinností, že by musel královský astronom uskutečnit třeba jednou za rok nějakou přednášku?

Martin Rees: Nikoli. Ovšem kdyby anglická královna chtěla vědět něco z astronomie, pak se pravděpodobně obrátí na mne. Ale mně se taková věc dosud nestala. Předpokládám však, že budu tázán na úplné zatmění Slunce, jenž nastane 11. srpna 1999. Bude totiž vidět v Anglii a pokud vím, tak i u vás v České republice. Určitě budou stížnosti od představitelů turistiky v jihozápadní Anglii, kteří by chtěli zatmění již v červnu a nikoli až v srpnu, aby ovlivnilo celou sezónu.

Stanislav Štefl: *A nyní již poněkud vážněji. Co byste označili za největší objevy v relativistické astrofyzice a kosmologii v posledních deseti letech?*

Igor Novikov: Martin Rees již zmínil některé velice důležité věci. Já sám považuji za velmi podstatné objevy v gama astronomii. V průběhu uplynulých deseti let jsme získali jistotu, že v centru galaxií pozorujeme masivní černé díry. Do té doby se jednalo o domněnku, nyní již máme velice přesvědčivé důkazy o jejich skutečné existenci. To je velmi důležité. Velmi hmotné černé díry v centrech galaxií jsou totiž největší známé zdroje energie v moderním vesmíru.

Takže tyto dva objevy – zdroje gama záblesků a masivní černé díry – jsou podle mne to nejdůležitější z astrofyziky posledních let.

Martin Rees: Zcela souhlasím s Igorem Novikovem. Nyní začínáme detailně rozumět procesům, o kterých se dříve vědělo jen velmi málo. Igor Novikov již v roce 1964 tvrdil, že kvasary čerpají energii z akrece materiálu na kompaktní objekt. Nyní pro to máme již velmi přesvědčivé důkazy a můžeme se současně pustit do podrobného modelování. Dokonce tak, abychom se něco dozvěděli i o samotných černých dírách. Věřím tudíž, že brzy začneme testovat Einsteinovu teorii i v případech, kdy jsou její projevy velmi silné. Zatím se všechny testy – vždy zcela přesvědčivé – odehrávaly těsně za newtonovskou limitou, kdy jsou relativistické projevy velmi slabé. Tedy projevy obecné teorie relativity ve sluneční soustavě, nebo gravitační vlny od dvojitých pulsarů.

Nemáme žádné přímé důkazy, že by se měly černé díry chovat tak, jak předpovídá Einsteinova teorie. Ta přitom dává velice přesnou představu o jejích vlastnostech.

Doposud nemáme žádný přímý důkaz, že mají takové vlastnosti. Jediné, co víme je, že existuje velké množství temné, nesvítící hmoty, koncentrované ve velmi malém prostoru. Ale nemáme důkaz o tom, že se řídí tzv. Kerrovou metrikou.

Věřím však, že během několika příštích let budeme disponovat dostatkem údajů pro sledování hmoty pohybující se v oblasti, kde jsou projevy relativity velice silné.

Igor Novikov: Dovolil bych si doplnit, že první kroky ve směru, jenž naznačil Martin Rees, byly vlastně již uskutečněny. Myslím tím profily spektrálních čar vznikajících v těsné blízkosti černé díry. Jasně ukazují, že se tyto čáry tvoří ve velmi silném gravitačním poli, ve vzdálenosti jen několika gravitačních poloměrů od černé díry.

Velice významním objevem je i objev anizotropie mikrovlnného reliktního záření, která ukazuje, jak kdysi vypadal vesmír. Zjistilo se, že intenzita záření mírně kolísá v různých směrech – to je ona anizotropie. Tyto mírné změny nám říkají něco o nových detailech struktury vesmíru, například o tempu jeho rozpínání, kolik hmoty ve vesmíru existuje, jakého druhu je a také o drobných vlnkách v hustotě hmoty vesmíru, které později vedly k vytvoření hvězdných soustav, a tedy i nás samých.

Jiří Bičák: Mně připadá, že velice významný objev je nález supermasivní černé díry v centru naší galaxie. Jak se zdá, v blízké budoucnosti bude možné sledovat přímo trajektorie jednotlivých hvězd v blízkosti této černé díry. Trajektorie hmotných objektů kolem černé díry je také jedna z oblastí, které jsme se věnovali spolu s kolegy z čistě teoretického hlediska v době, kdy se mohlo přímé pozorování jevit iluzorním.

Pokud jde o teoretickou, nebo chcete-li matematickou fyziku, která bezprostředněji souvisí s astrofyzikou či kosmologií, tak i zde došlo k různým, velice podstatným pokrokům. Asi by se neoznačovaly jako „objevy" v běžném, astronomickém smyslu, přesto jsou pozoruhodné. Nejzajímavější je zřejmě stabilita plochého prostoročasu, tzv. Minkowského prostoru. Díky velice komplikovaným matematickým postupům a důkazům dnes víme, že když prostor v nějakém daném čase vyplníme nepříliš silnými gravitačními vlnami, které směrem do nekonečna slábnou, tj. uvažujeme nějaké počáteční rozdělení gravitační energie, pak se celý následující vývoj se odehrává tak, že nevznikají žádné rázové vlny, ani singularity. Vlny se jednoduše postupně rozplývají, takže v další budoucnosti se prostor stává plochým.

Einsteinovy rovnice jsou určitě jedny z nejkrásnějších, ale také nejkomplikovanějších. Fakt, že se nelinearity nezvětšují, nýbrž že se „rozplývají", je jedním z největších objevů matematické fyziky, někteří dokonce soudí i matematiky jako takové, posledních let. Svědčí o mimořádných vlastnostech Einsteinových rovnic gravitace. Například analogická tvrzení pro rovnice hydrodynamiky neplatí.

Další oblastí, která se rychle rozvíjí, je numerická relativita, ve které lze zatím dobře modelovat čelní srážky černých děr nebo dvou neutronových hvězd – výsledky různých autorů dobře souhlasí. Hlavním cílem je ovšem počítat gravitační vlny vysílané dvojicí rotujících černých děr či neutronových hvězd, které se nesrazí čelně, ale obíhají kolem společného těžiště: vlivem vysílání gravitačních vln se jejich trajektorie přibližují, až se nakonec oba objekty srazí. Tyto vlny bude možné v nejbližší době (jistě do

několika let) pozorovat dnes dokončovanými mohutnými detektory gravitačních vln. Je otázka, kdo bude více překvapen: zda lidé modelující tyto objekty tím, co se naměří, nebo naopak pozorovatelé tím, co bylo vypočteno.

Numerická relativita a také zejména abstraktní metody nejnovějších partií matematiky použité na řešení Einsteinových rovnic by měly také dát odpověď na zásadní otázku týkající se i černých děr. Souvisí s tím, zda výsledkem i velice nesymetrického kolapsu je opravdu černá díra, tj. hmota je po kolapsu obklopena horizontem, z pod kterého nic nemůže uniknout „ven". To odpovídá tzv. principu „kosmické cenzury", který před řadou let formuloval Penrose. Zůstává však stále otevřeným problémem, zda „platí". Tj., že hmota se při gravitačním kolapsu vždy zhroutí do černé díry, že se nevytvoří tzv. „nahá singularita" v křivosti prostoru, která by horizontem obklopena nebyla. Že se černá díra vytvoří, je jasné u sféricky symetrických či nepříliš odlišných případů, jak je to u kolabujícího objektu velice nesymetrického (nesférického), je zatím nejasné. Mohlo by to vést k novému typu objektu, jenž teprve následně vytvoří černou díru. Ale pokud by se opravdu mohla vytvořit nahá singularita, museli bychom začít modifikovat teorii gravitace – v samé singularitě prostě přestávají fyzikální zákony platit.

Ale abychom se vrátili více k astronomii, zde na této konferenci jsem se poprvé podrobněji dozvěděl o černých dírách v tzv. mikrokvasarech. To se mi jeví jako velmi podstatný astronomický objev...

Martin Rees: Tyto mikrokvasary jsou blízko kolem nás, v naší Galaxii. Vezměme fyziku černých děr (mikrokvasarů), které jsou blízko kolem nás. Když změníme měřítko obrovských černých děr v centrech vzdálených galaxií, jež mohou mít více než miliardu Sluncí, dostaneme ke stejným objektům v naší Galaxii s hmotností jen deset tisíc Sluncí. Pravidla při této změně měřítka jsou přitom velmi jednoduchá.

Blízké objekty mohou mít vlastně stejnou fyziku, včetně magnetických polí, a přitom jsou daleko více po ruce než ty vzdálenější. Výhodou je také to, že se u nich značně urychlují všechny vývojové procesy, takže během několika let můžeme pozorovat to, co bychom u velmi hmotných děr ve velmi vzdálených kvasarech zjistili za dobu několika milionů let.

Abychom se vrátili zpět ke kosmologii. Igor Novikov se zmínil o mikrovlnném záření pozadí – v posledních desetiletích začaly vznikat kvantitativní modely vývoje vesmíru: od raných počátků, od doby, kdy ještě žádné galaxie nebyly, až po současnost, k dnešnímu rozdělení galaxií.

My dnes pozorujeme i staré galaxie, jež vznikaly v době, kdy měl vesmír jen desetinu dnešního stáří, a také nehomogenitu mikrovlnného záření, které je ještě starší. Toto záření odráží počáteční nestejnorodosti vesmíru, jež vedla k fluktuacím, které se rozvinuly až do současné podoby. Je možné, že fluktuace byly vtištěny vesmíru již ve velice ranných dobách, například ve fázi inflace. Může se tedy jednat o jakési kvantové fluktuace.

Dlouhodobým cílem je docílit nějakého sjednocení velice malých a velice velkých měřítek – vesmíru a mikrosvěta. A toho jsme vlastně svědky, jelikož je možné, že největší struktury dnešního vesmíru – kupy galaxií – jsou důsledky kvantových fluktuací ve velice raném vesmíru. Jestliže dostane tento model pevný základ, pak můžeme – a to je fascinující – extrapolovat vývoj vesmíru zpět, ne jenom jednu sekundu od počátku, což můžeme s dnešními znalostmi, ale až na 10–36 sekundy od počátku.

Stanislav Štefl: *Má dnes ještě smysl položit otázku, co bylo před tzv. velkým třeskem? Lze vůbec takovou otázku položit fyzikům-astronomům?*

Igor Novikov (vpredu) a Jiří Bičák.

Igor Novikov: Většina z nás věří, že tzv. velký třesk (Big Bang) proběhl. Když se extrapoluje vývoj vesmíru do minulosti – až na jednu vteřinu od jeho vzniku – dosahovala teplota vesmíru více než deseti miliard stupňů. Z tohoto období máme poměrně dost „fosilií", tedy především helium, ale z poněkud pozdější doby i mikrovlnné záření. Když ale pokračujeme ještě dál do minulosti, stává se situace méně jasná, jelikož se extrémní podmínky příliš vzdalují od laboratorní fyziky. Hustoty jsou mnohem větší než hustoty v jádře a částice se pohybují s energiemi mnohem vyššími, než jaké se dají docílit v dnešních urychlovačích, včetně evropského CERNu.

Fyzika v ranějších fázích existence vesmíru je tedy značně spekulativní, ale velmi podstatná pro porozumění současnému stavu – třeba k poměru hmoty a antihmoty nebo vzniku fluktuací vedoucích k dnešním galaxiím. Když se dostáváme ještě dál do minulosti, pak naše běžné představy zcela selhávají. Podle některých autorů se objeví více rozměrů, také celý koncept času se hroutí.

Otázka, co bylo před velkým třeskem, která se spoléhá na kontinuitu času, je tudíž nezodpověditelná.

Znovu je nutné zdůraznit, že naše znalosti fyziky nejsou dostatečné k tomu, abychom popsali podmínky velmi raného vesmíru. Je nutné zavést nové fyzikální zákony, které se na takovou fyzikální situaci vztahují. Mezi jinými je to určitě kvantová gravitace, jelikož je zřejmé, že za takových podmínek se musí gravitace projevovat kvantově. Tedy prostor a čas – prostoročas – se musí popisovat z kvantového hlediska. Prostě i sám čas se musí vyjadřovat po kvantech – přírůstcích, jenž se dál nemohou dělit.

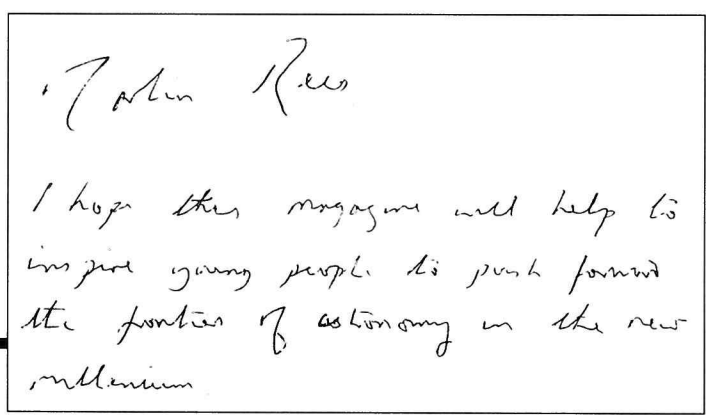
Takže otázka, co bylo před Big Bangem, ztrácí smysl, vždyť není možné čas rozdělit na libovolně malé kousky. Něco jiného je, jestli si můžeme představit obecný stav, který mohl tehdy panovat – stav jakési pěny prostoročasu, takového zvláštního vakua. Jednotlivé bublinky prostoročasu – vesmíry – by měly velmi složitou topologii, strukturu a také velmi složitý vývoj. Takže to byla taková kvantová pěna.

Soudí se, že v takové pěně mohou občas vznikat bubliny, které začnou expandovat a po nějaké době zase zkolabují. O tom mluvil na JENAMu i Martin Rees – o možnosti tvorby i jiných vesmírů, z nichž některé zase zemřou, aniž by mezitím došlo k nějaké jejich skutečné expanzi. Ale určitě mohou vznikat i takové systémy, které se rozpínají dlouho. Asi by to nebylo příliš časté, ale občas by se to stát mohlo. Příkladem můžeme být my.

Je obtížné o tom mluvit v termínech prostoru a času, když by se musela představa prostoročasu hodně změnit tak, aby měla kvantovou povahu. Z takové pěny by tedy mohly vznikat různé vesmíry s různou povahou a také s různými fyzikálními zákony. Je možné, že dnes existují i jiné vesmíry, dokonce nekonečné množství vesmírů.

Je otázka, jak by se takový soubor vesmírů měl jmenovat. Asi supervesmír.Takový supervesmír by byl přitom neustále mladý – to je jedna z možných odpovědí na vaši otázku, co bylo před velkým třeskem. Tedy, kdyby tento supervesmír neměl žádný počátek...

Jiří Bičák: Já jsem poněkud skeptický – všechny tyto úvahy se opírají o kvantovou gravitaci... I když byl v tomto směru v posledních létech učiněn podstatný pokrok, ve skutečnosti žádná kvantová teorie gravitace zatím vytvořena není. Otázkou je, zda lze spojit kvantovou teorii a „klasickou" Einsteinovu teorii gravitace v těch tvarech, jak je známe. Nebo bude třeba některou z těchto teorií nejprve nějak modifikovat, aby jejich sjednocení bylo možné?



Verím, že tento časopis bude mladých ľudí inšpirovať k tomu, aby posunuli hranice astronómie do nového tisícročia.

Sir Martin Rees

Účastníci besedy.

Je, myslím, nutné počkat, až bude formulována jasná kvantová teorie gravitace, která bude jistě a „bezpečněji" vypovídat o počátcích vesmíru více.

Stanislav Štefl: *Druhou věcí, která již nezávisí na tom, jak počítat čas, se týká fyzikálních zákonů: jsou nezávislé na prostoročase? Platí v celém supervesmíru?*

Igor Novikov: Otázka, zda mohou fyzikální zákony existovat nezávisle na prostoročasu, je zřejmě pouze filozofická. Osobně si myslím, že se zřejmě nějakými pravidly, snad jinými než jak vypadají dnešní zákony, řídí samotný prostoročas. Ale měly by se týkat jen prostoročasu jako jakési obecné formy.

Jiří Bičák: Nedivím se, že má profesor Novikov takový názor. Dobře si totiž vzpomínám na to, jak akademik Zeldovič v roce 1984 na konferenci Trends in Physics, která se uskutečnila v Praze, mluvil o vzniku vesmíru „z ničeho". Takže by vlastně bylo všechno v pořádku, jelikož by celková energie vesmíru byla rovna nule – například energie veškeré hmoty by byla kompenzována zápornou gravitační energií, jako je tomu u uzavřených systémů. A pak Zeldovič napsal: 0 = 0.

Martin Rees: Souhlasím s profesorem Novikovem, že by asi měl existovat hlubší fyzikální princip – takže zákony, které platí pro náš vesmír, by mohly platit asi i pro jiné. Naskýtá se ale otázka, jestli univerzální konstanty, jako je třeba náboj elektronu, síla jaderných sil, síla elektromagnetického působení, nejsou určeny nějakými hlubšími principy.

Druhý možný pohled je, že existuje nějaký fyzikální zákon, který je jako za nimi v pozadí, pak mohou být jejich skutečné hodnoty různé v různých případech. Například, jak by vesmír chladl, tak tyto parametry zamrznou na určitých hodnotách a zůstanou tak i nadále.

Je to jako když třeba zamrzne voda: když se to stane, tak polohy částic zůstávají nadále takové, v jakých polohách zamrzly. Čili byl by to tak trochu výsledkem náhody. V jiných vesmírech veličiny, které považujeme za základní, mohou nabývat jiných hodnot.

Můžeme si tedy představovat vesmíry, kde by byl například jediným stavebním prvkem vodík. Nebo kde by neexistoval žádný přebytek hmoty nad antihmotou...

Pohled na různé vesmíry, třeba z antropického principu, hodně záleží na tom, jestli existují hlubší, starší fyzikální principy, které určují, jaké budou částice, atomy a síly, a nebo jestli to dopadne náhodně – že to jsou vlastně rysy podružné. Zřejmě tedy existují nějaké základní fyzikální zákony. Je však otázka, zda přesně určují podobu našeho světa.

Stanislav Štefl: *Řekli jsme si něco ze začátku vesmíru, ale neméně zajímavý je i jeho konec. Bude nadále expandovat, nebo opět zkolabuje? Jaký je současný názor?*

Martin Rees: Víme, že i naše Slunce má omezený život. Po pěti miliardách let mu dojde palivo, rozepne se až na červeného obra a tím skončí i veškerý život na Zemi. Víme také, že se v podobném horizontu, plus minus nějaká miliarda let, srazí galaxie v Andromedě s naší Galaxií a splyne v jednu velikou eliptickou galaxii.

Stanislav Štefl: *Myslím, že to není vůbec jasné. Vždyť zcela jistě neznáme přesné prostorové pohyby obou objektů. Nemáme tudíž tušení, zda k takové srážce obou velkých galaxií dojde...*

Martin Rees: Otázka, jak se bude vyvíjet celý vesmír, záleží na hodnotě tzv. deceleračního parametru, na množství temné hmoty ve vesmíru. Současné údaje naznačují, že vesmír bude expandovat pořád. Určitě o mnoho a mnoho déle než je jeho současné stáří zhruba deset miliard let.

Takže se stane pustějším a temnějším než dnes, hvězdy postupně vymřou, galaxie se od sebe vzdálí. Jinou otázkou je, co se stane s částicemi. Někteří lidé se totiž domnívají, že ani protony a atomy nežijí věčně, ale že se rozpadnou asi po 10+35 letech. Dokonce ani černé díry nežijí věčně: vypařují se...

Vesmír by se ale i přesto mohl rozpínat jako směs částic a záření. Taková je předpověď současné astronomie.

Igor Novikov: Souhlasím s Martinem Reesem. Skutečně na první pohled vypadá budoucí obraz vesmíru velmi pesimisticky: vesmír bude větší a větší, rozptýlenější, všechna hmota se rozpadne... Prostě velmi nezajímavý obraz.

Abych se ale vrátil k začátkům – na začátku vesmíru byl zřejmě jakýsi var vakua, kvantové fluktuace. Pak nastoupily velice silné interakce mezi částicemi a přechody mezi částicemi. Zkrátka velice silné a rychlé procesy. Ve srovnání s tím jsou dnešní pozorované procesy velmi pomalé – a tedy vlastně mnohem méně zajímavější než ty, které probíhaly v době vysokých teplot v nejranějším vesmíru.

Na druhou stranu sledované děje za nezajímavé nepovažujeme, takže i ty budoucí, které budou probíhat mnohem pomaleji, mohou být docela pěkné, i když se jejich komplikovanost projeví až po velmi dlouhém období.

Martin Rees: Dodal bych další možnost, že vesmír skončí „velkým krachem", opakem velkého třesku. Vypadalo by to stejně, jako kdyby všechny objekty padaly do černé díry, čili byly rozmačkány. Stejně jako Igor Novikov však preferuji představu, že se vesmír bude trvale rozpínat.

Podobně dává přednost myšlence trvalého rozpínání vesmíru i Freeman Dyson, který poprvé začal uvažovat o jeho budoucím osudu. Jemu se prostě ten opětovný kolaps nelíbil. Vzbuzovalo to v něm takový nepříjemný klaustrofobický pocit...

Jiří Bičák: Mně osobně se docela líbí myšlenka uzavřeného vesmíru – vesmíru konečného objemu, který samozřejmě časem zcela zkolabuje. Existují lidé, kterým se představa věčného života nelíbí a mají rádi věci, jež končí. I když na konci je ona nepříjemná singularita.

Avšak i z „vědečtějšího" hlediska mají uzavřené vesmíry jistou přednost: Nepotřebujeme v nich a priori dodávat nějaké podmínky na „okraji vesmíru", protože prostě u uzavřeného prostoru žádné kraje neexistují.

Stanislav Štefl: *Na závěr bych se chtěl zeptat, kterou z těchto variant podporují současná pozorování?*

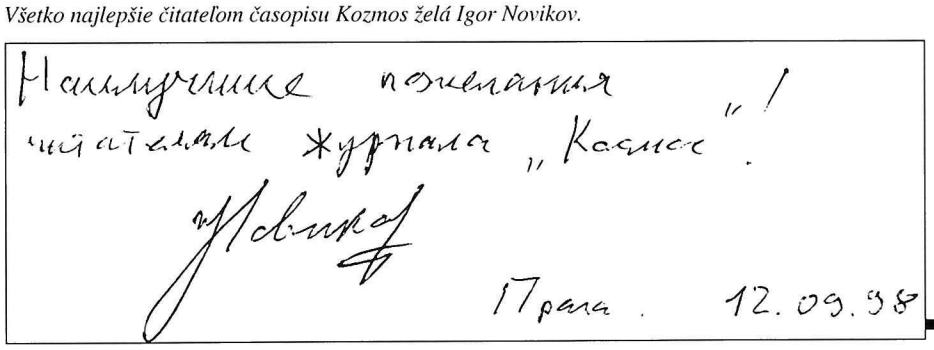
Martin Rees: Odpověď je jednoznačná: Nepozorujeme dostatečně velikou deceleraci – rozpínání se dostatečně nezpomaluje. A to i přesto, že ve vesmíru je hodně skryté hmoty. Zřejmě jí ale není zdaleka tolik, aby její gravitace mohla rozpínání vesmíru zastavit. Na to, aby byl vesmír uzavřený, potřebujeme průměrnou hustotu vesmíru o ekvivalentu asi pěti atomů v metru krychlovém, my ale pozorujeme mnohem méně hmoty.

Igor Novikov: Je docela možné, že nežijeme v uzavřeném vesmíru. Ale je pěkné, že ve zmiňovaném supervesmíru mohou vznikat i vesmíry uzavřené. Na druhou stranu mohou některé být i otevřené, jak zdůrazňuje Martin Rees.

Ptal se
Stanislav Štefl

Volně přeložil Jan Hollan,
upravil Jiří Dušek a Jiří Bičák

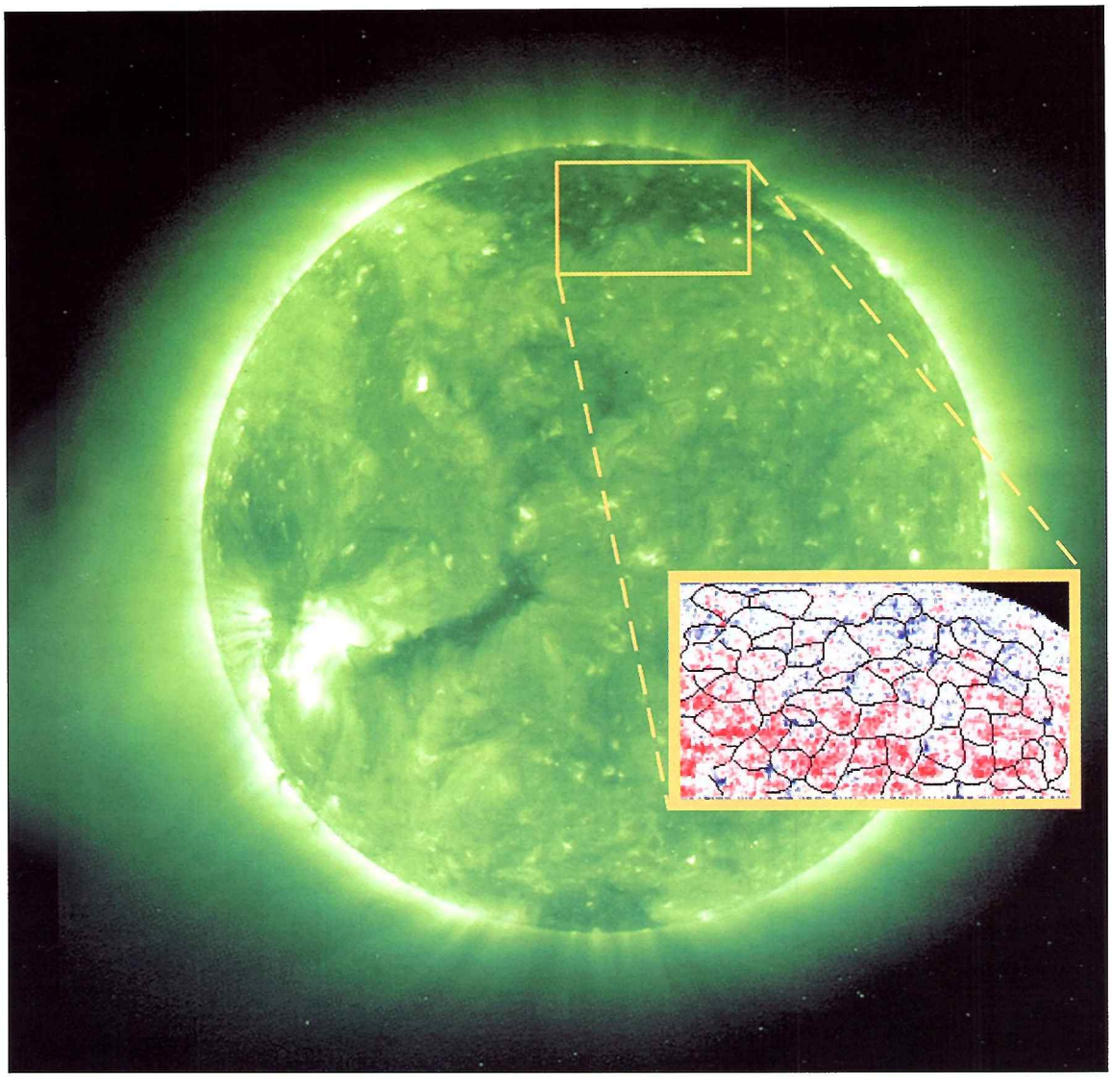
Všetko najlepšie čitateľom časopisu Kozmos želá Igor Novikov.



Obe venovania pre náš časopis získala počas vlaňajšej pražskej konferencie JENAM naša redaktorka Alena Kulinová.

SOHO našlo zdroj rýchleho slnečného vetra

Vedcom sa podarilo identifikovať na Slnku oblasti, v ktorých sa tvoria vysokorýchlostné prúdy slnečného vetra. Zistili, že tok častíc vychádza z okrajov plástu podobných štruktúr, nachádzajúcich sa na povrchu Slnka (vo fotosfére).



Obrázok Slnka v extrémne ultrafialovej oblasti vlnových dĺžok zo satelitu Solar and Heliospheric Observatory (SOHO)/ ESA/ /NASA odhaľuje koronálnu plazmu ovládanú magnetickým poľom. Jasné oblasti tvoria najmä slučky vyplnené horúcou a hustou plazmou tečúcou pozdĺž siločiar magnetického poľa. Tmavé oblasti implikujú otvorenú geometriu magnetického poľa a sú zdrojom rýchleho slnečného vetra.
Vo výseku je zobrazená mapka dopplerovských rýchlostí plynu tejto oblasti na základni slnečnej atmosféry, kde slnečný vietor vzniká. Modrá znázorňuje pohyb v atmosfére smerom k nám (vznikajúci slnečný vietor) a červená zasa pohyb smerom od nás. Modré oblasti sa nachádzajú v koronálnej diere, ktorá má otvorenú konfiguráciu magnetického poľa, a tu dochádza k urýchľovaniu slnečného vetra. Na mapke rýchlostí je naložená plástová štruktúra magnetických polí na povrchu Slnka, kde sa vytvárajú najsilnejšie toky (tmavá modrá). Obrázok slnečného disku bol získaný pomocou EIT na SOHO. Pozorovania rýchlostí sa robili 22. septembra 1996 pomocou spektrometra SUMER na SOHO.

Slnečný vietor tvorí prúd nabitých častíc (elektrónov, protónov, iónov), ktoré sa šíria zo Slnka do medziplanetárneho priestoru a interagujú s magnetosférou našej Zeme. Má dve zložky: vysokorýchlostné (asi 800 km/s) a nízkorýchlostné prúdy (okolo 200–400 km/s).

„Už tridsať rokov sledujeme vysokorýchlostné prúdy slnečného vetra vychádzajúce z oblastí s otvoreným magnetickým poľom, ktoré nazývame koronálnymi dierami. Ale iba nedávno, vďaka pozorovaniam zo SOHO, sme boli schopní detailnejšie preskúmať štruktúru týchto oblastí," povedal Dr. Hassler zo Southwest Research Institute v Boulderi, v štáte Colorado.

Pôvod slnečného vetra bol jednou zo záhad, ktorú malo vedcom pomôcť objasniť aj SOHO. Už dlho sa predpokladalo, že slnečný vietor „vyteká" z koronálnych dier; nové je však to, že miesta týchto výtokov sú koncentrované na hranách magnetických polí, ktoré tvoria štruktúru podobnú včeliemu plástu. Pod fotosférou sa nachádzajú veľké konvektívne bunky (cely), v ktorých prúdi slnečná plazma, a teda s každou z nich je spojené aj generovanie magnetického poľa. „Môžete si to predstaviť ako chodník vykladaný mačacími hlavami. Potom je slnečný vietor ako tráva predierajúca sa pomedzi okraje kociek, koncentrovaná najmä tam, kde sa jednotlivé kocky stretávajú," vysvetľuje Dr. Masonová z University of Cambridge v Anglicku. „Pravda, s rýchlosťami v rozsahu 30 000 km/h na povrchu až do 3 000 000 km/h, slnečný vietor „rastie" oveľa rýchlejšie ako tráva."

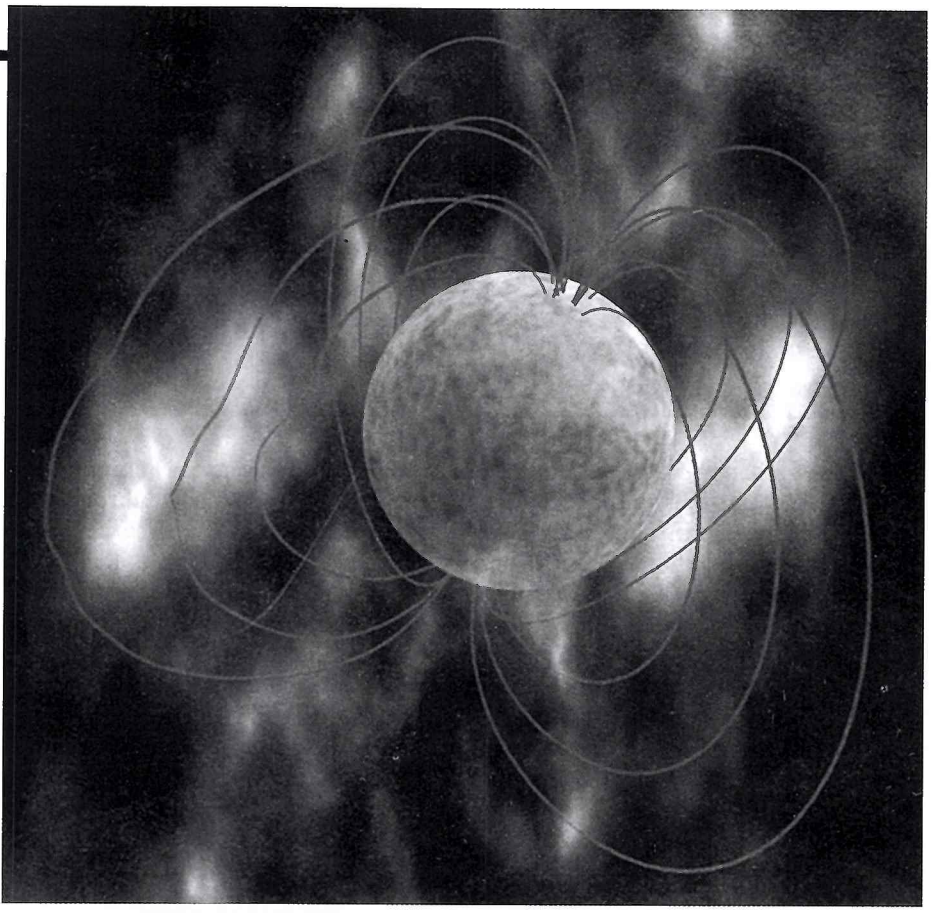
Spektrometer SUMER (Solar Ultraviolet Measurements of Emitted Radiation) na SOHO detegoval slnečný vietor v ultrafialovej časti spektra na veľkej ploche v severnej polárnej oblasti. „Identifikácia detailných štruktúr oblastí, ktoré sú zdrojom rýchleho slnečného vetra, je dôležitým krokom k rozlúšteniu záhady jeho urýchľovania. Teraz musíme sústrediť našu pozornosť na podmienky v plazme a dynamické procesy v „rohoch" štruktúr týchto magnetických polí," hovorí Dr. Wilhelm.

Podľa ESA/NASA press release
spracovala Alena Kulinová

Foto: ESA/NASA

VLADIMÍR WAGNER /

Podivné hvězdy



Současná fyzika nám umožnila poznat čtyři druhy sil – gravitační, elektromagnetickou, slabou a silnou. V běžném životě jsme však zvyklí setkávat se jen se dvěma z nich, s elektromagnetickou a gravitační. Druhé dvě – slabá a silná síla – jsou doménou mikroskopického světa atomového jádra a elementárních částic. Svět vesmírných těles je pak již dominantně ovládán silou gravitační. Ta převážně určuje pohyb a stavbu planet, hvězd i galaxií.

Přesto právě ve vesmíru by se mohly vyskytovat makroskopické objekty, jejichž stavba a chování je dána hlavně silnou interakcí. Tato tělesa mají složení podobné struktuře elementárních částic, avšak jejich hmotnosti jsou srovnatelné s hmotnostmi hvězd. Vlastnosti a chování těchto objektů jsou velmi neobvyklé a podivnost je obsažena i v jejich názvu „podivné hvězdy".

První ucelený teoretický rozbor možné existence podivných hvězd se objevil v práci E. Wittena, který využil poznatků o kvarkové struktuře hmoty. Tato práce publikovaná v roce 1984 zahájila širokou diskuzi o existenci takových objektů, jejich srovnání s dobře známými neutronovými hvězdami a možnostmi jejich pozorování. Úvahy o existenci těchto hypotetických objektů se stávají vysoce aktuální právě nyní, kdy se podařilo ztotožnit několik vesmírných záblesků záření gama s jejich optickými protějšky a 23. ledna 1999 dokonce pozorovat i maximum jasnosti optického záblesku, který dosáhl hodnoty okolo 9. magnitudy. Tyto jedny z nejvýznamnějších astronomických pozorování poslední doby ukazují, že přinejmenším některé ze zdrojů záblesků záření gama se nacházejí v obrovských vzdálenostech. V konkrétním případě záblesku z ledna tohoto roku je odhadovaná vzdálenost 9 miliard světelných let. To znamená, že jde o jedny z vůbec nejenergetičtějších procesů ve Vesmíru. A právě procesy, ve kterých by se účastnily podivné hvězdy, by mohly uvolňovat dostatek energie v malém prostoru a krátkém čase tak, jak to potřebujeme k objasnění původu pozorovaných záblesků záření gama.

Kvark-gluonové plazma

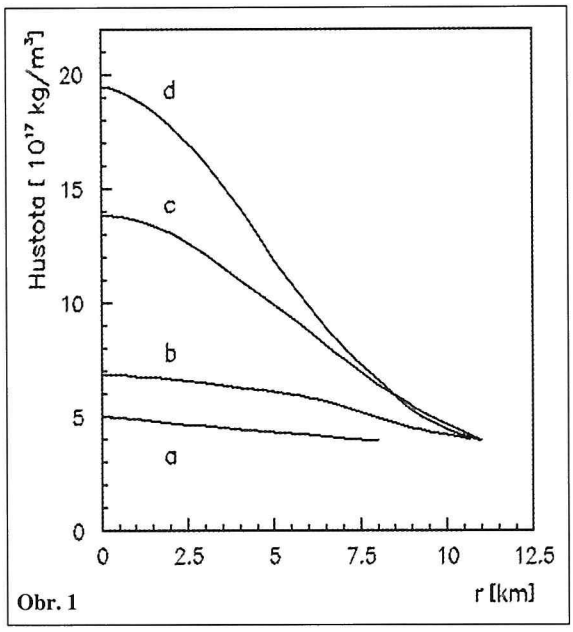
Abychom mohli pochopit vlastnosti podivných hvězd, zopakujme si některé základní znalosti o stavbě hmoty. Podle současných poznatků se veškerá hmota skládá ze šesti kvarků, šesti leptonů a jejich antičástic. Kvarky i leptony jsou rozděleny do tří rodin vždy po dvou kvarcích a dvou leptonech. První rodinu tvoří kvarky up (u), down (d) a leptony elektron (e) a elektronové neutrino (ν_e). Z těchto dvou typů kvarků jsou složeny protony a neutrony (každý obsahuje tři kvarky), které jsou stavebními kameny atomového jádra. Atomové jádro pak společně s elektrony vytváří atomy a veškerou rozmanitost našeho běžného světa. Druhou rodinu tvoří kvarky s, c a leptony μ, ν_μ a třetí kvarky b, t a leptony τ, ν_τ. Částice, které jsou tvořeny kvarky z druhé a třetí rodiny, byly nalezeny pomocí experimentů na urychlovačích. Každý kvark a lepton mají navíc svoji příslušnou antičástici.

Mezi těmito částicemi působí čtyři zmíněné interakce, které se realizují výměnou zprostředkujících částic (intermediálních bozonů). U gravitační interakce je to graviton, u elektromagnetické foton, u slabé W, Z^0 bozony a u silné osmice gluonů. Známé elementární částice se tak skládají buď ze tří kvarků (baryony – například již zmiňovaný neutron a proton) nebo z kvarku a antikvarku (mezony). Do elementárních částic spojuje kvarky zmíněná silná interakce, zprostředkovaná gluony. Důležitou fyzikální veličinou spojenou s rozdělením částic na baryony a mezony je baryonové číslo. Kvarky mají baryonové číslo 1/3 a antikvarky –1/3. Pro baryony dostáváme v souhlase s pozorováním baryonové číslo 1 a pro mezony 0.

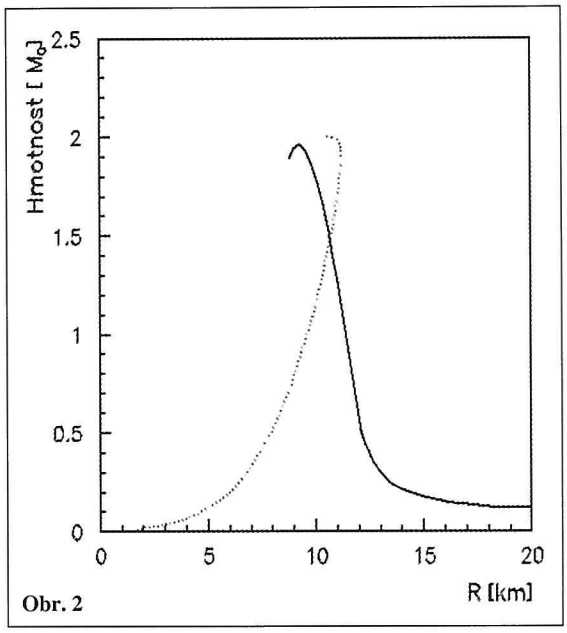
Další fyzikální veličinou nezbytnou pro naše úvahy je spin částice. Částice zprostředkující interakce mají celočíselný spin a patří do třídy bozonů. Kvarky a leptony mají poločíselný spin a patří k fermionům. Bozonů se stejnými fyzikálními charakteristikami může být v daném stavu libovolně mnoho. Fermion může být v daném stavu jen jeden. Toto pravidlo pro fermiony nazýváme Pauliho vylučovacím principem a má významné důsledky na chování plynu složeného z fermionů. Při intenzivním stlačení obsadí fermiony všechny všechny nejnižší možné stavy. Jestliže se uvnitř takto stlačené hmoty srazí dva fermiony, nemohou změnit svůj stav (hybnost), protože všechny blízké stavy jsou už obsazeny jinými fermiony a podle Pauliho vylučovacího principu tam další fermion být nemůže. Takový fermion se pak pohybuje jako „volný" – okolní prostředí nemůže jeho stav změnit. Zároveň se takový plyn velice silně brání dalšímu stlačování. Hmotu v takovém stavu nazýváme degenerovaný ferminový plyn.

Za normálních podmínek nemohou být kvarky volné a jsou vždy vázány do částic popsaným způsobem. Předpokládá se však, že při velmi vysokých hustotách energie by se v prostoru mezi kvarky mělo vyskytovat takové množství gluonů, že vzájemné silové působení mezi nimi odstíní. Dostaneme tak směs volných kvarků a gluonů tzv. „kvark-gluonové plazma". Takový stav hmoty s velice zajímavými vlastnostmi nebyl zatím sice prokázán, ale jeho intenzivní hledání probíhá na největších urychlovačích v CERN (Ženeva) a Brookhavenu. Dosažení úspěchu se předpokládá v nejbližších letech. Existence kvark-gluonového plazmatu bude však omezena na dobu trvání vnějších podmínek, které ji udržují ve stavu s velmi vysokou hustotou energie. Jestliže však tyto podmínky pominou, objekt složený z kvark-gluonového plazmatu se rozpadne na normální částice. Chování kvark-gluonového plazmatu, jeho stlačitelnost, stabilita (vazbová konstanta), závislost mezi tlakem a hustotou je dána jeho stavovou rovnicí. Podobnou stavovou rovnici pro normální plyny či kapaliny dobře známe. Ovšem přesný tvar a vlastnosti stavové rovnice jaderné hmoty a kvark-gluonového plazmatu se zatím určit nepodařilo.

Nestabilita se týká kvark-gluonového plazma-



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1: **Závislost hustoty na vzdálenosti r od centra podivné hvězdy pro hmotnosti:** a) **0.53 $M_\odot$**, b) **1.4 $M_\odot$**, c) **1.95 $M_\odot$**, d) **1.99 $M_\odot$**

Obr. 2: **Vztah mezi hmotností (vyjádřenou v hmotnostech Slunce $M_\odot$) a poloměrem R pro podivné hvězdy (tečkovaná čára) a neutronové hvězdy (plná čára). Jedná se pouze o kvalitativní ukázku. Přesný průběh závislostí je dán konkrétním tvarem stavové rovnice jaderné hmoty.**
Výpočty jsou převzaty z práce C. Alocka: Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) B24(1991)93

tu, které se skládá jen z „obyčejných" kvarků z první rodiny *u* a *d*. Jestliže však kvark-gluonové plazma obsahuje příměs podivných kvarků *s*, mohl by být takto extrémní stav hmoty stabilní i za normálních podmínek. Pro některé modely stavové rovnice totiž dostáváme, že by kvark-gluonové plazma s příměsí podivných kvarků mělo být vůbec nejstabilnější formou hmoty. Navíc v situaci, kdy jsou kvarky natlačeny blízko sebe a všechny nejnižší možné fermionové stavy jsou obsazeny, se stabilita ještě zvýrazňuje. Dochází k tomu, že se kvarky *s* téměř nemohou rozpadat (přeměňovat) na kvarky *u*, protože pro nově vzniklé kvarky *u* už není volné místo. Hvězda, která by se skládala z kvark-gluonového plazmatu obsahujícího podivné *s* kvarky, by pak měla vlastnosti dosti odlišné od běžných hvězd. Právě proto, že obsahují podivné *s* kvarky, jsou tyto hvězdy označovány jako „podivné hvězdy". Ale podivuhodné jsou i jejich vlastnosti. Ty jsou určovány hlavně chováním silné interakce a již ne tolik chováním gravitační interakce, která je dominantní u obyčejných hvězd. Díky tomu mají podivné hvězdy úplně odlišný průběh hustoty hmoty v závislosti na vzdálenosti od jejich centra, jejich stabilita je značně větší, mají velice zvláštní charakteristiky povrchu a řadu dalších zajímavých vlastností.

Stavba a vlastnosti podivných hvězd

Základní informace o struktuře podivných hvězd můžeme získat i z velmi jednoduchého modelu kvarkové hmoty. Tu si představíme jako degenerovaný fermionový plyn skládající se z kvarků s nulovou klidovou hmotností, které existují jen v ohraničené oblasti prostoru. Stabilita a vazbová energie takového objektu závisí na zvoleném modelu stavové rovnice.

Na základě takového modelu můžeme určit průběh hustoty podivné hvězdy na vzdálenosti od centra. Průběh hustoty je značně odlišný u podivné a neutronové hvězdy. Tato závislost pro podivné i neutronové hvězdy je ukázána na *obr. 2*. U podivné hvězdy je jen velmi malý rozdíl mezi hustotou hvězdy v centru a na okraji. Pro astrofyzikálně relevantní hmotnost 1.4 $M_\odot$ nedosahuje rozdíl ani faktoru dvě *(viz obr. 1)*. To je velmi markantní rozdíl oproti tomu, co je běžné u normálních hvězd.

Stejně jako u modelu jiných hvězd je třeba zkoumat gravitační stabilitu podivné hvězdy. Zjistilo se, že podivná hvězda nemá na rozdíl od neutronové hvězdy minimální hmotnost, je stabilní pro libovolně malou hmotnost. Maximální hmotnost pro stabilní podivnou hvězdu je 2 $M_\odot$. Pro vyšší hmotnosti by podivná hvězda zkolabovala v černou díru.

Další zajímavou vlastností, která odlišuje podivnou hvězdu od neutronové, je závislost mezi poloměrem hvězdy a její hmotností. U podivné hvězdy poloměr s růstem hmotnosti roste (od nuly až po 12 km), zatímco u neutronové hvězdy je tomu naopak. Pro hmotnosti 1.4 $M_\odot$ jsou však tyto poloměry blízké, což nám ztěžuje odlišení těchto hvězd. Většina možných kandidátů má totiž hmotnost blízkou právě této hmotnosti.

Použitý jednoduchý model podivné hvězdy popisuje její základní fyzikální vlastnosti. Mnohem přesnější přiblížení nevedou k významným změnám získaného popisu. Přidají pouze některé mikroskopické charakteristiky hvězdy a jeden nový a důležitý globální parametr – vazbovou energii celé hvězdy. Umožňují nám totiž určit baryonové číslo podivné hvězdy s danou hmotností. Příslušná vazbová energie je dána rozdílem hmotnosti podivné hvězdy a hmotností rozptýleného oblaku vodíkového plynu, který by měl stejné baryonové číslo. Z mikrokroskopických charakteristik je zajímavá přítomnost určitého množství elektronů mezi *u*, *d* a *s* kvarky, které udržují celkově nulový elektrický náboj podivné hvězdy.

Nejpozoruhodnější vlastností podivné hvězdy je, že je stabilní při nulovém tlaku. Takže, zatímco obyčejná nebo neutronová hvězda by bez gravitace nemohly existovat, podivná hvězda by zůstala díky silné interakci i v tomto případě stabilní. To také znamená, že povrch podivné hvězdy je velmi odlišný od povrchu neutronové nebo kteréhokoliv dalšího typu hvězdy. Na povrchu podivné hvězdy se hustota prudce mění z nuly na 4~10^{17} kg/m^3. Tato skoková změna je způsobena tím, že hmota na povrchu podivné hvězdy je vázána právě silnou interakcí, a ne gravitací.

Bezprostředním důsledkem tohoto silně vázaného povrchu je, že pro podivnou hvězdu neplatí klasická horní limita pro luminositu hvězdy – Eddingtonova limita. Eddingtonova limita je způsobena tím, že záření unikající ven působí proti přitažlivé síle gravitace. Pro objekty s hmotností 1.4 $M_\odot$ je tato limita ~10^{31}J/s. Přesná hodnota závisí na opacitě hvězdné hmoty. Protože povrch podivné hvězdy je vázán silnou interakcí, může být výsledný zářivý tok mnohem vyšší než je Eddingtonova limita. To může hrát svou roli právě ve fyzice záblesků záření gama.

Důležitá vlastnost povrchu podivné hvězdy je dána hustotou elektrického náboje v těchto místech, která je v podivné hvězdě velmi vysoká. Elektromagnetické vlny jsou pak modifikovány jako v každém plazmatu. Povrch podivné hvězdy působí jako zrcadlo pro fotony s energií menší než 20 MeV a nepropouští je ven ani dovnitř. Dalším důsledkem vysoké hustoty náboje u podivné hvězdy je, že se z povrchu do magnetosféry nedostávají žádné ionty a elektrony. To je podstatný rozdíl vůči situaci u neutronové hvězdy a má to vážné důsledky pro okolí podivné hvězdy. V silném elektrickém poli se navíc mohou tvořit elektron-pozitronové páry a při jejich zpětné anihilaci vzniká specifické záření gama.

Kůra kolem podivné hvězdy

Všechny zajímavé vlastnosti povrchu podivné hvězdy, které jsme uvedli výše, se týkají holého povrchu. Avšak podivná hvězda by mohla být obklopena tenounkou kůrou z normálního materiálu. Tato tenká kůra může existovat díky coulombovské bariéře mezi podivnou hmotou a ionty normální hmoty, i když by bylo energeticky výhodnější, kdyby se normální hmota přeměnila na podivnou. (Z tohoto důvodu mohou koexistovat malé bubliny podivné hmoty s normální hmotou, aniž by silně interagovaly.) Tuto coulombovskou bariéru způsobují elektrony, které jsou obsaženy v podivné hmotě spolu s kvarky a o kterých jsme se zmiňovali výše. Ty mohou sice prostupovat povrch, neboť neinteragují silně,

nemohou však uniknout příliš daleko díky elektrickému přitahování kvarků. I tak je však vrstva elektronů široká 10^3 fm na rozdíl od povrchové vrstvy kvarků, která je díky silné interakci jen 1 fm. Vrstva elektronů vytváří již zmiňovaný silný spád elektrického pole (vysokou povrchovou hustotu náboje), který odpuzuje ionty normální hmoty od povrchu podivné hmoty a vytváří tak tenkou kůru, která je podobná té, která je u neutronových hvězd. Mezera mezi kůrou a povrchem podivné hvězdy je řádově několik stovek fm. Jsou dvě podmínky, které musí tato kůra splňovat. Její hmotnost nesmí být příliš velká, aby elektronová vrstva udržela dostatečně širokou mezeru. Dále pak její hustota musí být menší než je hustota, při které se začíná vytvářet neutronová kapalina, neboť volné neutrony snadno reagují s podivnou hmotou. To znamená, že hustota kůry nesmí překročit $4 \sim 10^{14}$ kg/m^3. Poznamenejme, že rozdíl mezi hustotou kůry a povrchu podivné hvězdy je tři řády.

Existence kůry by modifikovala chování povrchu podivné hvězdy a přibližovala by jej chování neutronové hvězdy. Zda kůra vznikne a jak bude vypadat, je dáno průběhem a podmínkami vzniku podivné hvězdy. V každém případě se zdá pravděpodobné, že nějaká forma kůry, daná množstvím hmoty obklopujícím novou podivnou hvězdu vzniklou po výbuchu supernovy, se vytváří.

Odlišení podivné a neutronové hvězdy

A jak tedy lze podivné a neutronové hvězdy od sebe odlišit? Je to značně komplikované, protože vlastnosti neutronové a podivné hvězdy jsou pro hmotnost 1.4 $M_\odot$ velmi podobné.

Pro hmotnosti odlišné od hodnoty 1.4 $M_\odot$ lze využít poměru mezi hmotností a poloměrem hvězdy. Na základě této vlastnosti bylo již několik pulzarů označeno za kandidáty na podivnou hvězdu, ale zatím nikdy nešlo o dostatečně průkazné údaje.

Další možností je hledání velmi rychle rotujících pulzarů. Hvězdy nemohou mít neomezeně rychlou rotaci. Při jisté maximální úhlové rychlosti bude z rovníkové oblasti vlivem odstředivé síly vyvržen materiál. Důležitou vlastností je, že maximální úhlová rychlost závisí jenom na střední hustotě hvězdy. Avšak podivné hvězdy mají větší střední hustoty než neutronové hvězdy. Některé podivné hvězdy mohou tedy rotovat rychleji než kterákoliv neutronová hvězda. Objevují se sice práce, které ukazují na jevy, které by existenci tak rychle rotujících hvězd vylučovaly, ale přesto by nalezení pulzarů se superrychlou pulzací ukazovalo na to, že se jedná o podivnou hvězdu.

Nejvíce naděje na identifikaci podivné hvězdy je vkládáno do zmiňované větší hodnoty možného vyzařovaného výkonu (neplatnost klasické Eddingtonovy limity) a také způsobu vyzařování a energetického spektra záření v rentgenové a gama oblasti, které jsou dány zmiňovanými elektrickými vlastnostmi povrchu podivné hvězdy. Na základě těchto vlastností byla navržena řada kandidátů na podivné hvězdy mezi rentgenovými a gama zdroji s různou mírou průkaznosti. K těm patří i poslední horký kandidát, kterým je podle V. Usova rentgenový zdroj 1E1740.7-2942. Ani v tomto případě však interpretace pozorovaní není jednoznačná.

V periodách některých radiových pulzarů byly pozorovány skoky v periodě, které lze vysvětlit na základě modelu založeného na vlastnostech neutronové hvězdy. Podobný efekt u podivných hvězd nenastává, neboť mají úplně jinou stavbu. Jsou téměř homogenní a neobsahují dostatečně širokou vnitřní kůru. Všechny pulzary, u kterých pozorujeme skoky v periodě, budou tedy neutronové hvězdy. Statistika pozorovaných skoků v periodách pak nasvědčuje, že většina pulzarů neutronové hvězdy jsou.

Vznik podivné hvězdy

Nyní se dostáváme k možnostem, jak může podivná hvězda vzniknout. K inicializaci přeměny normální hmoty v kvark-gluonové plazma s podivností potřebujeme alespoň malý kousek hmoty v takovém stavu. Taková kapička kvark-gluonového plazmatu s podivností by mohla být vzhledem k podivné hvězdě mikroskopická. Aby mohla být stabilní, musí však být podstatně větší než jsou velikosti atomových jader. Kromě velikosti a vlastností z toho vyplývajících se však neliší od podivné hvězdy. Mohli bychom ji říkat mikroskopická podivná hvězda. Protože však jako první o ní uvažovali částicoví fyzikové, nazvali ji anglicky „strangelet" a česky by se třeba mohlo říkat „podivnůstka". Pro její vznik potřebujeme velmi vysoké hustoty. Mohla by vznikat při výbuchu supernovy nebo přežívat z doby krátce po počátku Velkého třesku. Právě skoky v periodách pulzarů dávají dosti přísnou limitu na maximální možný výskyt jak podivných hvězd, tak i podivnůstek. I malá podivnůstka by totiž stačila k přeměně neutronové hvězdy v podivnou. Když se totiž podivnůstka setká s neutronem, je jí neutron pohlcen. Naopak, proton může s podivnůstkou koexistovat díky coulombovské bariéře. Podivnůstka, která se dostane do neutronové hvězdy, bude narůstat absorbcí neutronů a přemění případně neutronovou hvězdu na podivnou. Taková přeměna by byla velkolepou událostí. Jediná malá podivnůstka může spustit přeměnu, která uvolní vazbovou energii okolo 10^{46} J. Taková energie už by pak případně postačovala i na vysvětlení záblesků záření gama. Jedinou oblastí, která může přežít tuto přeměnu, je kůra neutronové hvězdy, kde se nevyskytuje neutronová kapalina, a ta pak může tvořit kůru podivné hvězdy. I další procesy s účastí podivných hvězd, jako je splynutí dvou takových objektů či kolaps podivné hvězdy, jsou možnými kandidáty na vysvětlení záblesků záření gama.

I když nebyla existence podivných hvězd zatím prokázána, je možnost vysvětlit některé pozorované jevy pomocí těchto kompaktních objektů velice lákavá. Existuje sice několik možných kandidátů na podivnou hvězdu mezi pulzary a rentgenovými či gama zdroji, ale u žádného z nich není identifikace jednoznačná a nesporná. Pro poznání vlastností podivných hvězd, možností jejich vzniku a existence, případně pak pro jejich identifikaci je tedy třeba ještě hodně udělat. A to jak ze směru astrofyziky, tak i jaderné a částicové fyziky.

Vladimír Wagner
Ústav jaderné fyziky AVČR,
250 68 Řež u Prahy
E_mail: WAGNER@UJF.CAS.CZ

Hľadanie hviezd z „čudnej hmoty"

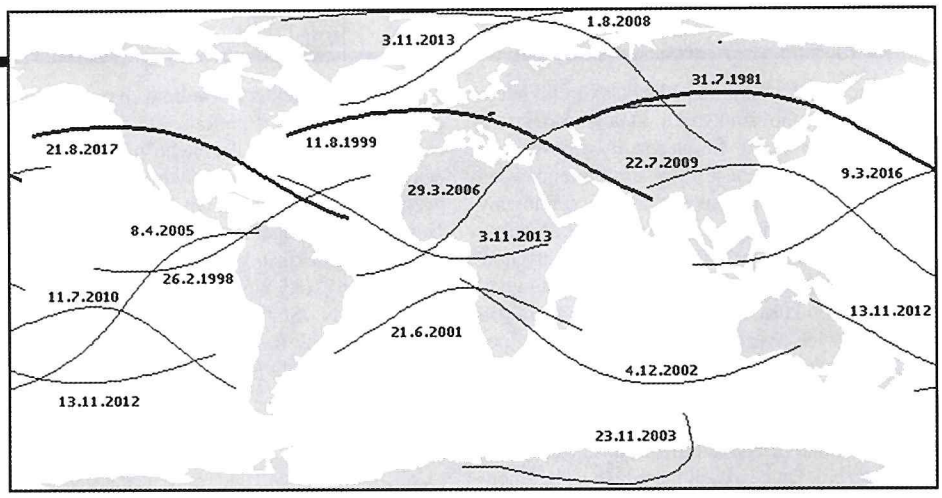
Môžu na nás žmurkať hviezdy z tzv. „čudnej hmoty" zo vzdialených kútov našej Galaxie? Takéto hviezdy by mali byť tvorené „čudnou hmotou" – hypotetickou „polievkou" z kvarkov „up", „down" a „strange" (u, d, s – kvarky). Kvarky sú subatomárne častice, ktorých kombináciou vznikajú ťažšie častice. Kvarky „u" a „d" vytvárajú protóny a neutróny.

Neutróny sú zasa primárnou zložkou pulzarov – rýchlorotujúcich mladých neutrónových hviezd, ktoré vyžarujú periodické záblesky rádiových vĺn. Aspoň to tvrdia astronómovia. Hmotnosti pulzarov sú typicky o 40 % vyššie než je hmotnosť Slnka, avšak ich rozmer je len desiatky kilometrov. Podľa väčšiny teoretikov sú neutrónové hviezdy jedinou možnosťou na to, aby pulzary mohli byť také hmotné, a pritom také malé. Ale zopár teoretikov si myslí, že niektoré pulzary by mohli byť tvorené „čudnou hmotou", ktorá môže byť ešte hustejšia než je tá neutrónová. V časopise Physical Review Letters navrhuje J. Madsen (Univerzita v Aarhuse, Dánsko) test: mladá neutrónová hviezda sa pri svojom vzniku môže otáčať rýchlosťou aj o niečo vyššou než 200 otáčok za sekundu. Ale nemôže rotovať tak rýchlo veľmi dlho, ako píše Madsen. Neutrónové hviezdy by sa mali periodicky rozpínať a zmršťovať, čo by zapríčinilo, že rotačná energia hviezdy by sa rýchlo strácala premenou na gravitačné vlny. To by spomaľovalo rotáciu pulzarov. Podľa Madsena by „čudné hviezdy" nemali podliehať oscilláciám. Teda mladé izolované pulzary, ktoré nemôžu získať žiadny rotačný moment od svojho hviezdneho spoločníka, sú pravdepodobne „čudné hviezdy", pokiaľ rotujú oveľa rýchlejšie než 200 krát za sekundu. Avšak teoretik z Caltechu E. S. Phiney pochybuje o tom, že neutrónové hviezdy sa spomaľujú podľa Madsenovej predpovede, museli by rotovať ako tuhé telesá. Ale pulzary, ako sa zdá, majú vnútro tekuté. V každom prípade astronómovia pokračujú v hľadaní rýchlejších a rýchlejších pulzarov. A pokiaľ je v súčasnosti držiteľom rekordu 1,56-milisekundový pulzar v Líštičke, a ten je neutrónovou hviezdou, akýkoľvek pulzar, ktorý rotuje 10-krát rýchlejšie, by musel byť niečím oveľa exotickejším – bez ohľadu na svoj vek a okolité prostredie.

Podľa Sky & Telescope, marec 1999
RNDr. Zdeněk Komárek

PETER ZIMNIKOVAL /

Zatmenie Slnka alebo Mesiaca patrí k najzaujímavejším astronomickým úkazom. Slnečné zatmenia nastávajú, ak sa Mesiac dostane medzi Zem a Slnko. Podľa vzájomnej polohy Slnka a Mesiaca na oblohe a ich pomernej veľkosti počas úkazu delíme slnečné zatmenia na čiastočné, úplné a prstencové. Počas zatmenia Slnka musí byť Mesiac práve v nove. Naopak, ak je Mesiac v splne, môže sa dostať do tieňa Zeme a nastane tak zatmenie Mesiaca. Tieň, ktorý do priestoru vrhá Zem (aj Mesiac), nie je ostrý, pretože Slnko nie je bodový zdroj. Tieňom nazývame všetky miesta, ktoré nie sú priamo osvetľované Slnkom. Miesta, ktoré sú osvetľované len časťou Slnka (z nich by sme videli čiastočné zamenie Slnka), nazývame polotieň. Veľkosť zemského tieňa je vo vzdialenosti Mesiaca asi 3-krát väčšia ako Mesiac, polotieň je asi 5-krát väčší. Podľa toho, či Mesiac prechádza tieňom Zeme celý, svojou časťou alebo prechádza len polotieňom, rozlišujeme zatmenia Mesiaca na úplné, čiastočné alebo polotieňové.



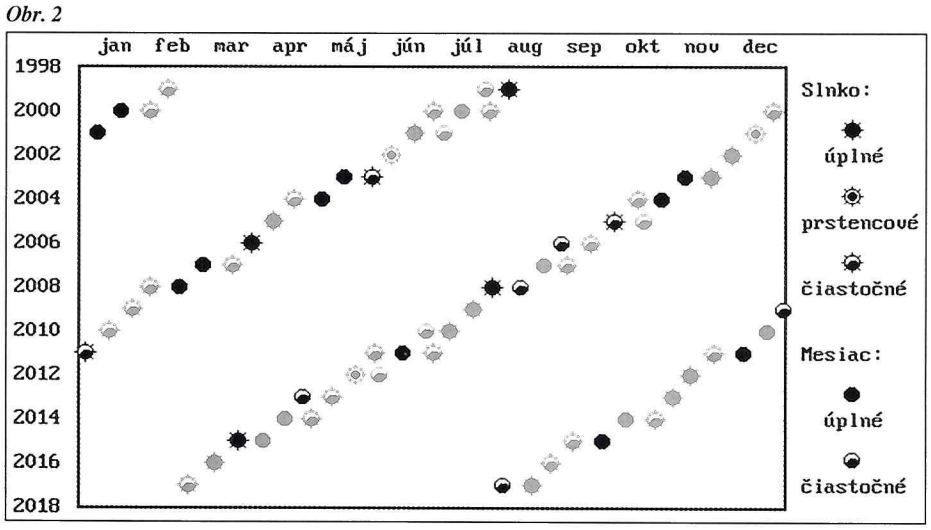
Obr. 1

Saros

Zatmenia Slnka aj Mesiaca nastávajú pomerne často. Ak sa však obmedzíme na pozorovanie z jednej oblasti zemského povrchu, zatmenia už nebudú takým bežným úkazom. Mesačné zatmenia nie sú až tak postihnuté, lebo ich možno pozorovať zo všetkých miest Zeme, v ktorých je Mesiac práve nad obzorom. Čiastočné zatmenie trvá aj niekoľko hodín, a preto môžeme odpozorovať (ak zanedbáme prípadnú oblačnosť) asi 60 percent všetkých úkazov. Horšie je to so zatmeniami Slnka. Mesačný tieň, ktorý počas zatmenia dopadá na Zem, má na jej povrchu rozmer najviac asi 270 km. Táto hodnota sa mení najmä v závislosti od vzdialenosti Mesiaca od Zeme a od výšky úkazu nad obzorom. Úplné zatmenie môžeme pozorovať len vo vnútri tieňa. V dôsledku pohybu Mesiaca okolo Zeme sa tieň pomerne rýchlo premiestňuje po zemskom povrchu a tak behom niekoľkých hodín prejde tisíce kilometrov. Plochu, ktorú na povrchu Zeme vykreslí, nazývame pás totality. Pozorovatelia ležiaci mimo tohto pásu sa nachádzajú v polotieni Mesiaca a vidia zatmenie ako čiastočné. Vzďaľovaním sa od pásu totality klesá veľkosť čiastočného zatmenia a v určitej vzdialenosti (tisíce kilometrov) zatmenie nenastane vôbec. Úplné zatmenie začína vo východnom bode pásu počas východu Slnka. V strede pásu sa pozoruje maximálna fáza zatmenia, Slnko sa tam dostáva najvyššie nad obzor a je tam aj najväčšia doba trvania úkazu. Zatmenie sa končí v západnom bode pásu počas západu Slnka. Maximálna doba trvania v určitom bode na povrchu Zeme je daná vzájomným pomerom zdanlivých veľkostí Slnka a Mesiaca, ale aj polohou Mesiaca na dráhe. Úplné zatmenie Slnka v jednom mieste môže najviac trvať 7 minút a 40 sekúnd, väčšina zatmení však trvá oveľa menej, asi 1–4 minúty. Zatmenia, ktoré majú veľmi krátku dobu trvania v strede pásu totality, sú po jeho stranách pozorované ako prstencové, a vtedy hovoríme o prstencovo-úplných zatmeniach.

Spomínali sme, že zatmenie nastane, ak sa v príslušnom poradí dostanú na jednu priamku Slnko, Zem a Mesiac. Zamyslime sa nad tým, ako to môže nastať. Zem obieha okolo Slnka v rovine, ktorú voláme rovina ekliptiky. Táto rovina pretína oblohu v kružnici, ktorú voláme ekliptika. Po ekliptike sa behom roka zdanlivo pohybuje Slnko. Mesiac obieha okolo Zeme tak, že vzhľadom na hviezdy obehne raz za asi 27,3 dňa (siderická obežná doba). V dôsledku pohybu Zeme sa Slnko pozdĺž ekliptiky posúva asi 1 stupeň za deň v tom istom smere ako sa po oblohe pohybuje Mesiac. Mesiacu preto trvá asi 29,5 dňa (synodická obežná doba), kým sa vzhľadom na Slnko dostane do tej istej polohy. Takáto doba teda uplynie medzi dvomi po sebe idúcimi novmi alebo splnmi. Ak by Mesiac obiehal okolo Zeme v tej istej rovine ako Zem okolo Slnka, na oblohe by sa zdanlivo pohyboval po ekliptike, a potom by nastalo v každom jeho synodickom obehu jedno slnečné a jedno mesačné zatmenie. V skutočnosti je však rovina obehu Mesiaca okolo Zeme sklonená k rovine ekliptiky asi o 5,1 stupňa, a tak počas väčšiny novov prejde Mesiac povedľa slnečného disku a počas splnov prejde mimo zemského tieňa. Zatmenie nastane iba vtedy, keď sa Mesiac počas novu či splnu dostane do blízkosti uzla svojej dráhy, teda do bodu, v ktorom jeho dráha pretína rovinu ekliptiky. Takéto body sú dva – výstupný a zostupný uzol. Priamka, na ktorej ležia, sa volá uzlová priamka. Rovina obehu Mesiaca nie je v priestore stála, natáča sa s periódou asi 18,6 roka a takto sa natáča aj uzlová priamka. Mesiacu preto trvá asi 27,2 dní, kým prejde tým istým uzlom svojej dráhy (drakonická obežná doba). Ak by sme mali jednoducho zhrnúť podmienky, pri ktorých môže nastať zatmenie Slnka či Mesiaca, Mesiac musí byť v blízkosti uzla a musí byť v konjunkcii (resp. opozícii) so Slnkom. Z toho vyplýva že Slnko musí tiež byť v blízkosti jedného z uzlov mesačnej dráhy. Vznik zatmenia je limitovaný práve vzdialenosťou Slnka od uzla mesačnej dráhy. Ak sa Slnko dostane k uzlu bližšie ako asi 10 stupňov, musí nastať jeho úplné zatmenie. Ak je táto vzdialenosť od 10 do 18 stupňov, nastane čiastočné zatmenie. Pre zatmenia Mesiaca sú trochu prísnejšie kritériá. Ak je Slnko počas splnu asi do 10 stupňov od uzla, nastane čiastočné zatmenie, a len keď je táto vzdialenosť menšia ako asi 5 stupňov, nastane úplné zatmenie Mesiaca. Zatmenia Mesiaca sú preto o niečo zriedkavejšie. Keďže Slnko sa oproti uzlu mesačnej dráhy pohybuje pomerne pomaly, podmienka býva dodržaná asi mesiac, a tak zatmenia (striedavo slnečné a mesačné) nastávajú v skupinách s časovým odstupom asi 14 dní. Väčšinou idú po sebe dva zatmenia. V rámci jednej skupiny nastane niekedy len jedno zatmenie, no občas sa

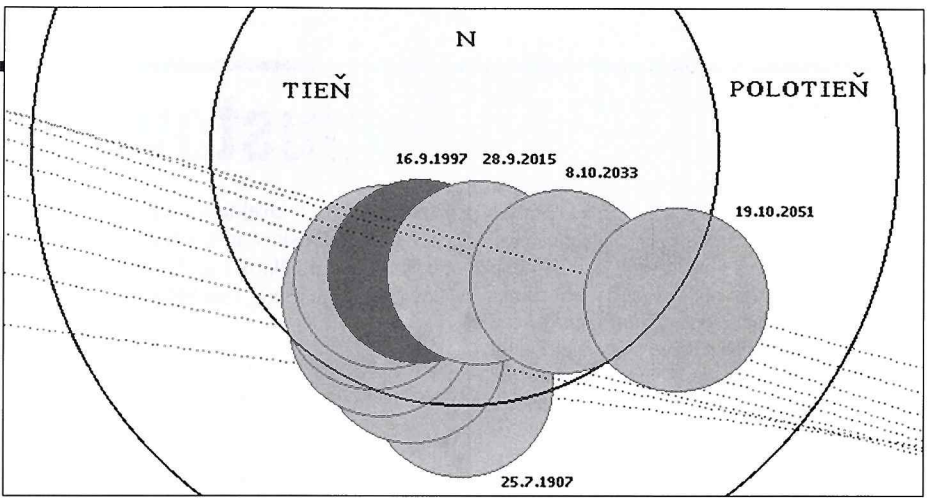
Obr. 2



stane že nastanú až tri. Situácia sa opakuje asi po polroku, keď sa Slnko dostane do blízkosti druhého uzla mesačnej dráhy. Časový odstup zatmení v skupine, ale aj medzi jednotlivými skupinami nie je stály. Ovplyvnený je najmä nerovnomernosťou pohybu Mesiaca a Zeme v dôsledku ich eliptických dráh. Tak sa môže stať, že v danom roku nastane až sedem zatmení, z nich je potom 5 slnečných. Naopak, v niektorých rokoch sa vyskytnú len dve zatmenia. Vtedy sú obidve slnečné. Prehľad o výskyte zatmení v budúcich rokoch je na *obrázku 1*. Zatmenia, ktoré budú aspoň časťou pozorovateľné aj z nášho územia sú znázornené tmavšími symbolmi. Ak by sme chceli hľadať periódu, po ktorej sa zatmenia zopakujú viac-menej v takom istom slede, musíme sa vrátiť k hlavným podmienkam vzniku zatmenia. Ak uvažujeme zatmenie Slnka, musí byť Mesiac v nove a práve sa nachádzať v uzle svojej dráhy. Do novu sa dostáva raz za jeden synodický obeh, teda každých 29,5 dňa, uzlom prechádza raz za 27,5 dňa. Úlohou je nájsť také časové obdobie, v ktoré by bolo celočíselným násobkom oboch týchto obežných dôb. Dá sa ukázať (po dosadení presných hodnôt), že 223 synodických obehov Mesiaca trvá 6585,321 dní a 242 drakonických trvá 6585,357 dní. Rozdiel je nepatrný, len asi 0,036 dňa, čo je približne 52 minút. Obdobie trvajúce 6585,321 dňa môžeme teda považovať za periódu, po ktorej sa opakujú slnečné aj mesačné zatmenia. Túto periódu nazývame saros a poznali ju už starí Chaldejci pred vyše 2500 rokmi.

Perióda saros trvá 18 rokov a 10 alebo 11 dní (v závislosti na počte priestupných rokov, ktoré do nej spadajú) a k tomu ešte asi 1/3 dňa. Praktický význam poznania obdobia saros je veľký. Keď sme pozorovali úplné zatmenie Mesiaca 16. 9. 1997, môžeme jednoducho predpovedať veľmi podobné zatmenie, ktoré nastane o túto periódu neskôr, teda 28. 9. 2015. Počas jedného sarosu nastane priemerne 71 zatmení (ak nepočítame polotieňové zatmenia Mesiaca), z toho je asi 43 zatmení Slnka a 28 zatmení Mesiaca. Okolo 28 zatmení Slnka je centrálnych (t.j. úplných alebo prstencových), z nich je asi 14 prstencových a 2 prstencovo-úplné. Z celkového počtu mesačných zatmení asi 13 zatmení je úplných.

Po uplynutí sarosu sa zatmenia neopakujú presne rovnako. Zlomok dňa (0,321) v perióde predsavuje približne 7 hod 42 minút. Zem bude preto natočená oproti predchádzajúcej polohe o uhol zodpovedajúci tomuto času, teda asi o 115 stupňov. Zatmenie bude podobné, no pás totality bude na povrchu Zeme o tento uhol posunutý smerom na západ. Po uplynutí troch periód saros (54 rokov a 1 mesiac) sa pás totality dostane do blízkosti pôvodného miesta pozorovania zatmenia. V zemepisnej šírke bude posunutý len asi o 15 stupňov na východ. Na *obrázku 2* výrazná čiara v strede predstavuje stred pásu totality počas úplného zatmenia, ktoré nastane 11. 8. 1999. Vpravo od neho je zvýraznený pás odpovedajúci tomuto zatmeniu o jednu periódu skôr, vľavo o periódu neskôr. Možno si všimnúť, že jednotlivé pásy pomaly klesajú v zemepisnej šírke. A to je dôsledok spomínaného rozdielu 52 minút. Tento čas chýba Mesiacu, aby sa po vyše 18 rokoch dostal do tej istej vzdialenosti od uzla svojej dráhy. Do pôvodnej vzdialenosti mu bude chýbať asi 0,4 stupňa. Ak zatmenie nastáva v blízkosti výstupného uzla, bude Mesiac oproti Slnku o niečo



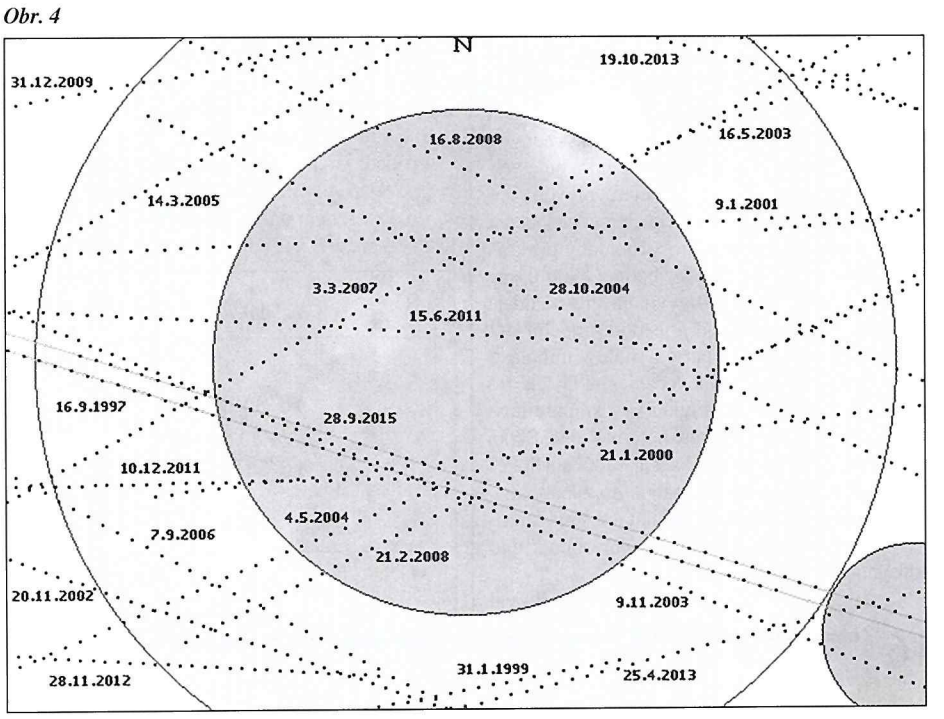
Obr. 3

južnejšie a pás sa na zemskom povrchu presunie tiež južnejšie. Ak zatmenie nastáva v zostupnom uzle, bude pás totality stúpať. Ak sa zameriame na vývoj konkrétneho slnečného zatmenia po uplynutí jednotlivých období saros, bude sa jeho pozorovateľnosť postupne presúvať k niektorému z pólov Zeme až po uplynutí desiatok sarosov zanikne. Celý cyklus (séria) začína čiastočným zatmením pozorovateľným v blízkosti južného pólu (ak ide o zatmenie pri zostupnom uzle). Po uplynutí každého sarosu narastá zemepisná šírka, z ktorej sa dá pozorovať, až sa z neho stáva úplné zatmenie. Postupne prejde celou zemeguľou, až sa zase končí čiastočnými zatmeniami pri severnom póle. Celá séria trvá asi 1300 rokov. Počas série priemerne nastane 72 zatmení, z toho je asi asi 44 centrálnych. Zatmenia nastávajúce vo výstupnom uzle mesačnej dráhy sa začínajú pri severnom póle a končia sa pri južnom.

Podobným vývojom prebiehajú aj zatmenia Mesiaca. Vyššie spomínaný zlomok dňa v perióde saros má za následok to, že zatmenie po uplynutí tohoto obdobia pozorujeme (vzhľadom na dennú hodinu) o takmer 8 hodín neskôr. Ak napríklad úplné zatmenie nastane vo večerných hodinách, ďalšie, jemu odpovedajúce po uplynutí periódy, bude nadránom. Ak pridáme ešte jeden cyklus, zatmenie pripadne na deň a bude teda pozorovateľné z inej časti zemegule. V dôsledku nepresného počtu drakonických mesiacov v perióde saros ani Mesiac neprechádza zemským tieňom stále rovnako. Každé nasledujúce zatmenie prechádza tieňom o niečo severnejšie (južnejšie) ako predchádzajúce. Zatmenie sa tak dlhodobo vyvíja. Najprv začínajú polotieňové zatmenia pri severnom alebo južnom okraji zemského tieňa podľa toho, či sa Slnko nachádza v blízkosti výstupného uzla mesačnej dráhy, alebo zostupného. Postupne narastá fáza zatmení, začnú nastávať čiastočné zatmenia, potom úplné, po čase znovu čiatočné v opačnej časti tieňa Zeme. Postupne sa fáza zníži do tej miery, že zatmenia budú len polotieňové a tie časom tiež zaniknú. Celý priebeh, ak máme na zreteli len zatmenia čiastočné a úplné, trvá asi 50 sarosov, teda okolo 900 rokov. Počas tohoto obdobia nastane asi 23 úplných a 27 čiastočných zatmení Mesiaca. *Obrázok 3* predstavuje vývoj úplného zatmenia Mesiaca 16.9.1997 počas niekoľkých periód saros. Bodkované čiary predstavujú prechod stredu mesačného disku tieňom Zeme.

Ďalším dôsledkom dĺžky trvania periódy je, že zatmenie po jej uplynutí nastáva takmer v tom istom ročnom období, často aj v tom istom mesiaci daného roka. Hviezdne okolie, v ktorom zatmenie Mesiaca či Slnka nastane, sa po uplynutí sarosu tiež veľmi nezmení. Obeh Mesiaca vzhľadom na hviezdy je viazaný siderickou obežnou dobou a 241 siderických mesiacov trvá len asi o 0,8 dňa menej ako perióda saros. Mesiac sa tak oproti pôvodnej polohe vzhľadom na hviezdy posunie len

Obr. 4



asi o 10 stupňov na východ. Po uplynutí saros sa teda slnečné aj mesačné zatmenia vyskytujú väčšinou v tom istom súhvezdí. Spomínali sme, že veľkosť zatmenia je závislá najmä od zdanlivej veľkosti Mesiaca. Mesiac je najväčší, keď je v perigeu. Jeho obežná doba vzhľadom na perigeum sa nazýva anomalistická a má trvanie asi 27,6 dňa. Aj touto dobou možno obdobie saros deliť takmer bezo zvyšku. Mesiac sa po uplynutí saros dostane len asi o 3 stupne ďalej oproti pôvodnej polohe vzhľadom na perigeum, a tak bude na oblohe približne rovnako veľký a aj zatmenia budú mať podobné maximálne trvanie. Určitý vplyv má aj vzdialenosť Slnka od Zeme. Zmenšujúcou sa vzdialenosťou Slnka a Zeme sa tieň zmenšuje a polotieň rozširuje. Trvanie zatmení sa tak o niečo skráti. Keďže Slnko je k Zemi najbližšie okolo 4. januára, zimné zatmenia bývajú o niečo kratšie ako letné.

Pozrime sa teraz na zatmenia v rámci jednej periódy saros. Ak začneme úplným zatmením Slnka 11. 8. tohoto roku, potom jeho opakovanie nastane 21. 8. 2017. V *obrázku 2* sú vyznačené všetky úplné zatmenia, ktoré v spomenutom období nastanú. Výnimkou je zatmenie v roku 1998, pozorované v strednej Amerike, ktoré bolo zatiaľ posledné. Čiary nepredstavujú pásy totality, ale ich centrálnu časť a sú počítané len pre výšku Slnka nad obzorom okolo 10 stupňov. Mesačných zatmení nastane počas obdobia saros menej, no ako bolo spomenuté, môžeme ich z nášho územia odpozorovať viac. V *obrázku 4* sú znázornené všetky prechody Mesiaca tieňom Zeme v čase medzi úplným zatmením v roku 1997 a zatmením v roku 2015, teda po uplynutí sarosu. Body predstavujú jednotlivé prechody stredu mesačného disku tieňom a sú zobrazené len tie polohy, počas ktorých je u nás Mesiac nad obzorom. Veľkosť mesačného kotúča (vpravo dole), tieňa a polotieňa odpovedá zatmeniu 16. 9. 1997.

Úplné slnečné zatmenia sú v určitej oblasti zemského povrchu veľmi zriedkavé. Štatisticky sa v danej oblasti opakujú priemerne raz za 200 rokov. Záleží však na tom, akú veľkú oblasť uvažujeme. Ak myslíme napr. na strednú Európu, bude to približne platiť. Ak sa ale obmedzíme na oblasť takú malú, ako je Slovensko, už to bude horšie. Posledné úplné zatmenie pozorovateľné z územia dnešného Slovenska bolo v roku 1842 a najbližšie takéto bude až v roku 2135.

Celá popísaná teória opakovania sa zatmení je len veľkým zjednodušením, ktoré sa opiera o súdeliteľnosti násobkov jednotlivých obežných dôb Mesiaca. Všetky tieto údaje sú však len strednými hodnotami. Mesiac sa okolo Zeme pohybuje veľmi nerovnomerne, podlieha rôznym vplyvom, napríklad slapovým silám a gravitačnému pôsobeniu planét. V skutočnosti majú obežné doby pri každom obehu inú dĺžku. Stredné hodnoty, ktoré sme uvažovali, sa aj dlhodobo vyvíjajú. Presné údaje o zatmeniach tak treba od prípadu k prípadu stanoviť nanovo. Poznanie periódy bolo v minulosti veľmi potrebné na predpovedanie budúcich zatmení. Dnes počítače dovoľujú s vysokou presnosťou rýchlo testovať vzájomnú polohu Zeme, Slnka a Mesiaca do ďalekej minulosti aj budúcnosti. Perióda saros však aj tak neupadne do zabudnutia. Do zabudnutia by nemali upadnúť ani staré kultúry, v ktorých sa našli ľudia schopní objaviť túto prírodnú zákonitosť.

Peter Zimnikoval

Augustové zatmenie u nás

11. augusta 1999 prejde pás úplného zatmenia Slnka cez územie našich južných susedov. Kto chce pozorovať slnečnú korónu, musí cestovať. O prípadnom programe sme písali v čísle 1/1999. V tomto článku opíšeme, ako bude prebiehať zatmenie u nás (je tým myslené územie Slovenskej aj Českej republiky, t. j. medzi rovnobežkami 47° a 51° a poludníkmi 12° a 24° E).

Na celom tomto území možno zatmenie pozorovať ako čiastočné, s veľmi vysokou fázou. Začiatok zatmenia – prvý kontakt – nastane okolo $9^h\,30^m$ UT, t.j. $11^h\,30^m$ LSEČ. Slnko bude asi 25° na východ od meridiánu a zo západnej strany ho začne zakrývať Mesiac. Maximálna fáza zatmenia nastane okolo $10^h\,50^m$ UT, t. j. okolo $12^h\,50^m$ LSEČ, koniec zatmenia – štvrtý kontakt bude okolo 12^h UT, t. j. okolo 14^h LSEČ. Pri maximálnej fáze bude zakryté od 87 % do 99 % Slnka v závislosti od zemepisnej polohy pozorovacieho miesta. Uvedené časy, pozičné uhly, fázu a uhlový polomer Mesiaca pre ľubovoľné miesto z daného pásu územia môžeme určiť s presnosťou ± 1 s interpoláciou z nasledujúcej tabuľky:

φ	λ	T1	P1	Ts	faza	T4	P4	ρ (mes.)
47	12	9 16 37.9	287.17	10 39 24.5	0.979	12 3 17.8	106.11	16 14.28
47	14	9 19 47.1	286.95	10 42 59.8	0.991	12 6 39.3	107.07	16 14.35
47	16	9 23 1.8	286.67	10 46 34.7	1.003	12 9 54.7	108.06	16 14.41
47	18	9 26 21.5	286.34	10 50 8.6	1.012	12 13 3.4	109.07	16 14.46
47	20	9 29 45.8	285.94	10 53 40.5	0.998	12 16 4.7	110.10	16 14.49
47	22	9 33 14.2	285.49	10 57 9.7	0.983	12 18 58.3	111.15	16 14.51
47	24	9 36 46.0	284.97	11 0 35.6	0.968	12 21 43.8	112.21	16 14.52
48	12	9 16 57.0	285.53	10 39 3.9	1.007	12 2 16.8	107.50	16 14.13
48	14	9 20 1.9	285.31	10 42 32.6	1.010	12 5 31.4	108.43	16 14.20
48	16	9 23 12.2	285.04	10 46 1.0	0.998	12 8 40.3	109.39	16 14.26
48	18	9 26 27.5	284.71	10 49 28.5	0.985	12 11 42.7	110.37	16 14.30
48	20	9 29 47.4	284.33	10 52 54.3	0.972	12 14 38.2	111.38	16 14.33
48	22	9 33 11.2	283.88	10 56 17.6	0.957	12 17 26.4	112.39	16 14.35
48	24	9 36 38.5	283.38	10 59 37.9	0.942	12 20 6.8	113.43	6 14.36
49	12	9 17 20.9	283.90	10 38 45.0	0.994	12 1 13.9	108.88	16 13.97
49	14	9 20 21.5	283.69	10 42 7.1	0.983	12 4 21.9	109.78	16 14.04
49	16	9 23 27.5	283.43	10 45 29.1	0.971	12 7 24.3	110.71	16 14.10
49	18	9 26 38.4	283.11	10 48 50.3	0.959	12 10 20.7	111.66	16 14.14
49	20	9 29 53.7	282.73	10 52 10.0	0.946	12 13 10.5	112.64	16 14.17
49	22	9 33 13.0	282.30	10 55 27.5	0.932	12 15 53.2	113.63	16 14.19
49	24	9 36 35.7	281.81	10 58 42.1	0.917	12 18 28.7	114.63	16 14.20
50	12	9 17 49.5	282.30	10 38 27.7	0.966	12 0 9.5	110.24	16 13.81
50	14	9 20 45.9	282.09	10 41 43.4	0.956	12 3 10.8	111.12	16 13.88
50	16	9 23 47.4	281.83	10 44 59.0	0.945	12 6 6.9	112.02	16 13.93
50	18	9 26 53.8	281.52	10 48 14.0	0.933	12 8 57.3	112.94	16 13.98
50	20	9 30 4.6	281.15	10 51 27.6	0.920	12 11 41.5	113.89	16 14.01
50	22	9 33 19.2	280.73	10 54 39.2	0.907	12 14 19.0	114.85	16 14.03
50	24	9 36 37.3	280.25	10 57 48.3	0.892	12 16 49.5	115.83	6 14.03
51	12	9 18 22.5	280.70	10 38 12.1	0.940	11 59 3.5	111.59	16 13.65
51	14	9 21 14.6	280.50	10 41 21.3	0.930	12 1 58.4	112.44	16 13.71
51	16	9 24 11.7	280.24	10 44 30.7	0.919	12 4 48.3	113.31	16 13.77
51	18	9 27 13.6	279.94	10 47 39.5	0.907	12 7 32.8	114.21	16 13.81
51	20	9 30 19.8	279.58	10 50 47.1	0.895	12 10 11.4	115.13	16 13.84
51	22	9 33 29.8	279.17	10 53 52.9	0.882	12 12 43.7	116.06	16 13.86
51	24	9 36 43.2	278.70	10 56 56.4	0.868	12 15 9.3	117.02	16 13.86

V prvom stĺpci je zemepisná šírka s krokom 1°,
v druhom zemepisná dĺžka s krokom 2°,
v treťom a štvrtom čas prvého kontaktu a pozičný uhol v stupňoch,
v piatom a šiestom čas max. fázy a príslušná fáza,
v siedmom a ôsmom čas štvrtého kontaktu a pozičný uhol v stupňoch a
v deviatom uhlový polomer Mesiaca pre 10:30 UT v uhlových minútach a sekundách.

Uhlový polomer Slnka môžeme počas zatmenia považovať za konštantný: 15'46,77".

Pozičný uhol sa meria od severného konca deklinačného kruhu, prechádzajúceho cez stred Slnka, smerom na východ.

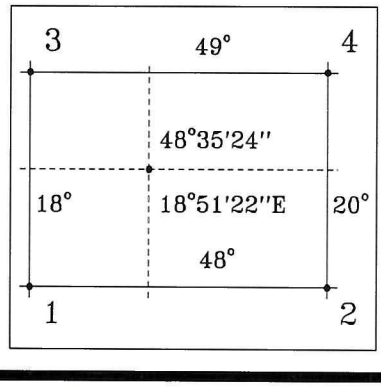
Pre ľubovoľnú polohu môžeme určiť parametre zatmenia lineárnou interpoláciou, podľa vzorca:

$$v = v_1 + (v_2 - v_1).x + (v_3 - v_1).y + (v_1 - v_2 + v_4 - v_3).x.y,$$

kde v je interpolovaná veličina, v_i sú hodnoty z tabuľky, x je pomerná vzdialenosť od bodu 1 v smere dĺžok, y to isté v smere šírok.

Príklad: Určíme parameter T_1 pre polohu Žiaru n/Hronom, uvedenú na obrázku. $x = 3082/7200 = 0{,}428056$, $y = 2124/3600 = 0{,}590000$

Po dosadení hodnôt z tabuľky (indexy podľa obrázku) dostaneme hodnotu 9:27:58,3 čo sa iba o 0,5 s líši od presnej hodnoty, určenej podľa Besselových prvkov.



Okrem získania peknej série ilustračných snímok počas zatmenia možno po patričnej príprave získať aj vedecky hodnotné pozorovania. Ak totiž dokážeme určiť relatívnu polohu Mesiaca voči Slnku s presnosťou 0,1" (čas s presnosťou 0,1 s), potom riešime tú istú úlohu ako pri zákrytoch hviezd Mesiacom. Počas zatmenia môžeme fotografovať s presne určeným časom expozície, čo sa dá urobiť aspoň 30 krát, ak fotografujeme každých 5 minút. Po vyrovnaní môžeme získať veľmi presné polohy Mesiaca. Na fotografovanie by bolo najlepšie využiť továrenskú slnečnú komoru. Minimálny priemer obrazu Slnka by mal byť aspoň 20 mm a použiť treba jemnozrnnú emulziu filmu, resp. platne.

Milan Rybanský

SLNEČNÉ ZATMENIA
– moderné mylné domnienky

V súvislosti so zatmeniami Slnka a Mesiaca sa aj v súčasnosti objavujú chybné názory, ktoré pochádzajú zo všeobecne rozšírených vedecko-populárnych časopisov a kníh a udržiavajú sa neustálym preberaním. K takýmto patria aj záznamy starovekých národov o zatmeniach.

V mnohých článkoch sa môžeme dočítať, že najstaršie záznamy o zatmeniach Slnka pochádzajú od mezopotámskych, čínskych a egyptských hvezdárov. Najviac z nich pochádza vraj zo starovekého Egypta. Podľa Diogena Laertského, ktorý žil v období panovania cisára Hadriána (117–130 n. l.), sa v Egypte zachovali do obdobia panovania Alexandra Veľkého záznamy 373 slnečných a 832 mesačných zatmení! Táto obrovská databáza presahuje počtom mezopotámske a čínske dokopy.

Lenže starostlivé preštudovanie egyptských nápisov a papyrusov ukázalo, že vtedajší hvezdári-kňazi nezanechali popis ani jediného zatmenia. W. Erichsen podrobil dôkladnej analýze egyptské astronomické údaje a našiel iba jedinú zmienku o slnečnom zatmení, ktorá pochádzala len z roku 610 pred n. l. Ďalšia zmienka je takmer o 1200 rokov mladšia: ide o koptský záznam z r. 601 n. l. Klaudios Ptolemaios vo svojom veľdiele *„Megalé syntaxis"* (známejšom pod arabským názvom *Almagest*) spracoval údaje 70 slnečných zatmení, avšak ani jedno z týchto pozorovaní nepochádza z Egypta (L. Houzeau: *Historické črty hvezdárstva* a O. Neugebauer: *Exaktné vedy v staroveku*). Ani dodnes nie je jasné, prečo v Egypte, kde sa Slnko tešilo osobitnej úcte, nezaznamenávali zatmenia Slnka.

Možno výrazne praktický charakter egyptského hvezdárstva (stanovenie smeru, určovanie času a kalendára, zememeračstvo) viedol k tomu, že nevenovali zatmeniam väčšiu pozornosť. Keď sa Diogenes Laertský odvolával na obrovský počet záznamov o zatmeniach, mal zrejme na mysli tie, ktoré boli uložené v slávnej Alexandrijskej knižnici. Tieto záznamy však neboli egyptského pôvodu, ale obsahovali údaje mezopotámskych, gréckych a severoafrických pozorovateľov.

Nemenej kriticky možno hodnotiť aj „starobylé" čínske pozorovania, respektíve opis príhody o dvoch čínskych dvorných hvezdároch Hi (resp. Hši) a Ho, ktorí boli popravení, lebo si zanedbali povinnosť vopred vyhlásiť zatmenie. Ako sa môžeme v mnohých knihách a článkoch dočítať, pijanstvu holdujúci Hi a Ho zabudli vopred oznámiť, že nastane slnečné zatmenie. Neočakávaný jav vyvolal hrôzu a paniku. Za to nedbanlivých hvezdárov popravili. Túto udalosť spomína kronika *„Klasici dejepisectva"*, zostavená o tisícročia neskôr. Na jej základe tragicky končiace zatmenie určili na rok 2158 pred n. l., podľa iných výpočtov na rok 2165 pred n. l. Toto by teda malo byť najstaršie zaznamenané zatmenie.

Avšak už aj samotný letopočet vyvoláva podozrenie: v III. storočí pred naším letopočtom neexistovalo jednotné čínske cisárstvo a samozrejme ani císársky dvor. Aj to je veľmi zvláštne, že na ďalších stranách kroniky, obaja popravení hvezdári veselo a činorodo žijú ďalej, akoby sa nebolo nič stalo. Ich úlohou bolo, na rozkaz legendárneho (tiež rozprávkového) cisára Jao, určovať začiatok ročných období z východov a západov Slnka a niektorých hviezd. Niekedy sa spomínajú až šiesti Hši-ovia a Ho-ovia.

Významný anglický sinológ J. Needham a rezumátor jeho prác C. A. Ronan poukázali na to, že Hši-ho (písané takto dokopy) sa v starej čínskej mytológii vyskytuje ako matka Slnka, inde zasa ako meno pohoniča slnečného voza. Teda možno si predstaviť, že takto nazývali nejaký kňazský zbor, ktorého úlohou bolo modliť sa za pravidelné zmeny ročných období. Neskôr, keď tento obrad upadol do zabudnutia, kronikár považoval kňazov Hši-ho za historické postavy. (C. A. Ronan: *The shorter Science and Civilisation in China,* Vol. 2, 73–74. o. Cambridge 1981).

Ostatne, nie je vylúčené, že základom tejto povesti je ozajstné zatmenie Slnka. Keďže ich skutočnú príčinu starí Číňania nepoznali, pri zatmení s väčšou fázou si mohli myslieť, že „matku Slnka" – Hši-ho zabila nejaká nebeská obluda. O tisícročia neskôr už kronikár nepochopil symboliku udalosti a považoval ju za skutočnú udalosť. Ba čo viac, aby legenda získala zmysel, pridal rozprávku o korheľských hvezdároch.

Nové, dôveryhodné údaje, ktoré objavila moderná čínska archeológia, sú o tisícročie mladšie ako legenda Hši-ho. Najstaršie záznamy zo zatmenia sa zachovali na tzv.veštecké kostiach. Dosiaľ boli objavené údaje 5 zatmení Mesiaca spred začiatka letopočtu a to z rokov 1361, 1342, 1311, 1304 a 1217. Zaujímavé je, že k slnečnému zatmeniu sa vzťahuje iba jediný nápis na kosti, ktorého vek určili na r. 1217 pred n. l. Tieto pozorovania sa časovo zhodujú s prvými mezopotámskymi pozorovaniami.

Systematická pozorovacia séria sa objavuje až o pol tisícročia neskôr, r. 734 pred n. l. v tzv. *Knihe piesní.* Táto doba je opäť porovnateľná s obdobím prvých pravidelných blízkovýchodných záznamov zatmení. Nenašli sa žiadne záznamy, ktoré by svedčili o schopnosti vopred vypočítať zatmenia (na základe periodického opakovania – cyklus saros). Ešte aj v 12. storočí sa čínski hvezdári ponosovali, že nevedia spoľahlivo predpovedať slnečné zatmenia. Pritom vtedy už v mohamedánskom svete a v Európe dostatočne presne vypočítavali zatmenia Slnka a Mesiaca pomocou periódy saros a Ptolemaiových tabuliek.

Z Meteoru 1/1999
(Bartha Lajos: Modern hiedelmek)
Preložila K. Kerekešová

Slnečná aktivita
(február – marec 1999)

Aktivita Slnka je taká, ako býva na počiatku cyklu. Občas prudko vzrastá, aby tento vzrast vzápätí vystriedalo dlhšie obdobie stagnácie.

Pred nedávnom, v čísle 1/99, sme písali o modernom meraní priemeru Slnka na sonde SOHO. Táto otázka trápi slnečných fyzikov už dlhšiu dobu. Svedčí o tom aj článok v jednom z posledných čísel Solar Physics (Vol. 183/ /1998, s. 291). Zatiaľ, čo minulý článok sa zaoberal dosiahnuteľnou presnosťou merania priemeru, článok zo Sol. Phys. sa zaoberá dlhodobými zmenami a súvislosťou s úrovňou slnečnej aktivity.

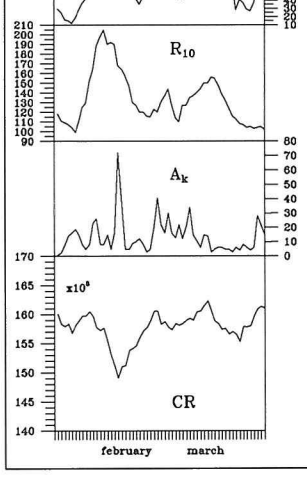
Tridsať sérií meraní priemeru Slnka, ktoré boli urobené za posledných 300 rokov (1660–1960), sú v ňom porovnávané s 900 modernými meraniami.

Pretože dáta boli veľmi nehomogénne, mnohé boli z ďalšieho štúdia vylúčené. Do úvahy sa brala atmosférická refrakcia, pohyb vzduchu, difrakcia na objektíve a osobné chyby jednotlivých pozorovateľov. Takto „vyčistený" súbor dát bol porovnaný s priemerným ročným Wolfovym číslom.

Priemerný slnečný polomer z meraní za celých 300 rokov je 960,0". Priemerné ročné Wolfove číslo za to isté obdobie je 45,9. Výsledky jednoduchého testu sú uvedené v nasledujúcej tabuľke:

δR	+	–
W>45,9	83%	17%
W<45,9	41%	59%

Pri vyššej úrovni slnečnej aktivity sú väčšinou zistené väčšie hodnoty priemeru Slnka. Podľa autora je tento záver na 98 % štatisticky dôveryhodný.



Ako vidíme aj z priloženého grafu, slnečná aktivita pomaly stúpa. Priemerné mesačné hodnoty Wolfoveho čísla sú na úrovni okolo 80. Pri porovnaní s minulými cyklami môžeme povedať, že sme približne v polovici medzi minimom a maximom. Podľa toho by maximum cyklu 23 nastalo niekedy v roku 2000.

Dnes by som chcel náš stĺpček venovať konferencii „High-Resolution Solar Physics", ktorá sa konala na prelome septembra a októbra 1998 na Sacramento Peak Observatory v USA.

Uvažovali na nej o možnostiach zvýšenia rozlišovacej schopnosti pozorovaní, ktoré by mohli viesť k poznaniu podstaty neznámych procesov, ktoré spôsobujú všetky prejavy slnečnej aktivity. Ťažko dnes možno povedať, aký je charakteristický rozmer týchto procesov. Obyčajne sme nakloneni tvrdiť, že nejaký útvar na Slnku má určitý rozmer, napr. v monografiách sa píše, že spikule majú priečny rozmer okolo 700 km. To je však práve rozlíšenie priemerných slnečných ďalekohľadov. Vieme si celkom dobre predstaviť, že pri lepšom rozlíšení by sme videli o rád, alebo aj o niekoľko rádov menšie štruktúry.

Konferencia naznačila štyri cesty, ako dosiahnuť lepšie rozlíšenie:

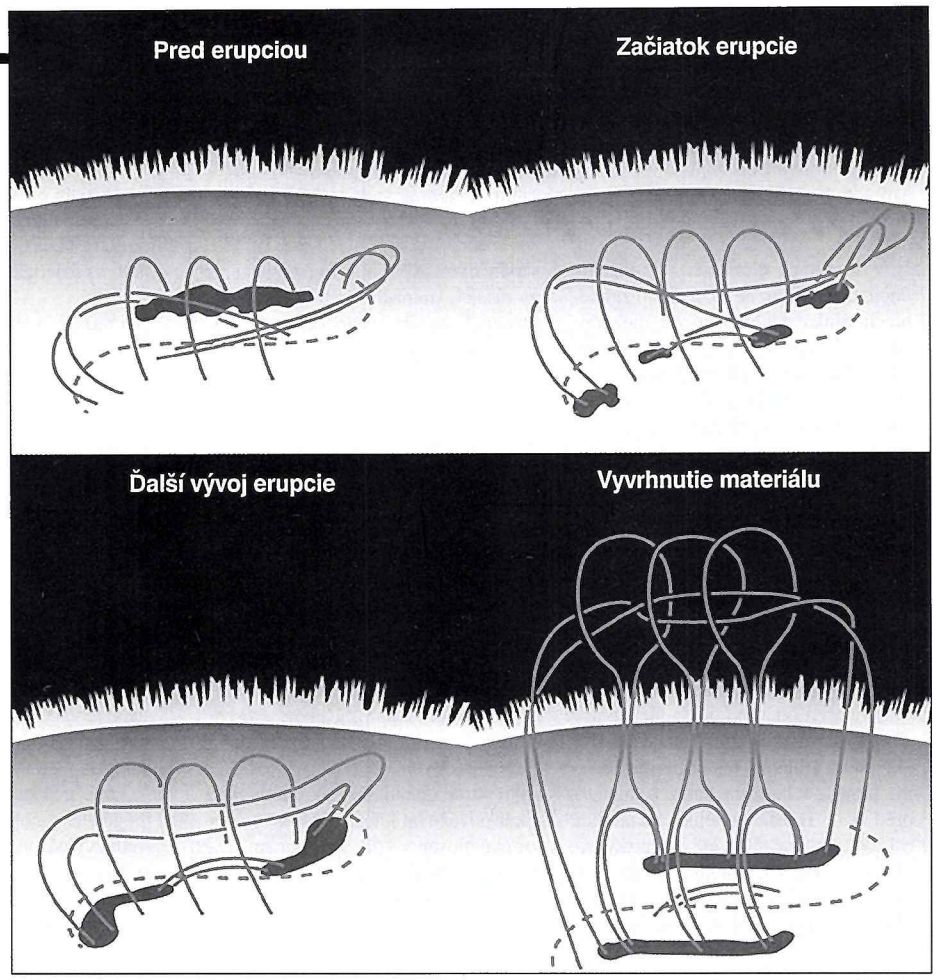
1. Prvou je „čelný útok" na rozlíšenie – budovanie slnečných ďalekohľadov s väčším priemerom. NSO (National Solar Observatory, USA) plánuje výstavbu slnečného ďalekohľadu s priemerom 3 m, alebo viac. Priemer švédskeho vákuového slnečného ďalekohľadu na La Palma plánujú v najbližšej dobe zdvojnásobiť na 95 cm. (Vôbec najväčší slnečný ďalekohľad pracuje na Kitt Peaku a má priemer 150 cm).
2. Druhou je využitie adaptívnej optiky, t. j. optiky, ktorá sa snaží odstrániť následky turbulencie v atmosfére (seeing) tým, že už v reálnom čase, pri snímaní, opravuje seeingom deformovaný vlnový front.
3. Ďalšou cestou sú rôzne postupy, ktoré dodatočne, pomocou výpočtových metód, rekonštruujú deformovaný obraz.
5. Nakoniec sú to prístroje umiestnené v kozme, kde nemáme problémy so seeingom, avšak sú tam zase problémy presnej pointácie, prenosu dát a hlavne problém ceny.

Súčasné rozlíšenie objektov na Slnku je na úrovni okolo 0,1".

Milan Rybanský

Slnečné „esíčka“

Slneční fyzici našli spôsob, ako možno predpovedať búrlivé eruptívne prejavy slnečnej aktivity. Ukázalo sa, že väčšina erupcií vzniká v aktívnych oblastiach, ktorých štruktúra pripomína písmeno „S“ na južnej pologuli a „2“ (inverzné k S) na severnej pologuli.



Obrázok zachytáva naše predstavy o vývoji erupcie v aktívnej oblasti. V dôsledku magnetickej rekonexie sa v eruptívnej oblasti postupne vytvára zložitejšia štruktúra, čo väčšinou vedie k mohutným výronom koronálnej hmoty. Jasne vidieť, že inverzná línia magnetického pola má tvar písmena „S“.
Zdroj: NASA/Marshall Space Flight Center

Slnko, ako väčšina vesmírnych telies, je tvorené plazmou. Plazma je vlastne vysoko ionizovaný plyn, zmes voľných nabitých častíc (e, p a iónov), ale aj neutrálnych atómov. Je teda celkom prirodzené, že magnetické pole zohráva dôležitú úlohu takmer pri všetkom, čo sa na ňom deje. Prejavy slnečnej aktivity sú známe už veľmi dávno, ale stále zostáva mnoho neobjasneného. Jednými z najzáhadnejších a zároveň najbúrlivejších prejavov aktivity sú slnečné erupcie, ktoré bývajú často spojené s vyvrhnutím niekoľkých miliárd ton ionizovaného plynu do medziplanetárneho priestoru. Ak je takýto balík nasmerovaný k našej Zemi, asi za štyri dni zasiahne zemskú magnetosféru a spôsobí tzv. geomagnetickú búrku. V marci 1989 spôsobila v Kanade silná geomagnetická búrka výpadok v zásobovaní elektrickou energiou. Geomagnetické búrky a vysokoenergetické častice urýchlené eruptívnymi procesmi vážne ohrozujú citlivé prístroje na palubách satelitov, ale aj kozmické lode s posádkou (raketoplány) na obežnej dráhe.

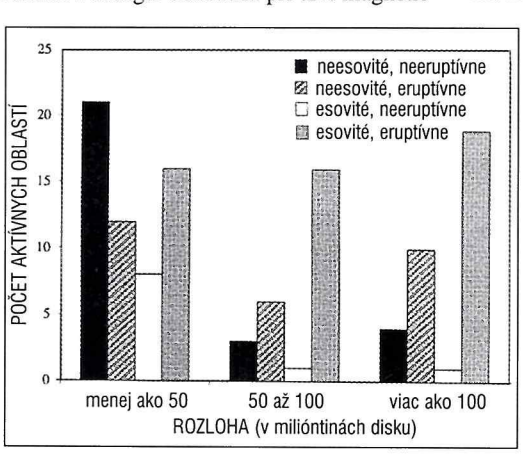
S príchodom maxima cyklu slnečnej aktivity sa zasa stáva aktuálnou otázka, ako možno čo najpresnejšie predpovedať slnečné erupcie a výrony koronálnej hmoty (Coronal Mass Ejection – CME). Slneční fyzici R. C. Canfield, D. E. McKenzie z Montana State University a H. S. Hudson zo Solar Physics Research Corporation zistili, že slnečné erupcie sa vyskytujú najmä v aktívnych oblastiach, ktoré majú esovitú štruktúru.

Presný mechanizmus vzniku erupcií nepoznáme. Vieme, že k uvoľneniu obrovského množstva energie dochádza pri tzv. magnetickej rekonexii. Magnetické pole v aktívnych oblastiach vytvára slučkovitú štruktúru. Za určitých podmienok, ktoré nevieme podrobne popísať, dochádza k akémusi „preplietaniu sa“ magnetických siločiar, jedna okolo druhej, až inverzná línia magnetického poľa v danej aktívnej oblasti nadobudne tvar písmena „S“ na južnej a štruktúry inverznej tvaru „S“ na severnej pologuli. (Orientácia tohto „esíčka“ je ovplyvnená globálnym magnetickým poľom.)

Canfield a McKenzie analyzovali videosekvencie zostavené z obrázkov získaných mäkkým röntgenovým ďalekohľadom na japonskej družici Yohkoh. Pre svoju analýzu si vybrali roky 1993 a 1997, ktoré boli charakteristické strednou úrovňou slnečnej aktivity. Kombináciou dát z týchto dvoch rokov získali súbor 117 aktívnych oblastí, ktoré rozdelili na esovité a neesovité, na eruptívne a neeruptívne. Zistili, že 51 % všetkých aktívnych oblastí malo esovitú štruktúru a zodpovedalo za 65 % erupcií.

„Oblasti v tvare S sú nebezpečné,“ hovorí Dr. Canfield. „Keď nájdeme oblasť v tvare písmena S, vieme, že sa tam s veľkou pravdepodobnosťou výskytne erupcia. V ostatných, motýľa pripomínajúcich, kvázi symetrických štruktúrach sa erupcie vyskytovali zriedka.“ Štúdia poukázala na dva hlavné znaky, ktoré môžu byť predzvesťou erupcie: (1) jasne esovitá morfológia (zloženie, štruktúra) aktívnej oblasti a (2) veľká rozloha aktívnej oblasti.

Alena Kulinová

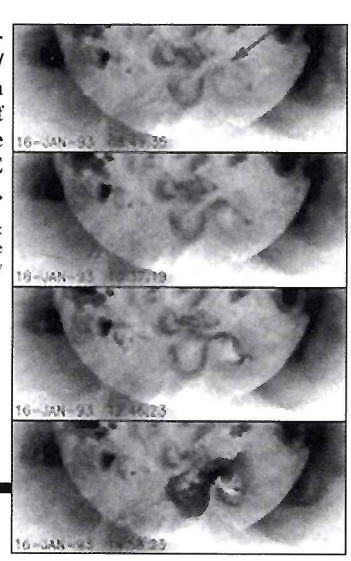


ROZDELENIE AKTÍVNYCH OBLASTÍ PODĽA MORFOLÓGIE A AKTIVITY (spolu za roky 1993 a 1997).

	neesovité	esovité
eruptívne	28	51
neeruptívne	28	10
celkovo	56	61

Histogram znázorňujúci výskyt rôznych druhov klasifikovaných oblastí v závislosti na ich rozlohe (NOAA suspot area) v miliónoch pologule.
(Tabuľka aj graf sú prevzaté z práce Canfield, R. C., Hudson, H. S. a McKenzie, D. E.: 1999, Geophys. Res. Letters, vol. 26, No. 6, 627–630.)

Sekvencia obrázkov zo SXT/ /Yohkoh, na ktorej vidieť vývoj erupcie s CME (16. 1. 1993).
Zdroj: Montana State University



Jiří Grygar:

Žeň objevů 1998 (XXXIII.)

Věnováno památce čestné členky České astronomické společnosti RNDr. Marty Chytilové (1907–1998) z Brna

Elektronická verze těchto přehledů od r. 1995 je přístupná na WWW domovenkách časopisu Kozmos (http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html) resp. Instatních astronomických novin (http://www.ian.cz).

1.2. Planetky

1.2.1. Křížiči Země

Doslova aférou roku se stalo sdělení B. Marsdena v cirkuláři IAU č. 6837 z 11. března 1998, v němž se odborné veřejnosti sdělovalo, že **planetka 1997 XF 11**, objevená J. Scottim v programu Spacewatch dne 6. prosince 1997, by se měla přiblížit k Zemi 26. října večer (UT) r. 2028 na vzdálenost pouhých 46 000 km, což při nejistotě výpočtu, založeného na oblouku dráhy, za pouhých 88 dnů může znamenat také přímý zásah Země. Informace totiž ihned pronikla do sdělovacích prostředků a v části veřejnosti propukla v průběhu jediného dne docela solidní panika. Netrvala naštěstí dlouho, neboť elementy dráhy, vypočtené nezávisle čtyřmi astronomy, umožnily E. Helinové a T. Bowellovi dohledat planetku hned následující den na archivních snímcích ze Schmidtovy komory na Mt. Palomaru, jež byly pořízeny 22. března 1990. Velký odstup těchto pozorování umožnil výrazně zpřesnit dráhové elementy planetky, takže se ukázalo, že ono těsné přiblížení v říjnu 2028 nebude pro Zemi nijak nebezpečné, neboť planetka proletí asi 960 000 km od Země, tedy 2,5krát dále než obíhá Měsíc.

Příběh však ukázal, že je vskutku nesnadné počítat přesné dráhy křížičů na pouhá desetiletí dopředu z pozorování v krátkém (čtvrtletním) dráhovém oblouku. Znovu se tak potvrdilo, jak je životně důležité sledovat planetky-křížiče opakovaně při každém dalším návratu k Zemi. Ačkoliv byl B. Marsden jak novináři tak kolegy astronomy kritizován za předčasné zveřejnění provizorních údajů, hájil se tím, že šlo o elementy, nezávisle potvrzené čtyřmi odborníky a také vyzdvihl, že právě ono zveřejnění vedlo k rychlému dohledání planetky na archivních snímcích. Zarputilci, kteří se snaží veřejnosti neustále namlouvat, že zlotřilá NASA, popřípadě americké ministerstvo obrany, před veřejností důmyslně a soustavně tají nejrozmanitější astronomické údaje, však museli sami uznat, že astronomové jsou až sebevražedně otevření v publikaci nových, byť ne zcela ověřených pozorování a výpočtů.

Pokud se křížiči přiblíží k Zemi na dostatečně malou vzdálenost a víme o tom dopředu, lze jejich polohu a případně i tvar a rotaci určit radarem. To pak výrazně zlepší i přesnost výpočtu dráhových elementů, takže lze mnohem spolehlivěji na desítky let dopředu odhadnout případné riziko budoucí srážky se Zemí. To se povedlo J. Ostrovi aj. loni počátkem června, kdy získali na observatoři Goldstone v Kalifornii radarové ozvěny na frekvenci 8,5 GHz od planetky **1998 KY 26**. Odtud odvodili, že průměr planetky je menší než 40 m a synodická rotační perioda činí jen 10,7 min. Mezi loni objevenými křížiči je také planetka s provizorním označením **1998 DK 36** s velmi protáhlou drahou prakticky v rovině ekliptiky, jež se v přísluní dotýká dráhy Merkuru a v odsluní dráhy Země při oběžné době 212 dnů.

G. Sitarski podrobně zkoumal budoucí dráhu proslulého křížiče (4179) **Toutatis** na základě pozorování z let 1934–1997. Ukázal, že těleso se pohybuje po silně chaotické dráze, takže spolehlivé předpovědi poloh jsou možné nanejvýš na tři století dopředu.

Svého času se tvrdilo, že by se Toutatis mohl srazit se Zemí při velkém přiblížení 29. září 2004, ale toto nebezpečí určitě nehrozí, neboť v té době bude planetka asi 1,5 milionů km od Země. Autor dále ukázal, že případná srážka Toutatise se Zemí by byla při současné přesnosti dráhových elementů předpovězena s předstihem alespoň 11 let. Zhruba 7 let před srážkou by dokonce bylo možné vymezit dopadovou plochu s chybou 100×100 km.

P. Pravec aj. získali od r. 1994 světelné křivky pro 26 křížičů s průměry 0,4÷8 km. Odhalili periodické kolísání jejich jasnosti v intervalu 2,3÷230 h ve 25 případech a usoudili, že ve 20 případech jde o projev **rotace samotné planetky**. Krátké periody rotace v rozmezí 2,3÷3,3 h jsou v souladu s představou, že tyto planetky drží pohromadě jen taktak – jde o jakési kosmické hromady sutě. P. Pravcovi aj. se též podařilo objevit **zákrytovou dvojplanetku 1991 VH** s oběžnou dobou 1,4 dne a dvěma minimy na světelné křivce o trváních 0,1 dne. Poměr velikostí obou složek činí 0,4 a sekundární složka obíhá ve střední vzdálenosti rovné 5,4násobku poloměru primární složky, jež rotuje nesynchronně v periodě 0,11 dne. Titíž autoři odhalili rozborem světelné křivky planetky typu Apollo **1996 FG 3**, že jde o dvojplanetku s rotačními periodami složek 0,67 a 0,15 dne.

Podvojných planetek mezi křížiči zkrátka utěšeně přibývá a vše nasvědčuje tomu, že jejich podvojnost je následkem těsných přiblížení k Zemi, kdy se hromady sutě vlivem slapových sil snadno rozpadají. To by též vysvětlovalo případy dvojitých impaktních kráterů nalezených v poslední době na zemském povrchu.

Máme tedy velmi dobré důvody se obávat **nenadálé srážky s křížičem**, jak to široké veřejnosti docela názorně připomněly filmy z loňské holywoodské produkce Armageddon a Drtivý dopad.

Mimochodem dvě postavy ve filmu Armageddon – David Marsden a Brian Balam – připomínají odborné poradce filmu astronomy Briana Marsdena a Davida Balama, kteří se soustavně zabývají pozorováním planetek-křížičů a výpočtem jejich drah. Lze tedy jen uvítat iniciativu NASA, jež 14. července 1998 založila zvláštní **Úřad pro objekty v blízkosti Země**, kterému šéfuje D. Yeomans z JPL v Pasadeně. Úkolem Úřadu je vyvinout úsilí pro rozpoznání nejméně 90% těles – křížičů s průměrem nad 1 km do r. 2010. Pro první rok činnosti úřadu uvolnila NASA 3 miliony dolarů a počítá se se zapojením i mnoha zahraničních observatoří za podpory IAU.

Zatím nejúspěšnějším programem pro vyhledávání křížičů je projekt **NEAT**, využívající metrového zrcadla s velkou maticí CCD 4k × 4k pixelů na Mt. Haleakala na Havaji ve výšce 3000 m n.m. Kamera zobrazí naráz zorné pole o ploše 2,6 čtverečního stupně a při půlminutové expozici dosahuje mezné hvězdné velikosti V = 19,5 mag, takže planetky jasnější než 18 mag zachytí s účinností 90%. Během jasné noci pokryje NEAT plochu 1000 čtverečních stupňů třikrát, takže do dubna 1998 již pokryli plochu 26000 čtverečních stupňů a zaznamenali přitom 23 tisíc planetek, z toho 28 nových křížičů Země.

Identifikace nebezpečných křížičů a předpověď jejich budoucích drah na desítky let dopředu je ovšem teprve počátkem strategické **obrany před kosmickými projektily**. Metoda, nabízená holywoodskými scénáristy, se totiž v praxi vůbec nehodí, jak ukázali E. Asphaug aj. Rozbíjení kamenných planetek náloženými – ať už konvenčními nebo jadernými – není totiž nijak snadné, jak ukázaly počítačové simulace. Pokud jsou křížiči podobni spíše hromadám sutě, jak nasvědčují mnohé nové výsledky, pak je takové rozbíjení dočista nemožné pro značný útlum rázových vln v porézním tělese křížiče. I. Giblinovi aj. se v r. 1992 podařilo realizovat impakty drobných projektilů takříkajíc laboratorně. Vstřelovali do betonových směsí koule o průměru 210 mm rychlostmi až 6 km/s. Z místa dopadu pak vyletovaly úlomky rychlostmi 4÷20 m/s; výjimečně až 35 m/s.

1.2.2. Planetky hlavního pásu

D. Richardson aj. porovnali vzhled zblízka **zobrazených planetek hlavního pásu**, tj. Gaspry, Idy a Mathildy jakož i Marsovy družice **Phobos**, o níž se soudí, že je vlastně zachycenou planetkou. Poukázali na nápadnou podobnost všech těles, pokud jde o pokrytí povrchu velkými a hlubokými impaktními krátery. Tak např. na Phobosu s hlavními rozměry 27×22×19 km se nalézá obří kráter Stickney s průměrem 11 km, na Gaspře s rozměry 18×11×9 km se nachází 8 impaktních kráterů s průměry kolem 4 km a na Idě s rozměry 60×26×18 km má největší kráter průměr 23 km a pět dalších průměry 10 km. Konečně na Mathildě, který rotuje mimořádně pomalu s periodou celých 17 dnů, dosahují při typickém průměru planetky 53 km impaktní krátery rozměrů plných 20÷30 km.

Jelikož planetky tak mohutné nárazy přežily vcelku, znamená to, že jejich vnitřní struktura není souvisle tuhá, nýbrž porézní, s řadou dutin. Autoři proto oprašují dříve spíše zavrhovaný model planetek jako hromad sutě s průměrnou hustotou jen 1,3násobku hustoty vody (přitom planetky obsahují jen docela málo ledu, na rozdíl od kometárních jader). Do výzkumu planetek se vcelku nečekaně zapojil i Hubblův kosmický teleskop, na základě kuriózní shody okolností, když K. Stapelfeldt přinesl v r. 1994 manželce domů na ukázku nějaké snímky z HST, jejichž zpracováním se zabýval. Paní Stapelfeldtová si záběry širokoúhlé kamery WFPC2 prohlížela na standardním PC a povšimla si na mnoha snímcích záhadných krátkých a křivých čárek. Její manžel společně s R. Evansem zjistili, že jde o **náhodné záběry planetek**, které během expozice procházely zorným polem kamery HST a rozhodli se pro soustavnou statistiku všech vhodných 28 tisíc snímků, které byly až dosud kamerou pořízeny. Prohlídka trvala 3 roky a vedla k odhalení 96 planetek v rozsahu magnitud

V 16÷24, mezi nimi tří křížičů Marsu o průměru kolem 1 km. Pozorování sice nestačí k určení dráhy planetek, ale hodí se pro zlepšení odhadu o počtu planetek s průměrem zhruba nad 2 km v hlavním pásu. Ze statistiky pak plyne, že hlavní pás obsahuje pro dráhy se sklonem do 25° nejméně 300 tisíc takto velkých planetek, z nichž dosud známe jen něco kolem 10 tisíc.

Hubblův teleskop také přispěl ke zlepšení údajů o **hmotnostech a středních hustotách největších planetek** hlavního pásu. Všechna tato tělesa mají hmotnosti pouhých zlomků hmotnosti našeho Měsíce (M_m), tj. Ceres 1,3%, Pallas 0,43 % a Vesta 0,41 % M_m. Jejich střední hustoty jsou po řadě 2,0; 4,2 a 3,9násobek hustoty vody v pozemských podmínkách. R. Landis aj. uvedli, že Ceres má dokonale kulový tvar s průměrem 933 km a její rotační perioda činí 9,1 h. Podle B. Viateaua a M. Rapaporta představuje samotná Ceres asi polovinu hmotnosti hlavního pásu planetek, tj. $9{,}5.10^{20}$ kg, takže veškerá hmotnost planetek hlavního pásu představuje pouze 2,6% M_m (osminu hmotnosti Pluta s Charonem), což by zajisté nestačilo ani na zhotovení i docela nepatrné planety. Konečně J. Bange vypočítal hmotnost planetky (20) **Massalia** na základě poruch dráhy planetky (44) Nysa při jejich těsném přiblížení. Vyšla mu hodnota 5.10^{18} kg, což je zatím nejnižší hodnota pro nějakou planetku, spočítaná klasickými metodami nebeské mechaniky.

A. Ghosh a H. McSween počítali tepelný model pro planetku (4) **Vesta** na základě radiogenního ohřevu nitra při rozpadu radioizotopu ^{26}Al. Akrece planetky začala asi 2,6 milionu let po vzniku sluneční soustavy, ve stáří 4,6 milionu let bylo hotové její jádro a v 6,6 milionech let i kůra. Ohřev radioaktivním izotopem hliníku vystačil na geologickou aktivitu planetky po celých 100 milionů roků. Od té doby je planetka geologicky mrtvá, nepočítáme-li přirozeně vnější impakty.

Podle J. Donnisona a M. Wipera lze planetky na základě rychlostí rotace rozdělit na **dvě samostatné skupiny** různého původu s rozhraním pro průměr tělesa 32,5 km, tj. tělesa větší jsou většinou původní objekty, vzniklé akrecí v raných fázích vývoje sluneční soustavy, kdežto menší objekty jsou převážně úlomky z impaktů. Vůbec nejkratší zjištěnou **periodu rotace** má planetka-křížič (1566) Icarus, zatímco rekordně pomalu rotuje planetka hlavního pásu (288) Glauke s periodou 47,9 dne.

R. Whiteley a D. Tholen se pokusili nalézt **planetky v libračních bodech** (L_4 s L_5) soustavy Slunce–Země; tedy jistou obdobu Trójanů v soustavě Slunce–Jupiter. Použili k tomu velké matice CCD se zorným polem o průměru 7,7' u 2,2 m reflektoru na Mauna Kea, ale žádné objekty jasnější než R = 22,8 mag nenašli. Odtud odvodili, že v těchto libračních bodech se nenacházejí žádná tělesa s průměrem větším než 350 m.

R. Gomes studoval akutní problém **migrace velkých planet**, na nějž astronomy upozornily nedávné objevy obřích exoplanet velice blízko mateřských hvězd. Je totiž prakticky vyloučeno, aby v blízkosti hvězd vznikaly obří planety – spíše se tam dostaly postupným přibližováním z místa svého vzniku, což označujeme jako migrace. Autor soudí, že migrace postihla i obří planety sluneční soustavy a z toho důvodu kolem Saturnu, Uranu a Neptunu neexistují početné planetky v libračních bodech L_4 a L_5.

Naproti tomu úhrnná hmotnost Jupiterových Trójanů je zhruba stejná jako hmotnost planetek hlavního pásu.

Mimořádný úspěch českých hokejistů na zimních olympijských hrách v Naganu se vzápětí promítl i na oblohu, když ondřejovští astronomové pod vedením P. Pravce navrhli pojmenování planetky 1995 HC = = (8217) jménem **Dominikhašek**. Planetka o průměru asi 5 km byla objevena v Ondřejově v červnu 1995 a definitivní číslo obdržela v lednu 1998. Dráhově patří do rodiny planetky Flora s velkou poloosou 2,25 AU, výstředností 0,17, sklonem 2,4° a oběžnou dobou 3,4 roku. K Zemi se může přiblížit až na 0,85 AU a tehdy bývá asi 16 mag. Vzápětí se dostala do nebe i mytologická postava českých dějin XX. století, když planetka 1996 BG, objevená na Kleti v lednu 1996 Z. Moravcem obdržela definitivní číslo (7796) a název **Járacimrman**. Planetka o průměru asi 10 km má velkou poloosu dráhy 2,66 AU, výstřednost 0,15, sklon 13° a oběžnou dobu 4,4 roku. K Zemi se však může přiblížit nanejvýš na 1,3 AU. Zásluhou J. Tiché se dostal svou planetku také nedávno zesnulý český imunolog a básník Miroslav Holub (1923–1998); planetka byla objevena na Kleti v listopadu 1995 a dostala definitivní označení (7496) **Miroslavholub** koncem r. 1998. Její velká poloosa dosahuje 3,1 AU, výstřednost dráhy 0,34 a sklon 15° při oběžné době 5,5 roku. Její průměr se odhaduje na 15 km.

Na Kleti objevili do konce r. 1997 již 327 planetek a z toho bylo pojmenováno 163. Podle M. Vondráčka je nyní mezi planetkami přinejmenším 165 českých jmen. Z iniciativy P. Pravce připravila skupina členů České astronomické společnosti zvláštní domovenku s názvem **„Planetky z českých luhů a hájů"**, v níž lze nalézt všechny planetky, které mají dostatečně jasnou souvislost s českým resp. československým prostředím. Na WWW stránce http://planetky.astro.cz/ jsou zejména uvedeny české překlady oficiálních zdůvodnění jednotlivých jmen, jak je uvádí dokumenty IAU.

Do dubna 1998 bylo již očíslováno 8603 planetek a z nich je pojmenováno 5898. Mezi 167 observatořemi, na nichž byly až doposud objeveny planetky, zaujímá mimořádně lichotivé 6. místo **Hvězdárna na Kleti** s 345 objevenými planetkami a Ondřejov s 9 planetkami je na 81. místě. Na Kleti však do listopadu 1998 objevili již 371 planetek a zde je výběr některých nových jmen: (4176) Sudek, (5552) Studnička, (5668) Foucault, (5897) Novotná, (6540) Stepling, (6583) Destinn, (6586) Seydler, (6928) Lanna, (7226) Kryl, (7359) Messier, (7391) Strouhal, (7441) Láska, (7495) Feynman, (7498) Blaník, (7645) Pons, (7672) Hawking, (7695) Přemysl, (7711) Říp, (7846) Setvák, (8048) Andrle.

1.2.3. Kentauři a transneptunské objekty

Neustále se rozrůstající skupina transneptunských objektů (TNO) čítala na jaře 1998 již 65 těles jasnějších než R = 24,6 mag.

Podle S. Teglera a W. Romanishina rozpadá zatím na dvě skupiny – objekty nápadně červené a šedé. Mezi ony šedé patří dle J. Luuové a D. Jewitta také zatím nejvzdálenější **TNO 1996 TL 66**, jenž se vzhledem optického a infračerveného spojitého spektra podobá spíše Kentaurovi Chironu než Pholusu. Spektrum v celém sledovaném pásmu neobsahuje žádné absorpční čáry či pásy. Při nízkém albedu 0,04 a červené magnitudě 21 to odpovídá tělesu o průměru 500 km. Titíž autoři využili v letech 1994–96 k hledání nových TNO obřího 10 m Keckova teleskopu při červené mezné hvězdné velikosti 26,1 mag. Zjistili, že do této meze připadá na čtvereční stupeň oblohy v okolí ekliptiky 31 TNO, a jejich rozdělení podle jasnosti dobře navazuje na funkci svítivosti pro jasnější TNO, ale zcela evidentně nesouhlasí s funkcí svítivosti, odvozovanou z pozorování HST – v tomto případě jsou ovšem jisté pochybnosti o realitě objektů. Pozorování z Keckova teleskopu nasvědčují tomu, že ve vzdálenosti 30÷50 AU od Slunce dosahuje **úhrnná hmotnost TNO** s individuálními rozměry nad 100 km překvapivě vysoké hodnoty kolem 10% hmotnosti Země – to je asi 250krát více, než činí celková hmotnost hlavního pásma planetek mezi Marsem a Jupiterem!

Realitu **pozorování TNO pomocí HST** v r. 1995 se snažili obhájit A. Cochranová aj., kteří odhadují meznou hvězdnou velikost své přehlídky na 28,4 mag v pásmu V. Při uvažovaném albedu 0,04 to pak odpovídá tělesům s průměrem nad 10 km. Autoři soudí, že počet nesprávných identifikací objektů poblíž hranice pozorovatelnosti HST nemá zásadní vliv na jimi odvozenou funkci svítivosti pro TNO. Není však zcela vyloučeno, že zmíněný nesoulad počtů způsobuje do značné míry volba odlišného fotometrického pásma V v porovnání s pásmem R, užívaným Luuovou a Jewittem.

Celá situace se dále úspěšně zašmodrchala **přehlídkou v úzkém svazku**, kterou uskutečnili B. Gladman aj. pomocí palomarského Haleova pětimetru a 3,6 m CFHT do červené meze 25,9 mag. Objevili tak celkem 5 TNO, z čehož vyvozují průměrný počet 90 TNO na čtvereční stupeň oblohy do zmíněné meze, tedy asi 3× více než plyne z extrapolace pozorování jasnějších TNO. Autoři odhadují, že do R = 29 (tj. při albedu 0,04 a vzdálenosti 45 AU jde o TNO s rozměry nad 10 km) se v Kuiperově-Edgeworthově pásu nachází na 4 miliardy TNO. Ve vzdálenosti nad 50 AU pak těchto objektů nápadně ubývá, což nelze vysvětlit výběrovým efektem.

Na jižní polokouli využili P. Magnusson aj. k obdobné přehlídce 3,5 m reflektor NTT ESO. Během 4 nocí tak prohlédli 0,5 čtverečního stupně oblohy až do červené meze 24 mag. a odhalili přitom 1 Kentaura a 7 TNO. Z tříbarevné fotometrie jim vyšel Kentaur 1994 JQ 1 stejně červený jako Pholus. Pro TNO vychází do zmíněné meze 5,3 objektů na čtvereční stupeň v okolí ekliptiky.

U dvou TNO (1997 SZ 10 a 1996 TR 66) byly odhaleny rezonance drah s Neptunem v poměru 1:2. Při délce velké poloosy kolem 48,3 AU, výstřednostech kolem 0,37 a sklonu drah kolem 12° to znamená, že dráhy obou TNO jsou stabilní řádově po miliardy let. To by mohlo objasnit i zmíněný nápadný úbytek TNO pro velké poloosy nad 50 AU.

1.3. Meteory a meteorické roje

Jestliže rok 1997 byl doslova ve znamení komet, pak loňský rok byl pro změnu rokem meteorických rojů. I. Williams a S. Collander-Brown se pokusili identifikovat mateřské těleso lednových **Kvadrantid**, které patří mezi značně nepravidelné roje s velmi krátkou dobou činnosti. Ukázali, že mateřskou kometou nemůže být ani kometa 1491 I ani 96P (Machholz), ale spíše planetka (5496) = 1973 NA, jež je sama nejspíš odrobeným úlomkem jiného tělesa. Kvadrantidy byly poprvé pozorovány až r. 1835 a jejich zenitové frekvence často dosahují až 100 met/h. V r. 1998 se objevily v ranních hodinách 4. ledna a celý úkaz trval pouhých 8 hodin.

S ohledem na návrat komety 21P/Giacobini-Zinner se očekávala zvýšená činnost jejího roje – říjnových **Drakonid** (Giacobinid). Ve shodě s očekáváním se roj projevil optickou frekvencí až 45 met/h a podle radarových měření J. Borovičky aj. dosáhl maxima v čase 8,6 UT října 1998.

Neobyčejně pozoruhodnou souvislost pro pravidelný roj **Lyrid** a nepravidelný meteorický roj **α-Monocerotid** nalezli P. Jenniskens a G. Docters van Leuwen. Jak známo, 22. listopadu 1995 se ve shodě s předpovědí projevil zcela nápadně frekvencemi až 500 met/h vzácný meteorický roj α-Monocerotid. Podle všeho jsme se totiž potkali s prachovou vlečkou komety C/1861 G1 (Thatcher), jež je mateřskou kometou dubnových Lyrid. Lyridy jsou totiž vůbec nejstarším doloženým případem meteorického deště, který zaznamenali čínští astronomové již 23. března r. 687 př. n. l. Jak ukázal v r. 1947 V. Guth, déšť Lyrid se dostavuje tehdy, když je Jupiter či Saturn v konjunkci s uzlem dráhy roje – tedy nikoliv v době, kdy je samotná kometa v přísluní. Mimořádná aktivita α-Monocerotid v r. 1995 proto nejspíše vskutku představovala setkání s prachovou vlečkou komety, kterou planetární poruchy zanesly přímo do dráhy Země.

P. Brown a J. Jones se věnovali dráhovému vývoji známého pravidelného meteorického roje **Perseid**, jenž – jak známo – jevil mimořádně silnou aktivitu na konci 80. a počátkem 90. let tohoto století. Autoři ukázali, že částice vyvržené z jádra mateřské komety 109P/Swift-Tuttle, mají velmi nízké hustoty od 0,1 do 0,8 násobku hustoty vody za běžných podmínek. Za zvýšenou aktivitu v letech 1988–1990 mohly částice roje, uvolněné při návratech komety 109P v letech 1610 a 1737, kdežto aktivitu v letech 1991–94 způsobily částice z návratů 1862 a 1610. Konečně zvýšení v letech 1995–97 pochází z doslova starobylých návratů komety v letech 1479 a 1079. I v tomto případě jsou hlavní příčinou takto zvýšené aktivity roje poruchy Jupiteru a Saturnu, které posouvají uzly dráhy roje směrem dovnitř sluneční soustavy.

K tomu dále přispěl i nejnovější návrat komety 109P v r. 1992. Podle autorů jsou hlavní složkou Perseid částice, které opustily jádro komety před 25 tisíci lety, přičemž celkové stáří roje se odhaduje na 100 tisíc let.

V loňském roce jsme zaznamenali mimořádnou aktivitu meteorického roje **Booti**, jenž se nečekaně projevil 27,60 UT června. Opticky byl sledován zejména v Japonsku a České republice, radarově v Kanadě. Podle P. Browna a W. Hockinga měly Bootidy velmi difúzní radiant a zcela nepochybně souvisely s mateřskou kometou 7P/Pons-Winnecke. To nezávisle dokázali na základě snímků jasného bolidu –7,9 mag P. Spurný a J. Borovička. Bolid se objevil ve 27,89 UT června, kdy vstoupil do naší atmosféry rychlostí 17,9 km/s při počáteční hmotnosti 0,14 kg a pohasl ve výši 72 km nad Zemí. Velká poloosa jeho dráhy 3,3 AU, výstřednost 0,69 a sklon 18° jednoznačně prokázaly, že jde o úlomek komety 7P.

V souvislosti s očekávanými dešti **Leonid** přibylo odhadů, jakým rizikem se mohou stát pro umělé družice Země. Za předpokladu, že družici může poškodit každý meteoroid, jenž je opticky jasnější než 1 mag, vychází riziko poškození alespoň jedné družice na 1%.

M. Beech připomněl, že již při dešti Leonid r. 1833 tvrdili pozorovatelé, že slyší praskot a svištění bezprostředně během optického jevu, což vypadalo velmi nepravděpodobně. Nicméně r. 1989 prokázal C. Keay, že jev má objektivní příčinu v podobě místní transdukce rádiových vln velmi nízkých frekvencí (nejspíše ve vlasech samotných pozorovatelů), šířících se od ionizované stopy meteoru ve vysoké atmosféře přirozeně rychlostí světla. Podle něj se akustické jevy vyskytují u meteoroidů s počátečním průměrem nad 1,2 metrů, tj. s hmotností alespoň 800 kg. Je jistě dobré připomenout, že právě roku 1833 byla mateřská kometa roje 55P/Tempel-Tuttle nejblíže k Zemi za celé poslední tisíciletí. Jelikož při největším dešti Leonid r. 1966 zprávy o těchto zvucích chyběly, lze z toho usoudit, že tehdy šlo o méně hmotné meteoroidy.

Již r. 1996 byly podle P. Browna aj. Leonidy na vzestupu a při délce Slunce 235,2° dosáhly zenitové frekvence až 86 met/h, přičemž tato složka maxima se vyznačovala mimořádně jasnými bolidy. S ohledem na předpovědi času maxima v r. 1998 uspořádaly četné skupiny meteorářů expedice do východní Asie a Leonidy zde byly studovány vskutku komplexně všemi dostupnými pozorovacími technikami ze země i z letadel (Okinawa). Nakonec však vše bylo trochu jinak, neboť Leonidy si oproti předpovědím o více než půl dne přispíšily, a tak optimální pozorovací podmínky měla střední a západní Evropa – zdá se, že podobně tomu bude i r. 1999. I když četnost Leonid nedosáhla parametrů meteorického deště, podívaná to byla vskutku náramná, jelikož v roji během tohoto vlastně podružného maxima převažovaly mimořádně jasné bolidy pod –8 mag.

Nejvyšší zenitové frekvence byly pozorovány v čase 17,19 UT listopadu a dosáhly až 500 met/h. Jedinečný snímek 156 (!) Leonid celooblohovou komorou se zdařil pozorovatelům v Modre – záběr doslova obletěl celý astronomický svět.

A. Wehry a I. Mann se zabývali tzv. **meteoroidy β**, jež jsou definovány tak, se pohybují sluneční soustavou po neuzavřených drahách ve směru pohybu Slunce. Meteoroidy tohoto typu mají většinou prográdní dráhy a pokud tlak slunečního záření je srovnatelný s působením sluneční přitažlivosti na tyto částice, mohou nakonec opustit sluneční soustavu a stát se mezihvězdnými cestovateli. První takové částice nalezly kosmické sondy Pioneer 8 a 9 r. 1973 a 1975. Nejnověji je sledovala sluneční sonda Ulysses jednak na počátku své mise v ekliptice ve vzdálenostech do 1,6 AU od Slunce a jednak během obou polárních průletů. Sonda zaznamenala úhrnem 48 částic s hyperbolickými drahami, jejichž perihel se nalézal blíže než 0,5 AU od Slunce.

1.4. Velké bolidy a meteority

Po delší době byl na povrchu Země nalezen skutečně solidně velký meteorit bezprostředně po dopadu. Střet se Zemí se odehrál 20. června 1998 poblíž osady **Kunja Urgneš**, 100 km od Tašuze v Turkmenistanu ve střední Asii. Meteorit vyhloubil kráter o šířce 6 m a hloubce 4 m. Na dně kráteru se nacházel kamenný chondrit o průměru 0,8 m a hmotnosti 820 kg. Zato u nás se nepodařilo nalézt zbytky po dopadu bolidu **Benešov** EN 070591, jenž podle J. Borovičky aj. měl při průletu až -19,5 mag při vstupní rychlosti 21 km/s a hmotnosti 4000 kg a hustotě 2,0násobku hustoty vody. Již ve výšce kolem 55 km se rozpadl na desítky úlomků s hmotnostmi do 300 kg a prudce se brzdil ve výškách pod 50 km, což vedlo k dalším rozpadům ve výškách pod 40 km a definitivnímu rozbití ve 24 km nad Zemí. Teplota bolidu dosáhla teploty na povrchu Slunce, tj. asi 5 kK a uvolněná energie činila 0,2 kt TNT (1.10^{12} J).

Revidované údaje o proslulém železném meteoritickém dešti v ruském pohoří **Sichote-Alin** na Dálném východě z 12. února 1947 uveřejnil V. Světcov. Nové údaje o azimutu se liší asi o 10° od dříve publikovaných a také směr příletu meteoritů vůči vertikále byl jen 30° a nikoliv 45°. Původní rychlost vstupu meteoritů do ovzduší 6,8 km/s se během průletu snížila na 5,1 km/s a vstupní hmotnost úlomků v rozmezí 800 kg až 2 tuny klesla na méně než 1,3 t. Jednotlivé krátery na místě dopadu měly průměr až 12 m a hloubku až 2,8 km.

V r. 1996 se v italské Boloni konalo specializované kolokvium, věnované meteoritické události století, jíž je zřejmě pád **tunguzského meteoritu** 30. června 1908. Kolokvia se účastnilo na 100 odborníků ze 13 zemí. V publikovaných materiálech z kolokvia se většina z nich shodla na tom, že energie exploze meteoritu dosáhla hodnoty 15 Mt TNT, tj. řádu 10^{17} J, a rázová vlna zničila 2150 km^2 sibiřské tajgy. Požár lesa, vzniklý tepelnou a světelnou vlnou výbuchu, byl o něco pomalejší rázovou vlnou však uhašen. Vlastní těleso meteoritu byla zcela nepochybně kamenná planetka o původním průměru něco přes 60 m a hmotnosti pod 10^{10} kg. Při svislém dopadu takového tělesa vstupní rychlostí 17,5 km/s dokáže zemská atmosféra absorbovat asi polovinu kinetické energie kamenných projektilů do průměru 230 m a železných meteoritů do průměru 50 m a při šikmém dopadu tato ochranná schopnost zemské atmosféry ještě roste a fakticky odizoluje účinky nárazu kosmického tělesa až pro průměry 360 m resp. 70 m. Průměrný interval mezi dopady obdobně velkých planetek se nyní odhaduje na 400 let. Teprve tělesa s původním rozměrem nad 3 km vyvolávají celosvětovou katastrofu. K opravdu ničivému úkazu proto došlo např. na rozhraní geologického období jury a křídy před 145 miliony lety, kdy vznikl jihoafrický kráter Morokweng – energie tohoto úkazu byla o řád vyšší než u dnes už proslulejšího mexického kráteru Chicxulub. Další velké krátery byly objeveny na Sibiři (Popigaj) a v Kanadě (Chesapeake Bay) – jejich stáří činí jen 36 milionů let.

Koncem r. 1997 proběhla sdělovacími prostředky pozoruhodná zpráva o explozi velkého **meteoritu nad Grónskem** s tím, že na místě dopadu byly pozorovány významné atmosférické úkazy a sesuvy půdy pomocí umělých družic Země. Jak uvádí J. Tate, bolid explodoval poblíž osady Qaqortoq 9. prosince 1997, 50 km severně od městečka Narsarsuaq. Nejlepší data poskytla automatická bezpečnostní kamera na hlídaném parkovišti, jež zaznamenala odlesk exploze bolidu na lesklých karosériích automobilů. Odtud je znám přesný čas exploze, a proto lze vyloučit jakoukoliv souvislost s atmosférickými úkazy zaznamenanými družicí NOAA ve výši kolem 7 km nad zemí. S explozí bolidu v atmosféře však souvisí rázová vlna, zaznamenaná na Špicberkách. Zdá se téměř jisté, že meteorit nedopadl na zemi, ale rozprášil se výbuchem v atmosféře, takže o jeho povaze není nic známo. Příroda jako by těmito atmosférickými výbuchy chtěla úspěšně zahladit stopy po kosmických projektilech, dopadajících na Zemi v hojnějším počtu, než by z nálezů meteoritů vyplývalo.

Proto mají dle I. Němčinova aj. tak velký význam údaje, získávané **špionážními družicemi** především v infračerveném pásmu. Jakkoliv jsou technické parametry družic tajné, údaje o explozích bolidů se občas daří uvolnit pro astronomické účely. V letech 1994–96 se podařilo získat údaje, odpovídající souhrnné době 22 měsíců, během nichž bylo pozorováno 51 bolidů. V přepočtu na energie exploze to značí asi 25 výbuchů za rok v energetickém pásmu 0,25÷4 kt TNT. Exploze na úrovni 1 Mt TNT se v atmosféře Země odehrají v průměru jednou za čtvrtstoletí – zatím byl špionážními družicemi za 12 let souvislého provozu pozorován jeden takový případ. Hmotnosti registrovaných bolidů se pohybují v rozpětí 1÷1000 t a průměrné rychlosti vstupu do zemské atmosféry 15÷20 km/s. Nicméně ani tyto údaje nejsou prosty soustavných chyb, neboť uvedená čísla jsou asi 2x nižší, než by odpovídalo extrapolaci údajů o četnosti kráterů na Měsíci. Důvody soustavného podcenění četnosti spočívají hlavně v tom, že špionážní družice jsou programovány na soustavné sledování naprosto odlišných úkazů a většina vojensky nezajímavých dat se nearchivuje.

Novým rýžovištěm pro meteority se stala překvapivě **Sahara**, kde podobně jako v Antarktidě zřejmě platí, že co kámen, to mimozemského původu. Nepočítáme-li Antarktidu, pak bylo na zemském povrchu nalezeno loni 453 meteoritů, a z toho plných 401 na Sahaře! Poblíž oázy Dar al Gani v centrální Libyi byl loni mj. objeven meteorit č. 400, jenž pochází z Měsíce a je již 14. meteoritem z Měsíce v pozemských sbírkách. Je z dosud nalezených měsíčních meteoritů i nejhmotnější – 1,4 kg. Na témže nalezišti byl objeven i meteorit č. 476 o průměru 0,15 m, jenž je 13. meteoritem z Marsu. Na Saharu dopadl před 30 tisíci lety a z Marsu byl katapultován asi před milionem let. Podle B. Gladmana se meteority z Marsu pohybují po chaotických drahách v meziplanetárním prostoru v průměru po 15 milionů let dříve než buď spadnou na Slunce, anebo se srazí a zničí při srážce s jiným kosmických projektilem. Pouze 5% z nich má naději, že se střetne se Zemí.

1.5. Komety

Jednu z nejjasnějších komet roku objevila 3. května v těsné blízkosti Slunce neúnavná sluneční družice SOHO jako kometu **1998 J1**; v době objevu byla 0 mag!. Kometa prošla přísluním 8. května ve vzdálenosti 0,15 AU. Velký sklon dráhy 63° usnadnil její sledování po průchodu přísluním, ale jen na jižní polokouli, kde byla 17. května vidět jako objekt 2,8 mag a 19. května jevila plynný chvost o délce 10°. Ačkoliv koncem května přestala být kometa viditelná očima, překvapivě se znovu zjasnila a 1. června dosáhla 3,4 mag. Optické zjasnění bylo doprovázeno zesílením čar OH v rádiovém oboru spektra. Pak však opět rychle zeslábla. Téhož dne odhalila **SOHO** další dvě jasné komety, mířící do Slunce – byly to už 54. a 55. komety objevené družicí. Úkaz vzbudil mimořádnou pozornost

také proto, že těsně po dopadu první z komet do Slunce se za jihozápadní okrajem Slunce objevila koronální kondenzace hmoty a eruptivní protuberance – to však s dopadem komety nijak nesouviselo. Během června pak SOHO našla ještě dalších 9 komet v blízkosti Slunce – většinou příslušnic známé Kreutzovy skupiny komet, otírajících se doslova o Slunce. Pak však nastala dlouhá přestávka vinou poruchy orientace družice.

Dne 2. června se podařilo znovuobjevit periodickou kometu **Shoemaker-Levy 2** (1998 K6), poprvé pozorovanou jako objekt 1990 UL 3 koncem r. 1990. Jde tedy o první pozorovaný návrat komety, což umožnilo zpřesnit elementy dráhy tak, že průchodu přísluním nastane 6. února 2000 při velké poloose dráhy 4,45 AU, výstřednosti 0,58, sklonu 5° a oběžné periodě 9,4 roku. Podobně se 25. července podařilo dalekohledem Spacewatch znovuobjevit periodickou kometu **Shoemaker-Levy 7** (1998 O1), poprvé pozorovanou koncem r. 1991. V době nového objevu měla nepatrnou komu o průměru 6" a chvost o délce 0,5'. Kometa prošla znovu přísluním loni 24. srpna ve vzdálenosti 1,7 AU a při výstřednosti 0,53 a sklonu dráhy 10° obíhá v periodě 6,9 let.

Mateřská kometa meteorického roje Leonid **55P/Tempel-Tuttle** byla dle O. Hainauta aj. objevena pomocí dalekohledu NTT ESO již 10. května 1994 ve vzdálenosti 10,8 AU od Slunce, kdy její červená magnituda byla slabší než 24,5 mag. Od té doby byla pozorována již každoročně kolem opozice se Sluncem a ještě v červnu r. 1997 ve vzdálenosti 3,5 AU nejevila žádnou kometární aktivitu. Odtud se dal dobře určit střední poloměr jejího silně protáhlého jádra na 1,8 km. Kometa se 17. ledna 1998 přiblížila k Zemi na 0,36 AU, což je nejblíže za posledních 132 let, a z toho lze nepřímo usoudit, že Leonidy by mohly příjemně překvapit právě v r. 1999.

V té době změřili 5 m Haleovým reflektorem na Mt. Palomaru poloměr jejího jádra 2 km, což je rovněž v dobré shodě s měřením HST, odkud vychází poloměr 1,8 km. Podle infračervených pozorování IRTF měla kometa 8. února ekvivalentní teplotu povrchu plných 330 K, tj. o 60 K nad rovnovážnou teplotou záření černého tělesa v dané vzdálenosti (1,0 AU) od Slunce a spektrum vykazovalo emise křemíku. Počátkem března dosáhla maximální jasnosti pod 8 mag.

Mezitím se k nám přiblížila i další mateřská kometa meteorického oje Drakonid **21P/Giacobini-Zinner**, jež dosáhla koncem května 1998 15 mag, počátkem srpna 13 mag, v polovině října byla jasnější než 10 mag a od konce října do konce listopadu měla 9 mag. Koncem října pak byla objevena kometa 1998 U5 (LINEAR) jako objekt 14 mag, jenž se však již počátkem listopadu zjasnila na 10 mag a v polovině listopadu dokonce na 7,6 mag, aby pak do konce roku rychle zeslábla na bezmála 11 mag. Kometa prošla přísluním po retrográdní dráze ve vzdálenosti 1,23 AU těsně před Vánoci.

R. Tucker ohlásil 13. září objev **planetky QP 54**, avšak J. Tichá a L. Šarounová zjistili, že "planetka" má komu i chvost, takže jde o kometu, která prošla přísluním loni 6. října ve vzdálenosti 1,9 AU. Velká poloosa dráhy dosahuje 4,2 AU a sklon 18° – kometa prošla blízko Jupiteru počátkem r. 1992 a obíhá nyní kolem Slunce v periodě 8,6 roku. Podobně J. Muellerová objevila 17. října kometu **1998 S1**, jež se na snímku z 26. září ještě jevila jako planetka. Také toto těleso se těsně přiblížilo k Jupiteru r. 1992 a prošlo přísluním 3. listopadu 1998 ve vzdálenosti 2,6 AU při výstřednosti dráhy 0,4, sklonu 11° a oběžné době 9,1 let. Do třetice se totéž stalo s kometou **1998 U1**, kterou objevili 18. října jako planetku, avšak ihned po objevu ji P. Pravec rovněž identifikoval jako kometu, jež prošla přísluním 1. června 1998 ve vzdálenosti 4,1 AU a pohybuje se po retrográdní parabolické dráze se sklonem 156°.

Do této série vlastně zapadá i pozorování planetky **1939 TN**, kterou objevili 7. října 1939 finští astronomové Y. Vaisala a L. Otermová. Teprve r. 1979 však uveřejnili její dráhu, která byla zřetelně kometární. Vloni v polovině listopadu těleso zobrazil veleúspěšný vyhledávací program LINEAR a prosincový snímek 1,8 m kanadským teleskopem na DAO ukázal, že zatímco dráha finských astronomů je naprosto přesná (odchylky proti tak staré efemeridě činily jen 4 obl. minuty), jde zcela určitě o kometu, vyznačující se jak komou tak chvostem. Kometa 1998 WG 22 prošla přísluním 27. září 1998 ve vzdálenosti 3,39 AU při výstřednosti dráhy 0,25m sklonu 2° a oběžné periodě 9,6 roku. V polovině prosince 1998 se zdařilo G. Williamsovi znovuobjevit periodickou kometu **1983 C1/Bowell-Skiff** jako nepatrné tělísko 19 mag, které se proti efemeridě předběhlo o plných 17 d, takže prošlo přísluním 14. května 1999 ve vzdálenosti 2,0 AU při výstřednosti dráhy O,7. Kometa 1998 X2 má při sklonu dráhy 4° oběžnou dobu 16,2 roku.

Počátkem února 1998 se na Tenerife uskutečnila mezinárodní konference, věnovaná komplexními sledování slavné komety 1995 O1 (**Hale-Bopp**), která byla v té době ještě stále v dosahu triedrů na jižní polokouli. Teprve koncem února 1998 zeslábla totiž pod hranici 8,5 mag, koncem března k 9 mag, koncem června k 10 mag, ale ještě v polovině září byla 10,2 mag. Těsně před Vánoci však astronomy překvapila zjasněním jádra o 3 mag proti efemeridě, čímž se přiřadila ke kometám, které nečekaně zvýšily svou jasnost ve velké heliocentrické vzdálenosti. Následkem toho měla na konci roku stále ještě 11 mag.

Jak uvádí W. Hübner, při svém příletu ke Slunci kometa Hale-Bopp překročila již ve vzdálenosti 7,2 AU překročila kometa magickou hranici jasnosti 10 mag a v době kolem průchodu perihelem 1. dubna 1997 ji sledovalo vše, co mělo čidla a nohy. Kometa se tak stala nejdéle a nejkomplexněji sledovanou kometou díky své výjimečné jasnosti, ačkoliv HST si kolem perihelu vinou blízkosti objektu ke Slunci ani neškrtl. Přiblížení ke Slunci zkrátilo oběžnou dobu komety Hale-Bopp z původních 4211 let (minulý průchod přísluním se odehrál 7. června 2215 př. n.l.) na pouhých 2392 let – za tuto „poruchu" může ovšem především Jupiter.

Již v 7 AU započala měřitelná produkce CO z povrchu jádra komety, jehož průměr činí alespoň 50 km a jež podle J. Licandra aj. rotuje v periodě 11,34 h. V komě bylo asi 20krát více plynu a 150krát více prachu než v komě Halleyovy komety, a vynikalo nadto „dikobrazím" vzhledem. V době, kdy byla kometa právě 1 AU od Slunce, uvolňoval se prach z jádra rychlostí 4.10^5 kg/s.

Těsně po průchodu perihelem odhalil mikrovlnný radioteleskop JCMT v jejím spektru pásy molekuly HDO (napůl těžké vody), a odtud se podařilo určit poměr izotopů $D/H \approx 3{,}3.10^{-4}$, jenž naznačuje, že komety typu Hale-Bopp mohly přinést v minulosti vodu pro pozemské oceány, v nichž je poměr obou izotopů velmi podobný.

Z. Sekanina překvapil i odborníky tvrzením, že kometa je podle snímků HST pravděpodobně vícečetná a že satelity komety dosahují průměru až 40 km. Nakonec dospěl k názoru, že kometa má ve skutečnosti dvě jádra, vzdálená od sebe navzájem necelých 200 km.

Rovník hlavního jádra je skloněn pod úhlem 75° k oběžné rovině komety. Sekanina tak usoudil z chování pozoruhodných koncentrických hal prachu v komě. Tyto nápadné obloukovité útvary se vzhledově podobaly známým zakresleným halům jasné komety 1858 L1 (Donati). Autor též tvrdí, že hlavní jádro komety se vyznačuje jediným izolovaným zdrojem prachu na svém povrchu. Kromě prachového chvostu se kometa pyšnila chvostem iontovým z iontů CO^+ a dvěma chvosty sodíkovými. S výjimkou poměru D/H se poměrné zastoupení ostatních izotopických párů ukázalo totožné se slunečním. Ve spektru komety Hale-Bopp byly zaznamenány pásy uhlovodíků a sloučenin dusíku a síry.

Její o něco méně nápadná družka C/1996 B2 (**Hijakutake**) má podle D. Schleichera aj. synodickou rotační periodu jádra 6,23 h.

Souhrnné údaje o kometách, **pozorovaných v Číně** v letech 146 př. n.l. a 1760 n.l. uveřejnili H. Žou aj. Katalog obsahuje 363 pozorování 88 různých komet. T. Nakamura a H. Kurahaši počítali **pravděpodobnost srážky** periodických komet s oběžnou dobou kratší než jedno tisíciletí s planetami Venuše až Neptun. Využili k tomu kometárních drah, vypočtených pro 228 komet a sledovali vývoj drah na 30 tisíc let do budoucnosti i do minulosti. Výpočet potvrdil dříve udávané četnosti srážek kometárních jader s obřími planetami sluneční soustavy, zatímco četnost srážek s Venuší a Marsem se dosud přeceňovala. Kometa s poloměrem jádra nad 1 km se sráží s Jupiterem každých 500÷1000 let, kdežto se Zemí jen jednou za 2÷4 miliony let. I tak je překvapující, jak dobře život na Zemi takové katastrofy překonává.

Neobyčejným překvapením byl fantastický výbuch periodické komety **52P/Harrington-Abell**, jež 21. července zářila jako objekt 12 mag a o den později dokonce jako 11 mag, ač příslušná efemerida očekávala pouze 21 mag. V září se pak pokorně vrátila na 12,4 mag a od té doby až do konce roku se souběžně s přibližováním ke Slunci zjasnila až na 10,6 mag kolem Vánoc. Obecně se problémem nápadných **zjasnění komet** ve velkých heliocentrických vzdálenostech zabývali P. Gronkowski a J. Smela. Tvrdí, že na výbuších se podílí kombinace exotermních procesů v kometárních jádrech, tj. především polymerace HCN, krystalizace amorfního vodního ledu a sublimace CO resp.CO_2. Typickými příklady takových explozí byly komety Ikeya-Seki, Schwassmann-Wachmann 1 a Halley.

Díky HST se konečně úspěšně daří rozlišit jádra mnoha komet, jež se v posledních letech přiblížily k Zemi a byly přitom ještě dostatečně daleko od Slunce, aby neměly příliš vyvinou komu.

Boenhardt aj. rozlišili jádro krátkoperiodické komety **26P/Grigg-Skjellerup** v září 1993 a určili jeho poloměr na 1,5 km. Pro další krátkoperiodickou kometu **73P/Schwassmann-Wachmann** stanovili v prosinci 1994 pouze horní mez poloměru jádra na 1,1 km. P. Lamy aj. oznámili, že na snímku HST z konce listopadu 1994 se jim podařilo v siluetě spatřit jádro komety **19P/Borrelly**, jež byla objevena již r. 1904 a počátkem listopadu 1994 znovu procházela perihelem. Protáhlé jádro má rozměry 4,4×1,8 km a rotuje v periodě 25 h. Jen 8% povrchu jádra vykazuje kometární aktivitu. Titíž autoři využili širokoúhlé kamery HST v srpnu 1996 ke sledování jádra krátkoperiodické komety **46P/Wirtanen**. Při předpokládaném albedu 0,04 činí poloměr jádra této komety 0,6 km a rotační perioda 6,0 h. Kometa, objevená r. 1948, patří do bohaté Jupiterovy kometární rodiny a prošla naposledy přísluním 14. března 1997. Přitom vydávala do prostoru asi 4 kg prachu za sekundu. Do třetice v prosinci 1997 sledovali pomocí HST jádro komety **9P/Tempel** v době, kdy byla kometa vzdálena 3,5 AU od Země a 4,5 AU od Slunce. I toto jádro je protáhlé s rozměry 3,9×2,8 km a rotační periodou 25 h. M. Fulle aj. se zabývali pozorovaným zánikem komety **1996 Q1/Tabur** v říjnu 1996, kdy přestalo být viditelné jádro, zatímco chvost ještě zářil. Autoři soudí, že spíše než o rozpad se jednalo o zalepení průduchů na povrchu jádra, jež se tak stala vyhaslou kometou.

(Pokračování)

Astronomické otázky a odpovede

Otázka: **Odkiaľ sa zobrala hmota, ako zdroj veľkého tresku? Vesmír sa skladal z ľahkých prvkov, vznikajú ťažšie, ak by „jadro" vesmíru pred treskom malo priemer 1 km, aký by mohol byť veľký útvar – bod, do ktorého by sa vesmír mohol scvrknúť?** *(Milan Kaclík, Brezno)*

Odpoveď: Velký třesk je zdroj hmoty, prostoru a času a nelze proto vědecky hovořit o nějaké situaci před velkým třeskem. Musíme si zvyknout na to, že podle současné kosmologie vznikla hmota vesmíru doslova zničeho.

Otázka: **Zatiaľ sa „všetci" kozmológovia zhodujú v tom, že vesmír sa rozpína. Nemôže však byť náš vesmír len časťou vesmíru, kde rozpínanie je len jeho lokálny prejav? Znamenalo by to v tomto prípade, že nevieme presne určiť vek celého vesmíru?** *(Karol Szelecký, Galanta)*

Odpoveď: Všichni kosmologové se neshodují vůbec vničem – podle jednoho proslulého fyzika se kosmologové chovají jako fermiony, takže v daném okamžiku nenajdete ani dva kosmology, kteří by měli na daný problém stejný názor. Je jistě možné zkonstruovat jakkoliv komplikované vesmíry a testovat, zda jsou či nejsou v rozporu s fyzikálními experimenty a astronomickými pozorování. Obecně však s výhodou užíváme principu Occamovy břitvy, tj. volíme co nejjednodušší modely, pokud nejsme donuceni přijmout modely složitější. Zatím tedy užíváme nejjednodušší model jediného velkého třesku, v němž vychází stáří vesmíru kolem 14 miliard let s chybou ± 2 miliardy let.

Otázka: **Keď sa bude vesmír ďalej rozpínať, tak jeho hustota bude menšia a jeho objem bude väčší. Potom by malo aj jeho gravitačné pole slabnúť a čas by mal plynúť rýchlejšie ako teraz, keď je gravitačné pole silnejšie. Ak by to bola pravda, tak vesmír by mal rýchlejšie zaniknúť, lebo čas by plynul rýchlejšie?** *(Martin Mančuška, Nové Zámky)*

Odpoveď: Efekty gravitační dilatace času se projeví pouze ve velmi silných gravitačních polích, kdežto průměrné gravitační pole ve vesmíru je nesmírně slabé i teď, a tak nejde o žádný pozorovatelný efekt. Vesmír může (ale nemusí) klidně existovat nekonečně dlouho bez ohledu na jeho budoucí zřeďování.

Otázka: **Je čierna diera konečným štádiom života veľmi masívnej hviezdy? Ak áno, aká je pravdepodobnosť, že všetka hmota vo vesmíre raz skončí v čiernych dierach alebo aj v jednej supermasívnej čiernej diere?** *(Gabriel Staroň, Prešov)*

Odpoveď: Pro hvězdy s původní hmotností nad 40násobek hmotnosti Slunce je vskutku černá díra závěrečným stádiem života. Takových hvězd je však ve vesmíru jako šafránu, takže není nejmenší nebezpečí či naděje, že by se veškerá hmota vesmíru nakonec zhroutila do jediné supermasivní černé díry. Výjimkou by bylo závěrečné stádium uzavřeného vesmíru v době, kdy by střední hustota vesmíru stoupala nad všechny meze – pak bychom vlastně už teď se nalézali uvnitř této vesmírné černé díry. Nicméně astronomická pozorování již prakticky vylučují uzavřený vesmír, takže jde jen o hypotetickou možnost.

Otázka: **Vo väčšine teórií čiernych dier sa hovorí, že singularita je koniec času a priestoru. Prečo potom existujú teórie, ktoré hovoria, že čierna diera prechádza v bielu dieru v inom priestore?** *(Karol Szelecký, Galanta)*

Odpoveď: Nejsou žádné různé teorie černých děr; existuje jednotná teorie černých děr, založená na obecné teorii relativity. Singularita je konec času a prostoru pro vnějšího pozorovatele mimo černou díru, ale uvnitř černé díry nic nekončí, takže obrazně pro pozorovatele uvnitř černé díry není problémem, aby se vynořil prostřednictvím bílé díry v jiném prostoru, anebo v jiné vzdálené části našeho prostoru.

Otázka: **Čo je to neviditeľná hmota vo vesmíre a z čoho sa skladá? Prečo si astronómovia myslia, že existuje, keď sa nedá pozorovať?** *(Martin Mančuška, Nové Zámky)*

Odpoveď: Hovořím raději o skryté hmotě vesmíru, neboť astronomové pozorují zcela zřetelně její gravitační projevy, ale zato nepozorují žádné elektromagnetické záření, které by bylo s existencí skryté hmoty spojeno. Proto o povaze skryté hmoty nevíme nic více, než že má svou vlastní gravitaci, a jen se dohadujeme, z jakého „materiálu" taková skrytá hmota případně je.

Na otázky čitateľov odpovedal Jiří Grygar

Pozvanie na 2. stretnutie amatérov z Kronachu 19. septembra 1999

Od svojho posledného stretnutia na širšej báze v septembri minulého roka prešla skupina amatérov-astronómov z nemeckého Kronachu, ležiaceho vo Franskom lese, pozitívnym vývojom. Názov skupiny „Kronacher Sterngucker" sa osvedčil a priťahuje čoraz viac priaznivcov astronómie. Ľudia sa chcú informovať o základných otázkach ich bytia, prečo vznikol vesmír, život, človek; kam sa uberá vývoj vesmíru, čo je jeho budúcnosť, či zanikne alebo bude existovať večne? Na mesačných podujatiach pre verejnosť (väčšinou prednášky s obsiahlymi diskusiami) sa amatéri z Kronachu snažia dať prítomným odpovede na tieto otázky. Aby sa otázky mohli kompetentne zodpovedať, hobby-astronómovia sa sami sústavne vzdelávajú aj v hraničných odboroch. Tieto sa rozdiskutúvajú pri rôznych stretnutiach amatérov.

Skupina „Kronacher Sterngucker" sa po pozitívnych skúsenostiach z minulého roka rozhodla, že ročne usporiada stretnutie širšieho dosahu, ktorému dala názov „Kronacher Sterngucker tag" (Deň Kronašských kukačov hviezd). Druhé stretnutie bude 19. 9. 1999, opäť v Kronachu. Odznie séria prednášok k astronomickým témam a opäť sa uskutoční aj workshop. Amatéri z Kronachu by radi uvítali na svojom podujatí aj zástupcov slovenských i českých astronomických zariadení, ktorí by mohli referovať o vlastných skúsenostiach z práce s obyvateľstvom, mládežou a inými inštitúciami. Amatéri z Kronachu dúfajú, že cestou Kozmosu sa toto ich podujatie spopularizuje a nájde u čitateľov aj patričnú odozvu, takže bude možné v Kronachu privítať kolegov zo Slovenska i Česka. (Príspevky z práce slovenských či českých amatérov sú vítané.)

Mathias Schmögner, Kronacher Sterngucker
Kreuzbergstrasse 2, D- 96317 Kronach, tel: 0049-9261-53 625

Astronomický festival 1999

Astronomie je jednou z nejstarších věd a současně vědou, která velice rychle postupuje kupředu. Vždyť jenom ve dvacátém století byly objeveny galaxie, kvasary, mikrovlnné reliktní záření, neutronové hvězdy, černé díry, tajemné záblesky záření gama i planety u cizích hvězd. Automatické sondy přistály na Venuši a Marsu, nahlédli jsme do podivuhodného světa Merkuru, Jupiteru, Saturnu, vzdáleného Uranu a Neptunu. Dvanáct pozemšťanů se procházelo po povrchu Měsíce. Víme, že vesmír vznikl před dvanácti miliardami roky za nepředstavitelných podmínek a že náš svět s největší pravděpodobností bude existovat věčně. Disponujeme vynikajícími přístroji, pomocí nichž můžeme vesmírná tělesa sledovat ve všech oborech elektromagnetického spektra. Postavili jsme si detektory neutrin, částic takřka nepolapitelných, a svůj provoz již brzy zahájí první skutečný gravitační dalekohled. Prostě my všichni – lidé dvacátého století – jsme svědky, jak se hranice našeho poznání neustále posunují dál a dál...

S blížícím se koncem druhého milénia se rozhodlo několik českých a slovenských organizací uspořádat ohlédnutí za astronomií nejen dvacátého století *Astronomický festival 1999*. Uskuteční se od čtvrtka 2. září do neděle 5. září 1999 ve všech prostorách Hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně a určen je nejen profesionálním i amatérským astronomům, ale především nejširší laické veřejnosti. Záštitu nad festivalem převzal primátor města Brna Petr Duchoň a rektor Masarykovy univerzity Jiří Zlatuška.

Jádrem Astronomického festivalu 1999 je série přednášek význačných českých a slovenských astronomů. Účast přislíbil Jiří Bičák, Zdeněk Ceplecha, Marcel Grün, Jiří Grygar, Petr Harmanec, Petr Jakeš, Luboš Kohoutek, Jan Palouš, Luboš Perek, Zdeněk Pokorný, Vojtech Rušin, Zdeněk Sekanina, Jan Vondrák a Josef Zicha. Počítá se však s řadou dalších akcí: prezentací různých institucí, prodejem astronomických výrobků, premiérou nového pořadu ve velkém planetáriu, panelovou diskusí, vysíláním dočasného „Rádia hvězdárna"...

Detailní program, přihlášku a další užitečné informace získáte prostřednictvím Internetu na adrese www.sci.muni.cz/festival, resp. poštou: Astronomický festival 1999, c/o M. Zejda, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Kraví hora 2, 616 00 Brno, tel./fax (420) 05+41321287, e-mail: zejda@sci.muni.cz.

Jiří Dušek

Stránka pre začínajúcich astronómov (2)

Pokračujeme v našom seriáli o základoch astronómie. Dnes to bude hlavne o niektorých výrazných bodoch a smeroch na oblohe, o zemepisných súradniciach a začneme hovoriť o mierach času. Túto časť dokončíme nabudúce. Ešte jedna poznámka. Tento náš seriál nemôže nahradiť učebnicu astronómie, je iba jej veľmi skrátenou verziou, so zdôraznením iba najhlavnejších pojmov.

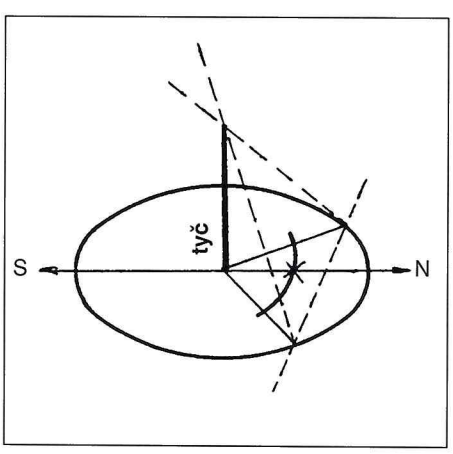
Uhlové vzdialenosti

O meraní vzdialeností na Zemi aj vo vesmíre budeme hovoriť neskôr. Zatiaľ pod vzdialenosťou budeme rozumieť *uhlovú vzdialenosť*, t.j. veľkosť uhla, pod ktorým vidíme dva body. Okrem obvyklej stupňovej miery uhlov (1° = 60', 1' = 60"), používame v astronómii aj hodinovú mieru. Pri stupňovej miere má plný uhol veľkosť 360°, pri hodinovej 24^h. Z úmery vyplývajú vzťahy medzi týmito jednotkami: $1^h = 15°$, $1^m = 15'$, $1^s = 15''$, alebo opačne, $1° = 1/15^h = 4^m$, atď. Môžeme teda povedať, že vzdialenosť medzi známymi hviezdami α a β Veľkého voza je 5°22'; vzdialenosť medzi južným a západným smerom je 90°, alebo 6^h.

Význačné body na oblohe

Znova sa v predstavách vrátime na našu lúku, pod nebeskú klenbu a budeme si definovať význačne body a smery na nebeskej sfére. Základným, presne definovaným smerom pre každého pozorovateľa je smer tiaže. Bod, kde smer tiaže pretína nebeskú sféru, sa nazýva *zenit* (Z – nadhlavník). Na opačnej strane, teda pod nami, je *nadir* (podnožník). Rovina kolmá na smer tiaže sa nazýva *horizont*. Nad túto rovinu nebeské telesá vychádzajú, prechádzajú najvyšším bodom – *kulminujú* a pod ňu zapadajú. V rovine, ktorá spája pozorovateľa (O) s pólom a zenitom a prechádza cez miesta kulminácie, sa nachádza *miestny meridián (poludník)*. Pretína horizont v bodoch *juhu (S – south)* a *severu (N – north)*. Kolmo na tento smer je smer *východ – západ (E – W, east – west)*. Rovina E–Z–W pretína nebeskú sféru vo veľkej kružnici, ktorú nazývame *vertikál*. Rovina, kolmá na os otáčania oblohy (O–P) sa nazýva *nebeský rovník*.

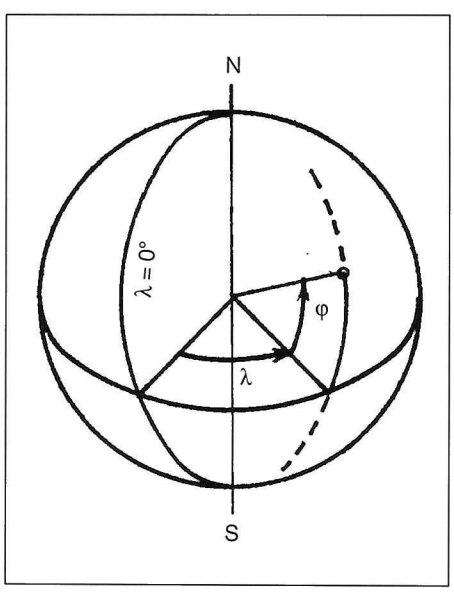
Miestny meridián je dôležitý smer pre praktické pozorovanie na danom mieste. Ľahko ho môžeme určiť pomocou Slnka. Na vodorovnej ploche nakreslíme kružnicu a v jej strede postavíme zvislú tyč *(obr. 1)*. Sledujeme tieň tyče počas dňa a na kružnici označíme body, v ktorých tieň konca tyče pretne naznačenú kružnicu. Symetrála uhlu, ktorý tvoria spojnice týchto bodov so stredom smeruje na sever, opačným smerom je juh.



Obr 1

Zemepisné súradnice, približné určenie zemepisnej šírky

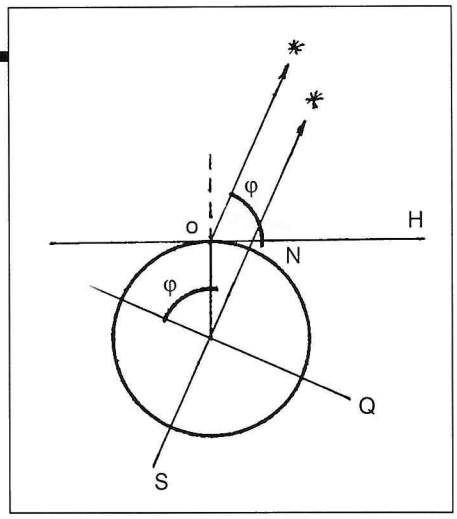
Každý bod na zemskom povrchu má svoj vlastný horizont, lebo v prvom priblížení môžeme zemský povrch považovať za povrch gule. Tam, kde os otáčania pretína povrch zemegule, sú jej *póly*. Rovina vedená stredom zemegule a kolmo na os otáčania pretína povrch v *rovníku*. Poloha ľubovoľného bodu na Zemi je jednoznačne daná dvoma uhlami. Najprv spojíme daný bod s pólmi miestnym poludníkom. Medzinárodnou dohodou (1884) bol vybraný základný poludník, prechádzajúci cez hvezdáreň Greenwich v Anglicku. Uhol medzi základným a miestnym poludníkom nazývame *zemepisnou dĺžkou* – λ *(obr. 2)*. *Zemepisná šírka* – φ je potom určená uhlom, meranom na miestnom poludníku, od rovníka po dané miesto.



Obr 2

Charakter otáčania oblohy je pre rôzne šírky rôzny. Na zemepisnom póle máme nebeský pól priamo nad hlavou (približne Polárka, cca 1° od pólu) a hviezdy ani nevychádzajú, ani nezapadajú, ale točia sa okolo našej zvislice. Vidieť odtiaľ môžeme iba polovicu nebeskej sféry. Na rovníku leží os otáčania v rovine horizontu (Polárka na obzore) a všetky hviezdy aj vychádzajú, aj zapadajú. Túto vlastnosť využívame na približné určenie zemepisnej šírky *(obr. 3)*:

Výška Polárky nad obzorom je približná zemepisná šírka pozorovacieho miesta.



Obr 3

Miery času, deň, rok

Rotujúca zemeguľa predstavuje veľmi stabilný zotrvačník a jeho periodické prejavy sú výhodnou mierou času. Prvý rytmus pre všetko živé na Zemi udáva striedanie dňa (Slnko nad obzorom) a noci (Slnko pod obzorom). Celý cyklus nazývame *slnečným dňom*, t. j. občiansky deň + noc. Rozoznávame *pravý slnečný deň* a *stredný slnečný deň*.

Predtým, než si ich budeme presne definovať, vykonajme myslený experiment. Sledujme každý deň počas roka výšku Slnka v poludníku a čas kulminácie podľa presných hodín a okrem toho tie isté veličiny pre vybranú hviezdu. Zistíme, že okrem toho, že sa každý deň mení výška Slnka, mení sa aj doba medzi dvomi kulmináciami. Pri hviezde aj výška, aj doba medzi kulmináciami ostáva konštantná, avšak je kratšia ako slnečný deň. O vysvetlenie príčin týchto faktov sa postarali naši predchodcovia (Koperník, Kepler, Newton). My si ich postupne tiež objasníme. Zatiaľ iba toľko, že rozdielne hodnoty pri Slnku sú spôsobené obehom Zeme okolo Slnka po elipse, pričom os rotácie nie je kolmá na rovinu dráhy – *ekliptiku*, ale zviera s kolmicou uhol 23°26'. Rýchlosť pohybu po elipse nie je konštantná, najväčšia je pri najväčšom priblížení ku Slnku.

Na to, aby sme pre občiansky život mali rovnomerne plynúci čas, bol zavedený pojem stredného Slnka. Predstavuje ho myslený bod, nachádzajúci sa na rovníku, ktorý sa počas roka pohybuje rovnomerne, jeho doba obehu je rovnaká ako pri skutočnom Slnku: 365,24220 *stredných slnečných dní* a táto doba sa nazýva *tropický rok*. Štyrikrát do roka prechádza cez poludník skutočné Slnko v rovnakom čase ako stredné. Maximálny rozdiel počas roka je 16^m. Tento rozdiel sa nazýva *vyrovnanie času* a uvádza sa v Astronomických ročenkách. (V naše ročenke nie je uvedený rozdiel, ale čas pravého poludnia; čas stredného je 12^h).

Teraz sa môžeme vrátiť k definíciám. *Hviezdny deň* je doba medzi dvomi kulmináciami určitej hviezdy. Analogicky *stredný slnečný deň a pravý slnečný deň*. Začiatok slnečného dňa je pri spodnej kulminácii stredného Slnka, t. j. na poludnie je 12 hodín, začiatok hviezdneho dňa je pri vrchnej kulminácii *jarného bodu*, miesta na nebeskej sfére, kde zdanlivá dráha Slnka medzi hviezdami – *ekliptika* pretína nebeský rovník.

Milan Rybanský

Europa na blond

Sonda Galileo objavila na povrchu Jupiterovho mesiaca Europy peroxid vodíka (H_2O_2), chemikáliu, ktorá robí z brunety blondínku. Pomocou spektrometra Near-Infrared Mapping Spectrometer (NIMS), našli v blízkom infračervenom spektre absorpčné pásy, ktoré zodpovedajú slabej koncentrácii H_2O_2 v ľade na povrchu Europy.

Chemické zloženie planetárnych povrchov je dôležitým indikátorom ich evolúcie a ich ďalších chemických premien. Môže sa meniť v dôsledku rôznych faktorov, napr. extrúzie (výlev, vytlačanie) materiálu z vnútra, dopadom kometárneho a meteorického materiálu na povrch, fotochemickými procesmi, depozíciou materiálu z magnetosféry Jupitera. Práve intenzívne bombardovanie povrchu Europy joviálnymi magnetosférickými časticami – energetickými elektrónmi, protónmi, iónmi síry a kyslíka, môže meniť toto chemické zloženie rádiolýzou.

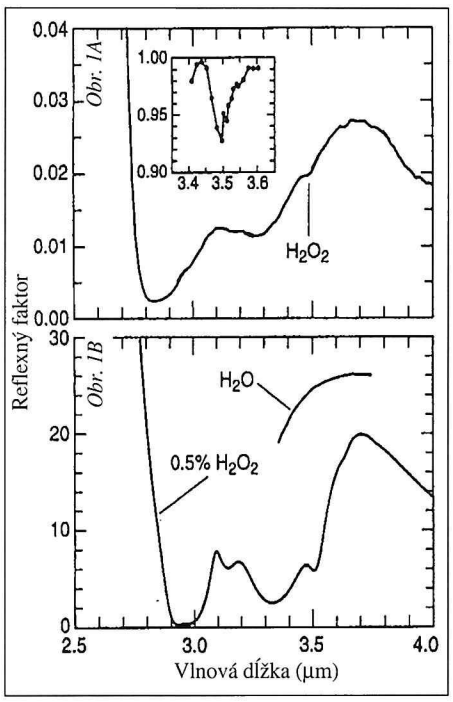
Zo spektier Europy vieme, že jej povrch tvorí vodný ľad s kysličníkom siričitým (SO_2) a hydratované minerály. V infračervených spektrách z NIMS na Galileu sa našli absorbčné pásy na vlnových dĺžkach 4,25 μm, 4,03 μm a 3,50 μm. Prvé dva absorbčné pásy vedci identifikovali ako SO_2, podobne, ako to bolo zistené na Ganymede a Callisto. Ukazuje sa, že tretí pás na 3,50 μm patrí peroxidu vodíka, ktorý sa tvorí pri bombardovaní molekúl na povrchu Europy energetickými časticami urýchlenými v silnom magnetickom poli Jupitera. Tento proces sa nazýva rádiolýza.

Na *obr. 1A* je reflexné spektrum (NIMS) Europy z časti povrchu odvrátenej od Jupitera. Vidieť na ňom charakteristické znaky zamrznutej vody a náznak absorbcie na vlnovej dĺžke 3,50 μm. Vedci uvažovali o tom, že by tento charakteristický rys mohol patriť uhľovodíkom alebo minerálom obsahujúcim amoniak. Porovnávanie však bolo trochu problematické, pretože absorbcia týchto zlúčenín na daných vlnových dĺžkach veľmi nesedela s pozorovanými spektrami, a navyše obe triedy zlúčenín vykazujú ďalšie silné absorbčné rysy (pásy), ktoré však v infračervených spektrách z Galilea nie sú prítomné. Pravdepodobnejším kandidátom bol teda H_2O_2, ktorý absorbciu na 3,50 μm produkuje a vedci predpokladali jeho výskyt na ľadových povrchoch satelitov.

Na porovnanie s pozorovaným spektrom vedci urobili niekoľko difúznych reflexných spektier pre rôzne koncentrácie H_2O_2 vo vodnom ľade a našli absorbčný pás s vlnovou dĺžkou 3,504 μm *(pozri obr. 1B)*. Predchádzajúce merania UV-fotolyzovaného vodného ľadu s teplotou 10 K taktiež ukázali prítomnosť pásu s 3,509 μm, ktorý sa pri 70 K posunul k 3,505 μm. Vlnové dĺžky a pološírky týchto pásov boli (v rámci chyby meraní) vo výbornej zhode s pásom viditeľným v spektre Europy. Okrem tohto hlavného rysu má zamrznutá zmes vody a H_2O_2 v blízkej infračervenej oblasti spektrum prakticky rovnaké ako čistý vodný ľad.

Na odhad koncentrácie peroxidu vodíka na Europe sa použili laboratórne vzorky infračervených reflexných spektier zamrznutých roztokov H_2O a H_2O_2 s rôznymi koncentráciami peroxidu. Porovnaním hĺbky absorbčných pásov týchto laboratórnych spektier s pozorovaným infračerveným spektrom našli relatívnu koncentráciu $H_2O_2/H_2O \sim 0{,}13 \pm \pm 0{,}07$ %.

Podľa Science, marec/1999, pripravila Alena Kulinová



Obr. 1A: **Priebeh reflexného faktora spektra Europy. Charakteristický znak na vln. dĺžke 3,50 μm, identifikovaný ako absorbcia spôsobená H_2O_2, je zobrazený v rámčeku vzhľadom ku kontinuu (t. j. reflexný faktor bez prítomnosti peroxidu). Ostatné štruktúry prítomné v spektre patria vode.**

Obr. 1B: **Laboratórne difúzne reflexné spektrum (v percentách) 0,5 % zamrznutej zmesi H_2O_2 vo vode. H_2O_2 sa objavuje na 3,504 μm. V okolí tejto vln. dĺžky sa nevyskytuje žiadny absorbčný pás vody, ako vidno na krivke čistého vodného ľadu (preškálované, hladká krivka hore).**

Zatmenie Slnka na „slovenskom a českom" internete

Ak sa chystáte na zatmeňový výlet, alebo len hľadáte základné informácie o zatmení Slnka 11. augusta 1999, možno Vám pomôže tento skromný prehľad niekoľkých internetových stránok zaoberajúcich sa touto témou.

http://www.home.sk/www/slnko/index.htm

Nájdete na nej vysvetlenie, ako vznikajú zatmenia Slnka (úplné, prstencové, čiastočné), elementy a mapky augustového zatmenia, mapku hviezdnej oblohy počas zatmenia a množstvo linkov, ktoré sú tematicky rozdelené na zatmeňové stránky, stránky s informáciami o Slnku a slnečnej astronómii, ale aj linky na reportáže z minulých slnečných zatmení. Kliknutím na ikonku DOWNLOAD získate informácie o tom, ako si môžete túto stránku stiahnuť a prezerať si ju z disku.

http://www.ian.cz/

Hľadajte prílohu Slunce99. Nájdete tu vysvetlenie, ako vznikajú zatmenia Slnka (čiastočné, prstencové, úplne) doplnené množstvom obrázkov, mapky pre augustové zatmenie a rady kam sa vybrať pozorovať. Pod odkazom „nou hau" sa dozviete, ako si pripraviť vhodné filtre, ako ich otestovať, ako fotografovať či „točiť" na video, a ako pozorovať s ďalekohľadom i bez neho. V „scenári" vám podrobne vysvetlia, čo sa bude počas zatmenia odohrávať na oblohe. Celá príloha je skutočne dobre doplnená obrázkami a linkami na iné stránky.

http://www.trutnov.vol.cz/obsupice/

Hľadajte pod odkazom „Zatmění" a „Zatmění '99". Úpická hvezdáreň má za sebou nejednu zatmeňovú expedíciu. Možno práve preto je stránka ladená trochu odbornejšie. Rady, pomocou čoho pozorovať, fotografovať a načo neslobodno pri expedícii zabudnúť, sú určené skôr pre skúsenejších pozorovateľov, ale aj začiatočníci majú šancu.

Tak isto tu nájdete vysvetlenie vzniku slnečných zatmení, ale okrem toho sa dozviete základné infromácie o slnečnej koróne. V skratke sa oboznámite aj s hlavnými problémami, ktoré sa vyskytujú vo fyzike slnečnej koróny.

http://www.ta3.sk/%7Echoc/sol_www/

Nie je to síce stránka venovaná priamo zatmeniu, ale nájdete tu linky na podrobnú mapu Maďarska a mapky iných krajín, ktorými prechádza pás totality. Na stránke je veľmi prehľadný a bohatý zoznam slnečných linkov.

http://www.hvezcb.cz/zatmeni.html

Nájdete tu stručné informácie o vzniku slnečných zatmení, zmienku o úplných zatmeniach pozorovateľných z ČR. Sú tu veľmi stručné informácie o augustovom zatmení (pre České Budejovice) a pozvánka na prednášku, kde sa dozviete viac. Hvezdáreň a planetárium v Českých Budějoviciach vám ponúka možnosť zakúpiť si u nich publikáciu „Zatmění Slunce 11. srpna 1999 – průvodce pro nejširší veřejnost", ktorú vydala ČAS.

http://www.home.sk/www/zatmenie/

Zatmeňová stránka Astro Teamu Michalovce. Dá sa na nej veľmi ľahko a rýchlo orientovať. Ponúka Vám podrobné mapy a predpovede pásu úplneho tieňa, elementy úplneho tieňa, miestne predpovede na centrálnej čiare. Okrem toho tu nájdete tabuľky kontaktov pre slovenské mestá, informácie o nasledujúcich zatmeniach či galériu snímkov.

http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~dond/Eclipse99.html

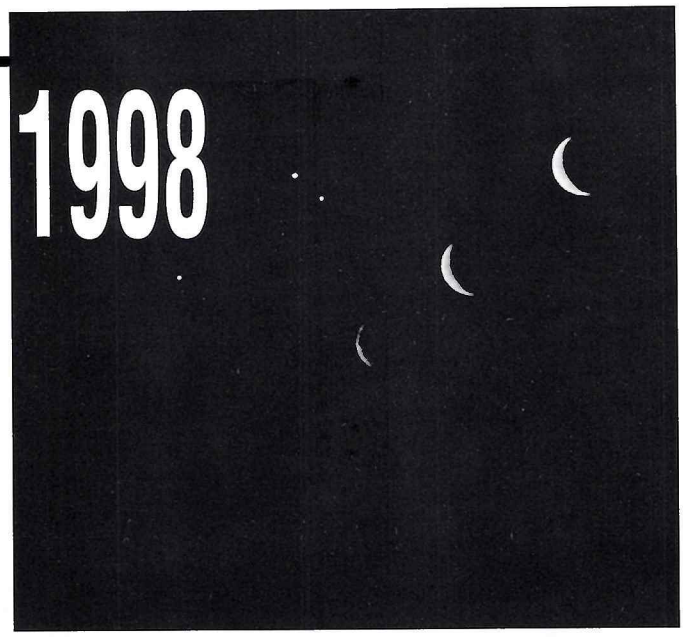
„Tato stránka je pouze nejjednodušším návodem, jak se orientovat na stránkách s tematikou úplného slunečního zatmění v srpnu 1999." Ide o skutočne prehľadný a hlavne bohatý zoznam stránok týkajúcich sa slnečného zatmenia 11. 8. 1999 a slnečných zatmení vo všeobecnosti. Každý link je stručne charakterizovaný v českom jazyku, čo Vám ušetrí kopu času pri hľadaní informácií na zahraničných stránkach.

http://www.vsb.cz/PLANET/novinky/slunce.htm

Hvezdáreň a planetárium VŠB TU v Ostrave Vám na svojej stránke ponúka informácie o tom, čo je zatmenie Slnka, aké bude augustové zatmenie v Českej republike a čo sa bude diať na oblohe počas slnečného zatmenia (opis priebehu zatmenia). Nájdete na nej aj ponuku na zájazd za „čiernym Slnkom".

Pripravila Alena Kulinová

ASTROFOTO 1998



František Erben: „Tri krát Tri?" Autor v kategórii Variácie na tému obloha získal 1. cenu za celý súbor prác. Uverejnená snímka je z 23. 4. 1998 a je robená tromi expozíciami (2 sekundy, 3 sekundy a 3 sekundy) v časoch 4:42 h, 4:47 h a 4:52 h. Zenit TTl, obj. Tessar 3,5/210, clona 8, film Kodak Gold 400.

Posledné vyhodnotenie našej súťaže Astrofoto do roku 2000 máme za sebou. Rôznych hodnotení bude pri tejto príležitosti iste viac než dosť, pretože človek si zvykol oddeľovať svoju činnosť rôznymi medzníkmi a hodnotiť uplynulé obdobia. Vývoj nezadržateľne napreduje aj v astronómii, a teda aj v našej fotografickej súťaži. Fotografia ako jedinečné médium schopné zachytiť svetlo sa postupne musí deliť o svoje miesto na výslní s CCD kamerami a výpočtovou technikou. Pomaly sa tak fotografia stáva prostriedkom na zachytenie skôr estetického výrazu ako informácie. Tento trend si v súťaži Astrofoto všímame už niekoľko rokov. Ten minuloročný bol čo do počtu súťažných prác podpriemerný. Spolu sa súťaže zúčastnilo 24 autorov, z toho iba 8 autorov z Čiech. Práca jedného autora nespĺňala požadovaný rozmer a teda bola zo súťaže vylúčená. Opäť prevažovali snímky z kategórie „Variácie na tému obloha" a v nej početné zábery západov Slnka. Prvýkrát v histórii sa objavil záblesk družice Iridium. Žiaľ, pravdepodobne prvýkrát sa objavila aj duplicita záberov, keď sa jeden záber (vyhotovený z jedného negatívu) objavil ako časť súťažnej práce u dvoch autorov. Je to nemilá skúsenosť, ktorá svedčí o tom, že niektorí autori povýšili komerčnú stránku súťaže v podobe možnosti získania ceny nad svoju česť. Našťastie, porota má vždy možnosť vidieť všetky práce globálne a takéto alebo podobné úskoky okamžite zistiť.

Tohtoročné hodnotenie prebehlo 28. 4. 1999 v redakcii časopisu Kozmos. Porota sa skladala z troch členov: RNDr. Pavol Rapavý, Mgr. Ladislav Druga a Eugen Gindl. Vďaka malému počtu súťažiacich a malému počtu súťažných prác bolo hodnotenie jednoduchšie a rýchlejšie. Jediný problém sa vyskytol v kategórii Variácie na tému Obloha u starších autorov, kedy sa porota nemohla dohodnúť na obsadení ocenených miest. Vtedy prispel svojou troškou aj Boris Filan, ktorý bol náhodne prítomný a svojou voľbou porote pomohol v rozhodovaní.

Čo dodať na záver? Magická hranica roku 2000 sa blíži. Náš svet a život okolo nás sa vďaka tomu isto zmení. Dôjde síce iba k zmene čísla v letopočte, ale ľudia túto zmenu isto nenechajú bez povšimnutia. Zostáva práve na ľuďoch nachádzajúcich sa za hľadáčikmi fotoaparátov a kamier, aby si túto neopakovateľnú udalosť svojím citlivým okom a filmom všimli. Dúfajme, že nám táto zmena prinesie osoh a že našej súťaži prinesie množstvo krásnych záberov.

Jozef Csipes,
SÚH Hurbanovo

Zoznam ocenených prác Astrofoto 1999

Astronomické snímky

AUTORI NARODENÍ PO ROKU 1980
Fotografie a diapozitívy
1. cena: Jiří Kobánek (celý súbor s prihliadnutím na snímku M51)
2. cena: František Erben (Svätojurská konjunkcia Saturnu)
3. cena: Marián Mičúch a kol. (celý súbor)
AUTORI NARODENÍ DO ROKU 1980
Fotografie a diapozitívy
1. cena: neudelená
2. cena: Andrej Kuchárik (M42)
3. cena: Jiří Srba (Jupiter)

Variácie na tému obloha

AUTORI NARODENÍ PO ROKU 1980
Fotografie a diapozitívy
1. cena: František Erben (celý súbor)
2. cena: Aleš Kolář (celý súbor)
3. cena: Martin Lehký (Loď Argo na poušti)
AUTORI NARODENÍ DO ROKU 1980
fotografie a diapozitívy
1. cena: Marek Kováčik (celý súbor)
2. cena: Jiří Srba (Halové jevy)
3. cena: Róber Mareček (celý súbor)

Snímka roka: nebola udelená

Podmienky súťaže Astrofoto 1999

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 22. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Je rozdelená do dvoch vekových kategórií: autori narodení od r. 1980 vrátane a autori narodení do r. 1981 vrátane. Fotografie a diapozitívy budú hodnotené spoločne. Súťažné práce budú rozdelené do dvoch tématických kategórií:

1. Astronomické snímky. Do tejto kategórie patria astronomické a fotometrické snímky komét, planétok, spektier astronomických objektov, bolidov, slnečnej fotosféry a chromosféry, detaily slnečných škvŕn, seriály snímok premenných hviezd, hviezdokopy, galaxie, hmloviny, Mesiac, planétky, zatmenia a konjunkcie, snímky súhvezdí a pod.

2. Variácie na tému Obloha. Táto kategória poskytuje autorom široké pole pôsobnosti. Patria sem snímky z mestského alebo prírodného prostredia, na ktorých je pôsobivo zachytený astronomický alebo atmosférický úkaz či objekt (konjunkcie nebeských telies, ich východy a západy, blesky, dúhy, halové javy a pod.), ako aj snímky dokumentujúce vzťah autora k astronómii (zábery z astronomických podujatí, astronomickej techniky a pod.).

Upozornenie. Do súťaže sa prijímajú snímky, ktoré sa zatiaľ nezúčastnili na žiadnej fotografickej súťaži. Každá snímka musí byť označená nasledovnými údajmi: názov snímky, meno a rodné číslo autora, dátum a čas expozície, parametre použitého prístroja a materiál. Pri fotografiách napíšte všetky potrebné údaje ceruzkou, resp. fixkou na zadnú stranu fotografie. Každý zarámovaný diapozitív označte v ľavom dolnom rohu (pri prehliadaní voľným okom) čiernou bodkou a vložte do osobitného vrecúška alebo obálky, na ktorú napíšete všetky potrebné údaje. Každá súťažná práca musí byť označená tématickou kategóriou, ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.

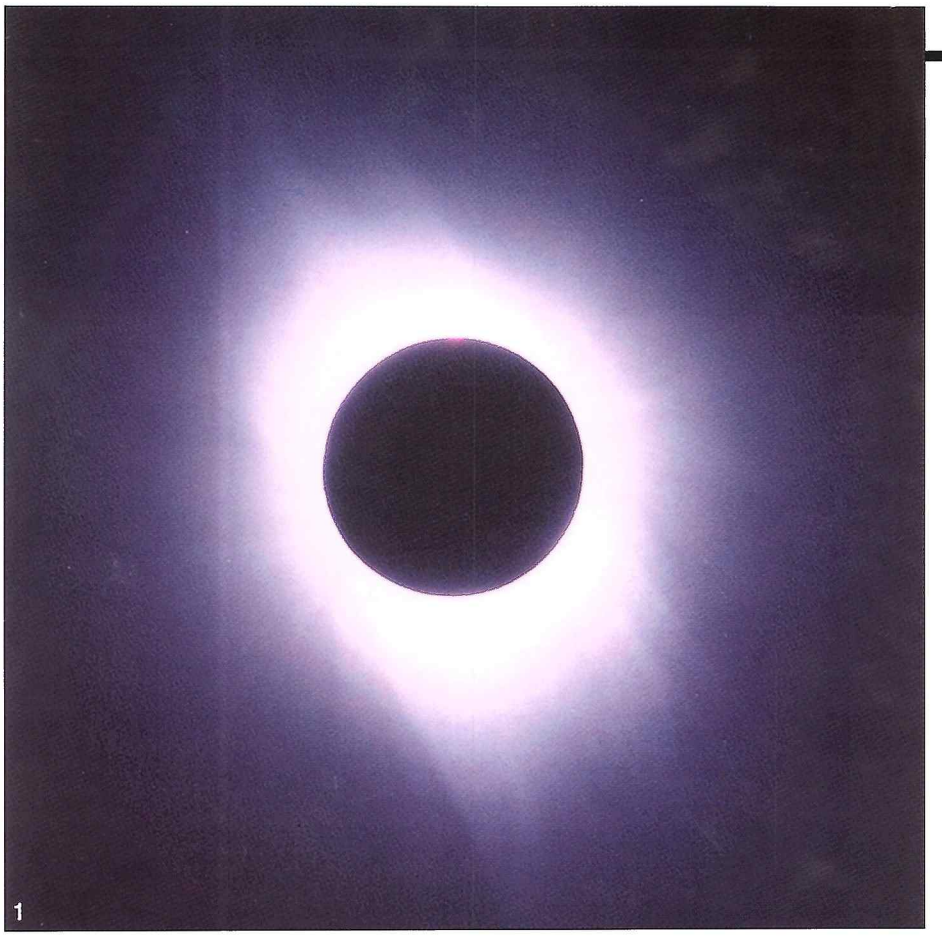
Rozmery. Čiernobiele fotografie musia mať minimálny rozmer 24×30 cm, pri farebných fotografiách postačí najmenší rozmer 13×18 cm. Prijímame diapozitívy všetkých rozmerov.

Počet prác. Každý autor môže do súťaže poslať neobmedzený počet súťažných prác.

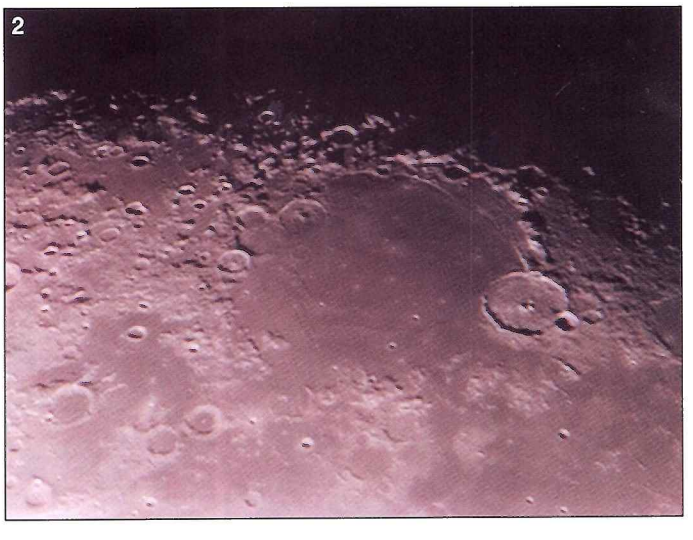
Ceny. Víťazné práce budú ocenené finančnými alebo vecnými cenami, a to za 1. miesto v hodnote 1000,– Sk, za 2. miesto v hodnote 750,– Sk a za 3. miesto v hodnote 500,– Sk. Snímka roka, v prípade, že bude udelená, bude navyše ohodnotená prémiou vo výške 3000,– Sk.

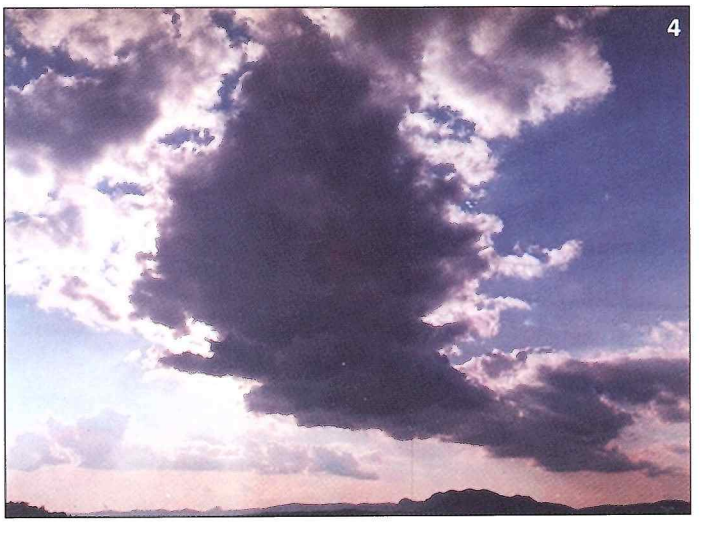
Výsledky. Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2000. Ocenené fotografie sa stávajú majetkom vyhlasovateľa. Diapozitívy (aj ocenené) autorom vrátime po vyžiadaní. Vyhlasovateľ si vyhradzuje právo zhotoviť si kópie ocenených prác pre archív súťaže.

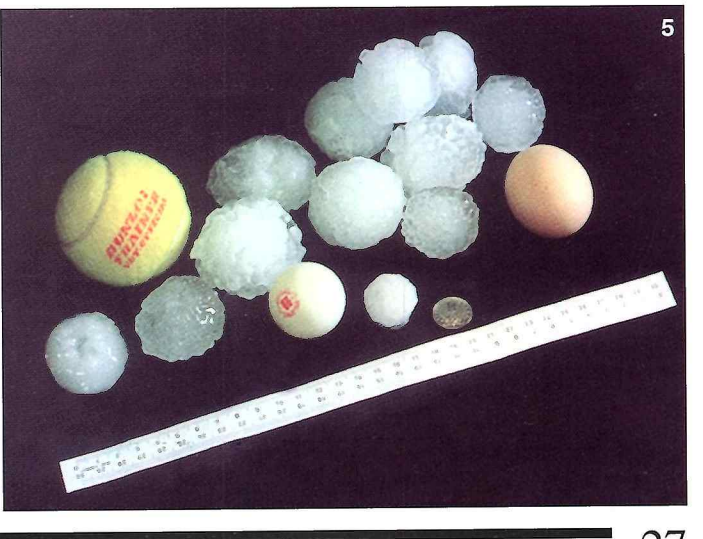
Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúci dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2000. Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu ***Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, SR.***



1. Aleš Kolář: Úplné sluneční zatmění zo súboru oceneného 2. cenou. Kategória VNO – seniori. Exponované 26. 2. 1998 v Paraguaná vo Venezuele. Prístroj: Nikon F-801 + MTO 6,3/500, exp.: 2 s, film: Fuji superia 200 ASA.
2. Jiří Kubánek: Mare Humorum. Exponované 7. mája 1998. Čas: 22,59. Doba expozície: 1 sekunda. Prístroj: Maksutov - Cassegrain 350/3300 + projekčný okulár (x4) na Štefánikovej hvězdárni v Prahe. Materiál: Kodak Gold: 400. (Snímka je zo súboru oceneného 1. cenou).
3. Jiří Kubánek: Venuše 5 dní před dolní konjunkcí. Exponované 11. januára 1998. Čas: 12:52 SEČ. Doba expozície: 1/125 sekundy. Prístroj: Maksutov-Cassegrain 350/3300 na Šrefánikovej hvězdárne v Prahe. Materiál: Fuji 200. (Zo súboru oceneného 1. cenou).
4. Marek Kováčik: Z variácií na tému obloha. Exponované: 2. septembra 1998. Čas: 17:35 SEČ. Prístroj: Praktika PLC 3, obj. Zeiss Mc Flektogon 2.4/35. Doba expozície: 1/125 sekundy. Clona: 11. Materiál: AGFA 200. Z víťazného súboru oceneného v kategórii juniorov. Snímka je z oceneného súboru VNO – juniori.
5. Petr Dušek: Kroupy a srovnávací předměty. (Veľkosť krúp 20–50 mm). Exponované: 7. júna 1998. Čas: 16:00. Doba expozície: 1/4 sekundy. Clona: 11. Prístroj: Praktica DTL 3. Objektív: Pentacon 1,8/50.







Obloha v kalendári jún - júl 1999

Pripravili: PAVOL RAPAVÝ a JIŘÍ DUŠEK

Všetky časové údaje sú v SEČ

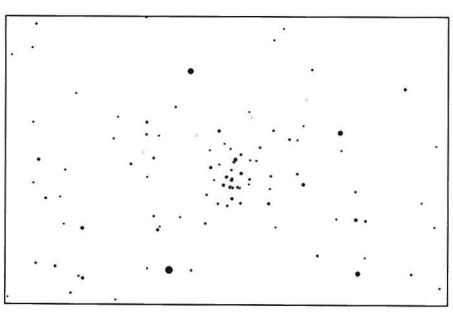
Ak si chceme počas týchto dvoch mesiacov užiť krás nočnej oblohy, musíme byť veľmi usilovní, pretože v okolí slnovratu je Slnko pod obzorom len necelých osem hodín a v severných častiach nášho územia astronomická noc ani nenastane. Počas letných prázdnin sa už pravidelne zvyšuje aj aktivita meteorárov a v štádiu posledných príprav budú iste aj tí, ktorí sa pripravujú na augustové úplné zatmenie Slnka. Ak sa vám nechce priamo pozorovať či čosi skúmať, nájdite si miesto, kde nerušia svetlá a obloha je dostatočne tmavá. Ľahnite si len tak na chrbát a zadívajte sa v pokoji na krásu hviezdnej oblohy. Ten pocit stojí skutočne za to.

Merkúr

Od začiatku mesiaca sa podmienky viditeľnosti postupne zlepšujú a najlepšie budú od prvej júnovej dekády, pretože 28. 6. je planéta v najväčšej východnej elongácii (26°). Vo večernom súmraku sa stratí koncom prvej dekády júla. 16.6. jeho prítomnosť (–0.2 mag) spestrí jasná Venuša a kosáčik Mesiaca. 12. 7. je stacionárny a začne sa uhlovo približovať k Slnku, k Zemi sa najviac priblíži 23. 7. na 0.582 AU. a o tri dni neskôr bude v dolnej konjunkcii so Slnkom.

Venuša

kraľuje večernej oblohe, pretože má kladnú deklináciu a 11. 6. je v najväčšej východnej elongácii (45°) a o tri dni neskôr je v maximálnom lesku (–4.5 mag). 13. 6. sa priblíži k Jasličkám, čo by mohlo byť inšpiráciou pre fotografov. Na kinofilm je najvhodnejší objektív s ohniskom okolo 200 mm. 16. 6. k tejto krásnej scenérii ešte pribudne Mesiac, čo už určite stojí za pokus o fotografiu napriek veľkému rozdielu jasností. 15. 7. po západe Slnka vytvorí Venuša s Regulom a Mesiacom pekné zoskupenie nad západným obzorom. 27. 7. je v zastávke a začína sa pohybovať späť s Slnku. V tom čase je však už ťažko pozorovateľná, nakoľko je južne od ekliptiky, a stratí sa vo večernom súmraku.



Venuša v konjunkcii s Jasličkami v Rakovi od 10. do 15. júla

Mars

je na večernej oblohe v súhvezdí Panny, jeho viditeľnosť sa však skracuje a koncom júla zapadá už dve hodiny pred polnocou. 5. 6. je stacionárny, začne sa pohybovať v priamom smere a 25. 7. vstúpi do Váh. V priebehu týchto dvoch mesiacov jeho jasnosť poklesne z –0.9 na –0.1 mag a priemer jeho červenkastého kotúčika sa zmenší z 13" na 10". Od začiatku júna môžeme jeho vlastný pohyb dobre sledovať podľa Spiky a 22. 6. sa k obom telesám priblíži aj Mesiac po prvej štvrti.

Jupiter

je začiatkom júna ráno nízko nad východným obzorom (–2.2 mag), viditeľnosť sa však stále predlžuje a koncom júla už vychádza dve hodiny pred polnocou. 10. 6. sa k nemu priblíži Mesiac za asistencie Saturna nízko nad obzorom. Toto rande si trojica zopakuje aj 8. 7., avšak už sa priaznivejšej výšky nad obzorom. Na prelome mesiacom sa presunie priamym pohybom z Rýb do Barana. Jeho vlastný pohyb medzi hviezdami môžeme pozorovať okolo 16. 6., keď bude len pol stupňa od hviezdy omi Psc (4.3 mag).

Tabuľka pozorovateľných prechodov Veľkej červenej škvrny centrálnym poludníkom Jupitera v SEČ

1. 6.	3:23	30. 6.	2:26	19. 7.	3:09
6. 6.	2:32	5. 7.	1:35	22. 7.	0:39
13. 6.	3:20	7. 7.	3:13	24. 7.	2:17
18. 6.	2:29	10. 7.	0:43	26. 7.	23:47
23. 6.	1:38	12. 7.	2:22	29. 7.	1:26
25. 6.	3:17	14. 7.	23:52	31. 7.	3:04
28. 6.	0:47	17. 7.	1:30	31. 7.	22:55

Saturn

je spočiatku ráno pri občianskom súmraku len 3° stupne nad východným obzorom ako objekt 0.4 mag. Pozorovateľnosť sa však stále zlepšuje a koncom júla je na začiatku občianskeho súmraku vo výške 44° a vychádza už hodinu pred polnocou. Ďalekohľadom môžeme dobre pozorovať jeho pomerne široko roztvorené prstence, ktoré vidíme z južnej strany. Počas oboch mesiacov je v súhvezdí Barana a 11. 6. sa k nemu pridruží Mesiac, aby nám spestrili scenériu nad východným obzorom.

Urán

sa pohybuje retrográdne v Kozorožcovi ako objekt 5.7 mag, kde bude až do konca marca 2002. Viditeľnosť sa predlžuje, pretože ak začiatkom júna vychádza len pred polnocou, koncom júla už je nad obzorom po celú noc. Podmienky však sú podpriemerné, nakoľko je v blízkosti najjužnejšej časti ekliptiky, a tak ani pri kulminácii sa nedostane nad horizont vyššie ako 25°. 4. 6. nastane ešte pred východom planéty k tesnej konjunkcii s Mesiacom, po východe Mesiaca bude Urán asi pol stupňa vpravo.

Neptún

(7. 9 mag) je rovnako v Kozorožcovi a až do októbra sa bude pohybovať retrográdne. Podmienky jeho viditeľnosti sú podobné ako pri Uráne. Na spozorovanie jeho pokojného modrastého svitu nám postačí aj triéder. 3.6. nastane zákryt Neptúna Mesiacom. Napriek tomu, že u nás bude v čase zákrytu ešte pod obzorom, môžeme pozorovať aspoň vzďaľovanie na oboch telies. Mesiac vychádza o 22:48 a zákryt končí 22:20 SEČ.

Pozorovateľný zákryt však nastane 1. júla od 4:03 (vstup) do 5:04 SEČ (výstup). Mesiac bude planétu postupne zakrývať asi 7 sekúnd.

Pluto

má aj napriek zápornej deklinácii najvhodnejšie podmienky práve v tomto období. Ak sa nechceme uspokojiť s jeho fotografiou (13.7 mag), musíme použiť ďalekohľad s priemerom nad 30 cm. Pohybuje sa spätným pohybom v Hadonosovi, v ktorom bude až do roku 2003.

Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl)

(J. Gerboš)

Dátum	UT h m s	D/R	Mg	PA °	CA °	h	fáza	Hviezda	a	b	hs
99/ 6/ 1	23 25 50	R	64	271	80N	18	0.60	25807	-1.68	0.66	
99/ 6/ 4	23 31 19	R	43	190	27S	9	0.71	29613	-1.46	4.03	
99/ 6/25	22 23 56	D	55	125	74S	20	0.41	21921	-1.49	-1.58	
99/ 7/ 1	22 58 34	R	60	267	76N	18	0.62	29318	-1.45	1.10	
99/ 7/21	19 31 42	D	58	83	65N	25	0.29	20735	-1.70	-0.85	-8
99/ 7/24	21 46 34	D	79	24	16N	18	0.40	23446	-1.18	1.82	
99/ 7/25	21 29 58	D	38	139	46S	20	0.43	24861	-1.87	-1.51	
99/ 7/25	22 25 44	R	38	222	-37S	17	0.43	24861	-1.25	0.22	
99/ 7/25	22 20 38	D	54	54	49N	18	0.43	24916	-1.40	-0.09	
99/ 7/26	23 37 3	D	30	117	65S	15	0.47	26495	-1.72	-1.58	

Zákryty hviezd planétkami (jún – júl)

za podmienok, že Slnko je pod obzorom viac ako 12 stupňov a hviezda nad obzorom minimálne 10 stupňov (pre polohu Rimavskej Soboty)

dátum	pozorovací interval UT		planétka	priemeer km	hviezda	mag	dm	dur	h*	el	%
Jun 5	23h06m	23h26m	261 Prymno	52	P 269500	7.5	5.4	8	15	43	63-
Jun 8	21h08m	21h28m	738 Alagasta	64	P 230009	7.9	6.7	7	28		
Jun 10	23h49m	00h09m	451 Patientia	230	P 733949	10.0	1.6	17	17		
Jun 18	21h33m	21h53m	928 Hildrun	68	P 200357	8.0	6.2	5	38	80	31+
*Jul 2	22h50m	23h10m	41 Daphne	182	P 162480	9.4	1.0	39	34	87	84-
Jul 8	20h39m	20h59m	924 Toni	86	P 236823	8.9	4.4	8	19		
Jul 20	22h41m	22h51m	494 Virtus	88	P 751255	10.2	2.7	8	10		
Jul 21	01h38m	01h58m	468 Lina	70	P 144444	9.6	5.0	5	40		

hviezda – označenie hviezdy v katalógu PPM
mag – jasnosť hviezdy; **dm** – pokles jasnosti; **dur** – trvanie zákrytu v sekundách;
h* – výška hviezdy nad obzorom
el – uhlová vzdialenosť Mesiaca
% – percento osvetlenej časti Mesiaca + dorastá, – ubúda

Zoznam rojov, u ktorých zenitová frekvencia v maxime, je aspoň 3 meteory za hodinu

Roj	Aktivita	Maximum	Radiant RA	Radiant D	Pohyb RA	Pohyb D	v	ZHR	M%
omega Sco	24.5.–16.6.	3.6.	239	-21	0.9	-0.1	23	5	81 –
beta Lyr	10.6.–23.6.	17.6.	278	+35	0.8	0.0	31	6	21+
Boo	28.6.–28.6.	29.6.	220	+48			18	var	99 –
JPE	8.7.–12.7.	10.7.	340	+15	0.8	+0.2	70	3	7 –
omi Cyg	9.7.–30.7.	19.7.	305	+47	0.6	+0.2	26	3	45+
PAU	10.7.–18.8.	27.7.	341	-28	1.0	+0.2	35	5	100
beta Lac	23.7.–5.8.	28.7.	337	+53	0.6	+0.2	30	var	100
SDA	16.7.–30.8.	29.7.	336	-16	0.8	+0.2	41	20	98 –
CAP	4.7.–25.8.	30.7.	308	-10	0.9	+0.3	25	8	94 –
SIA	15.7.–26.8.	4.8.	333	-15	1.1.	+0.2	34	3	48 –
NDA	15.7.–27.8.	13.8.	340	- 5	1.0	+0.2	42	4	7+
PER	19.7.–27.8.	13.8.	46	+57	1.4	+0.2	59	100	7+

Roje pozorované v rámci IMO:
JPE – júlové Pegasidy. **PAU** – južné Rybydy. **SDA** – južné delta Akvaridy. **CAP** – α Kaprikornidy.
SIA – južné iota Akvaridy. **NDA** – severné δ Akvaridy. **PER** – Perzeidy

Radiant – poloha radiantu v čase maxima. **Pohyb** – pohyb radiantu v stupňoch za deň. **v** – geocentrická rýchlosť v km/s.
ZHR – prepočítaná frekvencia v maxime (var– premenlivá). **M%** – percento osvetlenej časti Mesiaca pre čas maxima roja.

Zákryt Regula

15. 7. nastane o 22:20 SEČ zákryt Regula Mesiacom. U nás už bude v tom čase síce Mesiac pod obzorom (zapadne o 21:14 SEČ), no bude možné sledovať približovanie sa Mesiaca k Regulovi, a to všetko za žiarivej asistencie Venuše.

Ak patríte k tým, ktorí neuspeli pri dotyčnicovom zákryte Regula 24. apríla, máte ďalšiu možnosť. 5. júna krátko po polnoci stačí byť necelých 200 km južným smerom a máte možnosť pozorovať dotyčnicový zákryt iota Cap (4.3 mag), ktorý bude na tmavej strane a so zaujímavým profilom. U nás bude tento zákryt len ako totálny blízko južného rohu Mesiaca pred poslednou štvrťou.

Planétky

2. 6. sa planétka 6489 Golevka priblíži k Zemi na 7 mil. km a jej vlastný pohyb medzi hviezdami bude natoľko rýchly, že priemer Mesiaca prejde za 2 hodiny. Jej jasnosť však bude len 14. 6 mag.

Z jasnejších planétiek budú v opozícii (41) Daphne (1. 6. –9.7 mag), (56) Melete (12. 6. –10.5 mag) a (93) Minerva (25. 6. –10.7 mag).

Predpovedaných je 8 zákrytov hviezd planétkami, z ktorých sa najnádejnejšie javí zákryt hviezdy SAO 121499 planétkou (41) Daphne o polnoci 2./3.júla.

Kométy

Nádejná, čo sa týka jasnosti, by mohla byť kométa C/1998 T1 (LINEAR), ktorá začiatkom júla dosiahne 8 mag, no v tom čase bude vyše štyridsať stupňov pod rovníkom, a tak na jej pozorovanie by sme si museli zacestovať poriadne na juh. Majetnejší dovolenkári ju nájdu pod Škorpiónovým chvostom na pozadí Mliečnej dráhy.

Pod 13 mag sa ešte dostanú dve kométy, ktorých efemeridy boli v minulom čísle (P/1998 U3 – Jäger a C/1998 M5 – LINEAR), no ich elongácia od Slnka sa zmenšuje, a tak sa stávajú prakticky nepozorovateľné.

Efemerida kométy C/199i H1 (Lee)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.6.	08h34.6m	+03°36.5'	7.4
6.6.	08h29.7m	+08°20.2'	7.3
11.6.	08h25.4m	+12°19.5'	7.2
16.6.	08h21.4m	+15°45.9'	7.1
21.6.	08h17.4m	+18°48.0'	7.0

16. apríla na astronomickom večierku v Austrálii (Mudgee – Nový Južný Wales) objavil Steven Lee vizuálne novú kométu 9 mag. Podľa predbežných elementov sa jedná o dlhoperiodickú kométu, ktorá prejde perihéliom 11. júla vo vzdialenosti 0.71 AU. Od polovice augusta do októbra bude cirkumpolárna a vhodná aj pre pozorovanie menšími prístrojmi. Napriek jej neveľkej júnovej elongácii od Slnka uvádzame jej efemeridu.

Meteory

Hlavná sezóna meteorárov začína síce až v júli, no práve preto by ste mali venovať pozornosť menej sledovaným rojom, ktoré sú v činnosti ešte pred prázdninami. Z nich najlepšie pozorovacie podmienky majú beta Lyridy, ktorých frekvencia kolíše a niekedy býva až 10 meteorov za hodinu. Pozorovanie aktívnejších južných rojov (SDA a CAP) koncom júla však bude rušiť veľká fáza Mesiaca.

Nočná obloha

Ve středu jedenáctého srpna, na Zuzanu, můžete z několika států Evropy, například z Rakouska či Maďarska, spatřit úplné zatmění Slunce. Jedná se o bezesporu výjimečný úkaz, jenž nemá na naší planetě konkurenci, a tak není divu, že za ním cestují tisíce profesionálních i amatérských astronomů a doslova miliony „obyčejných" smrtelníků. Během více než dvou minut, kdy temný měsíční kotouč zakryje oslnivé Slunce, bude hlavním „hitem" stříbřitá atmosféra naší mateřské hvězdy. Pravověrnému pozorovateli noční oblohy to ale určitě nedá, aby se nepodíval i do širšího okolí: Na zvláštně zabarvené, jakoby úplňkové obloze uvidí vpravo od temného Slunce Merkur, vlevo oslnivou Venuši. Pod Merkurem zřejmě zahlédnete Prokyona z Malého psa a Síria z Velkého psa. Arktura z Pastýře pak hledejte nad východním obzorem a Capellu z Vozky nad západem. Tolik k poslednímu úplnému zatmění Slunce druhého milénia a nyní se již vraťme pod noční oblohu. S příchodem teplých večerů se nám totiž otevřelo okno do nejhezčích částí naší Galaxie.

Souhvězdí Herkula najdete snadno. Z večera je přímo v zenitu a poznávacím znamením jsou čtyři hvězdy, kterým se říká „květináč" nebo také „klíčová dírka". Silný a nebojácný hrdina mnoha antických příběhů, syn nejvyššího boha Dia, muž, jenž vyčistil Augiášův chlév, vynesl z podsvětí příšerného trojhlavého psa a třeba odňal pás královně Amazonek, se může pochlubit hned několika velmi pěknými ozdobami.

Začněme známou kulovou hvězdokupou M 13, kterou lehce najdete na pravá straně „květináče". Na tmavé obloze je vidět i bez dalekohledu, jako slabá, mírně rozostřená hvězda. V triedru vypadá jako větší skvrna o průměru kolem patnácti úhlových minut. Nalézá se mezi dvěma obyčejnými stálicemi asi sedmé velikosti. Ve větších dalekohledech je přímo fantastická: z mlhavého podkladu vystupuje množství slabých hvězd, které tvoří drobnou pavučinu. Co všechno si v ní představíte, záleží jenom na vaší fantazii.

První, kdo si všiml M 13 (NGC 6205), byl roku 1714 Edmond Halley. O rok později vydal katalog mlhovin „Of Nebulae or Lucid Spots among the fix't Stars", čímž jako první výrazně oddělil tyto objekty od osamocených stálic. Naši hvězdokupu popsal jako „malou skvrnku, která je však viditelná i bez dalekohledu, když je nebe čisté a nesvítí Měsíc".

Charles Messier, jenž ji zařadil do svého katalogu pod třináctým pořadovým číslem, ji zahlédl až o padesát let později. Jeho popis „kruhová mlhovina bez hvězd" pak zcela odpovídá kvalitě tehdejších dalekohledů. Na jednotlivé stálice ji rozlouskl až fenomenální William Hesrchel, objevitel planety Uran a nepřeberné škály dalších objektů vzdáleného vesmíru. O M 13 doslova uvedl, že je „jednou z nejkrásnějších a nejbohatších hvězdokup s nesmírně koncentrovaným jádrem".

Není divu. M 13 patří mezi bohaté kulové hvězdokupy s odhadovanou hmotností více než půl milionů Sluncí. Dokážete si představit, jak by vypadala obloha na planetě uprostřed takového roje? Na nebi byste napočítali několik desítek tisíc hvězd, pár stovek z nich by bylo jasnějších než Sírius a zhruba taková dvacítka by pak předčila Venuši v největším lesku. Jelikož se stáří M 13 odhaduje na dvanáct miliard let, bude mít valná většina stálic oranžový odstín. Kulové hvězdokupy, alespoň v naší Galaxii, jsou totiž složeny z červených obrů, kteří jsou již na sklonku svého života.

M 13 leží ve vzdálenosti 25 tisíc světelných let a stejně jako všechny její kolegyně, i ona se pohybuje po protáhlé neuzavřené křivce kolem centra Galaxie. Současná, byť nejistá pozorování přitom naznačují, že se vzdaluje až sedmdesát tisíc světelných let daleko, třikrát dál než je dnes.

Než se tímhle slavným objektem rozloučíme, prozradíme vám ještě jednu zajímavost: Při příležitosti dokončení rozsáhlé rekonstrukce dodnes největšího nepohyblivého radioteleskopu na světě Arecibo na ostrově Portoriko, byla 16. listopadu 1974 ke hvězdokupě vyslána asi minutová zpráva pro mimozemské civilizace. Po pravdě řečeno se ale jednalo pouze o chytrý reklamní tah: Hvězdy v M 13 jsou totiž velice staré – patří k první generaci stálic zrozených v Galaxii. Proto se skládají takřka výhradně z vodíku s příměsí hélia a těžší prvky nezbytné pro život v nich chybějí. Pokud se tedy kolem hvězd v kulové hvězdokupě zformovaly planetární soustavy, jsou tvořeny obry typu Jupiter, které však nepatří mezi vhodné nositele života.

Máte-li přístup k většímu dalekohledu, podí-

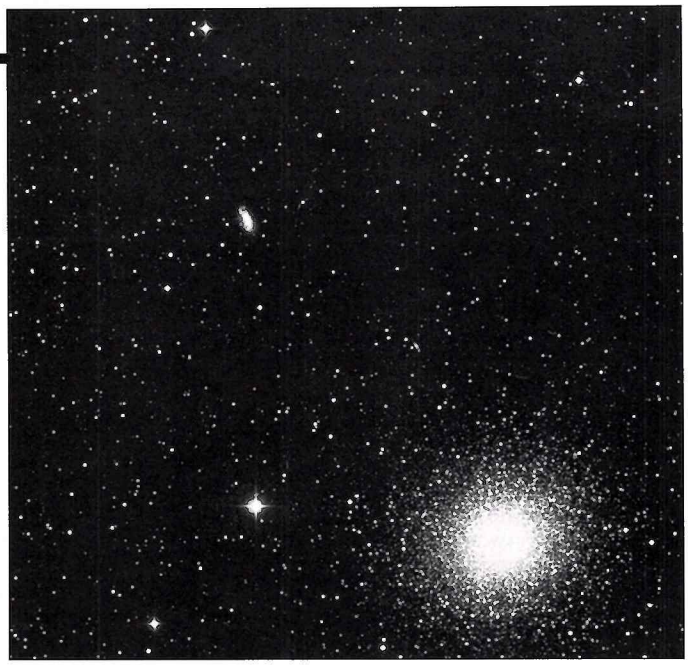
vejte se také severozápadně od hvězdokupy. Pouhých čtyřicet úhlových minut daleko totiž naleznete slabou galaxii NGC 6207. Bude vypadat jako oválná skvrnka, pozvolně se zjasňující do středu. Jedná se o spirální galaxii, jejíž vzdálenost se odhaduje na 19 megaparseků a celková hmotnost na 0,6.1010 Sluncí (tedy čtyřikrát méně než naše Galaxie).

Nyní se podívejte, třeba i stejným přístrojem, na pravou dolní hvězdu „květináče". Dzéta Herculis je totiž pohlednou dvojhvězdou. Jako první ji zahlédl již William Herschel roku 1782 a dnes se jedná o jeden z velmi důležitých astrofyzikálních systémů. Obě hvězdy totiž tvoří fyzický pár, který kolem svého společného těžiště oběhne jednou za třicet čtyři let a pět měsíců. Současně leží pouze 35 světelných let daleko a tak můžeme velmi přesně spočítat hmotnosti obou složek. Tento údaj je přitom klíčovým parametrem v mnoha astrofyzikálních modelech – ovšem tak dobře okalibrovaných hvězd je dosud velmi málo.

Nápadnější stálice s oranžovým nádechem a s jasností 2,8 magnitudy je červeným obrem s hmotností 1,4 Slunce a stářím čtyři miliardy let. O dvě a půl magnitudy slabší průvodce je červený trpaslík (0,8 Slunce). Jejich úhlová vzdálenost kolísá mezi 0,4 a 1,6 vteřinami, přičemž nejdále od sebe byli před devíti roky, nejblíže v roce 2001.

Podívejme se nyní na zbývající tři hvězdy z Herkulovy „klíčové dírky". Nejblíže k M 13 je éta Herculis. Má hvězdnou velikost 3,5 magnitudy a její vzdálenost změřila sonda Hipparcos na 110 světelných let. O něco dál leží epsílon z levého spodního rohu. Světlo od ní letí 160 let a má jasnost 3,9 magnitudy. Na konci, s více než 350 světelnými roky, je pak pí Herculis, červený obr s hvězdnou velikostí 3,1 magnitudy.

Jiný, velmi pěkný systém najdete kousek od levého spodního okraje „květináče", v pravé noze Herkula. Zde září mí Herculis, na první pohled nijak zajímavá hvězdička třetí velikosti s tmavěžlutým odstínem. Už v malém dalekohledu si můžete všimnout, že ji doprovází slabá stálice 9,8 magnitudy vzdálená asi půl úhlové minuty. Té si všiml William Hesrchel roku 1781. O tři čtvrtě století později se ale ukázalo, že jí ve skutečnosti tvoří dvě stálice slabé 10,3 a 10,8 magnitudy, které kolem sebe obíhají s periodou 43,2 roku. Oba jsou červení trpaslíci o hmotnosti kolem 0,3 Slunce. Štěstí pro ně i pro nás, že se nachází necelých třicet světelných let daleko. V porovnání s naší mateřskou hvězdou totiž mají více než stokrát nižší zářivý výkon. (Nejjasnější složka mí Herculis je obrem asi třikrát svítivějším než Slunce.) Úhlová vzdálenost trpaslíků se pohybuje mezi 0,5 a 1,6 vteřin, přičemž nejblíže si budou za dva roky. Schválně se také podívejte na jejich barevné odstíny. Oproti jejich označení se totiž například W. Heschelovi zdály „blankytně modré".



Na výřezu z fotografické Palomarské přehlídky oblohy (v negativu) najdete kulovou hvězdokupu M 13 a slabou galaxii NGC 6207 (vlevo od středu). Pod galaxií, vlevo od hvězdokupy je jedna z hvězd sedmé velikosti, která M 13 „doprovází". Ve skutečnosti se vzdálenost kupy odhaduje na 25 tisíc světelných let, stálice je zhruba padesátkrát blíže a galaxie naopak 19 megaparseků daleko. Výřez má velikost 30 úhlových minut, sever nahoře, západ vpravo.

V rámci „módní symetrie" má Herkules ozdobu i na druhé, tedy levé noze. Tentokráte jde o jasnou planetární mlhovinu NGC 6210. V kontrastu s mnoha slabými stálicemi zorného pole, u vrcholu trojúhelníku hvězd osmé velikosti, je skutečně nepřehlédnutelná. Snadno ji spatříte i v malém dalekohledu jako kruhovou skvrnku o průměru 20 úhlových vteřin. V dalekohledu o průměru objektivu 25 centimetrů se pak promění v ovál 25"×15" s výrazným stelárním středem.

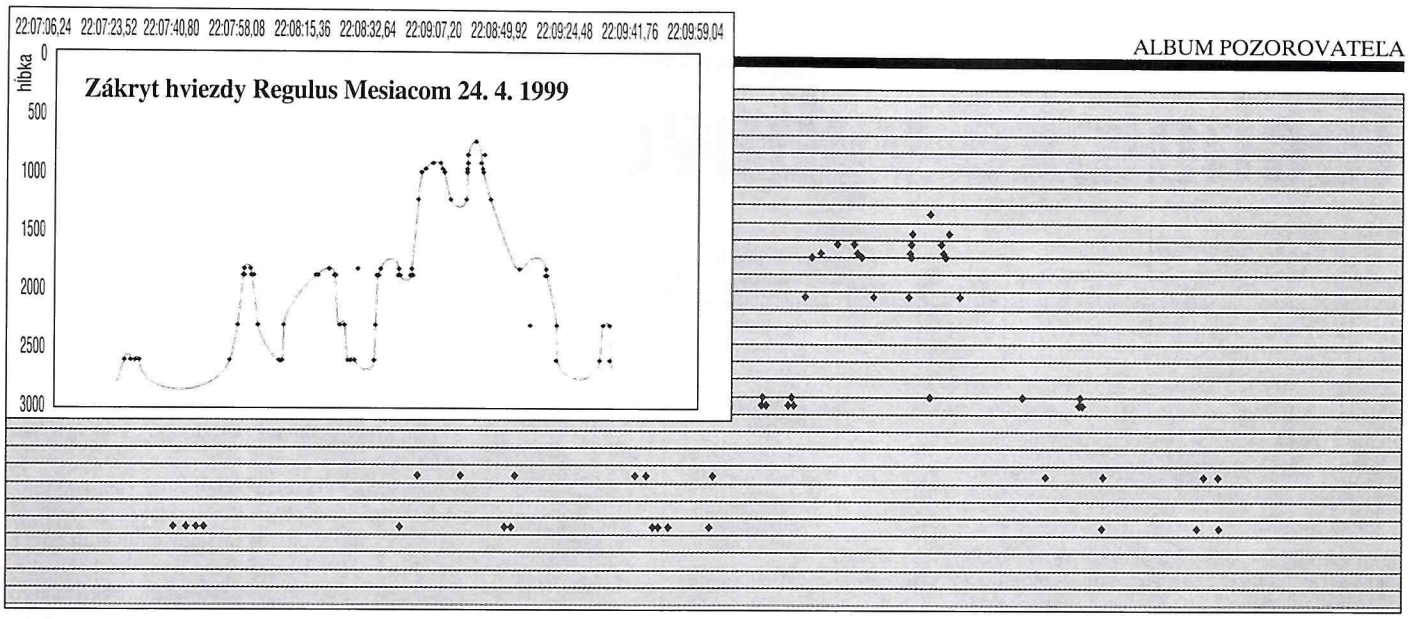
Pokračujme dál na naší procházce kolem Herkulova trupu. V jeho podpaždí, vlevo od „klíčové dírky", leží zákrytová dvojhvězda u Herculis. S periodou 2,051027 dne můžete sledovat, jak se zeslabí až na 5,4 magnitudy.

Další objekt najdete snadno: stačí se přesunout od hvězdy pí Herculis (levý horní roh „květináče") asi šest stupňů na sever. Právě tam leží kulová hvězdokupa M 92 (NGC 6341). V porovnání s M 13 je sice slabší a menší, ale mnohem více koncentrovanější. Za velmi dobrých podmínek je opět viditelná i bez dalekohledu, ale snadnější je na ni se podívat alespoň triedrem.

Poslední hvězdokupou a také poslední zastávkou v Herkulovi, bude NGC 6229. Leží východně od dvou hvězd osmé velikosti a v patnácticentimetrovém dalekohledu vypadá jako drobná, mlhavá skvrnka o průměru několik desítek úhlových vteřin. Není divu, vždyť patří mezi vůbec nejvzdálenější kulové hvězdokupy. Nalézá se na samých hranicích Galaxie, 25 kiloparseků, tj. 80 tisíc světelných let daleko. Nashledanou příště.

Kalendár úkazov jún – júl (v SEČ) a výročí

Deň	čas	Úkaz
1.6.		planétka 41 Daphne v opozícii (9.7 mag)
2.6.		planétka 6489 Golevka najbližšie pri Zemi (0.050 AU)
3.6.		maximum meteorického roja omega Škorpionidy
3.6.	21.9	zákryt Neptúna Mesiacom
4.6.	22.2	tesná konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 18° severne)
5.6.	8	Mars v zastávke
6.6.	0.3	zákryt hviezdy PPM 269500 (7.5 mag) planétkou 261 Prymno
7.6.	5.3	Mesiac v poslednej štvrti
8.6	22.3	zákryt hviezdy PPM 230009 (7.9 mag) planétkou 738 Alagasta
10.6	1.0	zákryt hviezdy PPM 733949 (10.0 mag) planétkou 451 Patientia
10.6.	2.8	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 4.6° severne)
11.6.	3.7	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 3.8° severne)
11.6.	12.7	Venuša v najväčšej východnej elongácii (45°)
12.6.		planétka 56 Melete v opozícii (10.5 mag)
13.6.	1.6	Mesiac v prízemí
13.6.		55.výročie (1944) založenia Jet Propulsion Laboratories
13.6.	20.1	Mesiac v nove
17.6.		maximum meteorického roja beta Lyridy
18.6.	11.4	tesná denná konjunkcia Regula s Mesiacom (13° južne od rohu)
18.6.	22.7	zákryt hviezdy PPM 200357 (8.0 mag) planétkou 928 Hildrun
20.6.	19.3	Mesiac v prvej štvrti
21.6.	20.8	letný slnovrat
25.6.		planétka 93 Minerva v opozícii (10.7 mag)
25.6.	16.5	Mesiac v odzemí
28.6.	22.6	Mesiac v splne
28.6.	23.9	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (26°)
29.6.		maximum meteorického roja Bootidy
1.7.	4.5	zákryt Neptúna Mesiacom
2.7.	4.5	tesná konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 2° severne)
3.7.	0.0	zákryt hviezdy PPM 162480 (9.8 mag) planétkou 41 Daphne
6.7.	12.9	Mesiac v poslednej štvrti
6.7.	23.8	Zem v aféliu (152.1 mil. km od Slnka)
8.7	21.8	zákryt hviezdy PPM 236823 (8.9 mag) planétkou 924 Toni
10.7.	10.2	tesná denná konjunkcia Aldebarana s Mesiacom (2°)
10.7.		maximum meteorického roja júlové Pegasidy
11.7.	7.1	Mesiac v prízemí
12.7.	4.3	Merkúr v zastávke
13.7.	3.4	Mesiac v nove
13.7.	7.8	konjunkcia Venuše s Regulom (1.2)
14.7.	19.9	Venuša v maximálnej jasnosti (–4.6 mag)
15.7.	22.6	zákryt Regula Mesiacom
16.7.		5.výročie (1994) dopadu kométy Shoemaker-Levy 9 na Jupiter
16.7.		30.výročie (1969) Apolla 11
19.7.		maximum meteorického roja omikron Cygnidy
20.7.		30.výročie (1969) pristátia človeka na Mesiaci
20.7.	10.0	Mesiac v prvej štvrti
20.7.	23.7	zákryt hviezdy PPM 751255 (10.2 mag) planétkou 494 Virtus
21.7.	2.8	zákryt hviezdy PPM 144444 (9.6 mag) planétkou 468 Lina
22.7.		215. výročie (1784) narodenia F. Bessela
23.7.	6.7	Mesiac v odzemí
26.7.	10.5	Neptún v opozícii
26.7.	16.8	Merkúr v dolnej konjunkcii
27.7.	21.3	Venuša v zastávke
27.7.		maximum meteorického roja Južné Rybydy
28.7.	12.4	Mesiac v splne
28.7.		čiastočné zatmenie Mesiaca (u nás nepozorovateľné)
28.7.		maximum meteorického roja beta Lacertidy
29.7.		maximum meteorického roja južné δ Akvaridy
30.7.		maximum meteorického roja Kaprikornidy



Približný tvar mesačného profilu v okolí severného pólu, získaný z pozorovania zákrytu hviezdy Regulus Mesiacom 24. 4. 1999. Štvorcami sú označené okamihy zákrytov hviezdy (čas je vyznačený na osi X, os Y udáva hĺbku v mesačnom profile v metroch). Regulus sa pohyboval zľava doprava.

Úspešné pozorovanie dotyčnicového zákrytu na Slovensku

Určite ste si už všimli, že nejaká správa o dotyčnicovom zákryte hviezdy Mesiacom sa objavuje viac-menej pravidelne, prakticky v každom čísle Kozmosu. Obyčajne sa musí len konštatovať, že „takmer to vyšlo" alebo „zlyhalo počasie". Rok 1999 sa zdal z tohto pohľadu takmer totožný s rokmi predchádzajúcimi. Väčšina realizovateľnych dotyčnicovych zákrytov bola predpovedaná na jarné mesiace, aj keď išlo o pomerne slabé hviezdy. Len u nás, v okolí Kysúc, sme za prvé štyri mesiace mali pripravené štyri pozorovania (hviezdy 5,2^m, 7,1^m, 7,8^m – hranica tieňa 200 m od hvezdárne, 7,5^m – hranica tieňa 1500 m od hvezdárne). Samozrejme, čím ideálnejšie boli predpoklady pozorovania, tým horšie bolo počasie. Preto sme svoju pozornosť upierali na 24. 4. 1999, keď mal nastať zákryt hviezdy Regulus.

Tomuto pozorovaniu sme vzhľadom na jasnosť hviezdy a možnosť pozorovania úkazu ľubovoľným ďalekohľadom venovali mimoriadnu pozornosť. Prvým krokom bolo organizovanie Praktika pozorovateľov zákrytov hviezd Mesiacom, na ktorom sa na našu radosť zúčastnili najmä začínajúci pozorovatelia – zákrytári. Ako sa ďalej ukáže, získané praktické a teoretické vedomosti boli bohato zúročené.

Zákryt Regula Mesiacom nastával v centrálnej Európe okolo polnoci z 24. 4. 1999 na 25. 4. 1999. Ideálny čas pozorovania aj pre amatérov (sobota), výška Mesiaca nad obzorom (34°), jeho fáza (72 %) aj dostatočne členitý reliéf v okolí severného mesačného pólu, zburcovali pozorovateľov. Podľa mojich informácií boli na Slovensku pripravené 3 expedície (v okolí Krásna nad Kysucou, Ružomberka a Plešivca), na Morave jedna, v Poľsku jedna. Čím viac sa blížil termín pozorovania, tým menej optimizmu v nás zostávalo. Nad naším územím sa dlhodobo udržiavala brázda nízkeho tlaku, v ktorej sa oblačnosť vyvíjala od polooblačna v dopoludňajších hodinách, po zamračené s prípadným dažďom večer a v noci. Samozrejme, aj napriek tomu sme vytýčili priamo v Krásne nad Kysucou 21 pozorovacích stanovíšť. Kysucká hvezdáreň sa nachádzala 11 km v hĺbke mesačného tieňa, takže na hvezdárni boli v pohotovosti všetky veľké ďalekohľady.

Počasie v sobotu bolo ešte horšie ako po uplynulé dni – súvisle zamračené. Ešte horšie to vyzeralo po príchode kolegov z hvezdárne v Humennom, ktorí priniesli správy, že na východe Slovenska už prší. Napriek tomu sa nás na Kysuckej hvezdárni zišlo 17 pozorovateľov. O 22. hodine, keď sa Mesiac občas pretláčal cez dve vrstvy oblačnosti, sme vyrazili na pozorovacie stanovištia. Išli sme s rezervou, pretože po spojazdnení našej CCD kamery a príslušenstva zákryt hviezdy Regulus bol tým pravým krstom novej metódy záznamu zákrytov. Príprava techniky si vyžaduje určity čas. Pri zostavovaní ďalekohľadu a kamery v Krásne nad Kysucou u známeho, ktorý nám poskytol priestory svojho rodinného domu, najprv, už po zostavení ďalekohľadu, vypadol elektricky prúd. Samozrejme, zobudili sme celý dom a domáceho pána vytiahli v spodnej bielizni do záhrady. Nakoniec, keď sa zdalo, že bude všetko fungovať, zistili sme, že nepracuje pohon montáže ďalekohľadu. Zostala dilema: buď odpozorovať zákryt iba vizuálne, alebo sa sústrediť na pozorovanie CCD kamerou, alebo to risknúť, a skúsiť odpointovať ďalekohľad ručné pointovanie, s rizikom, že si obraz na obrazovke tak roztrasiem, že záznam bude nepoužiteľný. Keďže ma veľmi zaujíma, s akými osobnými chybami vlastne vykonávame tieto náročné pozorovania, zvolil som poslednú možnosť. Veľmi dôležitá sa ukázala skutočnosť, že som mal pri sebe pomocníka, ktorý okrem pomoci pri zostavovaní techniky odpozoroval zákryt na obrazovke a komentoval polohu hviezdy, takže som mal prehľad, či som mimo alebo v zornom poli kamery.

Do ďalekohľadu som sa poriadne pozrel asi 4 minúty pred predpovedaným okamihom centrálneho zákrytu. Po začiatku pozorovania sa mi zdalo, že zákryt nie a nie nastať. Hlavou mi začali prelietať myšlienky, že nebodaj sme zle určili hranicu tieňa Mesiaca, alebo že je predpoveď nepresná, podobne ako v Poľsku minulý rok. Väčšina pozorovateľov bola totiž nado mnou smerom k mesačnému pólu, a keby úkaz nenastal u mňa, nenastal by ani u nich. Samotný úkaz bol nádherný, možno krajší, ako minuloročný zákryt Aldebarana Mesiacom. Hviezdička sa schovávala a ukazovala skoro v pravidelných intervaloch, bol dostatok času koncentrovať sa, komentovať daný úkaz do diktafónu. Rýchlo sme zbalili techniku, nasadli do áut a uháňali na hvezdáreň, kde sme kompletovali napozorované časy. Aká bola obloha v čase zákrytu presne neviem, ale zdá sa mi, že mohlo byť na tú chvíľu okolo Mesiaca možno aj jasno.

Aby som to zhrnul, celé pozorovanie dopadlo perfektne. Na 11 stanovištiach sme napozorovali do hĺbky mesačného reliéfu zhruba 2,5 km 68 kontaktov, z toho 8 je zaznamenanych na videopáske. Škoda, že ostatným pozorovacím skupinám sa už tak nedarilo. Skupina okolo kolegov z hvezdárne vo Valašskom Meziříčí, odkiaľ bolo 20 pozorovateľov, získala 15 kontaktov, v Poľsku 6 kontaktov, naši kolegovia v okolí Plešivca (pozorovanie organizovala Hvezdáreň v Rimavskej Sobote) museli pozorovanie na mieste kvôli dažďu zrušiť, pozorovacia skupina z Partizánskeho (asi 10 členov) kvôli počasiu ani nevycestovala.

V súčasnosti sú výsledky sú práve spracovávané. Následne ich odošleme do svetovych koordinačných centier a budeme ich prezentovať na nadchádzajúcich odborných domácich a zahraničnych fórach. Mám radosť z toho, že sa nám zase niečo pekné podarilo, aj z toho, že tentokrát to s počasím dopadlo opačne ako obvykle.

Ján Mäsiar

Technické vybavenie amatéra

Tak pre profesionálov, ako aj amatérov-astronómov dodávajú zahraniční špecializovaní výrobcovia širokú paletu ďalekohľadov a doplnkových zariadení, ktoré môžeme vidieť v katalógoch a inzercii výrobcov a dodávateľov ako sú Celestron, Meade, Televue, Bushnell, Konus a iní. Žiaľ, väčšina takýchto dovozových ďalekohľadov je pre amatérsku verejnosť relatívne drahšia a tieto zdroje využívajú skúsenejší, náročnejší amatéri. Začínajúci amatéri sa pokúšajú získať techniku lacnejšie s využitím tuzemských zdrojov, prípadne postaviť si astronomický ďalekohľad viac alebo menej úspešne sami. Problémom u nás je skutočnosť, že na Slovensku vlastne neexistuje vôbec žiadna špecializovaná predajňa astronomickej techniky. Tento problém trápi však nie profesionálov, ale amatérov, keďže začínajúci amatéri z hľadiska pomeru ceny a vhodnosti mnohokrát vôbec nevedia, akú astronomickú techniku potrebujú a kde ju majú hľadať. Nasledovný výber informácií je teda určený práve začínajúcim amatérom a podáva jednoduchý, základný prehľad na uľahčenie riešenia problému výberu a získania pre ich potreby optimálneho typu astro-ďalekohľadu a príslušenstva.

Náročnejší záujemca o detailný popis konštrukcie si môže pozrieť u nás dostupnú odbornú literatúru z oblasti konštrukcie optiky „Stavba amatérskych astronomických ďalekohľadov a fotokomôr" od RNDr. Iva Zajonca (SÚH Hurbanovo 1976) a „Amatérské astronomické dalekohledy" od bratov Erhartovcov (SNTL Praha 1989).

Ďalekohľady

Ako základnú informáciu si uveďme, že pre amatérsku verejnosť najdostupnejšie ďalekohľady sú **refraktory** (šošovkové), ale najmä **reflektory** (zrkadlové ďalekohľady).

Refraktory sú relatívne univerzálne ďalekohľady, kde sa pozoruje priamo cez objektív, tak ako u bežného univerzálneho triédra, ktorý pozná vari každý. Môžu byť jednooké, alebo dvojoké (binár). Amatérski astronómovia si však asi najviac obľúbili najmä reflektor typu Newton pre skutočnosť, že tu sa potrebné optické členy – zrkadlá dajú vyrobiť aj v amatérskych podmienkach – takrečeno „na kolene". Pri type Newton sa pozorovateľ díva kolmo voči osi ďalekohľadu do sekundárneho zrkadielka tesne pri tom konci tubusu, ktorý mieri v smere objektu. Pohľad na tieto dva typy vidíme na priložených obrázkoch. V kategórii reflektorov máme ale aj zložitejšie typy – Cassegrain, prípadne doplnené optickým korekčným členom ako Schmidtov Cassegrain, alebo Maksutov Cassegrain. Keďže však typ Cassegrain má v primárnom zrkadle centrálny otvor, cez ktorý sa pomocou okuláru pozorovateľ v smere objektu díva (ako pri refraktore), tento typ optiky už je nad domácke výrobné možnosti. Existuje samozrejme ešte množstvo ďalších konštrukcií a kombinácií optiky, ale tieto používajú náročnejší amatéri či profesionáli a my na tomto mieste chceme informovať práve začínajúcich amatérov.

	výhody	nevýhody
Refraktor	– menej citlivý na vlnenie vzduchu – optické plochy sú mechanicky odolné – pozorovateľ hľadí v smere objektu – optimálne zorné pole	– relatívne väčšia mechanická dĺžka – šošovky sú výrobne náročné, amatérsky nemožné zhotoviť a s rastúcim priemerom objektívu aj značne drahé
Reflektor	– má len zrkadlá = nízka cena výroby – nemá chromatickú chybu – vysoká efektívnosť zisku svetla – vďaka vysokej svetelnosti je vhodný na fotografovanie objektov	– menšie zorné pole – zrkadlá sú citlivé a málo odolné – veľmi citlivý na vlnenie vzduchu – pozorovateľ sa díva kolmo na objekt, a teda ťažšie sa hľadá objekt

Kde hľadať astrotechniku

Ako profesionálny importér (veľkoobchod) pre všetky druhy optiky a ďalekohľadov je v Bratislave firma Prestilinea, ktorá dodáva produkty od talianskeho výrobcu „Konus". Na Slovensku možno ako osvedčeného dodávateľa vlastnej kvalitnej optiky dostupnej aj pre amatérov uviesť pána Kamenického z Liptovskej Teplej. V rámci akcie M.A.R.S. na Hvezdárni Partizánske si v roku 1998 pod jeho dohľadom a kontrolou mohol obmedzený počet záujemcov sám, v cene každému dostupnej, vybrúsiť svoje vlastné 13 cm zrkadlo pre ďalekohľad typu Newton. Akcia sa bude opakovať pravdepodobne aj v tomto roku. Pán Kamenický dodáva aj produkty firmy Televue. Dôležitým zdrojom nielen informácií, ale aj malých kompletných reflektorov Newton MDN 130 s paralaktickou montážou v dobrej cene je SÚH Hurbanovo. Ďalej je tu tiež firma „Tromf" v B. Bystrici, ktorá dodáva produkty Bushnell. Treba spomenúť aj cenovo výhodného dodávateľa optiky firmu Astromarket Humenné, pána Kudzeja, ktorý dodáva kvalitnú optiku od výrobcu z Odesy.

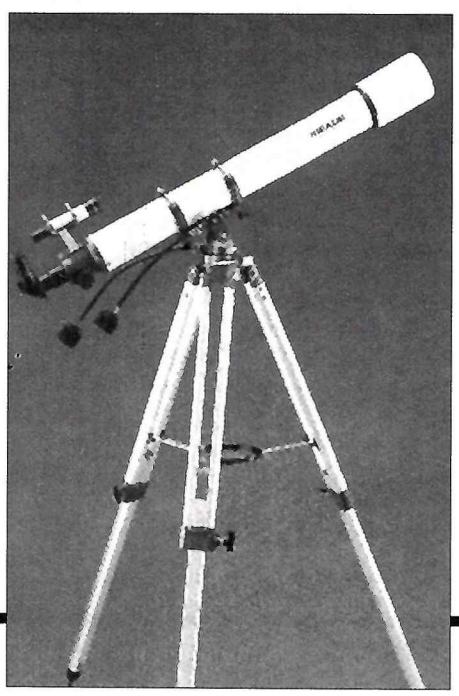
Slušné a výkonné ďalekohľady, vhodné aj pre astronomické účely, robia na Slovensku však aj amatéri. Ako amatér konštruuje najmä refraktory (aj binárne) v Bratislave pán Vojtech Dvonč. Nechceme vynechať ani pomerne dobrú optiku od pána Jávorku z Gabčíkova. Tu však treba sa presne vopred dohodnúť a všetko z ruky do ruky (odmietnuť zálohovanie dodávky). V Čechách je situácia lepšia. Existuje tu viacero výrobcov a dodávateľov tak vlastnej, ako aj dovozovej optiky. Možno tu spomenúť najmä „ATC" Přerov, ďalej napríklad „Vývojové dílny AVČR" v Turnove, „Dalekohledy Matoušek" Praha a pána Drbohlava v Rtyni.

Zvláštnu kapitolu tvoria dodávatelia v susednom Rakúsku a Nemecku. Vo Viedni nájdeme v centre mesta na Schottengasse špecializovanú predajňu astronomickej techniky „Optikhaus Binder", kde môžeme kúpiť od firmy Meade všetko. Centrálneho distribútora produktov Meade pre Európu firmu Astrocom nájdeme v NSR v Mníchove v časti Gräfelfing. Pre úplnosť – kto náhodou má možnosť získať techniku priamo z USA, nájde množstvo adries dodávateľov v periodiku „Sky Telescope".

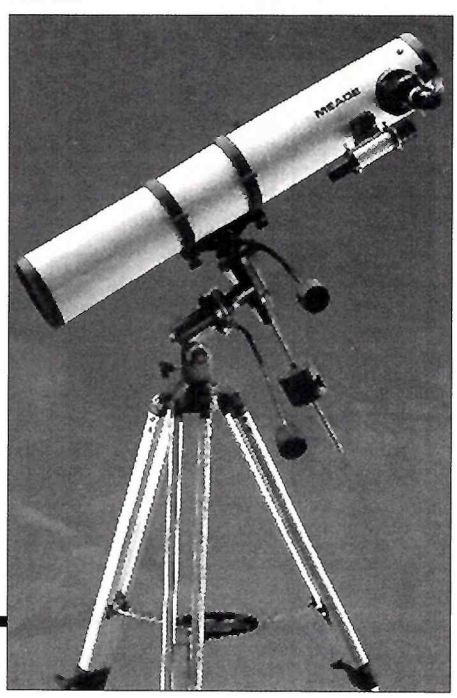
Produkty výrobcu techniky Celestron nájdeme v Nemecku napríklad v Düsseldorfe u firmy Vehrenberg KG.

Keďže teda najvhodnejším astro-ďalekohľadom s veľmi dobrými vlastnosťami je reflektor, ďalej podávame pre amatéra vhodný výber z týchto typov:

Refraktor



Newton



Prehľad najbežnejších a najdostupnejších reflektorov:

Typ	konštrukcia a optika	vlastnosti	cena – poznámka
1. Newton	obsahuje parabolické hlavné a pomocné rovinné zrkadlo	výborné, svetlosť cca 1:5	najdostupnejší, mechanicky dlhší
2. Cassegrain	obsahuje parabolické hlavné aj pomocné zrkadlo	dobré, svetlosť cca 1:15	drahší, zložitejší, mechanicky krátky
3. Schmidt-Casegrain	obsahuje reflektor ako Cassegrain ale je doplnený korekčnou doskou typu Schmidt	veľmi dobré, svetlosť cca 1:15	najdrahší, zložitý, mechanicky krátky tubus uzavretý
4. Maksutov-Casegrain	reflektor ako Cassegrain, ale je doplnený korekčnou doskou typu Maksutov	výborné, svetlosť cca 1:15	najdrahší, zložitý, mechanicky krátky tubus uzavretý
5. Ritchey-Chrétien	reflektor podobný Cassegrainu, ale obsahuje hyperbolické hlavné aj pomocné zrkadlo	dobré, svetlosť cca 1:10	drahší, zložitý,mechanicky krátky, väčší problém získať

V riadku (5) uvedený reflektor nie je u nás bežný, aj keď má vynikajúce vlastnosti. Autor článku vyskúšal s dobrým výsledkom možnosť dodávky kvalitnej a výkonnej optiky Ritchey-Chrétien cez firmu pána Kudzeja „Astromarket" Humenné, pričom pomer medzi parametrami a cenou sa ukázal pomerne výhodný aj pre amatéra. Popis konštrukcie vrátane kompaktnej duralovej paralaktickej montáže s motorovým hodinovým pohonom (z dielne amatéra) prinesieme v ďalších číslach Kozmosu.

V rámci komentáru možno v tabuľke zdôrazniť, že kto chce fotografovať (na film), treba odporúčať práve Newton pre kratšie časy expozície voči Cassegrainu, keďže Cassegrain vďaka horšej svetelnosti značne predĺži čas expozície.

Okrem ďalekohľadu v tubuse treba myslieť aj na vhodný statív s ručným alebo motorickým pohybom (odborne hovoríme o „montáži"). Najjednoduchšou, a teda najlacnejšou a pomerne obľúbenou je tzv. montáž Dobson, kde pozorovateľ ručne otáča ďalekohľad okolo dvoch osí – okolo vertikálnej a horizontálnej. Hýbať skoro súčasne dvoma osami nie je síce optimálne, ale takúto montáž si môže každý amatér spraviť svojpomocne sám. Zložitejšia je montáž paralaktická, kde stačí kompenzovať otáčanie Zeme (ručne, alebo motoricky) iba pohybom jedinej „hodinovej" osi, ale to už je drahší špás.

Ďalej treba rátať ešte s ďalšou výbavou ďalekohľadu. Potrebujeme hľadáčik (pomocný ďalekohľad na vyhľadávanie objektov) a niekoľko okulárov na rôzne zväčšenia. Toto tvorí základnú výbavu pre pozorovanie. Na fotografovanie treba potom ešte ďalšiu technickú výbavu.

Príslušenstvo ďalekohľadov možno získať tak u firmy „Prestilinea" v Bratislave, alebo u pána Kamenického v Liptovskej Teplej, ale aj u firmy „Tromf" pani Piarovej v B. Bystrici. Čo sa týka ako poradenstva, tak aj dodávky ďalekohľadu typu Newton MDN 130 sa každý amatér – astronóm môže s dôverou obrátiť na SÚH Hurbanovo.

Fotografovanie

Na astrofotografiu sa vyžaduje zrkadlový fotoaparát s odnímateľným objektívom, pričom nie je rozhodujúce, či je spojenie s teleobjektívom cez závit M 42, alebo bajonet. Amatér-astronóm však musí pri snímaní deep-sky objektov, ako sú hmloviny a galaxie, počítať s extrémne dlhými expozičnými časmi, rádove desiatky minút, a to pri použití aj veľmi citlivých filmov ASA 400–800. Ako sme už vyššie spomenuli, čas expozície je tým kratší, čím vyššia je svetelnosť ďalekohľadu, a tak je tu najvýhodnejší typ Newton. Na snímanie planét, najmä Mesiaca, bude čas podstatne kratší. Ďalšou vecou, ktorú som ako začiatočník pred pár rokmi ani ja nevedel je, že aj pri použití tzv. hodinového elektrického pohonu treba pri fotografovaní korigovať funkciu pohonu a ručne dolaďovať hodinový pohon (pointovanie). Z toho vyplýva zdĺhavé a namáhavé sledovanie kontrolného objektu v niťovom kríži, pričom sa odporúča použiť na tento účel druhý porovnateľne výkonný ďalekohľad. O metodike a skúsenostiach astrofotografie na film sú dostupné informácie vo viacerých zdrojoch (Astronomické ročenky, časopis Kozmos a iné). Spomenieme preto dosiaľ menej rozšírenú, ale náročnejšiemu amatérovi už relatívne dostupnú techniku – CCD kameru.

Moderná digitálna CCD technika ponúka radikálne skrátenie expozičného času vďaka použitému CCD čipu, ktorý je extrémne citlivý. CCD kamery sú, žiaľ, ešte pomerne drahé (dvadsať, tridsať tisíc Sk a viac) a nemajú ešte také jemné rozlíšenie detailov ako klasický film. Ak však náročnejší amatér chce svoj záber nielen behom pár minút spraviť, ale aj vidieť na obrazovke svojho počítača, je tu riešenie cez CCD kameru. V obmedzenom rozsahu (na planéty) sa dajú v aplikácii optiky astro-ďalekohľadu použiť aj lacnejšie štandardné digitálne fotoaparáty z bežnej obchodnej siete. Tu však treba použiť špeciálny okulár, ktorý vynáša ohnisko von z okuláru tak, aby obraz dosiahol až ku CCD čipu, ktorý býva stabilne uložený hlbšie v puzdre aparátu a objektív bežného CCD fotoaparátu nie je odnímateľný. Bez takéhoto špeciálneho okuláru CCD fotoaparát zobrazí iba časť toho zorného poľa, ktoré pozorovateľ videl v ďalekohľade priamo okom.

Na väčšie planéty možno ešte použiť aj štandardnú CCD videokameru, pričom aj tu treba opäť použiť vyššie spomenutý zvláštny okulár, aby sme získali (takmer) plné zorné pole. Pri aplikácii funkcie zoom možno potom cez optiku ďalekohľadu získať veľmi podrobné detaily (napríklad) Mesiaca. Následne možno potom tieto zábery pomocou tzv. video-grabbera digitálne transformovať do formátov BMP, JPG a pod. Jemnosť detailov potom závisí od veľkosti použitého CCD čipu a počtu „pixelov". (Tieto možnosti sme popisovali v Kozmose 3/1998). Na internete je popisovaná tiež úprava CCD kamery (pôvodne určenej na PC-video-konferencie) na astro-kameru pre snímanie planét. Náročnejší amatér však môže uvažovať aj o zakúpení astronomickej CCD kamery, vybavenej chladením a počítačom riadenej expozície. Najlacnejšou CCD kamerou na európskom trhu je Meade Pictor 208 XT.

V ďalšom čísle prinesieme recenziu pre amatéra najdostupnejších CCD kamier Meade Pictor 208 XT (USA) a britskej kamery Starlight Xpress MX5.

Závodský

Objav riedkej atmosféry na Callisto

Sonda Galileo objavila na Callisto riedku atmosféru. Tvorí ju dioxid uhlíka. Potvrdila i výskyt tohto plynu (podľa všetkého v pevnom skupenstve) aj na povrchu tohto mesiaca. Tento objav znamená, že všetky veľké Jupiterove mesiace majú nejakú formu atmosféry.

– Atmosféra Callisto je taká riedka, že čiastočky dioxidu uhlíka sa v nej pohybujú bez vzájomných kolízií, – vraví dr. Robert Carlson z Jet Propulsion Laboratory, hlavný výskumník tímu vyhodnocujúceho údaje z blízko-infračerveného spektrometra na palube sondy. – Takúto riedku atmosféru nazývame exosféra.

Spektrometer po prvýkrát detegoval dioxid uhlíka ešte počas 10. obletu Callisto, v septembri 1997. Vedci dlho nevedeli, čo produkuje tento atmosférický plyn. Po vyhodnotení údajov mapujúcich zloženie povrchu zistili, že zdrojom atmosférického plynu je povrch.

– V takáto riedka atmosféra je vystavená ultrafialovému žiareniu Slnka, ktoré rozkladá molekuly na ióny a elektróny, ktoré unikajú z príťažlivosti mesiaca a v okolitom priestore ich pohyb riadi magnetické pole Jupitera, – vysvetľuje Carlson. – Náš objav je zároveň dôkazom toho, že rýchle sa rozkladajúca atmosféra sa priebežne obnovuje prísunom dioxidu uhlíka zo zatiaľ neznámeho zdroja na mesiaci. Jednou z možností je unikanie tohto plynu z vnúta Callisto, z analýzy povrchových snímok, poznamenaných značnou eróziou však vyplýva, že zdroj leží na povrchu. Prvé analýzy údajov zo sondy Galileo naznačovali, že mesiace Europa a Io majú riedku kyslíkovú atmosféru, zatiaľ čo vulkanický Io má o niečo hustejšiu atmosféru dioxidu síry.

– Sme zvedaví, či v atmosfére Io neobjavíme aj iné plyny, – vraví Carlson. Vedci sa to dozvedia počas dvoch zo štyroch najbližších obletov Jupitera, v máji a v júni tohto roka; počas priblíženi v auguste a septembri bude sonda na Callisto sledovať iné ciele.

Tieto blízke stretnutia sa uskutočnia ešte pred dvomi blízkymi priblíženiami sa k mesiacu Io, ktoré sa uskutočnia v rámci nastaveného programu pomenovaného Galileo Europa Mission. Sonda sa počas tohto predĺženého programu priblížila k mesiacu Europa osemkrát.

Galileo Press Releas

Súhvezdia jarnej oblohy

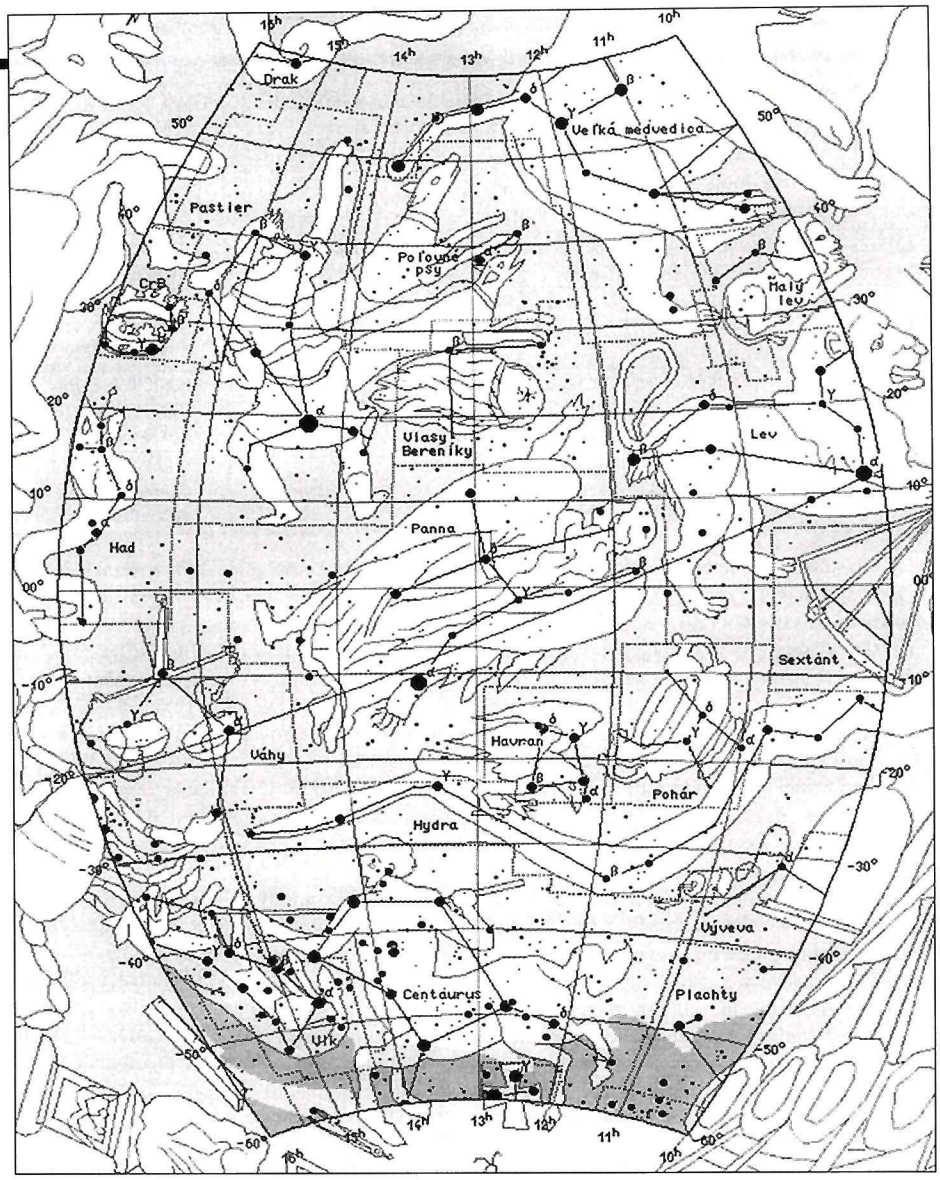
Medzi jarné súhvezdia zaraďujeme súhvezdia viditeľné nad južným obzorom začiatkom astronomickej jari okolo polnoci. Do skupiny jarných súhvezdí nezaraďujeme cirkumpolárne súhvezdia a súhvezdia, ktoré u nás nevychádzajú. Vzhľadom na zemepisnú šírku nášho územia takéto podmienky spĺňa oblasť oblohy v rozmedzí deklinácií asi od +50 do –40 stupňov. Za jarné súhvezdia obyčajne považujeme súhvezdia v oblasti oblohy s rektascenziou od 10 do 16 hodín.

Jarná obloha nie je veľmi bohatá na hviezdy, pretože ňou neprechádza Mliečna cesta. Ekliptika v tejto časti oblohy klesá pod svetový rovník. Slnko oblasťou jarných súhvezdí prechádza na jeseň. Súhvezdia rozprestierajúce sa okolo ekliptiky nazývame zvieratníkové alebo zodiakálne. V egyptskej kultúre boli tieto súhvezdia symbolmi období roka podľa praktických potrieb v tejto zemepisnej oblasti. Na jarnej oblohe nájdeme tri z nich, a to Lev, Panna a Váhy.

Lev (Leo, Leo) je dosť výrazné súhvezdie, ktorého obrazec, ako jeden z mála, dobre zodpovedá svojmu názvu. Mýty starých Grékov spojili súhvezdie Leva s obávaným nemejským levom a s jedným z dvanástich hrdinských činov Herkula. **Panna** (Virgo,Vir) leží východne od súhvezdia Lev. V tomto súhvezdí pretína ekliptika svetový rovník v bode, ktorý nazývame jesenný. Slnko sa sem dostáva v čase jesennej rovnodennosti. Podľa gréckej mytológie súhvezdie Panny predstavuje bohyňu blahorodia Demetru, ktorá naučila ľudí obrábať pôdu. Demetra mala krásnu dcéru Persefonu. Veselá Persefona sa celé dni zabávala s nymfami na lúkach v Nysejskej doline. Nevedela, že ju jej otec, všemohúci vládca Zeus, sľúbil za ženu svojmu bratovi Hádovi – vládcovi podzemia. S ním mala navždy žiť v podzemnom kráľovstve. Aby Hádes mohol zlákať Persefonu poprosil o pomoc bohyňu Geu. Bohyňa Gea nechala vyrásť zo zeme neobyčajný kvietok. Keď ho Persefona chcela odtrhnúť, z útrob zeme sa zjavil Hádes, schmatol Persefonu a zmizol v nepriehľadnom mraku. Demetra sa len neskôr od boha Helsa dozvedela, že jej dcéru uniesol Hádes. Zo stromov opadalo lístie, vyschli kvety, ľudia hladovali. Nič nezaujímalo bohyňu Demetru, pohrúženú do svojho žiaľu. Zeus usúdil, že zármutok jeho sestry Demetry môže zahubiť všetok ľud, a preto poslal za ňou Iridu. Demetra mu po nej odkázala: „Pokiaľ Hádes nevráti moju dcéru, ja sa tiež nevrátim." Zeus nemohol celkom zrušiť sľub daný Hádovi, a tak rozhodol, že tretinu roka bude Persefona s matkou a zvyšok s Hádom. Demetra spokojná, že je so svojou dcérou, vrátila zemi úrodnosť. No keď prichádza čas návratu Persefony do kráľovstva Háda, Demetra sa opäť pohrúži do žiaľu. Ožltnú listy na stromoch, vyschnú kvety, prestávajú spievať vtáky. Keď sa dcéra vracia späť na zem, všetko sa preberá k životu. Vtedy sa na nebi zjaví súhvezdie Panny a ľudia v ňom vidia bohyňu Demetru, šťastnú, že je Persefona pri nej.

Váhy (Libra, Lib) je malé súhvezdie pozostávajúce len z niekoľkých jasnejších hviezd. Starogrécka mytológia spojila súhvezdie Váh s váhami bohyne Diké, dcéry Dia a Femidy. Bohyňa Diké zvažovala na svojich váhach priestupky ľudí, aby na svete vládla spravodlivosť. Zeus postavil váhy svojej dcéry na oblohu, aby pripomínali ľuďom spravodlivosť a dodržiavanie zákonov.

Nad Levom leží nevýrazné súhvezdie **Malý lev** (Leo Minor, LMi). Toto súhvezdie nemá vzťah k starovekej mytológii. Okolo roku 1690 ho zaviedol na oblohu Jan Hevelius. Nad Malým levom nájdeme Veľkú medvedicu, ktorá sa v tomto ročnom období dostáva do zenitu. O tomto súhvezdí sme hovorili v časti o cirkumpolárnych súhvezdiach. Na východ od jej chvosta (oja Veľkého voza) nájdeme súhvezdie **Pastier** (Bootes, Boo). Súhvezdie predstavuje Triptolema, ktorého bohyňa úrody Demetra naučila obrábať pôdu, siať a žať dozretú pšenicu. Aby splnil Triptolemos Demetrinu vôľu, zasvätil ľudí do poľnohospodárstva. Za tento skutok ho bohovia premenili na súhvezdie a darovali mu najlepšie voly – jasné hviezdy zo súhvezdia Veľkej medvedice. S nástupom jari sa Pastier objavuje na oblohe, aby vyzýval ľudí k prácam na poli. Podľa ďalšej legendy súhvezdie zobrazuje Arkása, ktorý stráži svoju matku, krásnu nymfu Kallisto, premenenú na medvedicu. Psy, ktoré mu pomáhali, zostali na oblohe v podobe súhvezdia **Poľovné psy** (Canes Venatici, CVn).



Medzi Poľovnými psami a Pannou nájdeme súhvezdie tvorené väčším počtom slabších hviezd dobre viditeľných malým ďalekohľadom. Sú to **Vlasy Bereniky** (Coma Berenices, Com). Báj hovorí o veľkej láske Bereniky a Ptolemaia. Aby sa jej milý čo najskôr vrátil z víťaznej vojny, obetovala Berenika bohyni Afrodite svoje krásne vlasy. Keď Ptolemaios uvidel, že Berenika nemá svoje krásne vlasy, zachvátil ho hlboký smútok. No bohyňa lásky Afrodita preniesla jej vlasy na oblohu, aby sa ľudia mohli nadchýnať ich krásou.

Západne od súhvezdia Pastier je na oblohe dosť nápadný poloblúk jasnejších hviezd. Je ním súhvezdie **Severná koruna** (Corona Borealis, CrB). Toto súhvezdie podľa báje predstavuje venček Ariadny, ktorý na oblohu vyhodil boh vína a veselia Dionýsios, aby pripomínal jej žiaľ za snúbencom Teseom. Skupinka hviezd pod Severnou korunou predstavuje hlavu hada. Toto súhvezdie súvisí so súhvezdím Hadonos, o ktorom si viac povieme v časti o letných súhvezdiach.

Nízko nad obzorom za jasnej noci uvidíme kľukatý pás jasnejších hviezd. Je to časť najrozsiahlejšieho súhvezdia oblohy – **Hydra** (Hydrus, Hya). Medzi súhvezdím Panna a Hydra pozorujeme dve malé súhvezdia. Súhvezdie **Havran** (Corvus, Cor) a **Pohár** (Crater, Crt). Súhvezdia Hydra, Havran a Pohár sú spojené do bájky o bohovi Apolónovi. Apolón postavil veľký pomník, aby všetci ľudia prinášali obete Diovi. Zabudol však, že pre obetníkov pri oltári niet vody ani žiadneho prameňa. Zavolal svojho bielostrieborného havrana, podal mu zlatú času a prikázal mu, aby priniesol vodu z blízkej hory. Havran však cestou uvidel palmu s ďatlami a chcel sa najesť. Ďatle boli ešte zelené a trpké, preto sa havran rozhodol počkať kým nedozrejú. Po vodu už nestihol letieť a uchýlil sa k Ísti. Zobral hydru do pazúrov a Apolónovi povedal, že vodu nemohol doniesť, lebo prameň ochraňovala hydra. Apolón vedel, že havran nesplnil úlohu a ešte ho aj oklamal. Preklial havrana, jeho striebristé perie sa stalo čierne a aby sa na to nikdy nezabudlo, premenil Havrana, Hydru a Pohár na súhvezdia. K jarnej oblohe patria ešte dva nevýrazné súhvezdia a to **Sextant** (Sextant, Sex) a **Vývева** (Antlia, Ant). Sextant zaviedol na oblohu Ján Hevelius v 17. stor., ktorý tento prístroj používal pri svojich hviezdnych meraniach. Súhvezdie Vývева zaviedol Nicolas Louis de la Caille ako symbol rozvíjajúceho sa technického pokroku v polovici 18. storočia. Počas jarných nocí sú u nás krátko viditeľné aj časti súhvezdí Vlk a Centaurus, no o nich si povieme neskôr.

Dominantným zoskupením hviezd na jarnej oblohe je tzv. jarný trojuholník, ktorý tvoria hviezdy Arktur, Spica a Regulus.

Peter Zimnikoval

Tri publikácie o zatmení

Zatmenie Slnka na konci tisícročia

ZSIGMOND BÖDÖK, NAP Kiadó Dunajská Streda 1999, 55 strán
(Objednávky: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo; 70 Sk)

Preklad Ľ. Navrátila z maďarského originálu je rozdelený do štyroch kapitol (Všeobecne o zatmeniach, Zatmenia Slnka a Mesiaca, Úplné zatmenie Slnka, Úplné zatmenie Slnka 11. augusta 1999). Kniha je určená širokej verejnosti, má svoje klady i nedostatky a prospela by jej jazyková korektúra.

Autor pri tvorbe tabuľkových častí čerpal pravdepodobne z maďarskej literatúry, pretože úkazy sú uvádzané pre polohu hlavného mesta našich južných susedov. Trošku rozpačito pôsobí časť o zatmeniach Slnka v histórii. Uvádzané tvrdenie o oprávnenosti osláv milénia je sporné, pretože 8. augusta 891 bolo v Konstantinopole pozorované len zatmenie čiastočné. V 9. storočí však bolo z územia dnešného Maďarska pozorované iné úplné zatmenie Slnka (18.8.863). Podobných nezrovnalostí je v uvedenej časti viac. Na konjunkciu Merkúra so Saturnom 15. 9. 2037 sa netešte. Publikovaný obrázok je síce v poriadku, no k úkazu dochádza pod obzorom a po ich východe už budú od seba ďaleko. Pomerne podrobne je popísaný priebeh zatmenia 11. augusta. Pre začiatočníkov a menej skúsených pozorovateľov však v knihe chýba viac informácií, čo všetko, a najmä ako môžu pozorovať či fotografovať.

Kniha má farebnú obrazovú prílohu z archívu autora, internetu i z jeho vlastnej produkcie. Je dobrým pomocníkom pre tých, ktorí sa chcú stretnúť 11. augusta v mesačnom tieni.

Zatmění Slunce 11. srpna 1999 – průvodce pro nejširší veřejnost

ANTONÍN DĚDOCH, KAREL HALÍŘ, MARIE VĚTROVCOVÁ, Česká astronomická společnost Praha 1998, 36 strán
(Objednávky: Hvězdárna Rokycany, Voldušská 721, 337 01 Rokycany; 25 Kč, pri odbere 100 a viac kusov 20 Kč)

Táto skromná knižôčka *s príhovorom* J. Grygara je skutočne cennou pomôckou pre všetkých, ktorí sa chystajú vycestovať za zatmením. Dostatočne podrobne popisuje všetko, čo potrebujeme vedieť a čo potrebujeme mať na to, aby sme pri zatmení neboli len pasívnymi divákmi.

Po krátkom vysvetlení vzniku zatmenia je už všetko ďalšie venované len tomu, čo potrebujeme vedieť. Ako a čím pozorovať, ako fotografovať, či natočiť zatmenie bežnou videokamerou, čo sa deje pri zatmení na Zemi i oblohe, aký vedecký význam zatmenie má. Dozvieme sa, ako reagujú živočíchy, i to, čo si máme všímať, aby náš zážitok bol dokonalý. Je to pochopiteľné, pretože ďalšie úplné zatmenie v strednej Európe budú môcť pozorovať len naši potomkovia 7. októbra 2135.

V knihe je návrh experimentov, ktoré chystá západočeská pobočka ČAS, čo môže byť inšpiráciou pre tých, ktorí ešte svoj program len pripravujú. V závere je návod na zhotovenie jednoduchých okuliarov vhodných na pozorovanie čiastočnej fázy zatmenia, minislovníček, odporúčaná a použitá literatúra.

Kniha robí česť nielen jej autorom, ale aj lektorom (Dr. Marková, Dr. Rušin) a ak ju ešte nemáte, určite si ju čo najskôr obstarajte.

Jeden den pro Slunce – Průvodce úplným zatměním Slunce 11.srpna 1999

JIŘÍ DUŠEK, HaP MK Brno 1999, 20 strán
(Objednávky: Hvězdárna a planetárium MK, Kraví hora, Brno; 15 Kč)

Brožúrka je napísaná veľmi živo (tak ako sme u autora zvyknutí) a poskytuje netradičný pohľad na posledné úplné zatmenie druhého milénia. Hneď v úvode zaujme „príbeh" vzniku Mesiaca, neskôr priebeh zatmenia s upozornením na zaujímavosti jednotlivých miest, odporúčanie pozorovania mimo centrálneho pásu i vysvetlenie, prečo za miliardu rokov už úplné zatmenia Slnka nebudú.

Dostatok informácií je aj o tom, na čo všetko nemáme zabudnúť, aby sme výsledkom nášho snaženia neboli sklamaní. Je prekvapujúce, že autor, ktorý úplné zatmenie nikdy nevidel (a aj 11. 8. bude v brnenskej hvezdárni!) dokázal v skratke a takým pútavým spôsobom opísať tento nádherný prírodný úkaz. Brožúrku určite prečítate na „dúšok" a neskôr sa k jednotlivým častiam budete zase vracať.

Toto zatmenie bude určite pozorovať najväčší počet ľudí v histórii. Ak sa za týmto úchvatným úkazom chystáte aj vy, určite si pozorne jednotlivé publikácie prečítajte aby ste vedeli ako „na to", čo si všímať, pretože ak čosi teraz prepasiete, za najbližšou šancou sa budete musieť vydať o dva roky do rovníkovej Afriky...

Záverom námet na netradičné zistenie priebehu pásu zatmenia v Európe: *„Stačí den po úkazu pořídit družicový snímek Evropy. Na něm se jasně zobrazí vyšlapaný pás, protínající celý kontinent, v němž vegetace bude zničena dychtivými pozorovateli, kteří se sjeli sledovat své zatmění Slunce."* (Dědoch, Halíř, Větrovcová)

(PR)

Seminár o premenných hviezdach ZIRO '99

Už po šiesty raz sa stretli pozorovatelia premenných hviezd, pracovníci hvezdární a Astronomického ústavu SAV na celoštátnom odbornom seminári o premenných hviezdach s názvom **ZIRO '99**, ktorý sa tradične koná na Hvezdárni v Roztokoch. Tento rok sa stretlo takmer 40 účastníkov v dňoch 16. a 17. 4., aby si vypočulo 14 príspevkov prednášateľov z rôznych oblastí výskumu a pozorovaní premenných hviezd, ale okrajovo aj z iných oblastí astronómie. Organizátormi seminára boli: Vihorlatská hvezdáreň v Humennom, Hvezdáreň v Michalovciach, SÚH Hurbanovo a Hvezdáreň Roztoky za pomoci Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Tento rok bolo nutné kvôli veľmi zlej finančnej situácii skrátiť seminár z tradičných troch dní na dva dni, ale podľa mojej mienky, a dúfam, že aj iných účastníkov, to nič neubralo na dobrej úrovni a užitočnosti tohto stretnutia. Tentoraz bolo „ZIRO" naozaj medzinárodným seminárom, lebo okrem slovenských účastníkov prišli štyria z ČR, (Brno a Hradec Králové), jeden z Ukrajiny (Odessa) a dvaja z Poľska (Zywiec).

Po krátkom úvode sa začal odborný program. Prvá prednáška Z. Komáreka (Hvezdáreň v Michalovciach) bola o zábleskových zdrojoch žiarenia gama, ktoré sú stále ešte jednou zo „záhad" súčasnej astrofyziky. M. Biľanský informoval o brnenskom projekte na pozorovanie fyzikálnych premenných hviezd s názvom Medúza, ktorý sa začal realizovať aj na Slovensku. J. Šilhán (Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno, ČR) ukázal prítomným mapky oblastí, kde sa dali pozorovať všetky prstencové a úplné zatmenia Slnka na územiach dnešných SR a ČR od 9. storočia n.l. (Veľkomoravská ríša) až po tie, ktoré sa budú dať vidieť do r. 2100. Po krátkej prestávke M. Zejda z tej istej hvezdárne rozprával o pozorovaní premenných hviezd pomocou CCD kamery ST7 na 40 cm reflektore brnenskej hvezdárne, o ich spracovaní, výsledkoch a publikácii. Potom I. Kudzej (Vihorlatská hvezdáreň v Humennom) informoval o minuloročnej expedícii na pozorovaní premenných hviezd na Kolonickom sedle „Variable '98". V. Kollár (AsÚ SAV, Tatry) prednášal o možnom automatizovaní fotometrických pozorovaní s fotoelektrickým fotometrom na ďalekohľade s krokovými motorčekmi, ktorý je nastavovaný pomocou počítača a prakticky predviedol takéto zariadenie. A. Rjabov (Odessa, Ukrajina) prednášal o stabilizácii pohonu ďalekohľadu so synchrónnym motorom. Po večeri pokračoval program dvoma prezentáciami.

Poľská firma „Universal" (bratia Jackovci) zo Zywieca prezentovala svoju ponuku astronomických prístrojov a prakticky predviedla jeden zo svojich ďalekohľadov – Newton 200/1000 mm s montážou s laserovým nastavovaním. Piatkový program uzavrel P. Marek (Hradec Králové, ČR), ktorý v ČR a SR zastupuje americkú firmu „Orion Telescopes and Binoculars". Predviedol výrobky zmienenej firmy vhodných pre amatérsku astronómiu.

Samozrejme dlho pokračovali aj konzultácie a výmena skúseností medzi účastníkmi, či už do neskorej noci, alebo cez každú prestávku. V sobotu ráno začal program prednáškou Š. Parimuchu (AsÚ SAV, Tatry) prehľadovou prednáškou o najnovších poznatkoch v oblasti výskumu symbiotických hviezd. Potom L. Hric (AsÚ SAV) hovoril o probléme rezonancií v dvojhviezdach a uviedol príklad – AG Dra. Z tej istej inštitúcie boli aj ďalší dvaja prednášatelia : R. Gális rozprával o takmer kontaktných dvojhviezdach a R. Komžík o štúdiu zmien periódy vo dvojhviezde TX Uma. Posledným prednášajúcim bol I. Kudzej (Vihorlatská hvezdáreň v Humennom), ktorý hovoril o jednej z foriem cirkumstelárnej hmoty a jej vplyve na svetelné krivky zákrytových premenných hviezd.

V záverečnom zhodnotení seminára sme konštatovali, že napriek veľmi zlej finančnej situácii sa tu stretol rekordný počet účastníkov zo 4 krajín a že úroveň seminára bola opäť vysoká. Naša srdečná vďaka patrí domácim pracovníkom Hvezdárne Roztoky, ktorý sa o nás všetkých príkladne postarali a umožnili konanie seminára vo svojich priestoroch.

RNDr. Zdeněk Komárek,
Hvezdáreň v Michalovciach

Prihláška na ZMAS

Oznamujeme všetkým mladým záujemcom o astronómiu, že 31. Zraz mladých astronómov Slovenska sa uskutoční v dňoch 11.–17. júla 1999 v Modrovej pri Piešťanoch, v prostredí hotela Dumas. Výška účastníckeho poplatku je stanovená na 850,– Sk. Prihlásiť sa možno na adrese: SÚH, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo, alebo telefonicky na čísle 0818/760 2484, prípadne e-mailom: suhmet@kemar.sk .

Seminář o meziplanetární hmotě

Ve dnech 30. 4. 1999 až 2. 5. 1999 se na hvězdárně ve Veselí nad Moravou uskutečnil seminář o meziplanetární hmoty. Seminář pořádala Okresní lidová hvězdárna ve Veselí nad Moravou společně se Společností pro meziplanetární hmotu a Společností hvězdárny Veselí nad Moravou. Cílem semináře byla především výměna vzájemných zkušeností pro pozorovatelskou praxi a získání nezbytných nových vědomostí a informací. Již podle širokého okruhu jak posluchačů (celkem 29 účastníků), tak přednášejících z České i Slovenské republiky lze usuzovat, že o tuto oblast amatérské astronomie je stále velký zájem. Proto bych chtěl poděkovat touto cestou alespoň těm přednášejícím, kteří tvořily jádro celého semináře: Leoš Ondra (Brno) s příspěvkem Z mého astronomického deníčku – historie pozorování soustavy Alcor a Mizar. Lenka Šarounová (AsÚ Ondřejov): Fotometrie planetek. Jana Tichá (Observatoř Kleť): Projekt „KLENOT" a objevy a pozorování planetek na Kleti. Pavol Rapavý (Rimavská Sobota): Leonidy v Mongolsku. Peter Zimnikoval (Banská Bystrica): Výsledky CME 1986 a astronomický SW. Vladimír Znoiil (Brno): Meteorické roje Bootid, Drakonid a Leonid v roce 1998. Ivo Míček (Veselí nad Moravou): Orbitální stanice ISS, její ochrana před mikrometeoroidy a kosmickým smetím vůbec. Výbor Společnosti pro meziplanetární hmotu tohoto semináře rovněž využil ke svému pracovnímu jednání. **Lubomír Kazík**

Predám lacno: Objektív na astrokomoru Sonnar 2.8/180 mm, závit (Zenit, Praktika). Rôzne binary 60–100mm, záujemcom zašlem špecifikáciu. RNDr.Dušan Brozman, Ďurčanského 4, 949 01 Nitra, tel.087/367 95 (večer), e-mail: brozman@uniag.sk

Predám astronomický ďalekohľad AD 800 so stolným statívom, okulármi H-10 a H-20 (zväčšenie 80 a 40 x) a mikroskopickým okulárom (perfektne sedí, široké zorné pole, zväčšenie 32 x). K príslušenstvu patrí aj projekčný hranol na pozorovanie Slnka. Iba komplet! Cena dohodou. Ladislav Mihok, M. Nešpora 29, 080 01 Prešov, telefón: 091 711 550, E-mail: laco@r-net.sk

Ponúkam zrkadlové systémy Newton, Cassegrain, Maksut, Schmidt a iné kombinácie v priemere od 100 do 500 mm a viac, achromatické objektívy pre refraktory v priemere od 50 do 250 mm. Ďalej ponúkam malé Dobsony pre začiatočníkov alebo záujmové krúžky priemeru 100/650 mm v cene od 3800,– Sk. Predredám hotové ďalekohľady Newton 250/1500 mm za 18 000,– Sk, dohoda možná a refraktor 100/1500 mm cena 15 000,– Sk. Iformácie na adrese: Martin Kavecký, Kamenná poruba 31, 013 14, tel. 0823//461 400.

Predám veľmi kvalitné (odskúšané) parabolické zrkadlo 203/900 na systém Newton. Vhodné najmä na fotografovanie. K zrkadlu priložím komplet výkresovú dokumentáciu na stavbu ďalekohľadu Newton 203/900. Marián Mičúch, 018 26 Plevník 23.

Predám paralaktickú montáž nemeckého typu so stojanom na astronomický ďalekohľad. Informácie: Pavol Šidlo, Dubie II.24, 024 01 Kysucké Nové Mesto, tel. 0903 524 720.

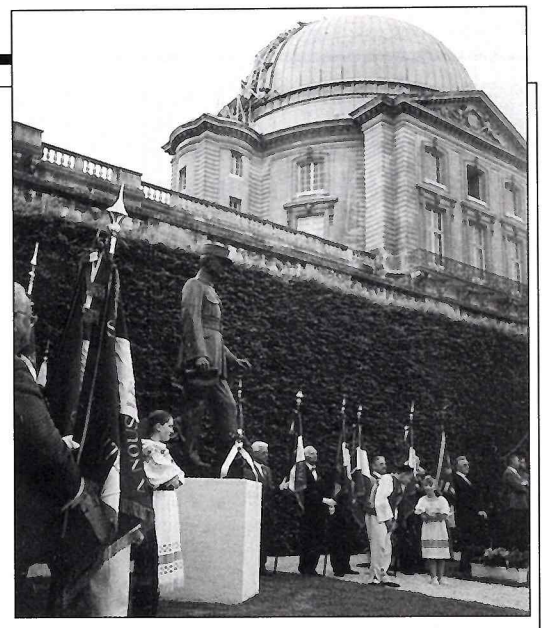
Predám ďalekohľad typu Newton 120/640 mm. Výrobca optiky – Milan Kamenický, príslušenstvo: hľadáčik – Norconia, okulár – Tele-Vue PLÖSSL 10,5 mm, montáž – vidlicová azimutálna, statív – masívna trojnožka (drevená). Cena: 6 000,– Sk, dohoda možná. Adresa: Radovan Žuffa, A. Bernoláka 31, 034 01 Ružomberok, tel. 0848/32 33 44.

Za objektív z Monaru 10×80 (80/440 mm) dám dva achromatické objektívy 50/180 mm a dva achromatické objektívy 35/200 mm. Ing. Michal Olexa, P. Horova 13, 080 01 Prešov.

Predám 2 ks okulárov Huygens f 50 mm, cena 350,– Sk, 3 ks ortoskopických okulárov f 15,6 mm, cena 450,– Sk a 3 ks ortoskopických okulárov f 21,8 mm cena 400,– Sk. Lieskovský Tibor, Lúky 1113/66, 952 01 Vráble, tel. 087/ /783 16 81.

Kúpim ďalekohľad Somet binar 25×100. Ivan Hlaváč, Priechod 73, 976 11 okr. Banská Bystrica, tel. (práca) 088/413 00 06.

Predám astronomický super teleskop Ritchey-Chrétien ∅ 865/2700 v optickom, sklom uzavretom tubuse dĺžky 73 cm, na duralovej paralaktickej montáži s elektr. hodinovým pohonom (bronz. slimák). Duralový výťah so sklápacím Flip-mirror zrkadielkom pre pohotovú fotografiu. Hľadáčik 8×50. Celková váha 30 kg. (9500,–), tel. 07/434 22 320.



Vydarenú kópiu sochy M. R. Štefánika, ktorá je v Brezne na námestí pred mestským múzeom (autorom sochy bol v roku 1928 Pospíšil), vytvorila v priebehu troch mesiacov štvorica umelcov – M. Zátura, E. Belica, E. Kovarovič a Ľ. Biznar.

Kópia sochy M. R. Štefánika v Meudone pri Paríži

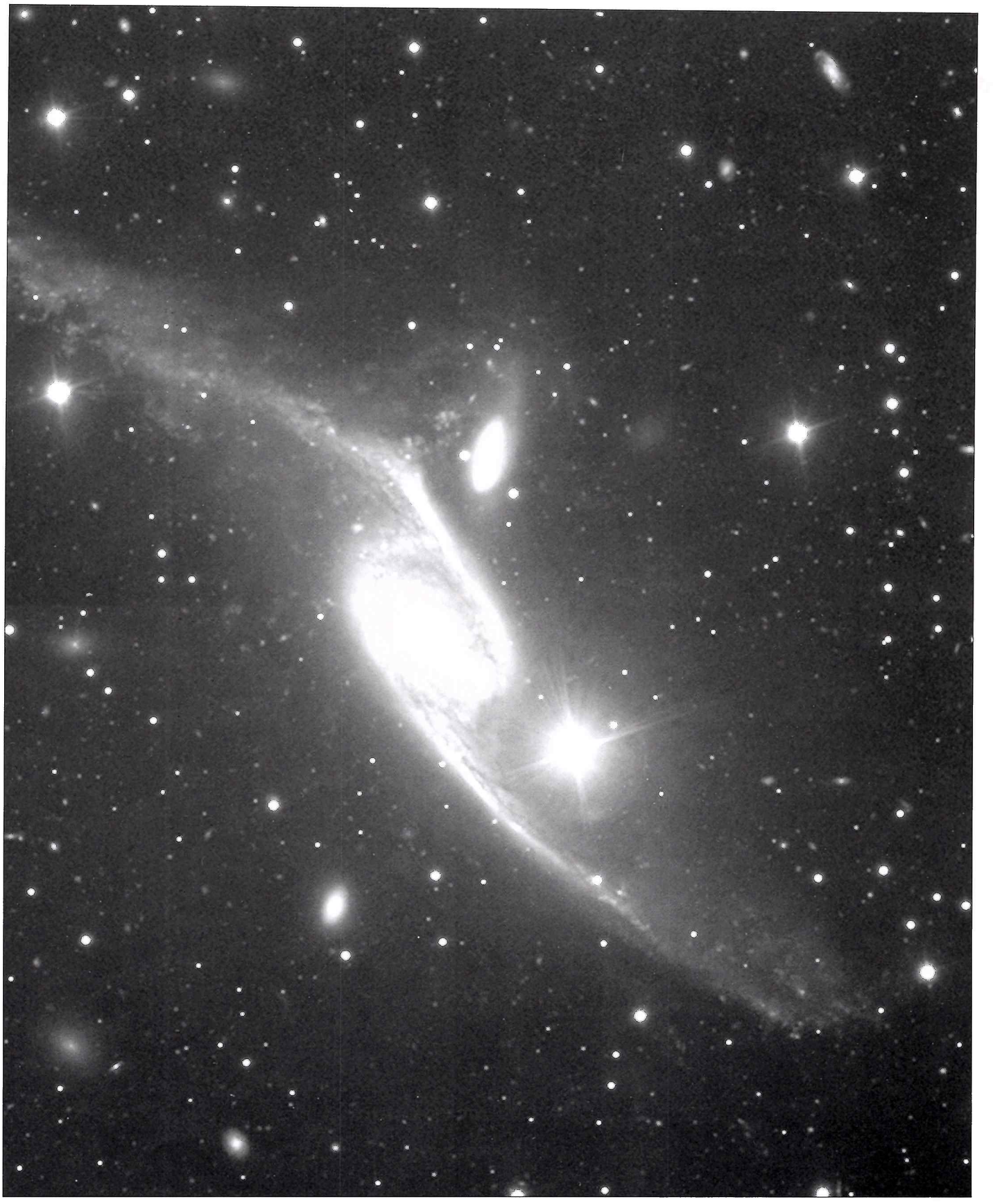
Štvrtého mája toho roku sme si pripomenuli 80. výročie tragickej smrti jedného z najväčších a najvýznamnejších Slovákov v našich dejinách – Milana Rastislava Štefánika (1880–1919). Bola to príležitosť na to, aby sme sa v našom uponáhľanom svete trochu pristavili, zamysleli sa a priblížili si jeho život a dielo.

Pri príležitosti uvedeného okrúhleho výročia M. R. Štefánika sa určite konalo množstvo spomienkových akcií, v rámci ktorých mu organizátori i účastníci vyjadrovali svoj obdiv a úctu. Možno jedno z najkrajších a najvážnejších podujatí, ktoré z mestských a medzimestských rozmerov prerástlo do medzivládnych a medzištátnych dimenzií, pripravili funkcionári a občania mesta Brezna. Na základe dobrých dlhoročných družobných vzťahov s francúzskym mestom Meudon pri Paríži, kde práve M. R. Štefánik niekoľko rokov pracoval, sa rozhodli darovať obyvateľom partnerského mesta originálny dar v podobe kópie sochy M. R. Štefánika, ktorá stojí v strede Brezna na námestí pred mestským múzeom (autorom sochy bol v roku 1928 majster Pospíšil). Vernú a veľmi vydarenú kópiu, na nerozoznanie od originálu, vytvorila v priebehu troch mesiacov štvorica umelcov – M. Zátura, E. Belica, E. Kovarovič a Ľ. Biznar.

Jej odhalenie sa uskutočnilo s patričnou slávou a vojenskými poctami v areáli meudonského observatória dňa 4. mája 1999. Na podujatí sa zúčastnili minister obrany Francúzskej republiky A. Richard, predseda vlády Slovenskej republiky M. Dzurinda a niektorí ďalší členovia vlády, vysokí vojenskí predstavitelia armád Francúzskej a Slovenskej republiky, veľvyslanec Francúzskej republiky na Slovensku A. Turot, veľvyslanec Slovenskej republiky vo Francúzsku V. Valach, primátor mesta Brezna V. Faško, delegácia občanov mesta Brezna a množstvo ďalších pozvaných hostí. Týmto činom sa Brezňania postarali o to, že M. R. Štefánik sa symbolicky vrátil po vyše deväťdesiatich rokoch na miesto, kde na začiatku tohto storočia pôsobil.

Meudonské observatórium sa takto stalo po Námestí M. R. Štefánika v Paríži ďalším miestom, ktoré pripomína vo svete slávu nášho vynikajúceho rodáka, vedca, vojaka a politika Milana Rastislava Štefánika, čím zviditeľňuje i naše malé Slovensko. **Text a foto: Mgr. Peter Poliak,** Nitra

Obrovské interagujúce galaxie NGC 6872/IC 4970



Na snímke vidíte podivuhodnú špirálu galaxie NGC 6872, ktorej tvar pripomína znak pre „integrál". Ide o galaxiu typu SBb, v blízkosti ktorej vidíme menšiu interagujúcu galaxiu IC 4970 typu S0 (tesne nad stredom). Svetelná škvrna nižšie vpravo od galaxie je jedna z hviezd Mliečnej cesty. V políčku sa dajú rozlíšiť aj ďalšie, matnejšie, vzdialenejšie, rozlične formované galaxie. Horné, špirálové rameno NGC 6872 je značne porušené, pričom v ňom možno rozlíšiť množstvo modravých objektov, z ktorých väčšinu predstavujú oblasti, kde sa formujú nové hviezdy. Porušenie ramena mohlo byť spôsobené nedávnym prechodom IC 4970. Tento zaujímavý systém sa nachádza v súhvezdí Páva, vo vzdialenosti 300 miliónov svetelných rokov; má 7 oblúkových minút, čo je približne 750 000 svetelných rokov. Je to jedna z najväčších doteraz objavených špirálových galaxií.

Autorom oboch snímok je Aleš Kolář. V kategórii Variácie na tému obloha (seniorov) získal druhé miesto za celý súbor svojich prác. *Fotografia hore* má názov Jednou ráno, přišel vítr... a vzniklo halo (7. 11. 1998, 3.15 SEČ, exp. 15 s, prístroj: Nikkormat + Nikkor 5,6/20, film: Fuji 800 ASA). *Dole:* Neobyčejný západ Slunce (25. 2. 1998, 22.45–23.06 UT v intervaloch 3 minúty, exp. 1/8000, 1/125 s, prístroj: Nikon F-801 + Tamron f 8/200, film: Konica VX 200).